

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**  
*Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente*

*Trabajo de Diploma*

**EVALUACIÓN EX-ANTE EN LOS SISTEMAS CAFÉ CON  
SOMBRA Y BARRERAS VIVAS EN LA SUBCUENCA DEL RIO  
CALICO, SAN DIONISIO, MATAGALPA**

AUTORES:

*Br. Ninoska Margarita Moreno Centeno.*

*Br. Gines de Arles Calderón Centeno.*

ASESOR:

*MSc. Benigno González Rivas.*

COASESOR:

*MSc. Javier Antonio López*

**Managua, Nicaragua Junio 2000**

# INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN .....	i
<b>I. INTRODUCCION .....</b>	<b>1</b>
Objetivos .....	3
<b>II. REVISION DE LITERATURA .....</b>	<b>4</b>
<b>III. MATERIALES Y METODOS .....</b>	<b>10</b>
3.1 Descripción del área de estudio.....	10
3.1.1. Ubicación del área de estudio .....	10
3.1.2. Clima .....	10
3.1.3. Datos Edafológicos .....	12
3.1.3.1. Geología y Geomorfología .....	12
3.1.3.2. Relieve y Fisiografía .....	12
3.1.3.3. Pendiente .....	12
3.1.4. Aspectos Sociales .....	12
3.1.4.1. Población .....	12
3.1.4.2. Servicios Públicos .....	13
3.1.4.2.1. Agua .....	13
3.1.4.2.2. Luz Eléctrica .....	13
3.1.4.3. Tenencia de la tierra .....	13
3.1.4.4. Infraestructura de la zona .....	14
3.2. PROCESOS METODOLOGICOS .....	14
3.3. MATERIALES .....	16
<b>IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....</b>	<b>17</b>
4.1 . Sistemas Agroforestales .....	17
4.1.1 Cercos Vivos .....	17
4.1.2 Obras de Conservación de Suelos y Agua .....	19

4.1.3. Café con Sombra .....	20
4.1.4. Huertos Caseros .....	22
4.1.5. Componente Bosque .....	23
4.1.6. Componente Animal .....	24
<b>4.2. Solución de los Modelos de Simulación .....</b>	<b>28</b>
4.2.1. Sistema Café con Sombra .....	28
4.2.1.1. Finca 1: Comunidad Las Cuchillas .....	28
4.2.1.2. Finca 2: Comunidad Wibuse .....	30
4.2.1.3. Construcción del Modelo de Programación Lineal para el sistema Café con Sombra .....	33
4.2.1.4. Comparación de diferentes escenarios en cuanto a sensibilidad de Capital, Mano de Obra y Tierra en el sistema Café con Sombra .....	36
4.2.2 Sistema Barreras Vivas .....	38
4.2.2.1. Finca 1: Comunidad El Jícara # 1 .....	38
4.2.2.2. Finca 2: Comunidad El Jícara # 2 .....	40
4.2.2.3. Finca 3: Comunidad Piedra Colorada .....	42
4.2.2.4. Construcción del Modelo de Programación Lineal para el Sistema Barreras Vivas .....	45
4.2.2.5. Comparación de diferentes escenarios en cuanto a sensibilidad a capital, mano de obra y tierra en el sistema Barreras Vivas .....	48
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>50</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>51</b>
<b>VII. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>52</b>
<b>VIII. ANEXOS .....</b>	<b>55</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1:	Sistemas Agroforestales más frecuentes por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa, 1999 .....	17
Cuadro 2:	Especies de mayor frecuencia en el sistema cercos vivos por microcuencas en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa .....	18
Cuadro 3:	Principales usos de los cercos vivos por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa .....	19
Cuadro 4:	Obras de conservación de suelos y agua que los productores practican por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa .....	20
Cuadro 5:	Especies más predominantes en el sistema café con sombra por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa .....	21
Cuadro 6:	Especies más relevantes en el sistema huertos caseros por microcuencas en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa .....	23
Cuadro 7:	Principales usos que el productor da al bosque por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa .....	24
Cuadro 8:	Análisis de Sensibilidad a Capital en el Sistema Café con Sombra .....	36
Cuadro 9:	Análisis de Sensibilidad de Días Hombre en el Sistema Café con Sombra .....	36
Cuadro 10:	Análisis de Sensibilidad a Tierra en el Sistema Café con Sombra .....	37
Cuadro 11:	Análisis de Sensibilidad a Capital en el Sistema Barreras Vivas .....	48
Cuadro 12:	Análisis de Sensibilidad a Días Hombre en el Sistema Barreras Vivas .....	48
Cuadro 13:	Análisis de Sensibilidad a Tierra en el Sistema Barreras Vivas .....	49

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Mapa de la ubicación del municipio de San Dionisio, Matagalpa.....	11
-----------	--	----

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1:	Cuestionario guía para la identificación de los sistemas agroforestales .....	55
Anexo 1ª:	Fincas por microcuencas .....	59
Anexo 2:	Cuestionario guía para caracterización de los sistemas agroforestales.	
	- Café con sombra .....	61
	- Barreras vivas .....	63
Anexo 2ª:	Fincas encuestadas por los sistemas agroforestales a caracterizar .....	64
Anexo 3:	Árboles usados en el sistema café con sombra .....	65
Anexo 4:	Lista y usos de los árboles en el sistema café con sombra .....	67
Anexo 5:	Listado de especies usados en el sistema cercos vivos .....	68
Anexo 6:	Listado de árboles dispersos en potreros .....	69
Anexo 7:	Especies usadas para bosque de protección .....	70
Anexo 8:	Lista de especies de pastos utilizadas en la subcuenca .....	71
Anexo 9:	Listado de cultivos perennes, especies frutales y maderables en el sistema huertos caseros .....	72
Anexo 10:	Lista de especies usadas en las barreras vivas en las obras de conservación de suelos y agua .....	73
Anexo 11:	Modelo de Simulación en el sistema Barreras Vivas en la comunidad Jícaro #1 .....	66
Anexo 12:	Modelo de Simulación en el sistema Barreras Vivas en la comunidad Jícaro #2 .....	67
Anexo 13:	Modelo de Simulación en el sistema Barreras Vivas en la comunidad Piedra Colorada .....	68
Anexo 14:	Modelo de Simulación en el sistema Café con Sombra en la comunidad El Junquillo .....	69

Anexo 15: Modelo de Simulación en el sistema Café con Sombra en la comunidad Las Cuchillas ..... 70

Anexo 16: Modelo de Simulación en el sistema Café con Sombra en la comunidad Wibuse ..... 71

## DEDICATORIA

A Dios Creador por ser el guía de mis pasos y por permitirme culminar uno de mis sueños: Mi Carrera Profesional.

A mis Padres *Denis Moreno* y *Alicia Centeno*, por haberme dado lo más preciado: La Vida, por haberme formado como persona para poder lograr mis metas propuestas en este camino que está lleno de tropiezos.

A mis tíos *Margarita Moreno* y *Manuel Rodríguez* por el apoyo brindado para lograr coronar mi carrera, a *Carlos* y *Eliette* por su amor y comprensión.

A mi abuelita *Chepita* por sus consejos sabios, frutos de la experiencia de ser formadora de generaciones.

A *Dania Moreno* por haber compartido conmigo muchas experiencias, a mi sobrina *Gabriela* por ser fuente de inspiración.

A *Gines de Arles Calderón* por comprenderme en los momentos difíciles, por ser mi compañera de tesis y compartir muchas experiencias conmigo y lo más importante por ser mi Amiga.

A la familia *Calderón Centeno* por haberme acogido en su seno familiar con mucho Amor y Cariño.

A mis compañeros de clases por sus aportes, su compañerismo y su amistad, especialmente a *Javiera Pichardo*, *Gema Muñoz*, *Jordania Gutiérrez*, *María José López*, *Sayrí Irías*, *Walter Aguilar*, *Horacio López*, *Julio Gurdíán*, *Fernando Mendoza* y *Allan Tovall*.

A las futuras generaciones, para que valoricen lo que existe en este Mundo y hagan uso racional de los recursos que nos han sido otorgados.

Agradezco a todas las personas que me han brindado su apoyo y comprensión que contribuyeron a mi formación y así alcanzar una meta en la vida.

Ninoska Margarita Moreno Centeno

## DEDICATORIA

Con el más sincero, cariño, respeto y amor quiero dedicar este trabajo a todas las personas que directa e indirectamente aportaron un granito de arena para que uno de mis sueños se hiciera realidad **"CORONAR MI CARRERA"**

A DIOS padre nuestro creador.

En especial a mis padres Rosamaría Centeno Mendoza y René Calderón Vásquez que a pesar de tantas dificultades siempre conté con su apoyo económico, emocional y profesional.

A la memoria de mi primo, Tec. Forestal Ermin Picado Mendoza quien fue la fuente de inspiración para elegir mi carrera.

A mis hermanos Martín René Calderón e Hilda Indira Calderón por asumir muchas limitaciones durante realicé mis estudios.

A mi novio Yaskard Duarte García por su comprensión siempre y cuando realizaba mi etapa de campo.

A mis queridos tíos y tías por contar siempre con sus consejos y ayuda incondicional.

A mis abuelitos paternos y maternos por darme la oportunidad de tener a mis padres.

A mi compañera de tesis, Ninoska Moreno amiga inolvidable, por su incondicional amistad y ayuda en este trabajo.

A mis compañeros de clase y docentes de la ECFOR por todos los momentos inolvidables que recordar, sin olvidar especialmente a Javiera Pichardo, Gema Muñoz, María José López, y Jordania Gutiérrez.

A mi querida sobrina Tatiana Celeste por ser parte de mi vida.

A mis futuros hijos que parte de mis esfuerzos están inspirados hacia ellos.

En fin a todas aquellas personas que siempre me brindaron su apoyo y que por ser incontables no puedo plasmarlos aquí.

Pero antes que todo a **"LA MADRE NATURALEZA"** que de no ser por ella yo no estuviera escribiendo estas líneas.

Gines de Arles Calderón Centeno

## AGRADECIMIENTO

Nuestro más sinceros agradecimientos a las siguientes personas e instituciones:

- Al Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT-Laderas / Nicaragua) por su apoyo financiero a nuestro trabajo de tesis.

- Al Ing. MsC. Benigno González Rivas por asesorar nuestro trabajo investigativo, compartir conocimientos y encaminarnos a ser más eficientes y responsables como futuros profesionales.

- A Ing. Georgina Orozco Sequeira por habernos dado la oportunidad de obtener nuestro trabajo de tesis y por sus consejos profesionales, su amistad y su cariño.

- A la Universidad Nacional Agraria (UNA) por haber sido nuestra casa de estudios universitarios.

- A la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente (FARENA) y en especial, a los docentes de la Escuela de Ciencias Forestales por ser los formadores de nuestro perfil profesional.

- Al Sr. Bruno Barbier por su valioso aporte de enseñanza en el manejo del programa Lingo, fundamental para el análisis de datos en nuestro trabajo.

- A Lic. María Eugenia Baltodano por su contribución en la realización de nuestra investigación.

- Al Ing. Javier López por sus aportes en la culminación del trabajo.

- Al Ing. MsC. Jairo Morales por su disponibilidad incondicional para el desarrollo de nuestro trabajo.

- Al Ing. Laurent Dietsch por sus aportes en la realización de nuestro trabajo.

- Al municipio de San Dionisio y sus comunidades, en especial a los productores y organismos que contribuyeron en la realización de nuestra investigación.

## RESUMEN

La presente investigación fue realizada en la subcuenca del río Calico, en el municipio de San Dionisio, departamento de Matagalpa, tiene un área aproximadamente de 172 km<sup>2</sup>. El objetivo principal de la investigación fue diseñar modelos agroforestales que conlleven a un mejor manejo de la subcuenca tomando como referencia las condiciones topográficas, climáticas, económicas y sociales de la zona y además que estos modelos representen un sistema real.

Con el objetivo de recopilar una información actualizada fue necesario hacer uso de encuestas, teniendo como resultado, parámetros y variables que serán útiles para la elaboración de los modelos.

Los análisis de los datos obtenidos reflejan que existe un alto porcentaje de pequeños productores dedicados a la producción básicamente de maíz y frijol, siendo estos cultivados de una forma tradicional, en monocultivo y sin incorporar nuevas técnicas de producción que proporcionen un buen manejo de la subcuenca. Sin embargo, existe un pequeño porcentaje de productores que estando limitados por pequeñas áreas de terrenos incorporan o diversifican su producción de una forma tradicional sin recibir asistencia técnica y haciendo uso de los sistemas agroforestales sin ellos darse cuenta que las prácticas que están adoptando le vendrán a mejorar el suelo, aumentar la producción y por ende su calidad de vida.

Según las encuestas, los sistemas agroforestales más predominantes son los cercos vivos, café con sombra, en las obras de conservación de suelos y agua tenemos las barreras vivas y barreras muertas siendo las especies más comunes en estos sistemas: jiñocuabo (*Bursera simarouba*), madero negro (*Gliricidia sepium*), pochote (*Bombacopsis quinatum*), Gandul (*Cajanus cajan*).

