

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**“EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE
REFORESTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS EN
LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JOSÉ INGENIO,
METAPÁN, EL SALVADOR”**

POR:

RICARDO FIGUEROA CERNA

TESIS SOMETIDA PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS
NATURALES CONTINENTALES.**

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2004.

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA**



**“EVALUACIÓN DE LAS PRÁCTICAS DE
REFORESTACIÓN Y CONSERVACIÓN DE SUELOS EN
LA SUBCUENCA DEL RÍO SAN JOSÉ INGENIO,
METAPÁN, EL SALVADOR”**

POR:

RICARDO FIGUEROA CERNA

TESIS SOMETIDA PARA OPTAR POR EL GRADO DE:

**MAESTRO EN MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS
NATURALES CONTINENTALES.**

CIUDAD UNIVERSITARIA, SEPTIEMBRE DE 2004.

Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma y aprobada como requisito para optar por el grado de:

**MAESTRO EN MANEJO SUSTENTABLE DE LOS RECURSOS
NATURALES CONTINENTALES**

Firmantes:

M.Sc. Juan Rosa Quintanilla
Asesor

M.Sc. Noemí Elizabeth Ventura Centeno
Miembro del Tribunal Examinador

M.Sc. Zoila Virginia Guerrero Mendoza
Miembro del Tribunal Examinador

M.Sc. Yanira López Ventura
Directora de Maestría

M.Sc. Ana Martha Zetino Calderon
Directora de la Escuela de Biología

AUTORIDADES

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR

DRA. MARIA ISABEL RODRÍGUEZ

RECTORA

LICDA. ALICIA MARGARITA RIVAS DE RECINOS

SECRETARIA GENERAL

PEDRO ROSALIO ESCOBAR

FISCAL

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

M.Sc. JOSÉ HÉCTOR ELÍAS

DECANO

M.Sc. ANA MARTHA ZETINO CALDERON

DIRECTORA DE LA ESCUELA DE BIOLOGÍA

DEDICATORIA

A DIOS TODOPODEROSO Y MARIA SANTISIMA por ser la luz que ilumina mi camino y permitirme alcanzar las metas de mi vida.

A MIS PADRES: JOSE MARIA FIGUEROA Y CLARA LUZ CERNA, por su amor, comprensión y oraciones que me ayudaron a terminar con éxito esta investigación.

A MI ESPOSA: FLORENTINA RAMIREZ DIAZ, por su comprensión, paciencia y ánimo a continuar superándome profesionalmente.

A MIS HIJOS: Ricardo José y Wilfredo Edgardo, por brindarme su inocencia y su alegría, razón de mi inspiración a seguir adelante.

A MIS HERMANOS/AS: José Alejandro, Julio, Martha y María Victoria, por su ayuda decidida en todo momento.

A MIS FAMILIARES, COMPAÑEROS Y AMIGOS: por mostrarme su apoyo en los momentos necesarios.

RICARDO FIGUEROA CERNA.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a todas aquellas personas que de manera desinteresada me ayudaron a desarrollar exitosamente esta investigación, especialmente a mi asesor M.Sc. Juan Rosa Quintanilla con su paciencia, comprensión y acertada orientación; a los Jurados M.Sc. Noemí Elizabeth Ventura Centeno y M.Sc. Zoila virginia Guerrero Mendoza por sus observaciones y sugerencias.

Agradezco además al Ing. Miguel Sandoval por colaborar en esta investigación mediante el aporte de información indispensable para su desarrollo.

También debo agradecer a todos aquellos productores y líderes comunitarios por su ayuda valiosa y desinteresada en el desarrollo de este trabajo.

A todos los familiares y amigos que fueros pilares importantes en el desarrollo de la investigación.

ÍNDICE

	Página
RESUMEN.....	viii
LISTA DE CUADROS.....	ix
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE ANEXOS.....	xi
1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1. Cuencas Hidrográficas.	
2.1.1. Divisiones de las cuencas hidrográficas.....	3
2.1.2. Características de las cuencas.....	3
2.1.3. Importancias de las cuencas.....	4
2.1.4. Manejo de Cuencas Hidrográficas.....	4
2.1.5 Cuencas Hidrográficas de El Salvador.....	6
2.2. Cobertura Forestal en El Salvador.....	7
2.3. Actividades Agrícolas en las Cuencas Hidrográficas	
2.3.1. Agricultura de subsistencia.....	9
2.3.2. Agricultura en laderas.....	9
2.3.3. Agricultura Sostenible.....	9
2.3.4. Agricultura en El Salvador.....	10
2.4. Sistema de Conservación de Suelos	
2.4.1. Definición de suelo.....	11
2.4.2. Erosión.....	11
2.4.3. Causas de la erosión.....	12
2.4.4. Conservación de suelos.....	12
2.4.5. Prácticas de conservación de suelos.....	12
2.5. Adopción de Tecnología Agrícola.....	13

3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. Características del estudio.....	15
3.2. Área del estudio.....	15
3.3. Procedimientos y técnicas.....	16
3.4. Metodología de Análisis de resultados.....	18
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	19
5. CONCLUSIONES.....	29
6. RECOMENDACIONES.....	30
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
ANEXOS	

RESUMEN

El Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio en el marco del convenio firmado en 1986 por Guatemala, Honduras y El Salvador, contempló diversos programas, entre estos, las prácticas de reforestación y conservación de suelos, los cuales al no existir un monitoreo posterior a su finalización, hay un desconocimiento del estado actual de dichas prácticas. Dicho proyecto, se ejecutó en la región del Trifinio, la cual se dividió en 17 subcuencas de las cuales cinco pertenecen a El Salvador.

La presente evaluación, se realizó en la subcuenca del Río San José Ingenio ubicado en la coordenadas 14° 18' y 14° 25' Latitud Norte y 89° 20' y 89° 25' Longitud Oeste del Municipio de Metapán.

Al evaluar la reforestación en la zona, mostró una carencia de actividades de manejo de las mismas, originando que de las diez especies plantadas, solamente dos de ellas (“eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis* y “teca” *Tectona grandis*), presentan mayores densidades (279 y 677 árboles/hectárea respectivamente); las cuales junto a “flor amarilla” *Cassia siamea* han alcanzado mayores valores promedios de DAP (11.5, 1.1 y 11.9 cm respectivamente). A pesar que “Eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis* y “teca” *Tectona grandis* fueron las especies con mayor desarrollo, debe considerarse que son especies exóticas y no se debió introducirlas dentro del programa de reforestación de la zona.

Referente a las prácticas de conservación de suelos, la tenencia de la tierra, el alto costo económico y de tiempo que esta actividad requiere junto a la crisis del sector agrícola, son obstáculos importantes para la adopción de dichas prácticas. Los resultados de campo muestran que la mayoría de prácticas del proyecto se han perdido por completo o disminuido considerablemente, por ejemplo: de 34.88 Km realizados de barrera viva, solo existe 7.2 Km y de 5715.42 m³ de diques de retención, hay 273.46 m³. Las únicas prácticas que en su mayoría se realizan corresponden al carrileo de rastrojos y no quema lo que evidencia el escaso éxito e impacto del proyecto en este componente.

LISTA DE CUADROS

Cuadro	Contenido	página
1.	Caracterización de las fincas con plantaciones forestales en la subcuenca del Río San José, Metapán, El Salvador, año 2003.....	20
2.	Especies forestales presentes en las fincas de beneficiarios del proyecto piloto del trifinio, subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador año 2003.....	21
3.	Valores de diámetro a altura del pecho (DAP) y altura total de las plantaciones forestales de la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, el salvador, año 2003.....	22
4.	Estimación del volumen comercial de madera de las plantaciones forestales de la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador, año 2003.....	24
5.	Ejecución de prácticas de conservación de suelos en la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador, año 2003.....	28

LISTA DE FIGURAS

Figura	Contenido	página
1.	Nivel de mantenimiento dado a las prácticas de conservación de suelos por los agricultores de la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador, año 2003.....	25
2.	Nivel de ejecución de prácticas de conservación de suelos posterior al Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio por los agricultores de la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador, año 2003.....	26

LISTA DE ANEXOS

Anexo	Contenido	página
1.	Mapa de ubicación de la Subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador.....	33
2.	Encuestas dirigida a productores participantes en las prácticas de reforestación del Proyecto Piloto De Desarrollo de la Región del Trifinio , Metapán.....	34
3.	Encuesta dirigida a agricultores participantes en las prácticas de Conservación de suelos del Proyecto Piloto de desarrollo de la Región del Trifinio, Metapán.....	36
4.	Instrumentos para la recolección de información de campo referente al estado de las plantaciones forestales y prácticas de conservación de suelos en la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador.....	39
5.	Plantaciones de “teca” <i>Tectona grandis</i> y “eucalipto” <i>Eucalyptus camaldulensis</i> en la subcuenca del Río san José Ingenio, Metapán, El Salvador.....	41
6.	Prácticas de conservación de suelos en la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador.....	42

1. INTRODUCCIÓN

La región del Trifinio (zona fronteriza de Guatemala, El Salvador y Honduras), es eminentemente rural, su economía se caracteriza por una fuerte incidencia de las actividades silvopastoriles, sin embargo, el suelo agrícola es escaso y presenta una elevada susceptibilidad a la erosión; apenas el 8% del total de tierras tienen vocación agrícola por lo que el uso potencial prioritario debe ser forestal (80%) (OEA & IICA, 1998).

En 1986, dichos países, firmaron el Convenio del Plan de Desarrollo Integral de la Región del Trifinio, que comprendía 29 proyectos trinacionales dentro de los cuales se encontraba el "PROYECTO PILOTO DE DESARROLLO DE LA REGION DEL TRIFINIO (CONVENIO ALA 88/14) que contemplaba programas como: conservación de suelos, desarrollo de la agricultura y ganadería, apoyo al sector forestal, programas de prevención de incendios, mejoramiento de la infraestructura y apoyo al manejo al parque La Fraternidad.

Las prácticas de reforestación y conservación de suelos contempladas en el Proyecto, comprendió hasta 1996. Posterior a esa fecha, no existió un monitoreo sistemático que indicara el estado actual de las prácticas y que tanto los productores las adoptaron o en todo caso, detectar factores que de alguna manera influyen en su ejecución y que sirva para fortalecer futuros proyectos en la región.

Por lo antes expuesto, el objetivo de la presente investigación fue evaluar el estado actual y el grado de adopción de las prácticas de reforestación y conservación de suelos desarrolladas dentro del Proyecto.

La investigación se realizó en la subcuenca del Río San José Ingenio, ubicado en el Municipio de Metapán, Departamento de Santa Ana, ubicada entre las coordenadas 14° 18' y 14° 25' Latitud Norte y 89° 25' Longitud Oeste (Castro y Landaverde, 2002).

El trabajo comprendió la revisión de la información existente en los registros de entidad ejecutora (Proyectos, planes operativos, registros y memorias), encuestas a los productores beneficiarios del proyecto y verificación de campo para hacer una estimación cualitativa y cuantitativa del estado actual y el grado de adopción de dichas prácticas.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. CUENCA HIDROGRÁFICA.

Se define como una unidad territorial en la cual el agua que cae por precipitación se reúne y escurre a un punto común o que fluye todo al mismo río, lago o mar (Rivera, 2002).

El mismo autor la define también como una unidad fisiográfica conformada por la reunión de un sistema de cursos de ríos de agua definidos por el relieve.

2.1.1. DIVISIONES DE LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS.

Según Rivera (2002), la cuenca puede dividirse en subcuencas y microcuencas.

2.1.1.1. Subcuenca.

Unidad de drenaje de menor superficie que una cuenca y que forma parte de esta, constituyendo un tributario de la misma, o sea una cuenca que sale o drena a una cuenca más grande.

2.1.1.2. Microcuenca.

Es la mínima unidad territorial de drenaje dentro de una cuenca y tributaria de una subcuenca.

2.1.2. CARACTERÍSTICAS DE UNA CUENCA.

La cuenca no solo abarca la superficie, largo y ancho, sino también la profundidad, comprendida desde el extremo superior de la vegetación hasta los estratos geológicos limitantes bajo la tierra (Rivera, 2002).

Dentro de una cuenca se puede distinguir la parte alta, la parte media y la parte baja. En las partes altas la topografía normalmente es empinada y generalmente están cubiertas de bosque, tanto la parte alta como en la parte media se encuentran la gran mayoría del nacientes y de los ríos; las partes bajas, a menudo tienen más importancia para la agricultura y los asentamientos humanos, porque ahí se encuentran las áreas más planas.

Las cuencas además pueden ser abiertas o cerradas: Son abiertas, cuando el río que recibe o drena las aguas las descarga superficialmente a otro cuerpo de agua, mientras que las cerradas no hay salida o descarga superficial (MINED, 1995).

2.1.3. IMPORTANCIA DE LAS CUENCAS.

De acuerdo a USAID (1999)¹, las cuencas hidrográficas por ser la unidad física en la cual tienen lugar todos los procesos naturales, son asimismo la unidad natural y lógica para el desarrollo agrícola, ambiental y socioeconómico.

Para Rivera (2002), la cuenca tiene gran importancia por la relación directa que existe entre la cuenca alta y la cuenca baja, de forma que las acciones que el hombre realiza en la parte alta afecta de manera determinante en la parte baja. Por esta razón, la cuenca como sistema natural reúne todas las condiciones para utilizarla como unidad planificadora en el establecimiento de programas integrados que permitan la solución de problemas de mucha complejidad.

Los recursos físicos y biológicos de las cuencas hidrográficas proporcionan bienes y servicios a las poblaciones, incluida la protección de las fuentes hídricas, mitigación de los efectos de los desastres naturales mediante la regulación de la escorrentía, la protección de los recursos costeros y la pesca, la protección de las zonas edificadas (vivienda, transporte y demás infraestructura económica social) y la protección de la agricultura en tierras bajas de alta productividad (USAID, 1999).

2.1.4. MANEJO DE CUENCAS HIDROGRÁFICAS.

“El manejo de cuencas se define como la gestión que el hombre realiza en forma integral para aprovechar y proteger los recursos naturales que le ofrecen, con el fin de obtener una producción óptima y sostenida” (Rivera, 2002).

El mismo autor, menciona que el manejo de cuencas está sustentado en la acción que el hombre desarrolla en cuanto a la utilización de los recursos naturales existentes en la cuenca, en una adecuada labor de educación, extensión y mecanismos de coordinación institucional y comunal.

¹ USAID: The United States For International Development 1999.

De acuerdo a Jiménez (2002), el deterioro ambiental demanda técnicas y profesionales capacitados e identificados con la problemática, que conozcan y participen en la gestión y manejo de cuencas, integrando las dimensiones biofísicas con las socioeconómicas y la protección al ambiente.

Rivera (2002), menciona que al hablar de manejo de cuencas, es hablar de desarrollo sostenible, por lo cual establece los siguientes objetivos y beneficios del manejo de cuencas:

2.1.4.1. Objetivos del manejo de cuencas hidrográficas.

A. Mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los usuarios de los recursos naturales.

B. Conservación de los recursos naturales conforme las políticas y estrategias establecidas del país.

C. Obtención de una mayor productividad de los recursos naturales y su mantenimiento, de acuerdo a las exigencias del país.

D. Restauración de áreas degradadas.

E. Regulación del régimen hidrológico.

Para comprender la importancia del manejo de cuencas es fundamental entender el flujo del agua, o sea el ciclo hidrológico.

Este ciclo no se puede concluir si no es en función de la vegetación, la lluvia, las características físicas del suelo y los problemas del uso del suelo y del agua.

2.1.4.2. Beneficios del manejo de cuencas hidrográficas.

A. Producción de agua para el abastecimiento de poblaciones

B. Producción para generar energía hidroeléctrica

C. Uso múltiple de todos los recursos de la tierra

D. Obtención de agua para riego

E. Regularidad permanente con el fin de tener un abastecimiento normal en época seca.

F. Para producción de madera.

G. Para labores agropecuarias.

H. Para recreación.

I. Para la conservación de los recursos naturales.

Por otra parte, USAID (1999), establece que para el éxito del manejo de una cuenca hidrográfica se debe contar con los siguientes elementos básicos.

- que no haya estructuras permanentes en las llanuras aluviales;
- que todos los cursos de agua tengan zonas de amortiguamiento;
- que no se permita en las pendientes, actividades agrícolas intensivas superiores a un porcentaje establecido que refleje la capacidad de la tierra;
- que se limite la tala total de bosques, haciéndose énfasis en la conservación y manejo sostenible de los bosques;
- que se cree oficialmente un organismo institucional que atienda los conflictos;
- que se cuente con la participación pública de hombres y mujeres en las decisiones sobre el manejo;
- que se cuente con planes de manejo eficaces y que se apliquen los reglamentos ambientales y de zonificación;
- que se utilicen las Evaluaciones de los Efectos Ambientales Regionales para garantizar que los efectos acumulativos de las actividades económicas sean sostenibles.

2.1.5. CUENCAS HIDROGRÁFICAS DE EL SALVADOR.

El Salvador se caracteriza porque parte de su área se ubica en cuencas que comparte con otros países centroamericanos, tal es el caso de la Cuenca del Río Paz, la cual es compartida con Guatemala, la del Río Lempa que comparte con Guatemala y Honduras y la del Goascorán compartida con Honduras. El resto de cuencas del territorio de El Salvador se localizan dentro de los límites fronterizos. De todas las cuencas, la más importante de El Salvador es la del Río Lempa la cual cubre el 47.6% del territorio (MINED, 1995).

2.2. COBERTURA FORESTAL EN EL SALVADOR.

Según MARN (2000), actualmente se estima una cobertura forestal de 11.6% del territorio nacional equivalente a 240,480 has., distribuidas de la siguiente manera: Las áreas Naturales Protegidas identificadas con potencial para integrar el Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas con 37,208 has, representan el 1.8%, el bosque de mangle con 26,772 has, representan el 1.29% y la cobertura de café bajo sombra con 176,500 has, equivalente al 8.5%. La cobertura forestal de bosque secundario, bosque de galería, áreas naturales de coníferas y plantaciones forestales, no han sido cuantificadas.