Una de las principales fuentes de energía es la leña, siendo esta la causa principal del proceso de deforestación acelerado que se da en las partes altas de la subcuenca dando como resultado la degradación de los recursos suelo, agua y la biodiversidad existente en el área.

Por lo tanto, se hace necesario proponer nuevas alternativas de producción que vengán a solventar la problemática que existe en nuestro país, sin olvidar la participación de la población que es el eje principal para llevar a cabo una actividad.

De esta forma, mediante la aplicación de modelos de simulación desarrollados en esta investigación ayudaremos a implementar un mejor uso y manejo de la subcuenca que ha sido nuestro objeto de estudio.

## SUMMARY

This investigation was realized in the "subcuenca" of the Calico River in the county of San Dionisio, department of Matagalpa, which has an area of 172 km<sup>2</sup> approximately. The main objective was to design "agroforestales" models that may lead to a better management of the "subcuenca", taking as a reference the topographic, climatic, economic and social conditions of the zone, besides representing a real system.

With the objective of gathering up-to-date information, the use of polls was necessary, having as a result parameters and variables that will be useful to the making of the models.

The analysis of the gathered data reflect that there is a high percentage of small producers that are dedicated to production of corn and beans, which are being cultivated in a traditional way, in monoculture and without the use of new production techniques that may give a better way in handling the "subcuenca". However, there is a small percentage of producers that being limited to a small area of work, are adding and diversifying their production in a traditional way, without ever receiving technical assistance and making use of the "agroforestal" systems without them ever knowing that this practices that they are adopting will take better care of the ground, raise production and therefore raise their quality of life.

According to the polls, the most predominant "agroforestales" systems are living fences, coffee on shade, in the conservation area of ground and water we have living barriers and dead barriers being the most common species: the jinocuabo, madero negro, pochote and gandul.

One of the main energy sources is wood, this being the cause of the main process of accelerated deforestation that is happening in the high areas of the "subcuenca", as a result of this we have the degradation of the soil and water resources, and the existing biodiversity in the area.

Therefore, it is necessary to set new alternatives of productions that may solve the country's problems, without forgetting the role of the population, which is the main axel to make an activity work.

This way, by the application of simulation models developed in this investigation, we will help to implement a better use and management of the "subcuenca" that has been the subject of our study.

## I. INTRODUCCION

La agroforestería implica una serie de técnicas que incluye la combinación simultánea o secuencial de árboles y cultivos alimenticios, árboles y ganado o todos los tres elementos en conjunto.

Un sistema agroforestal *"es un sistema agropecuario cuyos componentes son árboles, cultivos o animales"*; este tiene atributos de cualquier sistema, límites, componentes, interacciones, ingresos y egresos, una relación jerárquica con el sistema de fincas y una dinámica.

La importancia de los sistemas agroforestales es que aceleran los procesos productivos de la tierra manteniendo la sostenibilidad del recurso, estos sistemas pueden ser aplicados a suelos fértiles o en los que presentan baja fertilidad o escasez de humedad del suelo. Pueden ser utilizados por pequeños, medianos y grandes productores logrando mediante esto la combinación de dos o más componentes del ecosistema con el fin de evitar el deterioro de tierras muy elevadas que son poco utilizadas en la producción, brinda mejores alternativas al productor, aumenta sus ingresos productivos, mantiene su seguridad alimentaria, mejora su calidad de vida y ayuda a mantener el equilibrio ecológico.

Mucho de los sistemas tradicionales no son suficientemente productivos como para satisfacer las necesidades crecientes de la población; por ello se hace cada vez más necesario desarrollarlos y mejorarlos, es decir, incorporar tecnologías apropiadas para hacerlos más productivos, razón por la cual todos los esfuerzos actuales en el campo de la investigación deben orientarse a la identificación, caracterización y la evaluación de los sistemas existentes, a fin de obtener de ellos la suficiente información que permita seleccionar las posibles alternativas de solución a los problemas de baja productividad y deficiencia que en ellos prevalecen.

El objetivo de la presente investigación es encontrar un sistema que brinde las alternativas de producción óptima a los pobladores de la subcuenca, que con la información recolectada mediante una caracterización se hará el análisis haciendo uso de un modelo de programación lineal para dar a conocer cual es el sistema de mayor rentabilidad económica y poder difundirlo entre los productores de la zona.

Son múltiples los campos de aplicación de la programación lineal en el sector agropecuario, pero una de las aplicaciones típicas es la de asignar recursos limitados, tales como área a utilizar, mano de obra, suministro de agua, y capital de trabajo, en forma tal que se optimice algún componente entre ellos: los costos de producción, la mano de obra utilizada, la rentabilidad de la producción y las utilidades de los recursos naturales empleados.

El modelo de programación lineal permite ejecutar análisis de sensibilidad frente a diferentes opciones, tales como mayor o menor disponibilidad de los factores de producción involucrados, cambios en la estructura de costos o modificación del precio de los productos que afectan el ingreso neto. De la misma manera, el modelo permite comparar actividades con mejoras tecnológicas o sin ellas y sus resultados indican el tipo de cambio que deberían ocurrir en la estructura del sistema de producción, si se incorpora la alternativa tecnológica.

## OBJETIVOS

### *General:*

- Desarrollar una evaluación ex – ante en los sistemas agroforestales café con sombra y barreras vivas en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

### *Específicos:*

- Identificar los Sistemas Agroforestales existentes en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa.
- Caracterizar los Sistemas Agroforestales café con sombra y barreras vivas existentes en la zona de estudio.
- Evaluar bioeconómicamente los Sistemas Agroforestales de mayor impacto (café con sombra y barreras vivas) en el manejo de la zona de estudio.
- **Desarrollar** un modelo de simulación agroforestal en los sistemas café con sombra y barreras vivas para el manejo de la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

## II. REVISION DE LITERATURA

Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de los recursos naturales en los cuales especies leñosas son utilizadas en asociación con cultivos agrícolas o con animales en el mismo terreno de manera simultánea en una secuencia temporal.

Las prácticas agroforestales han sido aplicadas tradicionalmente por pequeños agricultores y ganaderos siendo las más comunes los cercos vivos, cafetales con sombra, huertos caseros, árboles en potrero y pastoreo en bosque natural sin embargo, el tradicionalismo de sembrar cultivos anuales y pastos en suelos relativamente degradados ha sido difícil para los productores la obtención de beneficios económicos, mejorar la fertilidad del suelo y elevar su nivel de vida, esto se debe al mal uso del suelo y carencia de un manejo adecuado en las prácticas agrícolas, consecuencia de la falta de capacitación y experiencia en el manejo agroforestal.

La importancia de los sistemas agroforestales radica en la habilidad para mejorar y mantener la estabilidad de los sistemas agrícolas y pecuarios, y mantener la sostenibilidad del recurso suelo utilizando bajos niveles de insumos, permitiendo así la recuperación de áreas degradadas y/o con usos inadecuados.

La actividad agroforestal es la solución más natural para el problema de la leña, forraje, alimento, degradación de suelos y conservación de aguas en zonas rurales, solucionando así problemas socioeconómicos como altos niveles de pobreza existentes ya que permiten el mantenimiento de una producción estable.

Los sistemas agroforestales se clasifican en:

1. Sistemas agroforestales secuenciales: existe una relación cronológica entre las cosechas anuales y los productos arbóreos.
2. Sistemas agroforestales simultáneos: consiste en la integración simultánea y continua de cultivos anuales o perennes, árboles maderables, frutales o de uso múltiple y/o de ganadería.
3. Sistemas agroforestales de cercas vivas y cortinas rompevientos: consiste en hileras de árboles que pueden delimitar una propiedad o servir de protección para otros componentes u otros sistemas, considerándose este como un sistema complementario de los nombrados anteriormente.

El manejo y evaluación de los sistemas agroforestales describe los principios básicos para el planeamiento y manejo de los sistemas agroforestales y presenta fuentes de información para el diseño y la puesta en práctica del sistema agroforestal elegido.

La importancia de realizar esta evaluación es porque la agroforestería es frecuentemente señalada como una solución a los problemas de degradación de la tierra y el agua, y como una respuesta a la escasez de alimentos, leña, ingresos, forraje animal y materiales de construcción (Montagnini, 1992)

*Un sistema "es un arreglo de componentes físicos, un conjunto o colección de cosas conectadas o relacionadas de tal manera que forman o actúan como una unidad o como un todo".*

La secuencia de investigación de sistemas sigue una secuencia de fases y pasos (en el tiempo y metodología) tomando forma de una matriz en la cual cada elemento representa una actividad que culmina en la síntesis de sistemas.

Los pasos para la investigación son: especificación del problema, jerarquización de los sistemas, determinación de las fronteras de los sistemas, medición del sistema (recolección de datos), establecimiento del modelo del sistema, desarrollo del programa de computación, validación del modelo, análisis del modelo, experimentación con el modelo y la toma de decisiones (Saravia, 1985)

La caracterización "consiste en la descripción y análisis de los aspectos naturales y sociales relevantes de un área con el propósito de identificar los sistemas de producción existentes y reconocer los problemas más importantes"; este tiene como objetivo la descripción del área a un nivel de detalle que permita planificar las alternativas apropiadas.

Los pasos de una caracterización son:

- A. Determinar los objetivos de la caracterización y los límites del área por caracterizar. El objetivo de esta caracterización es el de encontrar las posibles soluciones para darle un manejo adecuado a la subcuenca y así lograr el manejo sostenible de esta. Los límites se deben delimitar con precisión, ya sea el área una región, una finca o un sistema de producción. Los límites del área son determinados por el propósito y nivel de detalle con que se pretende trabajar. En el caso del estudio de un sistema agroforestal de una finca, los límites incluirán todas las parcelas que combinan pastos, animales y cortinas rompevientos, pero no se incluye el bosque ni la infraestructura existente dentro de él.
- B. Recopilar datos sobre las características de los sistemas existentes.
- C. Distinguir los problemas, necesidades y oportunidades existentes en el área. Analizar los datos anteriores, con el propósito de determinar si el uso de sistemas agroforestales es una alternativa factible o adecuada.

En el procesamiento y análisis de los datos utilizaremos el modelo de simulación, este sirve como un instrumento práctico de ayuda a los investigadores, agentes de desarrollo y productores para la toma de decisiones en la evaluación ex - ante. La evaluación ex – ante “es la evaluación de un proyecto antes que se realice, útil para predecir resultados de diferentes opciones tecnológicas (Aguilar y Cañas, 1991)

El “modelo matemático” es aquel en que los flujos están representados por ecuaciones que permiten predecir la magnitud de los componentes, en un tiempo dado.

La técnica de modelación tiene una secuencia de etapas precisas, que comienza con la “*identificación del sistema*”; en esta se establecen claramente los componentes y procesos involucrados, cuya importancia amerita su inclusión en el modelo. Sobre esta base en la segunda etapa se “*formulará el modelo*”, adoptando la forma del diagrama de flujo. La tercera etapa consiste en la toma de datos cualitativos y cuantitativos de costo que posteriormente permita elaborar el modelo matemático. La última etapa es la “*validación del modelo*”, consiste en comparar los valores del sistema real con los dichos por el modelo matemático y realizar los ajustes a las ecuaciones propuestas. (Estrada, R. D.; Chaparro, O; Rivera, B. 1998)

Se realizará una evaluación bioeconómica de los SAF más importantes de la zona o los que predominan más.