En los últimos años, el incremento de los incendios forestales y la deforestación ha provocado la extinción y reducción de muchas especies animales y vegetales, además de alterar del régimen de lluvias, agotamiento de las fuentes de agua, degradación de los suelos hasta iniciar procesos de desertificación y otros daños que globalmente afectan la economía del país (MARN, 2000).

Según el mapa de vegetación de el Salvador para el año 2000 del MARN, todavía se tiene una oportunidad valiosa para restaurar los suelos, mejorar la captación de agua, recuperar la diversidad biológica en especies vegetales las cuales a su vez, permitirán desarrollar hábitats para especies de diferentes grupos de animales transformando sitios alterados en espacios con grandes posibilidades de formar parte de programas de manejo sostenible, en la búsqueda de mejorar en principio, las condiciones de vida de las poblaciones que sufren la ya agobiante fragilidad medioambiental; y que a la vez el país como tal, participe de los programas de venta de bienes y servicios ofrecidos por la naturaleza.

Como respuesta a tal problemática y según la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (1996), citado por Guzmán, (1997), El Gobierno Central ha plantado unos 40 millones de plántulas en los últimos 20 años, y si esto se le suma lo que han aportado otras instituciones como el Banco Multisectorial de Inversiones (BMI), a través del Sistema Financiero Nacional, El Fondo Iniciativas para las Américas (FIAES), El Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio (Metapán) y de los proyectos ORE-MAG, debería existir una cobertura de 290.2 Km² (290,200 ha), sin

embargo, la superficie total del país cubierta con plantaciones es de 6,550,57 ha (65.50 Km²), lo que representa el 0.35% del territorio.

Según MARN (2000), a partir de 1993 se impulsaron proyectos de reforestación con fondos externos, bajo el enfoque de desarrollar acciones ambientales. Unos proyectos fueron financiados por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) y canalizados por el Fondo de Inversión Social (FIS). Otras fuentes para apoyar estos esfuerzos proceden de los convenios de canje de deuda por Medio Ambiente con los Gobiernos de Canadá y Estados Unidos. Los cuales se canalizaron por medio del fondo Ambientas de El Salvador (FONAES) y del fondo Iniciativa para las Américas (FIAES).

Se estima que con estos fondos se establecieron unas 4,014 has de plantaciones forestales, donde la mayor presencia corresponde a las especies “teca” (*Tectona grandis*), “eucalipto” (*Eucaliptus camaldulensis*), “flor amarilla” (*Cassia siamea*), “madrecacao” (*Gliricidia sepium*) y especies de lento crecimiento como “cedro” (*Cedrela mexicana*), “cortez blanco” (*Tabebuia sp.*) y otras especies nativas (MARN, 2000).

Según Guzmán (1998), las razones por las cuales los programas de reforestación no han dado los éxitos esperados, radica en que no se han involucrado a las comunidades y por consiguiente estas prácticas no son apropiadas al término de los proyectos, posiblemente por no poder pagar los costos que estas implican. Además, debe tomarse en cuenta que la anterior normativa forestal (Ley Forestal, 1973), contemplaba grandes vacíos, siendo coercitiva respecto a la extracción de productos y usos de los recursos por lo que no permitía el desarrollo forestal empresarial.

Para el mismo autor, es innegable la necesidad de contar con una mayor masa boscosa, pero también hay que interesar a través de incentivos forestales a inversionistas y pequeños agricultores a adoptar sistemas de producción forestal sostenible.

2.3. ACTIVIDADES AGRÍCOLAS EN LAS CUENCAS HIDROGRÁFICAS.

2.3.1. AGRICULTURA DE SUBSISTENCIA.

En la mayoría de los países en desarrollo, los agricultores de subsistencia siguen empleando métodos agrícolas tradicionales. Los agricultores de subsistencia, que representan la gran mayoría de la población rural, viven en pequeñas parcelas de las que obtienen el sustento de su familia y con suerte algo para la venta (Nebel & Wright, 1999).

Para los mismos autores, “las presiones de la población y la entrega de las mejores tierras a la agricultura industrializada conducen a actividades que en el mejor de los casos no son sostenibles y, en el peor, son un suicidio ecológico.

2.3.2. AGRICULTURA EN LADERAS.

Arbitrariamente se ha decidido denominar laderas a todas aquellas superficies de terreno que superan el 12% de pendiente y que están localizadas a menos de 2000 msnm (Moreno, 2002).

La producción agrícola en estas condiciones se ha asociado a degradación ambiental, debido principalmente a la deforestación y consecuente degradación de suelos.

Un estudio mundial, revela nuevas señales de peligro, la degradación de las tierras agrícolas amenaza la capacidad del mundo de producir alimentos. La cartografía más completa realizada hasta el momento de la agricultura mundial indica que cerca del 40% de las tierras agrícolas se hallan gravemente degradadas (Instituto de Recursos Mundiales, 2002).

2.3.3. AGRICULTURA SOSTENIBLE.

“Es la agricultura que mantiene la integridad del suelo, los recursos hidráulicos continua e indefinidamente con el objetivo de mantener la producción del campo sin asolar ninguna parte del sistema de soporte ni degradar el ambiente” (Nebel & Wright, 1999).

Según IICA (1993), Altieri (1994) y Altieri (1997), citados por Guzmán (1998), la definen como el manejo efectivo de los recursos naturales para satisfacer las necesidades cambiantes, mientras se mantiene o mejora la base de los recursos y se evita la degradación ambiental, asegurando a largo plazo un desarrollo productivo y equitativo.

Este tipo de agricultura pone énfasis en la base física de los recursos, en los valores de la comunidad y en un permanente y continuo flujo de ingresos. Debido a que en la agricultura se hace uso de los recursos naturales, se podría estar generando agotamiento o degradación de los mismos cuando se sobrepasa su capacidad de recuperación natural. Por eso, el suelo, el agua y el bosque deben ser considerados como activos y estimar la depreciación para incluirlo en la contabilidad de las fincas (Barrantes, Castro, Saens y Roebeling, 1998; Tak Kwang-il, 1997) citados por (Guzmán, 1998).

3.3.4. AGRICULTURA EN EL SALVADOR.

En El Salvador la agricultura ha sido durante mucho tiempo el principal sector productivo. En las décadas de los 50, 60 y 70, les correspondía una participación un poco mayor de la cuarta parte del PIB, 40% de la fuerza laboral total y más del 70% del comercio internacional. Esta situación, fue cambiando a partir de la década pasada debido a diversos factores entre los más importantes están: el conflicto armado, efectos de la reforma agraria, políticas económicas y comercio nacional e internacional (Guzmán, 1997).

En El Salvador la mayoría (60 – 70%) de cultivos de granos básicos (especialmente maíz, frijol y sorgo), se realizan en laderas sobre tierras de vocación forestal sin las prácticas adecuadas, lo cual ha causado que el 60% de los suelos se consideren totalmente erosionados (Guzmán, 1997).

Todos estos factores en conjunto han contribuido a la declinación del sector agrícola, sumándosele la limitada base de los recursos naturales y el alto grado de deterioro. El conflicto entre la producción agrícola y la conservación de los recursos naturales cobra una gran importancia en el país, porque mientras en otros países el

problema es la ampliación de las fronteras agrícolas, en El Salvador el problema es principalmente, la urbanización debido a la alta densidad demográfica, y en el área rural la deforestación y todas sus secuelas en el ambiente (Guzmán, 1997).

El Programa Ambiental de El Salvador (PAES), en los últimos años, ha impulsado diversos proyectos con el objetivo de disminuir el deterioro de los recursos naturales en la cuenca alta del río Lempa, a la vez, de mejorar las condiciones socioeconómicas de la población rural de bajos ingresos (MAG, 2001).

2.3.4.1. AGRICULTURA EN LA REGION DEL TRIFINIO.

Según OEA & IICA (1988), a través del diagnóstico realizado establece que los suelos de la región, en la gran mayoría son poco profundos y de limitadas características para la agricultura, por lo que el uso prioritario debe ser forestal (80%), sin embargo, se usa actualmente en la agricultura más allá de lo aconsejable (12% en vez de 8%), lo que constituye una de las principales causas del deterioro del suelo por erosión.

En 1992, se impulsa el Proyecto de Desarrollo de la Región del Trifinio con el fin de disminuir el impacto de la actividad agrícola en el medio ambiente. Dicho proyecto introduce prácticas de conservación de suelos y reforestación con el fin que la población las adoptara definitivamente y así evitar la erosión de los mismos (MAG, 1991).

2.4. SISTEMA DE CONSERVACIÓN DE SUELOS.

2.4.1. Definición de suelo.

Es la capa de materiales orgánicos y minerales que cubre la corteza terrestre y en la cual las plantas desarrollan sus raíces y toman alimentos que les son necesarios para su nutrición (Suárez de Castro, 1982).

2.4.2. Erosión.

Es un proceso físico que consiste en el desprendimiento y transporte de partículas del suelo por acción del agua y el viento (Rivas, 1999).