La evaluación es necesaria dado que los sistemas agroforestales son dinámicos, es decir, que las condiciones cambian a través del tiempo, es preciso evaluar el sistema y el plan de manejo para comprobar si se están cumpliendo los objetivos deseados. A su vez, es posible que éstos también cambien a través del

tiempo; en ese caso, es necesario evaluar el plan para comprobar si este se ajusta a los nuevos propósitos. A largo plazo, hay que evaluar el sistema desde el punto de vista de su sostenibilidad. (Estrada, R. D.; Chaparro, O; Rivera, B. 1998)

La simulación en sistemas de producción es el proceso de diseñar un modelo de un sistema real y conducir experimentos con él para entender el comportamiento del sistema o evaluar varias estrategias para la operación de sistemas (Shannon, 1975)

Un modelo de simulación “ es una representación de un objeto, concepto o sistema real de tal forma que, aún siendo distinto a la entidad que representa, puede imitar su funcionamiento y uno o varios atributos de éste”. (Estrada, R. D.; Chaparro, O; Rivera, B. 1998)

La evaluación Ex – Ante “ es un componente del diseño de alternativas tecnológicas que busca, anticipar alguna idea sobre la bondad de los resultados de la tecnología diseñada y analizar las posibilidades de que esta tecnología cumple con los objetivos del proyecto y contribuya a satisfacer los retos de manejo sostenible, equitativo y competitivo de la agricultura en zonas de laderas”. (Estrada, R. D.; Chaparro, O; Rivera, B. 1998)

La Programación Lineal “es la optimización - maximización o minimización – de la función objetivo sujeta a restricciones técnicas impuestas por las características del sistema. A la función que se debe optimizar se le llama **Función Objetivo**, y a las desigualdades se les llama **Restricciones o Limitaciones**. Los modelos de programación lineal han probado ser herramientas de gran utilidad para alimentar los procesos de generación y transferencia de tecnología”. (Estrada, R. D.; Chaparro, O; Rivera, B. 1998)

### **Análisis de Sensibilidad:**

Una vez que se ha obtenido la solución óptima del problema de programación lineal, es muy importante analizar el sistema de producción en múltiples situaciones en cuanto al uso de los recursos y evaluación de cambios tecnológicos en el sistema. Esto se logra mediante un análisis de sensibilidad. Este análisis consiste en evaluar el cambio en la solución del problema como producto de cambios en algunos de los parámetros del problema. Los análisis de sensibilidad que se pueden realizar con el cambio en la cantidad de capital disponible, en los precios de los productos y por lo tanto, en el valor de la producción, en la cantidad de jornales disponibles, en las restricciones de autoconsumo y efectos en el sistema por la introducción de una alternativa tecnológica. (Estrada, R. D.; Chaparro, O; Rivera, B. 1998)

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1 Descripción del área de estudio**

##### **3.1.1. Ubicación del área de estudio**

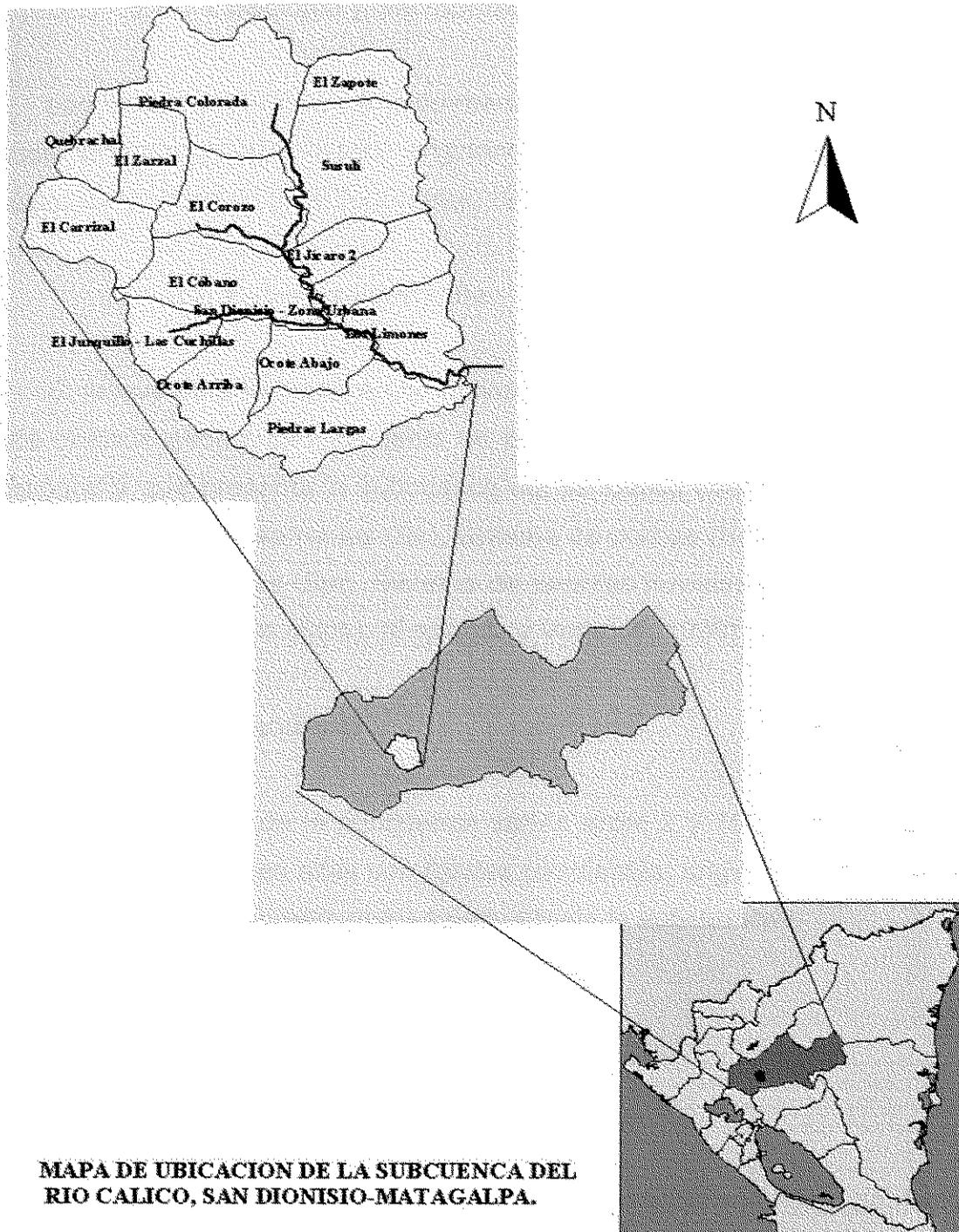
La presente investigación se desarrolló en el municipio de San Dionisio, Departamento de Matagalpa sobre las coordenadas 12°45'45" de latitud Norte y 85°51'10" de longitud Oeste; limita al Norte con el municipio de Matagalpa, al Sur con el municipio de Esquipulas, al Este con el municipio de San Ramón y al Oeste con el municipio de Terrabona (INIFOM, 1997) Figura 1.

La subcuenca de río Calico tiene aproximadamente 170 Km<sup>2</sup>. Abarca 4 municipios, los cuales son: Matagalpa, San Ramón, Terrabona y San Dionisio con una extensión de 144 km<sup>2</sup>, el cual abarca la mayor parte de toda la subcuenca (Espinoza y Vernooy, 1998)

La subcuenca se encuentra dividida en tres partes, tomando como criterio principal la elevación de cada una de las microcuencas que la conforman; encontrándose distribuidas de la siguiente manera: parte alta con 55.7 Km<sup>2</sup>, parte media con 71.2 Km<sup>2</sup>, parte baja con 44.7 Km<sup>2</sup>.

##### **3.1.2. Clima**

La subcuenca del río Calico posee una elevación de 350 a 1,250 msnm, alcanzando temperaturas anuales de 23 a 26°C, una precipitación promedio anual de 800 – 1,880 mm, el clima va de seco a semiárido, llueve de mayo a diciembre y posee una población total de 23, 671 habitantes.



**MAPA DE UBICACION DE LA SUBCUENCA DEL RIO CALICO, SAN DIONISIO-MATAGALPA.**

### 3.1.3. Datos Edafológicos

#### 3.1.3.1 Geología y Geomorfología

Los suelos pertenecen a la formación geológica de la Era Cenozoica, del período terciario y cuaternario, originando las formaciones Coyoil Superior y depósito sedimentarios (Soil Taxonomy, 1995)

#### 3.1.3.2. Relieve y Fisiografía

El relieve está formado en su mayoría por terrenos ondulados o quebrados y está ubicado geomorfológicamente en la provincia Montañas Altas del Interior. La fisiografía que presenta la subcuenca del río Calico cuenta con seis sistemas terrestres: Sistema de serranías (Ss), Sistema de colinas (Sc), Sistema de laderas (Sl), Sistemas de mesas (Sm), Sistema de terrazas fluviales (Stf) y el Sistema de terrazas coluvio-fluviales (Stca). (Espinoza y Vernooy, 1998)

#### 3.1.3.3. Pendiente

Las pendientes de la subcuenca varían entre 2 y 75%. Las partes planas descienden de las partes altas con fuertes pendientes, originando la formación de pequeños valles que ocupan un área pequeña de la subcuenca.

### 3.1.4. Aspectos sociales

#### 3.1.4.1. Población

El municipio de San Dionisio tiene aproximadamente una población de 23,671 habitantes, con una densidad poblacional de 140Hab/Km<sup>2</sup>. La población se encuentra distribuida en 17 comunidades, la población rural representa aproximadamente el 80% y la urbana el 20% de la población total..

### 3.1.4.2. Servicios públicos

#### 3.1.4.2.1. Agua

El problema que se presenta con frecuencia es la contaminación de las fuentes de agua, producto de los desechos de la pulpa de café. La mayoría de las comunidades tienen que abastecerse de agua de otras comunidades como: Piedras Largas, Piedra Colorada, El Zapote, El Jícaro. La calidad del agua es regular en toda la zona y la mitad de la población tiene acceso al agua potable, especialmente en las siguientes comunidades: El Carrizal, El Quebrachal, El Cóbano, Ocote arriba (Espinoza y Vernooy, 1998)

#### 3.1.4.2.2. Luz Eléctrica

El 80% de la zona no cuenta con luz eléctrica, como las comunidades de El Carrizal, El Quebrachal, El Zarzal, El Corozo, Piedra Colorada, entre otros. La comunidad en que algunas familias tienen luz eléctrica es Susulí (Espinoza y Vernooy, 1998)

#### 3.1.4.3. Tenencia de la tierra

De acuerdo a la tenencia de la tierra, en las comunidades de Ocote Arriba, El Quebrachal, El Zapote, Ocote Abajo y el Jícaro No. 2, más de la mitad de las familias no tienen tierras propias o solamente tienen un solar. Las comunidades de El Carrizal, El Zarzal, El Corozo, Wibuse – El Jícaro, Los Limones y El Junquillo – Las Cuchillas, entre el 10% y el 50% de las familias no tienen tierra o solamente el solar, y Piedra Colorada, Susulí, El Cóbano, Piedras Largas y Ocote Arriba menos del 10% de las familias están sin tierras propias (Espinoza y Vernooy, 1998)

#### 3.1.4.4. Infraestructura de la zona

La zona cuenta con un Centro de Salud en el área urbana de San Dionisio y tres puestos de salud en tres comunidades, con 23 Escuelas en todas las comunidades a excepción de El Zarzal. Solamente en Piedra Colorada se encuentran silos metálicos para almacenar granos básicos en grandes cantidades. Se encuentran también 15 beneficios de café en la comunidades de El Corozo (1), Piedra Colorada (4), Susulí (2), wibuse - El Jícaro (2) y el Junquillo – Las Cuchillas (6). Existen también 5 Trapiches en El Zapotal (1), Susulí (1), wibuse – El Jícaro (1), El Cóbano (1) y Piedras Largas (1). Existen 13 Iglesias en las comunidades de El Corozo (1), Piedra Colorada (1), Susulí (2), El Jícaro No. 2 (1), Wibuse – El Jícaro (2), El Junquillo – Las Cuchillas (2), El Cóbano (1), Ocote arriba (1), Ocote abajo (1) y Piedras Largas (1)

### 3.2. PROCESOS METODOLOGICOS

Previo a la recopilación y análisis de los datos fue necesaria una capacitación en el manejo de un programa de Modelación por computadora, que posteriormente sería la herramienta principal para el desarrollo del trabajo.

Se realizó una gira de reconocimiento de la zona de estudio para poder visualizar de forma rápida los diferentes sistemas agroforestales que predominan, y al mismo tiempo, establecer contactos con instituciones y organismos que desarrollan trabajos en función de un manejo sostenible de la subcuenca.

La metodología a utilizar en la recolección de la información fue la caracterización de la subcuenca, identificando primeramente la problemática existente en la zona en cuanto a sistemas agroforestales.

### 3.2.1. Primera Etapa: Identificación de sistemas agroforestales

Para identificar los sistemas agroforestales tradicionales existentes se realizaron encuestas directas a productores de la zona, tomando como muestra 70 estudios de casos en las comunidades que comprenden la subcuenca del río Calico. Ver anexo 1. La selección de los estudios de casos se realizó al azar, pero se tomaron algunos criterios: tomar muestras representativas de las tres partes de la subcuenca (alta, media y baja) y fincas con áreas diferentes.

Posterior a la primera etapa de campo (encuestas) la información recopilada fue procesada de forma manual, lo que dio como resultado los principales sistemas agroforestales que son practicados por los productores en la zona.

### 3.2.2 Segunda Etapa: Caracterización de los sistemas agroforestales

Se realizó una caracterización a través de encuestas socioeconómicas; siendo esta una herramienta en la que se analizaron sus interacciones, sus problemas, factores limitantes y su racionalidad. Para el desarrollo de esta etapa se seleccionaron los sistemas agroforestales predominantes en la subcuenca y posterior a esto se eligieron seis (6) fincas, tres (3) muestras para barreras vivas y tres (3) para café con sombra tomando como criterios: para el sistema "barreras vivas" suelos con pendientes pronunciadas, área de la parcela, bajos rendimientos y en el sistema "café con sombra" fincas situadas en las partes altas, influencia de agroquímicos, área productiva y el manejo que le dan al sistema.

La elección de estas muestras se hizo de modo que estuvieran distribuidas en las tres partes altitudinales que conforman la subcuenca.

A través de un modelo de optimización se realizó una evaluación bioeconómica de los sistemas agroforestales de mayor importancia e impacto en

el manejo de la subcuenca del río Calico; con este modelo evaluamos las actividades y limitaciones (tierra, mano de obra y capital disponibles) que están interactuando en el sistema.

Para realizar el análisis financiero se revisaron los datos obtenidos durante la caracterización, consulta a los productores y observaciones de campo. Es necesario conocer el costo y la disponibilidad de mano de obra, mercados, insumos e infraestructura.

El análisis se realizó para determinar si los sistemas agroforestales son productivos, financieramente factibles, sostenibles y adoptables.

Con el objetivo de evaluar un sistema agroforestal que permita la toma de decisiones, se construyó un modelo que presentó diferentes alternativas que pueden contribuir a mejorar la producción, la calidad de vida del productor y, por ende, lograr un mejor manejo de la subcuenca.

### 3.2.3. Construcción del Modelo

El modelo se construye como una matriz de doble entrada en donde se cruzan las actividades productivas del sistema analizado con las restricciones a las cuales está sometido.

#### *Definición de las actividades*

Para los casos a presentar son las siguientes: Café con sombra, café con frutales, café con banano, maíz, frijol, maízgandul, frijolgandul, piña, etc.

#### *Definición de la función objetivo*

El modelo está sometido a cuatro restricciones (constraints):

- **Tierra**

Esta primera restricción se estructura en el modelo mediante una desigualdad en donde se dice que el área sembrada en maíz ( $1 \cdot \text{MAIZ}$ ) sumada al área sembrada de frijol ( $1 \cdot \text{FRIJOL}$ ) puede ser como máximo o igual a 10 hectáreas.

- **Capital**

Esta restricción le indica el modelo cual es la cantidad de dinero disponible para realizar las diferentes actividades del sistema.

- **Mano de obra**

En esta restricción se plantean los limitantes en uso de mano de obra disponible para realizar las labores en los cultivos.

### 3.2.4. Conceptos de los resultados en el modelo

**A. Variable:** Da la lista de las variables del modelo.

**B. Value (Valor):** Da el valor óptimo de cada variable.

**C. Reduced Cost (Costo reducido):** tiene dos significados:

1. El costo reducido de una variable es el valor de la pérdida de ingreso, si el campesino quiere producir una manzana de una producción no rentable.
2. El costo reducido se puede interpretar como el aumento necesario del ingreso neto por manzana de una variable para que sea rentable (y aparecer en la solución óptima). Este aumento se puede conseguir a través de un costo reducido, de un mejor precio o de una mejor productividad.

**D. Row:** Número de líneas.

**E. Slack or Surplus:**

- Primera línea: es el ingreso neto de toda la finca.
- Líneas siguientes: muestran si las disponibilidades han sido usadas totalmente o no.

**F. Dual Price (Precio Dual):** Es el precio sombra de una limitación y tiene dos explicaciones:

1. Es el aumento del ingreso total que resultará de la suma de una unidad o factor de producción.
2. Es el precio real del factor raro. Si el campesino renta una unidad del factor limitante a un precio más alto que el "Dual Price" él va a perder dinero, si la renta de esta se hace a un precio más bajo que el "Reduced Cost" el campesino va a ganar dinero.

\* El Precio Dual de la primera línea no tiene ningún significado interesante.

### 3.3. MATERIALES

- Mapas topográficos, escala 1:50 000
- Mapas de la zona
- Libretas de campo
- Lápices
- Camioneta y bestias
- Computadoras
- Disquetes
- Hojas de papel

## IV. RESULTADOS Y DISCUSION

### 4.1. Sistemas Agroforestales

A través del cuadro 1 se presentan los principales sistemas agroforestales identificados en la zona de estudio.

El Sistema Agroforestal de mayor presencia en la subcuenca es el Cercos Vivos, encontrándose en el 100% de las comunidades, seguido de Barreras Vivas y Café con Sombra con 73% en las comunidades y el de menor presencia el sistema de Huertos Caseros, encontrándose con el 53% de las comunidades de la subcuenca.

Cuadro 1: Sistemas Agroforestales más frecuentes por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa, 1999.

Microcuenca	N° Encuestas	Sistemas Agroforestales			
		CV	BV	CS	HC
El Carrizal	5	x	x	x	x
El Cóbano	4	x	x	x	x
El Corozo	4	x	x	-	x
El Junquillo	4	x	x	x	x
El Quebrachal	3	x	-	x	x
El Zarzal	5	x	-	-	-
Jícara # 1	11	x	x	x	-
Jícara # 2	4	x	x	x	x
Las Cuchillas	5	x	x	x	x
Los Limones	8	x	-	-	-
Ocote Abajo	3	x	x	-	-
Piedra Colorada	3	x	-	x	x
Piedra Larga	3	x	x	x	-
Susulí	4	x	x	x	-
Wibuse	4	x	x	x	-

\* CV = Cercas Vivas

\* BV = Barreras Vivas

\* CS = Café con Sombra

\* HC = Huertos Caseros

#### 4.1.1. Cercos Vivos

Los cercos vivos constituyen una de las prácticas agroforestales más difundidas en Nicaragua y en América Central, ya que los agricultores lo han utilizado con la finalidad de delimitar sus fincas y potreros con diversas especies.

La utilización de este sistema como práctica agroforestal tiene como objetivo potencial diversificar la producción agrícola y/o pecuaria y el mejoramiento de condiciones ambientales. En este sistema se encontraron 25 especies arbóreas y frutales, ubicados en las cercas de los productores.

Las especies más frecuentes utilizados por los productores son: jiñocuabo (*Bursera simarouba* (Jacq) Sarg) con 93%, madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacq) Steud) con 86%, helequeme (*Erythrina sp*) y cedro (*Cedrela odorata*) con 26.6% y, en menor número, guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y jocote (*Spondia sp*) con 20%. Cuadro 2.

Cuadro 2: Especies de mayor frecuencia en el sistema cercas vivas por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa, 1999.

Microcuenca	Especies					
	Jiñocuabo	M. negro	Jocote	Helequeme	Cedro	Guácimo
El Carrizal	X	X	X	-	-	-
El Cóbano	X	-	-	-	-	-
El Corozo	X	X	-	-	-	-
El Junquillo	X	X	-	X	X	-
El Quebrachal	-	X	-	-	-	-
El Zarzal	X	-	-	X	-	-
Jícara # 1	X	X	-	-	X	X
Jícara # 2	X	-	-	-	X	-
Las Cuchillas	X	-	X	X	-	-
Los Limones	X	X	X	X	-	X
Ocote Abajo	X	X	-	-	-	-
Piedra Colorada	X	X	-	-	-	-
Piedra Larga	X	-	-	-	-	-
Susulí	X	-	X	-	X	X
Wibuse	X	X	-	-	-	-

Los principales usos que les dan a los cercos vivos son la extracción de leña en un 100%, obtención de postes con 86%, delimitación de áreas con 73%, forraje con 40% y para sombra con 26% y protección de fuentes de agua con 6.6%. Cuadro 3.

Cuadro 3: Principales usos de los cercos vivos por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa, 1999.

Microcuenca	Usos					
	Leña	Postes	Delimitación	Forraje	Sombra	Protección
El Carrizal	x	x	X	x	-	-
El Cóbano	x	x	X	-	-	-
El Corozo	x	x	-	-	x	-
El Junquillo	x	x	X	-	-	-
El Quebrachal	x	-	X	-	x	-
El Zarzal	x	x	X	x	-	x
Jícara # 1	x	x	x	x	-	-
Jícara # 2	x	x	x	-	-	-
Las Cuchillas	x	x	x	-	-	-
Los Limones	x	x	x	x	x	-
Ocote Abajo	x	x	x	-	-	-
Piedra Colorada	x	x	x	-	x	-
Piedra Larga	x	x	-	x	-	-
Susulí	x	x	-	x	-	-
Wibuse	x	-	-	-	-	-

#### 4.1.2. Obras de Conservación de Suelos y Agua

Las obras de conservación de suelos y agua que los agricultores practican con mayor frecuencia son las barreras vivas con 73.3%, seguido de barreras muertas 66.6%, curvas a nivel 40% y, en menor proporción las acequias de laderas con 20%, terrazas individuales con 13.3% y diques con 6.66%. Cuadro 4.

Las especies más utilizadas para el establecimiento de las barreras vivas son: gandul (*Cajanus cajan*) con 73%, zacate Taiwán (*Pennisetum purpureum*) y piña (*Ananas camosus* Merr) con 13%, y en menor número, achiote (*Bixa orellana*), quequisque (*Xanthosoma sp*) y Musáceas (*Musa sp*) con 6.6%.

Cuadro 4: Obras de conservación de suelos y agua que los productores practican por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa, 1999.

Microcuenca	Sistemas					
	Barreras Vivas	Barreras Muertas	Acequias	Curvas a Nivel	Diques	Terrazas
El Carrizal	x	x	-	-	-	-
El Cóbano	-	x	-	-	-	-
El Corozo	-	x	-	-	-	-
El Junquillo	x	x	x	x	-	x
El Quebrachal	-	-	-	-	-	x
El Zarzal	-	-	-	-	-	-
Jícaro # 1	x	x	-	x	-	-
Jícaro # 2	x	x	-	x	-	-
Las Cuchillas	x	x	-	x	-	-
Los Limones	x	-	-	-	-	-
Ocote Abajo	x	x	-	-	-	-
Piedra Colorada	x	-	x	-	-	-
Piedra Larga	x	x	-	-	-	-
Susull	x	-	-	x	-	-
Wibuse	x	x	x	x	x	-

#### 4.1.3. Café con Sombra

Este sistema es formado tradicionalmente por la combinación de cualquier especie maderable de alto valor económico como: cedro (*Cedrela odorata*), caoba (*Swietenia sp*), laurel (*Cordia alliodora*); árboles mejoradores de suelo y las condiciones ambientales como *Erythrina sp*, *Inga sp*, *Gliricidia sepium* y árboles frutales entre los que destacamos aguacate (*Persea americana*), mango (*Mangifera indica*), cítricos (*Citrus sp*), etc.

Se reportan aproximadamente 45 especies de las categorías frutales, perennes y maderables, estos árboles se encuentran distribuidos de forma natural, sin ningún arreglo espacial.

En el cuadro 5 se observan las especies más frecuentes en las distintas categorías:

De estas la que se encuentra con más frecuencia son frutales, entre ellas: predominando el aguacate (*Persea americana*) con 60%, mango (*Mangifera indica*) con 53.3% y en menor porcentaje naranja (*Citrus sp*) con 40%.

En el caso de las perennes encontramos una buena presencia de musáceas (*Musa sp*) con un 53.3%.

Las especies maderables presentes en las fincas son: cedro (*Cedrela odorata*) con un 40%, seguido de guaba (*Inga sp*) y madero negro (*Gliricidia sepium*) con 33.3% cada una, guácimo (*Guazuma ulmifolia*) y jiñocuabo (*Bursera simarouba*) con 26.6% respectivamente y, en menor porcentaje, pochote (*Bombacopsis quinatum*) con 20%.

Cuadro 5: Especies más predominantes en el sistema café con sombra por microcuencia en la subcuencia del río Calico, San Dionisio, Matagalpa, 1999.

Microcuencia	Especies									
	Agu	Man	Gui	Guá	Ced	Nar	Gua	MN	Poc	Jiñ
El Carrizal	x	x	x	-	-	-	-	x	-	x
El Cóbano	x	-	-	x	x	x	-	-	-	x
El Corozo	-	-	x	-	-	-	-	-	-	x
El Junquillo	x	-	x	x	x	-	x	x	x	-
El Quebrachal	x	x	-	-	x	x	-	x	x	-
El Zarzal	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Jícaro # 1	x	x	-	x	x	x	-	-	-	-
Jícaro # 2	-	x	-	x	-	-	x	-	-	-
Las Cuchillas	x	x	x	x	x	x	-	-	x	x
Los Limones	x	x	x	-	-	-	x	-	-	-
Ocote Abajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piedra Colorada	-	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Piedra Larga	x	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Susulí	x	x	x	-	-	x	x	x	-	-
Wibuse	-	-	x	x	x	-	x	x	-	-

\* Agu = aguacate  
 \* Man = mango  
 \* Gui = guineo  
 \* Guá = guácimo  
 \* Ced = cedro

\* Nar = naranja  
 \* Gua = guaba  
 \* MN = madero negro  
 \* Poc = pochote  
 \* Jiñ = jiñocuabo

#### 4.1.4. Huertos Caseros

Los huertos caseros son una práctica tradicional de uso de la tierra caracterizado por la agrupación de cultivos, árboles y algunas veces animales, con una producción diversificada ubicados en los patios de las casas de los pequeños agricultores. Constituyen sistemas de subsistencia con un bajo nivel de insumos que representa un medio de obtención de alimentos, leña, etc. y significan una fuente adicional de ingresos para la comunidad rural (SFN-IRENA, 1993)

Las especies más utilizadas tradicionalmente son maderables, frutales: (cítricos (*Citrus sp*), mango (*Mangifera indica*), musáceas (*Musa sp*), etc.), medicinales y ornamentales.

En el estudio se identificaron 42 especies de las diferentes categorías (anual, maderables, frutales, perennes, hortalizas, medicinales), y su distribución espacial está en función a las posibilidades del agricultor. De estas categorías las más importantes son: cítricos, musáceas y frutales. Cuadro 6.

Dentro del grupo de los frutales, las especies más frecuentes son: cítricos (*Citrus aurantium*, *Citrus reticulata*, *Citrus sinensis*, *Citrus aurantifolia*) 66.6%, seguido de mango (*Mangifera indica*) y aguacate (*Persea americana*) 60% y 53.3% respectivamente.