2.4.3. Causas de la erosión.

Según Rivas (1999), entre las causas de la erosión se tiene:

a) La necesidad de talar bosques en suelos donde se desea cultivar, dejándolos desprotegidos contra el impacto de las gotas de lluvia así como del escurrimiento superficial, en suelos planos y falta de vegetación, el viento es el principal agente erosivo.

b) Falta de orientación a los agricultores sobre la conservación de suelo y agua.

c) Diseño inadecuado de las obras civiles en la construcción de caminos vecinales, vivienda y drenajes.

2.4.4. Conservación de suelos.

Es la ciencia que se encarga de mantener y aumentar la productividad agrícola de los suelos, mediante prácticas agronómicas, culturales y mecánicas que deben aplicarse de acuerdo con las necesidades específicas de las diferentes clases de terrenos (Rivas, 1999).

2.4.5. Práctica de conservación de suelos.

Son todas las prácticas encaminadas a aumentar la resistencia o disminuir las fuerzas que intervienen en la erosión (Suárez de Castro, 1982).

De acuerdo al mismo autor, las prácticas pueden dividirse en culturales, agronómicas y mecánicas. Rivas (1999), define dichas prácticas de la manera siguiente:

A. *Prácticas agronómicas*. Son aquellas en las cuales el hombre hace uso de sus conocimientos técnicos científicos con el objeto de dar un buen manejo a los cultivos, para obtener rendimientos satisfactorios y mantener la capacidad productiva del suelo y entre estas están: selección de cultivos, uso de semilla mejorada, fertilización adecuada, cultivo de cobertura y abonos verdes, reforestación, riego, control de plagas y enfermedades, control de malezas, rotación de cultivos y encalado.

B. *Prácticas culturales*. Son aquellas en las cuales se utiliza la vegetación y materiales propios del lugar con el objeto de mantener la capacidad productiva del

suelo de manera natural y evitar así la erosión. Entre estas se tiene: siembra al contorno, barreras vivas, cultivos en faja, cortinas rompevientos y mulch.

C. *Prácticas mecánicas*. Son obras estructurales construidas para controlar el movimiento del agua; aquí existe una remoción y deposición del suelo, así como de otros materiales. Tenemos las bordas de tierra, canales de desagüe, acequias de ladera, terrazas de banco, terrazas individuales, terrazas de huerto y muros o diques.

2.5. ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍAS AGRÍCOLAS.

El principal objetivo de los proyectos de conservación de suelos consiste en la adopción de las prácticas agrícolas, es decir, que el agricultor genere un cambio de actitud y continúe con las obras permanentemente.

Según Moreno (2002), “la poca adopción de las prácticas agronómicas para conservación de suelos se atribuye a muchas causas, todas interrelacionadas, pero sin duda la alta demanda adicional por mano de obra de todas ellas en períodos críticos de la estación de cultivos es uno de los factores mas importantes de no adopción”.

La mayor demanda por mano de obra no sólo se experimenta en el establecimiento de estas medidas de conservación, sino principalmente en su mantenimiento una vez establecidas. Es decir que en caso de lograr establecerse inicialmente obras de control de erosión, aún se mantiene la mayor demanda por este factor a lo largo de la estación de crecimiento, tanto en el año inicial como en los años subsiguientes. El mantener obras de infraestructura o barreras vivas en el terreno, implica una modificación en los métodos de cultivo que generalmente significa mano de obra adicional y no necesariamente rendimientos mayores de los cultivos (Moreno, 2002).

De todas las prácticas, quizás las únicas que han tenido una amplia adopción, han sido las relacionadas con la labranza de conservación. Esa tecnología requiere nuevas inversiones en maquinaria e implementos, pero en relativamente corto plazo reduce los costos de producción. Por otro lado, hay amplias áreas donde tradicionalmente los agricultores usaban terrazas y otras prácticas de conservación de suelo, pero esas tradiciones se han ido perdiendo debido a la necesidad de los

productores de buscar fuentes de trabajo fuera de las fincas (Zimmerer, 1993 citado por Kaimowitz, 2002).

Aunque no se haga un análisis exhaustivo para determinar las razones por las cuales los programas de reforestación no han sido exitosos, una de las más evidente es que no se ha involucrado a las comunidades en su formulación, las cuales aceptan los programas pero no se apropian de ellos y al terminar las actividades del proyecto, los agricultores no siguen las prácticas que aprendieron, posiblemente porque no pueden pagar los costos, ya que continúan cultivando granos básicos (maíz, frijol y sorgo) que son poco rentables (Guzmán, 1998).

Según Guzmán (1997), para que una acción tenga consistencia, debe de existir una estrecha relación entre el diagnóstico, los objetivos de la comunidad y las acciones concretas para satisfacer las necesidades. Son los agricultores de la comunidad, los que deben de formular los objetivos a partir de sus necesidades, lo que permitirá el éxito en el proyecto.

Para el mismo autor, es necesario un monitoreo y evaluación de las cuencas, los proyectos y planes de manejo; además deben de demostrar los resultados, beneficios e impactos para justificar la continuidad de acciones y fortalecer las inversiones a medio y largo plazo.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. CARACTERÍSTICA DEL ESTUDIO.

El contexto de la investigación fue de campo, de carácter descriptivo no experimental debido a que no se manipuló intencionalmente ninguna variable, solamente se levantó la información existente en el proyecto, planes operativos, registros, los aportados por las comunidades beneficiadas y con la observación y medición directa en las fincas. Esto concuerda con Hernández *et al.*, (1991), quien reporta que “en las investigaciones no experimentales se observan los fenómenos tal y como se dan en el contexto natural para después analizarlo”.

3.2. ÁREA DE ESTUDIO.

La investigación se realizó en la subcuenca del Río San José Ingenio al Noreste de la ciudad de Metapán, departamento de Santa Ana, entre las coordenadas 14° 18' y 14° 25' Latitud Norte y 89° 20' y 89° 25' Longitud Oeste (anexo 1). Drena permanentemente las aguas de la zona montañosa del cerro Miramundo y las aguas de la zona baja aledañas a la ciudad de Metapán que son incorporadas al río en época lluviosa por los afluentes principales: Quebrada Las Margaritas y Hacienda Vieja (Castro y Landaverde, 2002).

Según el mismo autor, entre las poblaciones más importantes que encierran la cuenca del Río San José, se encuentran: Cantón Majaditas, Hacienda San Jorge, Las Experiencias, Finca San Francisco, Hacienda San José Ingenio, Cantón y Caserío El Capulín y Metapán.

La elevación máxima de la cuenca es de 2170 msnm y la mínima de 450 msnm, con una evaporación que varía de los 1600 mm, valor promedio anual en Metapán y zonas aledañas, y menos de 1300 mm en las partes elevadas de la misma. La precipitación se distribuye cubriendo áreas no muy grandes estableciéndose cierta homogeneidad lluviosa de 1200 mm hacia el cerro Miramundo. En cuanto a la temperatura, la media anual en la zona baja es de 24°C mientras que en la zona alta es de 16°C, presentando una humedad relativa del aire en la zona alta de 86% y en la zona baja de 70% (Castro y Landaverde, 2002).

El Río San José es considerado como torrencial, su cuenca se caracteriza por un drenaje dendrítico cuya densidad es de 0.99 Km/Km², teniendo una red de causas hasta del cuarto orden. La pendiente media de la cuenca es de 26%, siendo menor en las zonas bajas y mayor en la zona alta por lo que el uso del suelo se restringe a la productividad sobresaliendo entre ellos la ganadería, los cereales, cultivos hortícolas, pastos naturales asociados con arbustos y matorrales, cultivos de granos básicos, café, etc. La cobertura vegetal de la subcuenca, se caracteriza por la presencia de especies arbustivas y arbóreas representadas por: almendro de río, madrecaoa, conacaste, chupamiel siete pellejo, san andrés, tambor, barillo, sangre de chucho, espino blanco, Iscanal,, tihuilote, mango, aceituno, pito, cargo, copinol, manzana rosa, matazano, ciprés, pastos naturales, etc. (Castro y Landaverde 2002).

El estudio comprendió tres cantones: Cantón El Capulín (Caseríos Morales), Cantón El Carrizalillo (Caserío Hacienda Vieja) y Cantón San José Ingenio (Caserío Casas de Tejas).

3.3. PROCEDIMIENTOS Y TÉCNICAS.

A. Nivel de cobertura del Proyecto de Desarrollo de la Región del Trifinio en la subcuenca.

Se realizó a través de una revisión documental (Proyectos, planes operativos, registros y memorias), proporcionados por la oficina de la Comisión Trinacional del Plan Trifinio, Metapán y encuestas a los productores (anexo 2 y 3).

B. Estado actual de las prácticas de reforestación y conservación de suelos.

Para las plantaciones forestales, se encuestaron a 24 productores beneficiarios del proyecto que actualmente habitan en la subcuenca y que comprenden los Caseríos “Hacienda Vieja” y “Morales” pertenecientes a los Cantones El Carrizalillo y El Capulín respectivamente, lugares donde dichas prácticas fueron significativas. En dicho sondeo se recavó información sobre especies plantadas durante el proyecto, uso y manejo de dichas plantaciones.