En el grupo de las perennes se encontró un alto porcentaje de musáceas (*Musa sp*) 53.3%, piña (*Ananas comosus*) 40%, también achiote (*Bixa orellana*) y Pitahaya (*Cereus sp*) con 26.6%, chiltoma (*Capsicum annum*) y tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill) con 17%.

Dentro de las hortalizas se encontró: chayote (*Sechium edule*) con 40%, pipián (*Cucurbita mixta*) con 26.6% y también cebolla (*Allium cepa*), zanahoria (*Daucus carota*) y remolacha (*Beta vulgaris*) con 17%.

En los cultivos anuales encontramos quequisque (*Xanthosoma sagittifolium*) con 86% yuca (*Manihot esculenta* Crantz) con 26% y malanga (*Colocasia esculenta*) con 13%.

También se identificaron cierto porcentaje de plantas medicinales, entre las cuales están: zacate limón (*Cymbopogon citratus*), romero, ruda (*Ruta graveolens*), valeriana, orégano (*Hyptis capitata*) y albahaca, reflejadas en un 26.6%.

Cuadro 6: Especies más relevantes en el sistema huertos caseros por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa, 1999.

Microcuenca	Especies									
	Cit	Mus	Agu	Man	Cha	Piñ	Pip	Med	Pit	Ach
El Carrizal	X	-	x	x	-	x	-	x	-	X
El Cóbano	X	x	x	x	-	x	-	-	x	X
El Corozo	X	x	-	x	-	x	-	-	x	-
El Junquillo	X	x	x	x	x	x	x	x	-	-
El Quebrachal	X	x	x	x	x	-	-	-	-	X
El Zarzal	X	x	x	-	x	-	x	-	-	-
Jícara # 1	X	x	-	x	-	-	-	x	x	-
Jícara # 2	-	x	x	x	x	x	-	x	x	X
Las Cuchillas	X	-	x	-	-	x	x	-	-	-
Los Limones	X	-	x	x	-	-	x	-	-	-
Ocote Abajo	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Piedra Colorada	X	-	-	-	x	-	-	-	-	-
Piedra Larga	-	x	-	x	x	-	-	-	-	-
Susulí	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Wibuse	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

\* Cit = cítricos  
 \* Mus = musáceas  
 \* Agu = aguacate  
 \* Man = mango  
 \* Cha = chayote

\* Piñ = piña  
 \* Pip = pipián  
 \* Med = medicinales  
 \* Pit = pitahaya  
 \* Ach = achiote

#### 4.1.5. Componente Bosque

Se encontraron áreas de bosque natural y artificial en las fincas, los resultados reflejan, que los bosques naturales se encuentran presentes en un 73.3% de las comunidades, pero en pequeñas cantidades de área. Sin embargo, satisfacen muchas necesidades de los productores los cuales les dan diferentes usos. Cuadro 7.

En cuanto a bosques artificiales (plantaciones), se encuentra en menor proporción, en un 60% de las comunidades. Los productores consideran que este es un componente que cumple funciones muy importantes en sus fincas, pero ha sido adoptada en poca escala por los productores.

Los principales usos que le dan al bosque son la extracción de leña, protección de fuentes de agua y postes, los cuales están presentes en un 100% de las comunidades, seguido del uso maderable en un 86.6%, protección al suelo con 66.6% y en menor proporción, el uso forrajero con 46.6%.

Cuadro 7: Principales usos que el productor da al bosque por microcuenca en la subcuenca del río Calico, San Dionisio, Matagalpa.

Microcuenca	Usos					
	Protección	Leña	Madera	Protección	Postes	Forraje
El Carrizal	x	X	-	x	x	-
El Cóbano	x	X	x	x	x	x
El Corozo	x	X	x	-	x	x
El Junquillo	x	X	x	-	x	-
El Quebrachal	x	X	x	x	x	-
El Zarzal	x	X	x	x	x	x
Jícaro # 1	x	X	x	x	x	x
Jícaro # 2	x	X	-	x	x	-
Las Cuchillas	x	X	x	-	x	-
Los Limones	x	X	x	x	x	x
Ocote Abajo	x	X	x	x	x	-
Piedra Colorada	x	X	x	-	x	-
Piedra Larga	x	X	x	x	x	x
Susulí	x	X	x	-	x	x
Wibuse	x	X	x	x	x	-

#### 4.1.6. Componente Animal:

Dentro del sistema Huerto Casero encontramos cierta cantidad de animales; el análisis comprende aves, cerdos, cabros, ganado vacuno y equinos. Las aves están presentes en todas las comunidades totalizando un 100%, en segundo lugar encontramos al ganado vacuno (bovinos) y equinos con 86.6% para cada uno, seguidos por los porcinos en un 53.3% y los caprinos con 13.3% de las comunidades.

En cuanto a la cantidad de animales domésticos que tienen los productores de la zona, estos manifestaron tenerlos, pero en cantidades menores. La crianza de estos animales se debe a que cumplen una serie de tareas, tales como: labranza del suelo, producción de leche, carnes, huevos y transporte.

## 4.2. MODELOS DE SIMULACIÓN PARA LOS SISTEMAS AGROFORESTALES

### 4.2.1. Café con Sombra

#### 4.2.1.1. Finca 1: Comunidad Las Cuchillas

**[INGRESO]** MAX= (500\*17-4152.5)\*CAFE\_CON\_ARBOLES  
+ (500\*15-2652.5)\*CAFE\_CON\_FRUTALES;

**[TIERRA]** CAFE\_CON\_ARBOLES  
+ CAFE\_CON\_FRUTALES <4;

**[MANO\_DE\_OBRA]** 254\*CAFE\_CON\_ARBOLES  
+ 198\*CAFE\_CON\_FRUTALES <500;

**[CAPITAL]** 4152.5\*CAFE\_CON\_ARBOLES  
+ 2652.5\*CAFE\_CON\_FRUTALES <40000;

END

Global optimal solution found at step: 2  
Objective value: 12241.16

<i>Variable</i>	<i>Value</i>	<i>Reduced Cost</i>
CAFE_CON_ARBOLES	0.0000000	1871.010
CAFE_CON_FRUTALES	2.525253	0.0000000

<i>Row</i>	<i>Slack or Surplus</i>	<i>Dual Price</i>
INGRESO	12241.16	1.000000
TIERRA	1.474747	0.0000000
MANO_DE_OBRA	0.0000000	24.48232
CAPITAL	33301.77	0.0000000

Este modelo recomienda la siembra de 2.52 manzanas de café con frutales obteniendo un ingreso total de 12241.16 córdobas al año.

El Sr. Gerardo Arauz tiene una disponibilidad de tierra (Surplus), la cual puede ser usada para realizar otra actividad en la finca o bien puede utilizarla para la actividad café con frutales siempre y cuando la ganancia sea mayor de C\$1871.01 córdobas netos.

Su principal limitante es la mano de obra. Si el productor empleará un jornal y le pagara menos que C\$24.48 obtendría ganancias o si él se dedicara a trabajar en la finca su ingreso neto anual aumentaría en 24.48 córdobas por día trabajado.

1

---

<sup>1</sup> 1U\$ = 12.45 C\$

4.2.1.2. Finca 2: Comunidad Wibuse

**[INGRESO]** MAX=(600 \* 30 - 6812)\*CAFE\_CON\_ARBOLES  
 + (600 \* 26 - 8260)\*CAFE\_CON\_FRUTALES;

**[TIERRA]** CAFE\_CON\_ARBOLES  
 + CAFE\_CON\_FRUTALES <40;

**[MANO\_DE\_OBRA]** 200\*CAFE\_CON\_ARBOLES  
 + 202\*CAFE\_CON\_FRUTALES <600;

**[CAPITAL]** 6812\*CAFE\_CON\_ARBOLES  
 + 8260\*CAFE\_CON\_FRUTALES <60000;

**END**

Global optimal solution found at step: 1  
 Objective value: 33564.00

<i>Variable</i>	<i>Value</i>	<i>Reduced Cost</i>
CAFE_CON_ARBOLES	3.000000	0.0000000
CAFE_CON_FRUTALES	0.0000000	3959.880

<i>Row</i>	<i>Slack or Surplus</i>	<i>Dual Price</i>
INGRESO	33564.00	1.000000
TIERRA	37.00000	0.0000000
MANO_DE_OBRA	0.0000000	55.94000
CAPITAL	39564.00	0.0000000

La solución óptima del modelo indica que se deben sembrar 3.0 manzanas de café con árboles, ya que si siembra una manzana de café con frutales el productor perdería C\$ 3959.88, en cambio si éste logra obtener un ingreso mayor que este valor el rubro sería rentable y podría implementarlo en su finca.

No tiene problemas con tierra y capital disponibles para trabajar, solamente con la mano de obra que viene a ser una restricción del sistema. Pero puede solucionarla con la compra de jornales (días/hombre) para trabajar el surplus de tierra disponible. Obtiene un ingreso neto de 33 564.00 córdobas.

#### **4.2.1.3. Análisis de los modelos de Café con Sombra**

Esta radica en el tipo de manejo que le dan a los árboles usados como sombra.

En el primer modelo se recomienda la siembra de café con frutales ya que a estos árboles no les dan manejo, además se aprovecha la producción de frutas y la venta de estas sirve para solventar algunos de los gastos que se dan en el sistema.

Este requiere de menor cantidad de mano de obra y es recomendado no importando que los rendimientos sean más bajos que el de café con árboles.

En el segundo modelo es recomendada la actividad café con árboles debido a que los costos son más bajos, presenta altos rendimientos y considera un número menor de mano de obra.

A estos no se les da manejo por que son árboles establecidos de forma natural, además se aprovecha la venta de otros productos del bosque, como: madera, leña, etc.

**4.2.1.4. Construcción del Modelo de Programación Lineal para el Sistema  
Café con Sombra:**

**[INGRESO]MAX=** (500 \* 17 - 4152.5)\* CAFE\_CON\_ARBOLES  
+ (500 \* 15 - 2652.5)\* CAFE\_CON\_FRUTALES  
+ (660 \* 10 + 300 - 7020) \* CAFE\_CON\_BANANO;

**[TIERRA]** CAFE\_CON\_ARBOLES  
+ CAFE\_CON\_FRUTALES  
+ CAFE\_CON\_BANANO < 4;

**[MANO\_DE\_OBRA]** 254 \* CAFE\_CON\_ARBOLES  
+ 198 \* CAFE\_CON\_FRUTALES  
+ 173 \* CAFE\_CON\_BANANO <500;

**[CAPITAL]** 4152.5 \* CAFE\_CON\_ARBOLES  
+ 2652.5 \* CAFE\_CON\_FRUTALES  
+ 7762 \* CAFE\_CON\_BANANO <10000;

**END**

*Solución del Modelo de Programación Lineal para el Sistema Café con Sombra*

**Global optimal solution found at step: 2**

**Objective value: 12241.16**

<i>Variable</i>	<i>Value</i>	<i>Reduced Cost</i>
CAFE_CON_ARBOLES	0.0000000	1871.010
CAFE_CON_FRUTALES	2.525253	0.0000000
CAFE_CON_BANANO	0.0000000	4355.442

<i>Row</i>	<i>Slack or Surplus</i>	<i>Dual Price</i>
INGRESO	12241.16	1.000000
TIERRA	1.474747	0.0000000
MANO_DE_OBRA	0.0000000	24.48232
CAPITAL	3301.768	0.0000000

La solución óptima del modelo se da para los siguientes valores:

Función objetivo (Ingreso Neto)	= C\$ 12 241.16
Siembra de Café con árboles	= 0.00 manzanas
Siembra de Café con frutales	= 2.52 manzanas
Siembra de Café con bananos	= 0.00 manzanas

Según el modelo, solamente se recomienda la siembra de café con frutales, ya que si se siembra café con árboles o con bananos se alterarían los ingresos y las ganancias serían reducidas. Por lo tanto, se darían pérdidas de C\$1871.01 y C\$4355.44, respectivamente.

La flexibilidad que el modelo presenta es la disponibilidad de tierra, que puede ser utilizada para aumentar la cantidad de manzanas a sembrar de café con frutales y de esta manera aumentar los ingresos de la finca.

La principal limitante del sistema es la falta de mano de obra disponible, aunque si este desea realizar otras actividades puede contratar mano de obra, ya que dispone de capital. El costo de día/hombre deberá ser menor o igual que C\$ 24.00, siendo este el precio límite que el modelo recomienda.

**4.2.1.5. Comparación de diferentes escenarios en cuanto a sensibilidad de capital, mano de obra y tierra en el sistema café con sombra**

Se puede concluir que el sistema no responde a cambios en el crédito. Por otra parte, se observa que al disminuir el capital disponible no se observa mucho cambio en el sistema, aunque se disminuye el área a sembrar y el ingreso a recibir, por lo tanto, esto muestra que el modelo es sensible a capital. Cuadro 8.

**Cuadro 8: Análisis de Sensibilidad a Capital de la Finca Buena Esperanza, Comunidad Las Cuchillas, San Dionisio, 2000**

<b>CAPITAL C\$</b>	<b>FUNCION OBJETIVO C\$</b>	<b>Café con Arboles (Mz)</b>	<b>Café con Frutales (Mz)</b>	<b>Café con Banano (Mz)</b>
6000	10965.1	-	2.26	-
8000	12241.1	-	2.52	-
<b>10000</b>	<b>12241.1</b>	-	<b>2.52</b>	-
12000	12241.1	-	2.52	-
14000	12241.1	-	2.52	-

Se puede afirmar que el factor limitante es la mano de obra disponible, o sea, que cualquier propuesta que emplee un mayor número de días hombres es atractiva para el sistema y de esta manera, se aumenta el área a sembrar y el ingreso que recibe el productor. Cuadro 9.

**Cuadro 9: Análisis de Sensibilidad a Días Hombre en la finca Buena Esperanza, Comunidad Las Cuchillas, San Dionisio, 2000**

<b>DIAS HOMBRE</b>	<b>FUNCION OBJETIVO C\$</b>	<b>CA (Mz)</b>	<b>CF (Mz)</b>	<b>CB (Mz)</b>
400	9792.90	-	2.02	-
450	11017.05	-	2.27	-
<b>500</b>	<b>12241.10</b>	-	<b>2.52</b>	-
550	13465.20	-	2.77	-
600	14689.30	-	3.03	-

Se puede apreciar que el modelo no es sensible a tierra, o sea, que este recurso no limita las actividades del sistema, se vuelve a apreciar que es la mano de obra el recurso que limita el sistema. Cuadro 10.

Cuadro 10: Análisis de Sensibilidad a Tierra en la finca Buena Esperanza, Comunidad Las Cuchillas, San Dionisio, 2000.

TIERRA (Mz)	FUNCION OBJETIVO C\$	CA (Mz)	CF (Mz)	CB (Mz)
2	9695	-	2.00	-
3	12241.1	-	2.52	-
4	12241.1	-	2.52	-
5	12241.1	-	2.52	-

## 4.2.2. Sistema Barreras Vivas

### 4.2.2.1. Finca 1: Comunidad El Júcaro #1

**[INGRESO]** MAX =  $(300 * 5 - 1000) * \text{Frijol}$   
+  $(300 * 8 - 1000 + 175 * 4 - 300) * \text{Frijolgandul}$   
+  $(175 * 3 - 300 + 125 * 15 - 700) * \text{Maizgandul}$   
+  $(125 * 10 - 700) * \text{Maiz}$   
+  $(10 * 400 - 1000) * \text{Banano};$

**[TIERRA]** Frijol  
+ Frijolgandul  
+ Maizgandul  
+ Maiz  
+ Banano < 2.5;

**[MANO\_DE\_OBRA]** 30 \* Frijol  
+ 35 \* Frijolgandul  
+ 28 \* Maizgandul  
+ 30 \* Maiz  
+ 30 \* Banano < 275;

**[CAPITAL]** 1000 \* Frijol  
+ 1300 \* Frijolgandul  
+ 700 \* Maizgandul  
+ 700 \* Maiz  
+ 1000 \* Banano < 6000;

**END**

Global optimal solution found at step:

**4**

Objective value:

**7500.000**

<i>Variable</i>	<i>Value</i>	<i>Reduced Cost</i>
FRIJOL	0.0000000	2500.000
FRIJOLGANDUL	0.0000000	1200.000
MAIZGANDUL	0.0000000	1600.000
MAIZ	0.0000000	2450.000
BANANO	2.500000	0.0000000

<i>Row</i>	<i>Slack or Surplus</i>	<i>Dual Price</i>
INGRESO	7500.000	1.000000
TIERRA	0.0000000	3000.000
MANO_DE_OBRA	200.0000	0.0000000
CAPITAL	3500.000	0.0000000

La solución de este modelo recomienda solamente la siembra de 2.5 manzanas de banano obteniendo un ingreso de C\$ 7500.00 al año.

Su limitante principal es la falta de tierra, si el productor opta por alquilar una manzana de tierra, esta tendría un costo de C\$ 3000.00, con una disponibilidad de mano de obra (Surplus) de 200 días/hombre, la cual puede ser vendida para obtener más ingresos en su finca.

4.2.2.2. Finca 2: Comunidad El Jícara # 2

$$\begin{aligned}
 \text{[INGRESO] MAX} &= (300 * 5 - 8000) * \text{Frijol} \\
 &+ (300 * 12 - 1000 + 200 * 4 - 500) * \text{Frijolgandul} \\
 &+ (120 * 20 - 700) * \text{Maiz} \\
 &+ (300 * 8 - 800 + 120 * 4 - 300) * \text{Frijolachiote};
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{[TIERRA]} &\text{ Frijol} \\
 &+ \text{Frijolgandul} \\
 &+ \text{Maiz} \\
 &+ \text{Frijolachiote} < 4;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{[MANO\_DE\_OBRA]} &30 * \text{Frijol} \\
 &+ 35 * \text{Frijolgandul} \\
 &+ 35 * \text{Maiz} \\
 &+ 40 * \text{Frijolachiote} < 275;
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{[CAPITAL]} &800 * \text{Frijol} \\
 &+ 1500 * \text{Frijolgandul} \\
 &+ 700 * \text{Maiz} \\
 &+ 1100 * \text{Frijolachiote} < 2500;
 \end{aligned}$$

END

Global optimal solution found at step: 4

Objective value: 6071.429

<i>Variable</i>	<i>Value</i>	<i>Reduced Cost</i>
FRIJOL	0.0000000	8442.857
FRIJOLGANDUL	0.0000000	742.8572
MAIZ	3.571429	0.0000000
FRIJOLACHIOTE	0.0000000	891.4286

<i>Row</i>	<i>Slack or Surplus</i>	<i>Dual Price</i>
INGRESO	6071.429	1.000000
TIERRA	0.4285714	0.0000000
MANO_DE_OBRA	150.0000	0.0000000
CAPITAL	0.0000000	2.428571

El siguiente modelo recomienda la siembra de 3.57 manzanas de maíz, el productor percibe un ingreso de C\$ 6071.42.

Su principal limitante es el capital disponible para trabajar la finca, él puede optar a un préstamo con una tasa de interés no mayor de 24.28% y emplearlo en la siembra de 0.42 manzanas disponibles de tierra.

El Sr. Eliodoro Pérez tiene un Surplus de mano de obra de 150 días/hombre, por lo tanto, le resultaría beneficioso la venta de fuerza de trabajo y así obtendría otros ingresos para su sistema.

4.2.2.3. Finca 3: Comunidad Piedra Colorada

**[INGRESO] MAX** = ( 150 \* 19 - 1000 + 175 \* 3 - 500)\* Maizgandul  
 + (300 \* 17 - 2000)\* Frijol  
 + (300 \* 17 - 2000 + 175 \* 3 - 500 )\* Frijolgandul  
 + (150 \* 19 + 1000)\* Maiz  
 + ( 2 \* 1000 - 5000)\* Pina;

**[TIERRA]** Maizgandul  
 + Frijol  
 + Frijolgandul  
 + Maiz  
 + Pina < 10;

**[MANO\_DE\_OBRA]** 35 \* Maizgandul  
 + 38 \* Frijol  
 + 40 \* Frijolgandul  
 + 30 \* Maiz  
 + 40 \* Pina < 300;

**[CAPITAL]** 1500 \* Maizgandul  
 + 2000 \* Frijol  
 + 2500 \* Frijolgandul  
 + 1000 \* Maiz  
 + 5000 \* Pina < 20000;

**END**

**Global optimal solution found at step: 2**  
**Objective value: 38500.00**

<i>Variable</i>	<i>Value</i>	<i>Reduced Cost</i>
MAIZGANDUL	0.0000000	2616.666
FRIJOL	0.0000000	1776.666
FRIJOLGANDUL	0.0000000	2008.333
MAIZ	10.00000	0.0000000
PINA	0.0000000	8133.333
MAIZANDUL	0.0000000	0.0000000

<i>Row</i>	<i>Slack or Surplus</i>	<i>Dual Price</i>
INGRESO	38500.00	1.000000
TIERRA	0.0000000	0.0000000
MANO_DE_OBRA	0.0000000	128.3333
CAPITAL	8500.000	0.0000000

La solución óptima recomienda la siembra de 10 manzanas de maíz, obtiene un ingreso neto anual de C\$ 38500.00.

El modelo no le recomienda la siembra de los otros rubros, ya que si siembra una manzana de maizgandul él perdería C\$ 2616.66, en cambio si él obtuviera un ingreso más alto que el reflejado esta solución aparecería en el modelo. Las restricciones en el sistema es la mano de obra y tierra.

#### **4.2.2.4. Diferencia en los resultados de los dos modelos de Barreras Vivas**

En este sistema no se da ninguna diferencia por que los tres modelos desarrollados indican que se realice la actividad Maíz debido a que presenta costos bajos, rendimientos más altos y en el último caso también requiere de poca mano de obra.

En cambio las otras actividades los costos son más altos y rendimientos bajos. Sin embargo, en otras actividades se necesita poca mano de obra comparada con la actividad Maíz. Por ejemplo, en el modelo 1 en la actividad Maízgandul y en el segundo, en la actividad Frijol, pero esto no influye en los resultados que presenta la solución de los modelos.

**4.2.2.5. Construcción del Modelo de Programación Lineal para el Sistema Barreras Vivas es el siguiente:**

$$\begin{aligned} \text{[INGRESO]} \text{ Max} &= (300 * 20 - 1000) * \text{frijol} \\ &+ (300 * 18 - 700 + 175 * 3 - 200) * \text{frijolgandul} \\ &+ (125 * 15 - 800) * \text{maiz} \\ &+ (125 * 11 - 500 + 175 * 3 - 200) * \text{maizgandul}; \end{aligned}$$

$$\text{[TIERRA]} \text{ frijol} + \text{frijolgandul} + \text{maizgandul} + \text{maiz} < 2.5;$$

$$\begin{aligned} \text{[MANO\_DE\_OBRA]} &28 * \text{frijol} \\ &+ 20 * \text{frijolgandul} \\ &+ 25 * \text{maiz} \\ &+ 20 * \text{maizgandul} < 75; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{[CAPITAL]} &1000 * \text{frijol} \\ &+ 900 * \text{frijolgandul} \\ &+ 800 * \text{maiz} \\ &+ 700 * \text{maizgandul} < 3000; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{[CONSFRI]} &20 * \text{frijol} \\ &+ 18 * \text{frijolgandul} > 2.5 * 2; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{[CONSMSAIZ]} &15 * \text{maiz} \\ &11 * \text{maizgandul} > 2.5 * 3; \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{[LIMEROSION]} &20 * \text{frijol} \\ &+ 5 * \text{frijolgandul} \\ &+ 15 * \text{maiz} \\ &+ 4.4 * \text{maizgandul} < 60; \end{aligned}$$

**END**

*Solución del Modelo de el Sistema Barreras Vivas*

**Global optimal solution found at step: 5**

**Objective value: 10587.50**

<i>Variable</i>	<i>Value</i>	<i>Reduced Cost</i>
FRIJOL	0.0000000	25.00000
FRIJOLGANDUL	2.000000	0.0000000
MAIZ	0.5000000	0.0000000
MAIZGANDUL	0.0000000	928.3332

<i>Row</i>	<i>Slack or Surplus</i>	<i>Dual Price</i>
INGRESO	10587.50	1.000000
TIERRA	0.0000000	5025.000
MANO_DE_OBRA	22.50000	0.0000000
CAPITAL	800.0000	0.0000000
CONSFRI	31.00000	0.0000000
CONSMAIZ	0.0000000	-263.3333
LIMEROSION	42.50000	0.0000000

*La solución óptima del modelo se da para los siguientes valores:*

Función objetivo (Ingreso Neto)	= C\$ 10 587
Siembra de frijol	= 0.0 manzanas
Siembra de frijolgandul	= 2.0 manzanas
Siembra de maíz	= 0.5 manzanas
Siembra de maízgandul	= 0.0 manzanas

No se recomienda la siembra de frijol y maízgandul, ya que se obtendrían pérdidas en el sistema, entre C\$25.00 y C\$ 928.00, respectivamente.

La principal limitante del sistema es la variable tierra, puesto que son utilizadas en las actividades de siembra de los dos cultivos que el modelo considera óptimo, por lo tanto, si se considera la siembra de una manzana de cualquiera de los cultivos que el modelo representa se obtendría una ganancia de C\$5, 025 además si se opta por alquilar una manzana de tierra el valor debe ser mayor que este.

El modelo no es sensible a la variable mano de obra, o sea, que este recurso no limita las actividades del sistema, puesto que se cuenta con 22 días hombre (d/h) disponibles, los cuales pueden ser vendidas o utilizadas en otras actividades dentro de la finca.

Así mismo queda un excedente de C\$ 800.00 del total de capital disponible para las actividades en el sistema (C\$3000.00), que puede ser usado para la siembra de frijol o compra de maíz para el consumo.

Se recomienda la venta total de la producción de maíz por ser más rentable puesto que al vender un quintal su valor sería de C\$ 263.33 generando como ganancia el doble del valor que el productor tiene establecido.