Para la evaluación de las plantaciones forestales, se tomaron las 28 fincas pertenecientes a 24 productores y que efectivamente contenían especies plantadas durante el proyecto. En cada área muestreada se midió: la profundidad efectiva del

suelo pendiente del terreno, especies forestales presentes, sistema de siembra, diámetro a la altura del pecho (DAP), altura comercial y total de cada árbol registrándose cada valor en un cuadro de captura de datos (anexo 4).

Para uniformizar los valores del DAP, este se midió a 1.3 m de la base del árbol. La medición se realizó indirectamente a través de cinta métrica obteniendo de esta manera el valor de la circunferencia a altura del pecho (CAP) que al dividirlo por 3.1416 (valor de π) se obtuvo el DAP de cada árbol.

Para la medición de la altura comercial, se tomó en cuenta solo aquellos árboles que superaban los 10 cm de DAP.

Con los valores obtenidos, se determinó el volumen de madera por hectárea para cada especie y luego el potencial económico que esta representa para los productores.

El valor del volumen de madera por hectárea se calculó mediante la fórmula:

$$V = \pi \frac{hd^2ff}{4}$$

Donde:

V = volumen de madera (m^3)

$\pi = 3.1416$

h = altura comercial del árbol

d = diámetro a altura del pecho del árbol (1.3 m de la base del árbol)

ff (factor de forma) = 0.47

En cuanto a las prácticas de conservación de suelos, se tomó en cuenta además de los caseríos comprendidos en la reforestación, el caserío Casas de Tejas perteneciente al Cantón San José Ingenio. De los 107 productores que participaron en el Proyecto de Desarrollo de la Región del Trifinio se encuestó a 75 de ellos que actualmente habitan en el lugar para identificar el manejo, mantenimiento y ejecución de las diversas prácticas de conservación de suelos.

La verificación de campo se realizó recorriendo cada una de las fincas para estimar la diversidad y cantidad de prácticas existentes tanto de aquellas realizadas en el proyecto como las ejecutadas posterior a este.

3.4. METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE RESULTADOS.

Los datos tanto de encuestas como de verificación de campo, se analizaron por medio de estadística descriptiva, a través de gráficas y tablas, cálculos de frecuencia absoluta y promedios.

De acuerdo a Hernández *et al.*, (1991), las frecuencias relativas o porcentajes puede calcularse por la fórmula:

$$\text{Porcentaje} = \frac{n_c}{N_t} (100)$$

Donde n_c es el número de casos o frecuencias absolutas en la categoría y N_t es el total de casos.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 PRÁCTICAS DE REFORESTACIÓN.

Según el cuadro 1, las áreas de las fincas corresponden a pequeños productores ya que su tamaño varía entre 0.03 a 0.7 hectáreas; la mayoría de las fincas tienen suelos de poca profundidad efectiva con valores de entre 1 a 5 cm; además, las pendientes del terreno son muy elevadas, (arriba de 40%) en el 82% de las fincas. Los valores anteriores concuerdan con lo establecido por OEA & IICA (1998) en el diagnóstico de la región donde se establece la existencia de suelos pocos profundos de limitadas características agrícolas.

Según los productores la única actividad de mantenimiento que han realizado ha sido la limpieza en un 57% de las fincas. Además, de diez especies forestales encontradas, las únicas usadas para madera y leña son: “eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis* (52% de las fincas que lo presentan), “flor amarilla” *Cassia siamea* (12.5%), “leucaena” *Leucaena leucocephala* (87%) y “teca” *Tectona grandis* con un 80%. Estos resultados pueden deberse tanto a que estas especies alcanzan pronto un valor comercial debido a su rápido crecimiento como también a la ausencia de un manejo y mantenimiento sistemático que no ha permitido el desarrollo de todas las especies plantadas durante el proyecto.

Estos resultados coinciden en parte con los presentados por Martínez *et al.*, (2000), durante una investigación similar realizada en Rosario de Mora, El Salvador, con la especie “eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis* en la cual se reporta que el 83% de los productores efectuaron limpiezas en sus fincas en los primeros dos años, mientras que el 17% lo seguía haciendo; sin embargo, a diferencia de la presente investigación muestra que el 77% de los productores manejaba los rebrotes cuando tenían una altura de 1.5 m, seleccionando 2 a 3 brotes más rectos y vigorosos y eliminando a los demás.

La verificación de campo permitió identificar el sistema de siembra al “tres bolillo” con excepción de “teca” *Tectona grandis* que dispuso en bosquete; sin embargo en la actualidad debido a la pérdida importante de muchas especies, este sistema es poco evidente observándose mayormente una distribución dispersa. (Anexo 5A y 5B).

Cuadro 1 Caracterización de las fincas con plantaciones forestales en la subcuenca del Río San José, Metapán, El Salvador, año 2003.

Características	Valores Obtenidos				
Area de las Fincas (ha.)	0.03	0.7	0.17	0.35	0.53
Número de Fincas	1	6	8	9	4
Profundidad del Suelo (cm)	1 -5	5 – 10		10-15	
Número de Fincas	20	4		4	
Pendiente del Terreno (%)	30 – 40	40 – 50	50 – 60	60 – 70	70 – 80
Número de fincas	5	8	2	9	4

“Eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis*, “caoba” *Swietenia humilis* y “flor amarilla” *Cassia siamea*, fueron las especies con mayor presencia en las fincas con un 60.7% para las dos primeras y 57% para la última. Sin embargo, la densidad promedio por hectárea fue mayor para “eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis* (279 árboles/ha) mientras que “caoba” *Swietenia humilis*, “flor amarilla” *Cassia siamea* presentaron valores de 45 y 43 árboles/ha, diferencias que se deben a la frecuencia con que se presentan en cada finca (cuadro 2).

Aunque “teca” *Tectona grandis* está presente en el 17.8% de las fincas, su disposición en bosquete y la baja superficie cubierta, propició una densidad de 677 árboles/ha.

La baja representación y densidad de la mayoría de especies forestales plantadas, podría deberse a factores como la poca profundidad del suelo, pendientes elevadas y a la carencia de manejo y mantenimiento de dichas plantaciones. En tanto que “eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis*, su mayor desarrollo y representatividad en las fincas, pudo deberse a su mayor capacidad de absorción de agua.

El Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio, reportó que las especies forestales fueron plantadas con una densidad entre 2500 a 2700 árboles/ha, sin embargo actualmente se encuentran entre valores de 162 a 287, resultado que demuestran poco involucramiento de los productores, bajo nivel de mantenimiento de las plantaciones, pérdida significativa de especies y por consiguiente una escasa adopción de las mismas, concordando de esta manera con Guzmán (1998), quien afirma que al no involucrar a las comunidades en los proyectos de reforestación propician un bajo éxito de estos.

Cuadro 2. Especies forestales presentes en las fincas de beneficiarios del proyecto piloto del trifinio, subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador, año 2003.

Nombre Común	Nombre Científico	Porcentaje de fincas con la especie	Area de las fincas ha.	Numero de árboles encontrados	Promedio de árboles /ha.
Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	60.7	7.79	2176	279
Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	60.7	7.16	319	45
Flor amarilla	<i>Cassia siamea</i>	57.1	6.56	283	43
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	28.6	3.58	69	19
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	25	1.55	53	34
Teca	<i>Tectona grandis</i>	17.8	0.63	427	677
Maquillishuat	<i>Tabebuia rosea</i>	50	5.41	233	43
Quebracho	<i>Lysiloma sp</i>	35.7	5.0	60	12
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	42.8	4.57	32	7
Pino Caribe	<i>Pinus caribea</i>	10.7	0.87	7	8
Total				3659	

De acuerdo al cuadro 3, referente a las mediciones dasométricas de las plantaciones forestales, se tiene que “teca” ***Tectona grandis***, “eucalipto” ***Eucalyptus camaldulensis***, “flor amarilla” ***Cassia siamea*** presentaron los valores mayores de

DAP, siendo estos: 11.1, 11.5, 11.9 cm y de altura promedio total, con los valores más altos: 10.9, 13.2 y 8.8 metros respectivamente.

Los valores tanto de DAP como de altura total de estas especies resultaron ser más bajos de lo esperado considerando el tiempo que fueron plantadas, sin embargo, son estas mismas especies las más usadas comúnmente como madera y leña por los productores por lo que se deduce estos valores a la existencia de abundantes rebrotes.

El resto de las especies presentan alturas bajas y DAP inferior a 10 cm y por lo consiguiente no han tenido ningún uso según lo afirmado por los productores de la zona.

Cuadro 3. Valores de diámetro a altura del pecho (DAP) y altura total de las plantaciones forestales de la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, el salvador, año 2003.

Nombre Común	Nombre Científico	DAP Promedio total (cm)	Altura promedio total (m)
Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	11.5	13.2
Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	4.9	3.8
Flor amarilla	<i>Cassia siamea</i>	11.9	8.8
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	8.1	8.6
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	5.6	2.8
Teca	<i>Tectona grandis</i>	11.1	10.9
Maquilishuat	<i>Tabebuia rosea</i>	4.7	3.8
Quebracho	<i>Lysiloma sp.</i>	7.0	4.2
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	5.3	4.6
Pino Caribe	<i>Pinus caribea</i>	8.1	6.8

DAP: medido a 1.3 m de la base del árbol.