#### 4.2.2.6. Comparación de diferentes escenarios en cuanto a sensibilidad a capital, mano de obra y tierra en el sistema Barreras Vivas

Se puede concluir que el sistema no responde a cambios en el crédito. Por otra parte, se observa una gran sensibilidad del modelo cuando hay poco capital para invertir, es el caso de disponer de C\$1000 córdobas, en este caso el ingreso disminuyó en C\$6700 córdobas, en comparación con un capital de C\$3000 córdobas, esto muestra que el modelo es sensible a capital. Cuadro 11.

Cuadro 11: Análisis de Sensibilidad a Capital en la Comunidad El Jícaro # 2, San Dionisio, 2000

CAPITAL C\$	FUNCION OBJETIVO C\$	FRIJOL (Mz)	F.GANDUL (Mz)	M.GANDUL (Mz)	MAIZ (Mz)
1000	3887.5	-	0.66	0.5	-
2000	9470.8	-	1.77	0.5	-
<b>3000</b>	<b>10587.5</b>	-	<b>2.00</b>	<b>0.5</b>	-
4000	10587.5	-	2.00	0.5	-
5000	10587.5	-	2.00	0.5	-

Se puede apreciar que el modelo no es sensible a mano de obra, o sea, que este recurso no limita las actividades del sistema, cualquier propuesta que emplee un mayor número de días hombre es atractiva para el sistema. Sin embargo, el modelo presenta un grado de sensibilidad al tener poca mano de obra lo cual viene a disminuir el área a producir y los ingresos del productor. Se vuelve apreciar que es la tierra y el capital los recursos que limitan el sistema. Cuadro 12.

Cuadro 12: Análisis de Sensibilidad a Días Hombre en la Comunidad Jícaro # 2, San Dionisio, 2000

DIAS HOMBRE C\$	FUNCION OBJETIVO C\$	FRIJOL (Mz)	F.GANDUL (Mz)	M.GANDUL (Mz)	MAIZ (Mz)
50	9959.3	-	1.87	0.5	-
<b>75</b>	<b>10587.5</b>	-	<b>2.00</b>	<b>0.5</b>	-
100	10587.5	-	2.00	0.5	-

Se puede afirmar que el factor limitante es la tierra, ya que la actividad frijolgandul responde a aumentos del recurso tierra, por lo tanto, el modelo es sensible en cuanto al recurso tierra. Cuadro 13.

Cuadro 13: Análisis de Sensibilidad a Tierra en la Comunidad Jícaro # 2, San Dionisio, 2000

TIERRA C\$	FUNCION OBJETIVO C\$	FRIJOL (Mz)	F.GANDUL (Mz)	M.GANDUL (Mz)	MAIZ (Mz)
1.5	5562.50	-	1.00	0.5	-
2.0	8075.00	-	1.50	0.5	-
<b>2.5</b>	<b>10587.50</b>	-	<b>2.00</b>	<b>0.5</b>	-
3.0	13100.00	-	2.50	0.5	-
3.5	15054.10	-	2.88	0.5	-

## V. CONCLUSIONES

- Los principales sistemas agroforestales identificados en la subcuenca son barreras vivas (73%), cercos vivos (100%) y café con sombra (73%).
- La existencia de árboles dispersos en las fincas es mínima, sin obviar que en las que se presentan son especies forrajeras.
- El uso de Modelos de Simulación es una alternativa para predecir situaciones futuras e implementar acciones en función de un buen manejo de áreas vulnerables como son las cuencas hidrográficas.
- En el sistema Barreras Vivas, este modelo construido ofrece alternativas de producción que contribuirán al manejo de la subcuenca y la calidad de vida de sus habitantes.
- En el sistema Café con Sombra, modelo 2 es el más idóneo a desarrollar ya que no se observan cambios al introducirle nuevas variables aún disminuyéndole el capital disponible.
- El éxito del manejo de la subcuenca estará en dependencia de la disponibilidad de los productores en la aplicación de los modelos que se recomiendan.

## VI. RECOMENDACIONES

- Crear conciencia a los productores de la importancia del manejo de la subcuenca mediante la introducción de sistemas agroforestales como nuevas alternativas para diversificar la producción.
- Por el tipo de topografía que se presentan en la subcuenca se recomienda el establecimiento de barreras vivas en áreas que tradicionalmente se cultivan en terrenos con pendientes muy fuertes.
- Utilizar especies fijadoras de nitrógeno en barreras vivas y en el sistema café con sombra para aumentar a corto plazo la productividad de los suelos y a largo plazo la producción de la finca y evitar el uso de químicos que deterioran nuestras cuencas.
- Darle seguimiento a la aplicación de los modelos presentados y realizar estudios sobre otros sistemas que están relacionados con el uso y manejo de la subcuenca.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- CERRATO, Y.; ESCOTO, O. 1997. Estudio preliminar florístico y dasométrico de la vegetación arbórea de la cuenca del Río Acayo, Santa Teresa, Carazo. Managua, Nicaragua.
- ESPINOZA, N. y VERNOOY, R. 1998. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) Las 15 Microcuencas del Río Calico, San Dionisio, Matagalpa: Mapeo y Análisis participativo de los Recursos Naturales. Managua, Nicaragua.
- ESTRADA, R. D.; CHAPARRO, O; RIVERA, B. 1998. Utilización de modelos de simulación para evaluación Ex – ante. Guía 8: Instrumentos para la toma de decisiones en el manejo de los recursos naturales. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia.
- FASSBENDER, H. W. 1992. Modelo edafológicos de los sistemas de producción agroforestales. “El modelaje de los ecosistemas”: Técnicas de modelaje. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Programa II, Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. 2ª edición. Turrialba, Costa Rica. 16p.
- GOMEZ, M.; UBEDA, M. 1993. Identificación de Sistemas Agroforestales de las subcuencas Molino Norte y San Francisco, Matagalpa, Nicaragua.
- INSTITUTO NICARAGUENSE DE TECNOLOGIA AGROPECUARIA. 1997. Huertos Familiares: enfoque agroforestal. Guía Tecnológica 15. Managua, Nicaragua.
- JIMENEZ, J. 1991. Investigación de Sistemas Agroforestales en fincas pequeñas de Masaya y Carazo, Nicaragua.
- MENDOZA, B. 1999. Relationship between soil erosion-tillage-crop productivity, and an approach to the economic effects of nutrient losses. El Pital, Masaya. 3p.
- MONTAGNINI, F. 1992. Sistemas Agroforestales: principios y aplicaciones. San José, Costa Rica. 59-93, 101-112, 152-155, 195-197p.
- RIZO, J. y GONZALEZ, J. 1999. Evaluación de las plantaciones forestales en Darío, Matagalpa, Nicaragua. 17p.
- RUANO, S. 1989. El Sondeo: actualización de su metodología para caracterizar sistemas agropecuarios de producción. San José, Costa Rica. Editorial IICA. 5-44p.

SALAS ESTRADA, J. B. 1993. Árboles de Nicaragua. Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). Managua, Nicaragua.

SARAVIA, A. 1985. Un enfoque de sistemas para el desarrollo agrícola. Editorial IICA. San José, Costa Rica. 35-52p.

SERVICIO FORESTAL NACIONAL. 1993. Cercos Vivos. Nota Técnica N° 20. IRENA: Instituto de Recursos Naturales. Managua, Nicaragua.

SERVICIO FORESTAL NACIONAL. 1993. Sistemas Agroforestales. Nota Técnica N° 16. IRENA: Instituto de Recursos Naturales. Managua, Nicaragua.

TAMAYO y TAMAYO, M. 1998. El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa. México. 136, 141p.

United State Department of Agriculture. 1995. Soil Taxonomy. Washington, USA.

# ANEXOS

## VIII. ANEXOS

### ANEXO 1.

#### CUESTIONARIO GUIA

Fecha: \_\_\_\_\_

Entrevista número: \_\_\_\_\_

#### I. INFORMACION GENERAL:

##### 1.1. Del productor:

- 1.1.1. Nombre del productor:
- 1.1.2. Años de permanencia:
- 1.1.3. Número de personas en la finca:
- 1.1.4. Area total (Mz):

##### 1.2. De la finca:

- 1.2.1. Nombre de la finca:
- 1.2.2. Comunidad:
- 1.2.3. Ubicación de la finca:
- 1.2.4. Fuente de agua: Río ( ), Pozo ( ), Quebrada ( )

#### II. CULTIVOS:

- 2.1. Tipos de cultivos:
- 2.2. Área (Mz):
- 2.3. Rendimiento (qq/Mz):
- 2.4. Asociación de cultivos: Monocultivo ( ), Asociado ( )
- 2.5. Manejo de áreas de bosques:
  - 2.5.1. Poda :
  - 2.5.2. Fertilización
  - 2.5.3. Rebrotos
  - 2.5.4. Plantación

#### III. GANADO:

- 3.1. Cantidad:
- 3.2. Tipo:
  - 3.2.1. Leche:
  - 3.2.2. Engorde:

3.3. Área de pasto:

3.3.1. Tipo de pasto

IV. SISTEMAS AGROFORESTALES:

4.1. Árboles dispersos en potreros

4.2. Especies

4.3. Manejo:

4.3.1. Poda

4.3.2. Fertilización

4.3.3. Rebrotos

4.3.4. Plantación

4.3.5. Regeneración natural

4.4. Usos:

4.4.1. Sombra

4.4.2. Postes

4.4.3. Leña

4.4.4. Forraje

4.4.5. Medicinal

4.4.6. Abono orgánico

V. ÁRBOLES USADOS PARA SOMBRA DEL CAFÉ:

5.1. Especies

5.2. Manejo:

5.2.1. Poda

5.2.2. Fertilización

5.2.3. Rebrote

5.2.4. Plantación

5.2.5. Regeneración natural

5.3. Usos:

5.3.1. Sombra

5.3.2. Postes

5.3.3. Leña

5.3.4. Forraje

5.3.5. Medicinal

5.3.6. Abono orgánico

## VI. CERCOS VIVOS:

- 6.1. Especies
- 6.2. Manejo:
  - 6.2.1. Poda
  - 6.2.2. Distancia
  - 6.2.3. Rebrote

### 6.3. Usos:

- 6.3.1. Delimitación
- 6.3.2. Postes
- 6.3.3. Leña
- 6.3.4. Forraje

## VII. HUERTOS CASEROS:

### 7.1. Componente arbóreo

### 7.2. Manejo:

- 7.2.1. Poda
- 7.2.2. Distancia
- 7.2.3. Rebrote
- 7.2.4. Regeneración natural
- 7.2.5. Fertilización

### 7.3. Usos:

- 7.3.1. Leña
- 7.3.2. Sombra
- 7.3.3. Postes
- 7.3.4. Abono
- 7.3.5. Forraje
- 7.3.6. Medicinal

## VIII. AREA DE BOSQUE:

- 8.1. Área
- 8.2. Barbecho
- 8.3. Especies
- 8.4. Manejo:
  - 8.4.1. Poda
  - 8.4.2. Fertilización
  - 8.4.3. Rebrotos
  - 8.4.4. Plantación

- 8.5. Usos:
  - 8.5.1. Sombra
  - 8.5.2. Postes
  - 8.5.3. Leña
  - 8.5.4. Abono orgánico
  - 8.5.5. Forraje
  - 8.5.6. Medicinal
  - 8.5.7. Protección

## IX. SISTEMA SILVOPASTORIL.

- 9.1. Especie
- 9.2. Sombra
- 9.3. Objetivos de asociarlos con pastos
- 9.4. Usos de la madera
- 9.5. Otro beneficio

## X. EL PORQUE DEL USO DE LOS SAF:

- 10.1. Importancia que le da a los SAF
- 10.2. Protección de suelos en laderas
- 10.3. Alimento para el ganado
- 10.4. Recuperación de tierras degradadas
- 10.5. Mejorar la calidad de vida del núcleo familiar

## XI. COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS:

- 11.1. Destino: Mercado ( ) Autoconsumo ( )
- 11.2. ¿Qué productos oferta al mercado?
- 11.3. ¿Cuál tiene mayor demanda?

## XII. OTROS INGRESOS:

- 12.1. Trabaja fuera de la finca

## Anexo 1ª

## FINCAS POR MICROCUENCAS

Microcuenca	Productor	Área (Mz)
El Carrizal	1. Etanislao Cruz	1/4
	2. Benigno Orozco Luque	8
	3. Faustino Pérez Campo	10
	4. Tranquilino Tórrez	3
	5. Rosario Orozco	40
El Cóbano	1. Félix Bracamonte	40
	2. Evaristo Cruz	3
	3. Teófilo Valdivia	20
	4. Modesto Chavarría	12
El Corozo	1. Cruz Miranda	80
	2. Silvano Arauz Soza	15
	3. Francisco Arauz	100
	4. Baltazar Méndez	90
El Junquillo	1. Paulino Flores	7
	2. Francisco Artola	2
	3. Francisco Leiva	6
	4. Napoleón Castellón	32
El Quebrachal	1. Ignacio Ramos Cruz	12
	2. Pablo Romero	1 1/2
	3. José Luque	18
El Zarzal	1. José Ramos	10
	2. Octavio Gutiérrez	140
	3. Jesús Gutiérrez	25
	4. Reynaldo Zeledón	50
	5. Mariano Herrera	8
Jícara # 1	1. Gabino Castro	1
	2. Margarito Sevilla	5 1/2
	3. Dámaso Manzanarez	10
	4. Edgard Soza	85
	5. Pedro Mendoza	10
	6. Orlando Hernández	40
	7. Entimo Hernández	10
	8. Cruz Orozco Martínez	3
	9. Camilo Hernández	3 1/2
	10. Sabino López	1

Jícara # 2	1. Antonio García	3
	2. Eliodoro Pérez Chavarría	4
	3. José Tórrrez	9
	4. Pastor Tórrrez	15
Las Cuchillas	1. Guadalupe Zamora	15
	2. José María Cruz	4
	3. Pedro Ramos	50
	4. Gerardo Arauz	90
	5. Braulio Arauz	230
Los Limones	1. Nazario Palacios	12
	2. Sebastián Jarquín	50
	3. Venancio Ortega Z.	10
	4. Arcadio Aguinaga	80
	5. Enrique González	15
	6. Salvador Mendoza	3
	7. Marvin Urbina	7
	8. Roberto Blandón S.	90
Ocote Abajo	1. Benito Canales	40
	2. Silvano Valiente	4
	3. Nicasio García	15
Piedra Colorada	1. Santiago Tórrrez	80
	2. Carlos Navarro	76
	3. Jorge Estulzer	10
Piedra Larga	1. Pedro García	4
	2. Félix Jarquín Bello	100
	3. Lucas Loásiga	4
Susulí	1. Brígido Castro Chavarría	20
	2. Agustín Zeledón	10
	3. Alfredo López	2
	4. Juan Chavarría	4
Wibuse	1. Guillermo Arauz	160
	2. Elba Duarte	75
	3. Luis Hernández	10

## Anexo 2.

### CUESTIONARIO GUIA PARA LA CARACTERIZACION DE SAF

#### CAFÉ CON SOMBRA:

#### I. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombre del productor:
- 1.2. Comunidad:

#### II. DATOS SOBRE LA FINCA

- 2.1. Area:
  - 2.1.1. Area total (Mz):
  - 2.1.2. Área con café (Mz):
  - 2.1.3. Rendimiento (qq/Mz):

#### III. Costos (Mz):

- 3.1. Establecimiento del vivero :
  - 3.1.1. Actividades
  - 3.1.2. Mano de obra
  - 3.1.3. Insumos
  - 3.1.4. Costos
- 3.2. Siembra del café:
  - 3.2.1. Actividades
  - 3.2.2. Espaciamientos
  - 3.2.3. Mano de obra
  - 3.2.4. Costos
- 3.3. Mantenimiento del café:
  - 3.3.1. Actividades
  - 3.3.2. Mano de obra
  - 3.3.3. Costos
- 3.4. Cosecha del café:
  - 3.4.1. Actividades
  - 3.4.2. Mano de obra
  - 3.4.3. Costos

IV. Ingresos:

- 4.1. Costo del café (qq)
- 4.2. Venta de productos forestales (madera, leña, frutas, etc)
- 4.3. Capital disponible

V. Otra información:

- 5.1. Pendiente
- 5.2. Altura
- 5.3. Precipitación

# CUESTIONARIO GUIA PARA LA CARACTERIZACION DE SAF BARRERAS VIVAS

## I. DATOS GENERALES

- 1.1. Nombre del productor:
- 1.2. Comunidad:

## II. DATOS SOBRE LA FINCA

- 2.1. Area:
  - 2.1.1. Area total (Mz):
  - 2.1.2. Pendiente (%):
  - 2.1.3. Temperatura (°C):

## III. CULTIVOS

- 3.1. Tipos
- 3.2. Área (Mz)
- 3.3. Rendimiento (qq/Mz)
- 3.4. Costos de producción (Mz)

## IV. SISTEMA AGROFORESTAL A EVALUAR

- 4.1. Especies que introduce en las barreras
- 4.2. Longitud y espaciamientos de las barreras
- 4.3. Costo por barrera (Mz)
- 4.4. Rendimiento (Mz)

## V. USO DE FERTILIZANTES

- 5.1. Orgánicos
- 5.2. Inorgánicos

## VI. COMERCIALIZACION DE PRODUCTOS

- 6.1. Mercado
- 6.2. Autoconsumo

Anexo 2ª.

## FINCAS POR SISTEMAS A CARACTERIZAR

### CAFÉ CON SOMBRA:

#### Productor

#### Comunidad

1. Napoleón Castellón
2. Gerardo Arauz
3. Guillermo Arauz

El Junquillo  
Las Cuchillas  
Wibuse

### BARRERAS VIVAS

#### Productor

#### Comunidad

1. Jorge Estulzer
2. Cruz Ramos
3. Eliodoro Pérez

Piedra Colorada  
Jícara # 2  
Jícara # 1

### Anexo 3.

## ÁRBOLES USADOS EN EL SISTEMA CAFÉ CON SOMBRA

### FORESTALES:

Nombre Común	Nombre Científico
Acacia	<u><i>Senna siamea</i></u>
Alamo	<u><i>Styrax argenteus</i></u>
Brasilillo	<u><i>Hauya sp</i></u>
Caoba	<u><i>Swietenia humilis</i></u>
Capulín	<u><i>Trichospermum mexicanum</i></u>
Carao	<u><i>Casia grandis</i></u>
Cedro	<u><i>Cedrela odorata</i></u>
Coyote	<u><i>Platymiscium pleiostachium</i></u>
Chaperno	<u><i>Lonchocarpus sp</i></u>
Eucalipto	<u><i>Eucalyptus sp</i></u>
Genízaro	<u><i>Pithecellobium saman</i></u>
Guaba	<u><i>Inga sp</i></u>
Guácimo de molinillo	<u><i>Guazuma ulmifolia</i></u>
Guanacaste blanco	<u><i>Albizia caribaeae</i></u>
Guanacaste negro	<u><i>Enterolobium cyclocarpum</i></u>
Guarumo	<u><i>Cecropia sp</i></u>
Güiligüiste	<u><i>Karwinskia calderonii</i></u>
Jiñocuabo	<u><i>Bursera simarouba</i></u>
Jobo	<u><i>Sciadodendrum excelsum</i></u>
Laurel	<u><i>Cordia alliodora</i></u>
Macuelizo	<u><i>Tabebuia rosea</i></u>
Madero negro	<u><i>Gliricidia sepium</i></u>
Mangle	<u><i>Bravaisia integerrima</i></u>
Matapalo	<u><i>Ficus sp</i></u>
Melina	<u><i>Gmelina arborea</i></u>
Mora	<u><i>Chlorophora tintoria</i></u>
Muñeco	<u><i>Cordia sp</i></u>
Neem	<u><i>Azadarichta indica</i></u>
Níspero	<u><i>Manilkara sp</i></u>
Ñámbar	<u><i>Dalbergia retusa</i></u>
Palo de leche	<u><i>Ficus elastica</i></u>
Pochote	<u><i>Bombacopsis quinatum</i></u>
Quebracho	<u><i>Lysiloma sp</i></u>
Sangredrigo	<u><i>Croton panamensis</i></u>

## FRUTALES

Nombre Común	Nombre Científico
Aguacate	<u><i>Persea americana</i></u>
Anona	<u><i>Annona purpurea</i></u>
Guayaba	<u><i>Psidium guajava</i></u>
Jocote	<u><i>Spondias mombin</i></u>
Limón	<u><i>Citrus sp</i></u>
Mandarina	<u><i>Citrus nobilis</i></u>
Mamón	<u><i>Melicoccus bijugatus</i></u>
Mango	<u><i>Mangifera indica</i></u>
Naranja	<u><i>Citrus aurantifolia</i></u>
Naranja agria	<u><i>Citrus vulgaris</i></u>
Papaya	<u><i>Carica papaya L.</i></u>

#### Anexo 4.

#### LISTA DE USOS DE LOS ÁRBOLES EN EL SISTEMA CAFÉ CON SOMBRA

- Sombra
- Leña
- Postes
- Horcones
- Medicinal
- Madera de construcción

Anexo 5.

LISTADO DE ESPECIES USADOS EN EL SISTEMA CERCOS VIVOS

Nombre Común	Nombre Científico
Coyote	<u><i>Platymiscium pleiostachyum</i></u>
Espadillo	<u><i>Yucca elephantipes</i></u>
Genízaro	<u><i>Phitecellobium saman</i></u>
Guanacaste negro	<u><i>Enterolobium cyclocarpum</i></u>
Helequeme	<u><i>Erythrina sp</i></u>
Jagua	<u><i>Genipa sp</i></u>
Jiñocuabo	<u><i>Bursera simarouba</i></u>
Jocote	<u><i>Spondias mombin</i></u>
Limón	<u><i>Citrus sp</i></u>
Madero negro	<u><i>Gliricidia sepium</i></u>
Mango	<u><i>Mangifera indica</i></u>
Naranja	<u><i>Citrus aurantifolia</i></u>
Pochote	<u><i>Bombacopsis quinatum</i></u>

Anexo 6.

LISTADO DE ÁRBOLES DISPERSOS EN POTREROS

Nombre Común	Nombre Científico
Carao	<u>Cassia grandis</u>
Chaperno	<u>Lonchocarpus sp</u>
Genízaro	<u>Phitecellobium saman</u>
Guácimo	<u>Guazuma ulmifolia</u>
Guanacaste negro	<u>Enterolobium cyclocarpum</u>
Jícaro	<u>Crescentia alata</u>
Laurel	<u>Cordia alliodora</u>
Madero negro	<u>Gliricidia sepium</u>
Mango	<u>Mangifera indica</u>
Nancite	<u>Byrsonima crassifolia</u>
Naranja	<u>Citrus sp</u>
Quebracho	<u>Lysiloma sp</u>

## Anexo 7.

### ESPECIES USADAS PARA BOSQUE DE PROTECCION

Nombre Común	Nombre Científico
Carao	<u>Cassia grandis</u>
Chaperno	<u>Lonchocarpus sp</u>
Genizaro	<u>Phitecellobium saman</u>
Guácimo	<u>Guazuma ulmifolia</u>
Guanacaste negro	<u>Enterolobium cyclocarpum</u>
Jícaro	<u>Crescentia alata</u>
Laurel	<u>Cordia alliodora</u>
Madero negro	<u>Gliricidia sepium</u>
Mango	<u>Mangifera indica</u>
Nancite	<u>Byrsonima crassifolia</u>
Naranja	<u>Citrus sp</u>
Quebracho	<u>Lysiloma sp</u>

Anexo 8.

LISTA DE ESPECIES DE PASTOS UTILIZADAS EN LA SUBCUENCA

Nombre Común	Nombre Científico
Caña de azúcar	<u>Sacharum officinarum</u>
Caña japonesa	<u>Sacharum sp</u>
Zacate estrella	<u>Cynodom plectostechus</u>
Zacate jaragua	<u>Hyparrhenia rufa</u>
Zacate guinea	<u>Panicum maximun</u>
Zacate taiwan	<u>Pennicetum purpureum</u>

## Anexo 9.

### LÍSTADO DE CULTIVOS PERENNES Y ANUALES, ESPECIES FRUTALES, MADERABLES Y MEDICINALES EN EL SISTEMA HUERTOS CASEROS

#### PERENNES

Nombre Común	Nombre Científico
Achiote	<u><i>Bixa orellana</i></u>
Chiltoma	<u><i>Capsicum annum</i></u>
Pitahaya	<u><i>Cereus sp</i></u>
Piña	<u><i>Ananas comosus</i></u> Merr
Tomate	<u><i>Lycopersicum esculatum</i></u> Mill

#### ANUALES

Nombre Común	Nombre Científico
Banano	<u><i>Musa sp</i></u>
Quequisque	<u><i>Xanthosoma sp</i></u>
Yuca	<u><i>Manihot esculeta</i></u> Crantz

#### HORTALIZAS

Nombre Común	Nombre Científico
Cebolla	<u><i>Allium cepa</i></u>
Chayote	<u><i>Sechiun edule</i></u>
Pipián	<u><i>Cucurbita mixta</i></u>
Remolacha	<u><i>Beta vulgaris</i></u>
Zanahoria	<u><i>Daucus carota</i></u>

#### FRUTALES

Nombre Común	Nombre Científico
Granadilla	<u><i>Passiflora quadrangularis</i></u> L.
Nancite	<u><i>Byrsonima crassifolia</i></u>
Papaya	<u><i>Carica papaya</i></u> L.

#### MEDICINALES

Nombre Común	Nombre Científico
Orégano	<u><i>Hyptis capitata</i></u>
Zacate de limón	<u><i>Cymbopoum citratus</i></u>

Anexo 10.

LISTA DE ESPECIES USADAS EN EL SISTEMA BARRERAS VIVAS

Nombre Común	Nombre Científico
Achiote	<u><i>Bixa orellana</i></u>
Caña de azúcar	<u><i>Sacharum officinarum</i></u>
Banano	<u><i>Musa sp</i></u>
Gandul	<u><i>Cajanus cajan</i></u>
Leucaena	<u><i>Leucaena sp</i></u>
Piña	<u><i>Ananas comosus</i> Merr</u>
Quequisque	<u><i>Xanthosoma sp</i></u>
Zacate taiwan	<u><i>Pennisetum purpureum</i></u>