La estimación del volumen comercial de madera de las plantaciones forestales (cuadro 4), en la que se tomó únicamente los árboles de cada especie con valor de

DAP superior a 10 cm, se obtuvo que a pesar que los valores de DAP fueron similares para todas las especies (11.14 a 16.25 cm), “eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis*, “teca” *Tectona grandis* y “flor amarilla” *Cassia siamea* presentaron tanto valores mayores de DAP (16.25, 15.17 y 15.81cm) como de altura comercial (5.2, 4.5 y 3.2 m respectivamente), sin embargo, por su densidad por hectárea, son las dos primeras, las que proporcionan mayores volúmenes de madera que al proyectarlos por unidad de área presentan valores de 6.64 y 14.83 m³ /ha, madera que al comercializarla en el país generarían a los productores ingresos por hectárea de 1843.9 y 4118.3 dólares respectivamente.

Los bajos valores obtenidos para todas las especies, pudo deberse a la carencia de un plan de manejo y mantenimiento de las plantaciones, provocando la pérdida de especímenes y un bajo nivel de desarrollo; para el caso de “eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis* y “teca” *Tectona grandis*, puede deberse además a la utilización de estas para madera y leña por los productores, propiciando una abundante generación de rebrotes.

A pesar que las especies de “eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis* y “teca” *Tectona grandis* son las más desarrolladas en las fincas, debe considerarse que son especies exóticas, por lo cual si el objetivo del proyecto era de reforestar la región, no se debió introducir dichas especies debido a las repercusiones ambientales que pueden ocasionar, tal es el caso de “teca” *Tectona grandis*, que por las características del terreno, ha generado erosión del suelo; además, debido a la lenta degradación de la hojarasca generada, podría incrementar la ocurrencia de incendios forestales.

Cuadro 4. Estimación del volumen comercial de madera de las plantaciones forestales de la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador, año 2003.

Nombre Común	Nombre Científico	No. de árboles/ha.	DAP comercial promedio(cm)	Altura comercial promedio (m)	Volumen de madera (m ³)/ha
Eucalipto	<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	131.6	16.25	5.2	6.64
Caoba	<i>Swietenia humilis</i>	1.79	11.54	2.6	0.023
Flor amarilla	<i>Cassia siamea</i>	18.9	15.81	3.2	0.558
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala</i>	1.4	11.14	2.1	0.001
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>	1.9	12.41	2.0	0.022
Teca	<i>Tectona grandis</i>	388	15.17	4.5	14.830
Quebracho	<i>Lysiloma sp.</i>	0.4	12.70	1.5	0.009
Cedro	<i>Cedrella odorata</i>	2.2	13.81	2.3	0.036
Pino Caribe	<i>Pinus caribea</i>	3.4	14.74	2.5	0.068
Total					22.20

DAP: medido a 1.3 m de la base del árbol.

4.2. PRACTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELOS.

De los pobladores que participaron en el Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio y que actualmente habitan en la subcuenca son 75 (70.1%); de estos, la mayoría (88%) realizan alguna actividad agrícola, siendo el 47% propietarios de las fincas, y el 53.3% arrendatarios.

Tal como lo muestra la figura 1, el 78% de los agricultores dicen haber dado algún tipo de mantenimiento a las prácticas de conservación de suelos ejecutadas en el Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio en tanto que el 86.4% aseguran haber continuado realizando dichas prácticas luego de finalizado dicho proyecto.

Entre las razones para realizarlas, el 86.4% mencionan que evita la erosión, 75.7% que mejoran la producción agrícola mientras que el 60.6% dicen conocer las técnicas para realizarlas. Sin embargo, al identificar los inconvenientes que estos enfrentan, resulta que lo costoso de las prácticas junto a la pérdida de tiempo que esta actividad representa, fueron las más importantes, con el 48 y 47% de agricultores respectivamente. También, se identificó que la falta de incentivos agrícolas y el tipo de tenencia de la tierra juega un papel importante en la adopción de estas prácticas ya que como se pudo observar en esta investigación, se involucró a un alto porcentaje de agricultores arrendatarios sin tomar en cuenta a los propietarios de las fincas en donde trabajaban.

Existe un 14% de agricultores que mencionan que las prácticas no son necesarias mientras que el 11% aseguran que no son efectivas, resultados que demuestran la falta de un involucramiento adecuado de estos en el proyecto.

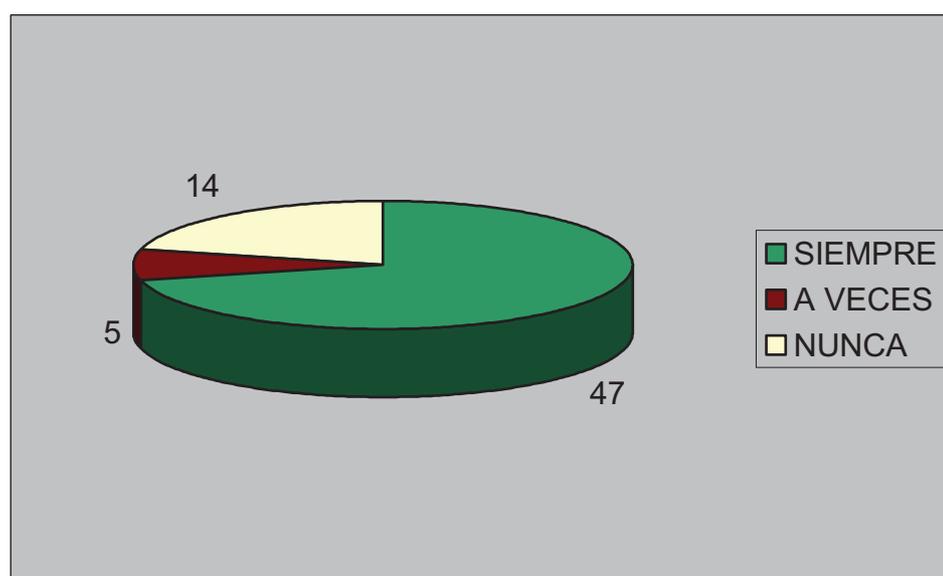


Figura 1. Nivel de mantenimiento dado a las prácticas de conservación de suelos por los agricultores de la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador, año 2003.

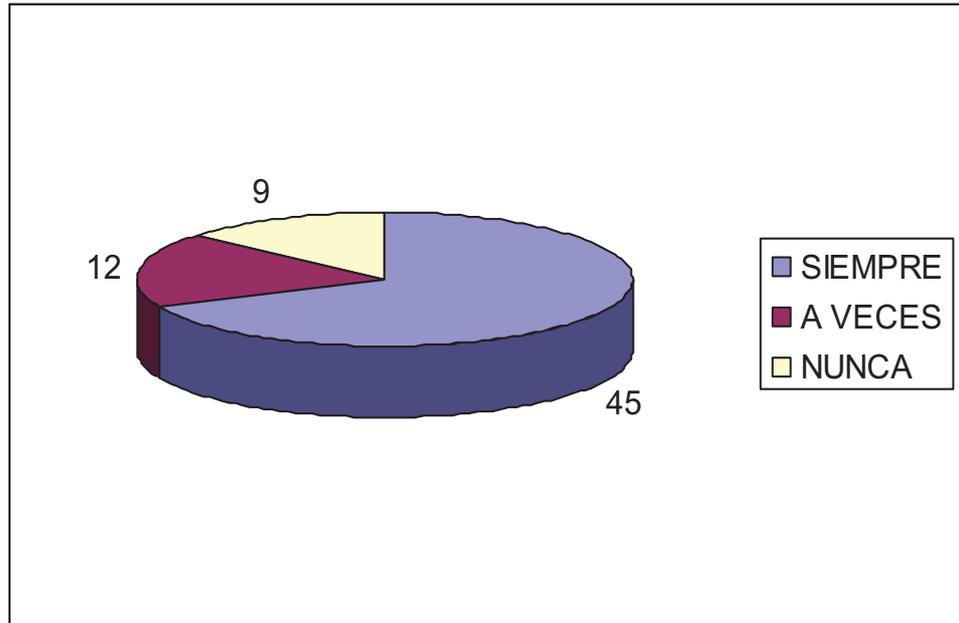


Figura 2. Nivel de ejecución de prácticas de conservación de suelos posterior al Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio por los agricultores de la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador, año 2003.

Al comparar la cantidad de prácticas ejecutadas en el proyecto y las existentes actualmente (cuadro 5), es evidente una gran diferencia, por ejemplo: de 34.88 km de barrera viva plantada, solo existe 7.2 km; se construyó 5715.42 m³ de diques de retención, sin embargo solo existe 273.46 m³, mientras que de prácticas como acequias de ladera, cajuelas de absorción y abono verde no existe evidencia alguna de lo desarrollado. Las barreras muertas y terrazas de banco que existen actualmente en cantidad de 1.88 y 0.06 Km lineales respectivamente resultó difícil comparar con lo ejecutado en el proyecto debido a que la unidad de medición utilizada durante este fue la hectárea; mientras que prácticas como carrileo de rastrojos y no quema solo se pudo medir las desarrolladas en el presente año.

Las marcadas diferencias entre lo establecido y lo existente actualmente podrían deberse a diferentes factores, entre estos la destrucción causada por el Huracán Mitch, actividades antropogénicas que junto a la crisis del sector agrícola, vuelve muy costoso el mantenimiento de tales prácticas (Anexo 6A y 6B).

También, debe considerarse que no hubo un programa efectivo de Educación Ambiental que acompañara al proyecto, lo que hubiese generado un mayor conocimiento sobre los diversos servicios ambientales que dichas prácticas generan y a la vez, propiciado un mayor nivel de adopción del mismo.

Aunque actualmente se realizan prácticas como barreras vivas y muertas, diques de retención y acequias de ladera, la cantidad de estas no es relevante. Las prácticas que los agricultores en su mayoría realizan, corresponde al carrileo de rastrojos y no quema con un 43.15 y 51.51 Ha de cobertura, reportándose en 50 y 60 % de las fincas respectivamente, valores que al compararlo con el número de productores que las ejecutaron en el proyecto, representa un 135% y 90.9% de estos respectivamente, demostrando de esta manera un alto nivel de ejecución de dichas prácticas ya que no requieren mayores costos para su implementación (Anexo 6C a 6E).

Los resultados anteriores demuestra tanto el bajo nivel de adopción de aquellas prácticas que demandan mayores costos económico y tiempo y de implementación de las que tradicional y culturalmente se han desarrollado (carrileo de rastrojos y no quema), coincidiendo de esta manera con Moreno (2002), quién afirma que “la poca adopción de las prácticas agronómicas para conservación de suelos se atribuye a muchas causas, todas interrelacionadas, pero sin duda la alta demanda adicional por mano de obra de todas ellas en períodos críticos de la estación de cultivos es uno de los factores mas importantes de no adopción”.

El riego de los rastrojos se convierte como una práctica nueva introducida por los agricultores presentándose con el 9.1% de las parcelas.

A pesar que es más factible implementar el desarrollo de algunas prácticas de conservación de suelos tanto agronómicas como culturales, es necesario introducir otras medidas que generen sostenibilidad, como la diversificación de la producción agrícola, manejo integrado de plagas, etc.

Cuadro 5. Ejecución de prácticas de conservación de suelos en la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador, año 2003

Prácticas	Área ejecutada durante el proyecto	No. de productores participantes en cada práctica	Área actualmente.	Realización de dichas prácticas posterior al Proyecto Piloto del Trifinio		
				No. de Agricultores que la realizan	porcentaje de agricultores que la realizan	Área ejecutada
Barreras vivas	34.88 Km	27	7.20 Km	9	33.3	1.97 m
Barreras muertas	3.54 ha	13	1.88 Km	6	46.1	1.13 K m
Diques de retención	5715.42 m ³	20	273.46 m ³	2	10	6.0 m ³
Carrileo de rastrojos	31.14 ha	37	-	50	135	43.15 ha
Terrazas de banco	19.0 ha	3	0.06 Km	0	0	0
Cajuelas de absorción	0.50 ha	1	0.0	0	0	0
Acequias de ladera	0.68 ha	3	0.0	1	33.3	0.01 Km
Abono verde	5.0 ha	34	0.0	1	2.9	0.7 ha
No quema	77.70 ha	66	-	60	90.9	51.5 ha
Surcos aboneros	0.50 ha	5	0.0	0	0	0
Riego de rastrojos	-		-	6	9.1	4.9 ha

m = metros m³ = metros cúbicos ha = hectáreas

5. CONCLUSIONES

- El Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio mediante sus programas de reforestación y conservación de suelos, si bien involucró a una cantidad significativa de productores en su ejecución, su participación en la planificación y formulación del mismo fue deficiente por lo que actualmente, el impacto tanto socioeconómico como ambiental es mínimo mostrado por la pérdida o abandono de la mayoría de prácticas desarrolladas dentro de este; también, la carencia de un monitoreo, seguimiento y evaluación del proyecto, no permitió hacer las correcciones respectivas, tal fue el caso de introducción de especies forestales exóticas en la subcuenca.
- La carencia de actividades de manejo y mantenimiento de las plantaciones forestales del Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio inciden en el deficiente desarrollo de las mismas, indicador suficiente del bajo nivel de adopción de dicha práctica.
- El alto costo económico y de tiempo que requiere la implementación de las prácticas de conservación de suelos junto al sistema de tenencia de la tierra, propician bajos niveles de adopción de las mismas.
- Faltó impulsar de forma efectiva un programa de Educación ambiental en las comunidades participantes del proyecto.

6. RECOMENDACIONES

- Para asegurar la apropiación sostenible de tecnologías agrícolas y forestales en la parte alta de las cuencas, es necesario que los megaproyectos sean acompañados de sus respectivas políticas gubernamentales tanto referente a la tenencia actual de la tierra, como también, de un sistema de incentivos (pago por servicios ambientales) hacia las comunidades, involucrando a la vez, un plan de monitoreo permanente.
- La formulación y planificación de las actividades a realizarse dentro de los proyectos ambientales, es indispensable que partan de un diagnóstico participativo de las comunidades y de previas valoraciones de campo que permitan propiciar un mayor involucramiento de las comunidades e identificar tanto las acciones más convenientes a desarrollarse como también aquellos factores que pudieran incidir en el éxito del mismo.
- Para asegurar la apropiación de los proyectos ambientales, es imprescindible impulsar de forma sistemática y efectiva la Educación Ambiental en las comunidades beneficiarias.

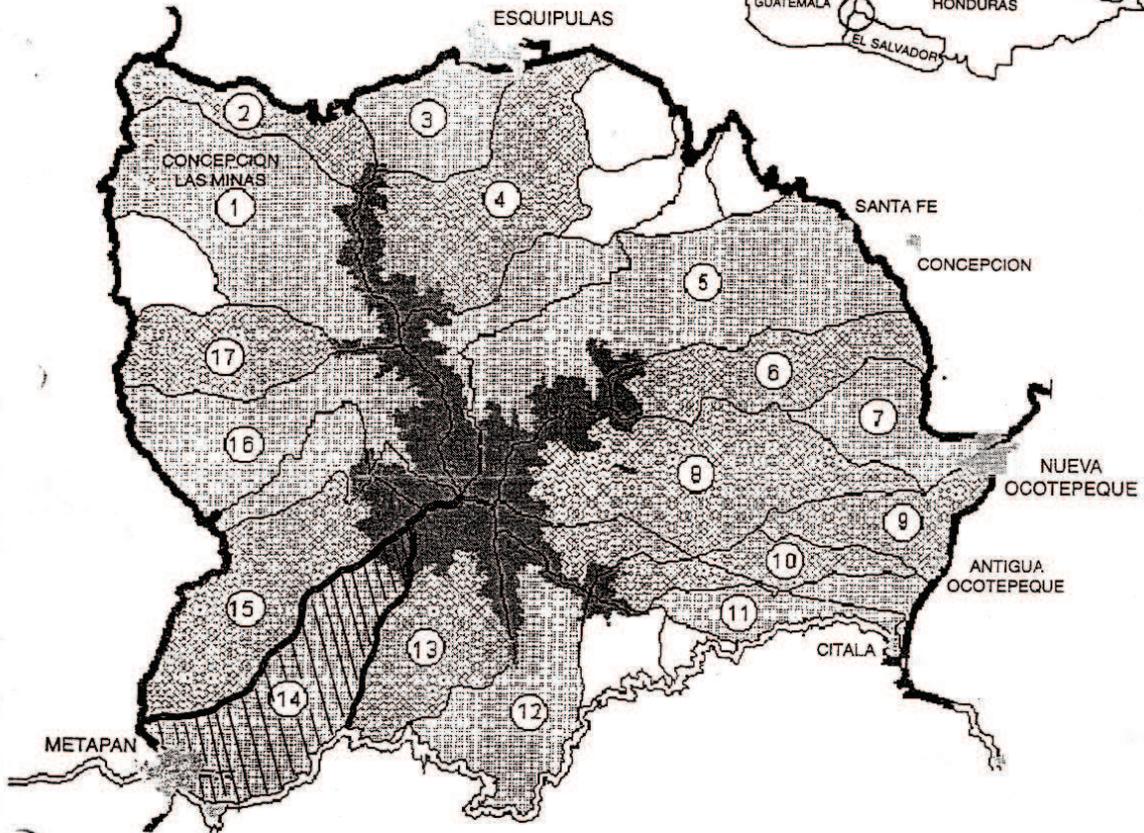
7. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- CASTRO, S. E. & LANDAVERDE, A. M. 2002. Planificación de obras de protección a las inundaciones del Río San José de la Ciudad de Metapán, Departamento de Santa Ana. Tesis de Licenciatura. Facultad Multidisciplinaria de Occidente. Universidad de El Salvador. 220p.
- GUZMAN, M. E. 1997. Agricultura y Medio Ambiente. Curso de Agricultura y Medio Ambiente. Universidad de El Salvador. San Salvador. 31p.
- _____. 1998. Incentivos Forestales. Curso de Agricultura y Medio Ambiente. Universidad de El Salvador. San Salvador. 145-157pp.
- HERNANDEZ, S. R., FERNANDEZ, C. C. Y BAPTISTA, L. P. 1991. Metodología de la Investigación. Editorial McGRAW-HILL. México. 505p.
- INSTITUTO DE RECURSOS MUNDIALES. 2002. Recursos Mundiales 2000- 2002. (<http://www.wri.wri.org/>)
- JIMENEZ, F. 2002. Manejo Integrado de cuencas Hidrográficas en el siglo XXI. (<http://www.catie.ac.cr/posgrado/cursos/manejodecuencas>)
- KAIMOWITZ, D. 2002. El Avance de la Agricultura sostenible en América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. www.clades.org/r10-art1.htm
- MAPA DE VEGETACION DE EL SALVADOR. 2000. <http://clearinghouse.cnr.gob.sv/metadatos/does/veget.htm>.
- MARTINEZ, G., MORALES, H., HERNANDEZ, S., HARVEY, C., CASTANEDA, L. & JUAREZ, M. 2000. La producción de carbón de *Eucalyptus camaldulensis* cultivado en sistemas agroforestales en Rosario de Mora, El Salvador. Agroforestería en las Américas. CATIE. 8-12 pp.
- MINISTERIO DE EDUCACION DE EL SALVADOR (MINED). 1995. Historia Natural y Ecología de El Salvador. Tomo I. editorial I Off set, S. a. de El Salvador. 365p.

- MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y RECURSOS NATURALES (MARN). 2000. Informe Nacional del Estado del Medio Ambiente, El Salvador. 41 pp.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG). CENTRO DE RECURSOS NATURALES. 1991. "Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio". San Salvador, El Salvador. 31p.
- MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (MAG) 2001. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Programa Ambiental de El Salvador (PAES). 30 pp.
- MORENO, R. A. 2002. Agricultura en Laderas. Problemas y Oportunidades. www.rimisp.cl/publicaciones/electronicas/encuentro/pub21
- NEBEL, B y WRIGHT, R. 1999. Ciencias Ambientales. (Ecología y Desarrollo). Sexta edición. Pearson Educación. México. 698p.
- ORGANIZACIÓN DE ESTADOS AMERICANOS (OEA) e INSTITUTO INTERAMERICANO DE COOPERACION PARA LA AGRICULTURA (IICA). 1988. Plan de Desarrollo Regional Fronterizo Trinacional Trifinio. Guatemala, el Salvador y Honduras. 203pp.
- RIVAS, M. A. 1999. Manejo y conservación de Suelos y Agua a Nivel de Finca. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de El Salvador. 35p.
- RIVERA, P. N. 2002. Introducción al Manejo de cuencas Hidrográficas y su Importancia. www.edyd.edu/humedalescostarica/manejodecuencas.
- SUAREZ, DE C. F. 1982. Conservación de suelos. Tercera edición. Segunda reimpresión. Instituto Interamericano de cooperación para la Agricultura. Costa Rica. 315p.
- USAID. 1999. Manejo de las Cuencas Hidrográficas para la reconstrucción después de los Huracanes y reducción de la Vulnerabilidad entre los desastres naturales. (<http://www.hurricane.info.usaid.gov/span>).

ANEXO. 1 MAPA DE UBICACIÓN DE LA SUBCUENCA DEL RIO SAN JOSE INGENIO.

LOCALIZACION DE AREA



SIGNOS CONVENCIONALES

- CENTRO POBLADO
- CARRETERA ASFALTADA
- CARRETERA DE TERRACERIA
- AREA NUCLEO COTA DE 1800 msnm
- LIMITE INTERNACIONAL
- LIMITE SUBCUENCA

- 1.- RIO GRANDE
- 2.- RIO PADRE MIGUEL
- 3.- RIO CHACALAPA
- 4.- RIO ATULAPA
- 5.- RIO SESECAPA
- 6.- RIO GUAJAJALA
- 7.- RIO SIMUAPA
- 8.- QUEBRADA AGUA CALIENTE
- 10.- RIO POLCHO
- 11.- RIO SUSHULA
- 12.- RIO SAN MIGUEL INGENIO
- 13.- RIO EL ROSARIO
- 14.- RIO SAN JOSE
- 15.- RIO CHIMALAPA
- 16.- RIO ANGIATU
- 17.- RIO LAS MINAS

LEYENDA

- DETALLE DE SUB-CUENCAS

PROYECTO PILOTO DE
DESARROLLO DE LA REGION DEL
TRIFINIO
CONVENIO ALA 88/14

EL SALVADOR - GUATEMALA - HONDURAS
COMUNIDAD EUROPEA

ZONIFICACION DEL AREA
DEL PROYECTO
POG 1998-1999

ESC. 1: 250,000

Anexo 2. Encuestas dirigida a productores participantes en las prácticas de reforestación del Proyecto Piloto De Desarrollo de la Región del Trifinio, Metapán.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR No_____

FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA

ESCUELA DE BIOLOGÍA

ENCUESTA DIRIGIDA A PRODUCTORES

Estimado productor, se le solicita de la manera más atenta su valiosa colaboración en el sentido de proporcionar la información necesaria que en la medida de lo posible requieren cada una de las preguntas que a continuación se le presentan.

OBJETIVO: Obtener información referente a las plantaciones forestales producto del Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio.

INDICACIÓN: Por favor conteste las siguientes preguntas.

I PARTE.

DATOS GENERALES

B- Lugar: _____

II PARTE.

1. ¿cuáles de las siguientes especies forestales sembró durante el proyecto en su finca?

_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Anexo 3. Encuesta dirigida a agricultores participantes en las prácticas de conservación de suelos del Proyecto Piloto de Desarrollo de la Región del Trifinio, Metapán.

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR No _____
FACULTAD DE CIENCIAS NATURALES Y MATEMÁTICA
ESCUELA DE BIOLOGÍA

ENCUESTA DIRIGIDA A PRODUCTORES

Estimado agricultor, se le solicita de la manera más atenta su valiosa colaboración en el sentido de proporcionar la información necesaria que en la medida de lo posible requieren cada una de las preguntas que a continuación se le presentan.

OBJETIVO: Obtener información sobre el nivel de adopción de las prácticas de y conservación del suelo como influencia del Proyecto de Desarrollo de la Región del Trifinio.

INDICACIÓN: Por favor Conteste las siguientes preguntas.

I PARTE.

DATOS GENERALES

A- Sexo:

Femenino Masculino

B- Lugar: _____

II PARTE.

1- ¿Se dedica a las labores agrícolas?

Si No A veces

2- ¿De qué tamaño es su parcela? _____ Manzanas

3- ¿Es propietario de la parcela?

Si No

4- ¿Qué prácticas de conservación de suelos realizó en su parcela durante el proyecto?

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| -Barreras muertas | <input type="checkbox"/> | -Cajuelas de absorción | <input type="checkbox"/> |
| -Barreras vivas | <input type="checkbox"/> | -Acequias de ladera | <input type="checkbox"/> |
| -Diques de retención | <input type="checkbox"/> | -Abono verde | <input type="checkbox"/> |
| -Carrileo de rastrojos | <input type="checkbox"/> | -No quema | <input type="checkbox"/> |
| -Terrazas de banco | <input type="checkbox"/> | -Surcos aboneros | <input type="checkbox"/> |

5- ¿Ha dado mantenimiento a las prácticas ejecutadas en el proyecto?

Siempre A veces Nunca

6. ¿En qué medida ha realizado prácticas de conservación de suelos después de finalizado el proyecto?

Siempre A veces Nunca

7- Si contesta Siempre o a veces, ¿qué lo motiva a realizarlas?

- | | |
|---|--------------------------|
| -Es necesario para evitar la erosión | <input type="checkbox"/> |
| -Mejora su producción agrícola | <input type="checkbox"/> |
| -Conoce las técnicas para hacerlo | <input type="checkbox"/> |
| -Obtiene algún tipo de compensación por hacerlo | <input type="checkbox"/> |

Otros: _____

8- ¿Qué inconvenientes enfrenta en la ejecución de dichas prácticas?

- | | | | |
|------------------------------------|--------------------------|-------------------|--------------------------|
| -Muy costosas | <input type="checkbox"/> | -Se pierde tiempo | <input type="checkbox"/> |
| -No son necesarias | <input type="checkbox"/> | -No son efectivas | <input type="checkbox"/> |
| -No hay reconocimiento por hacerlo | <input type="checkbox"/> | | |
| -No es propietario de la parcela | <input type="checkbox"/> | | |

Otros: _____

9- ¿Qué prácticas de conservación de suelos realiza o ha realizado posterior al proyecto?

- | | | | |
|------------------------|--------------------------|------------------------|--------------------------|
| -Barreras muertas | <input type="checkbox"/> | -Cajuelas de absorción | <input type="checkbox"/> |
| -Barreras vivas | <input type="checkbox"/> | -Acequias de ladera | <input type="checkbox"/> |
| -Diques de retención | <input type="checkbox"/> | -Abono verde | <input type="checkbox"/> |
| -Carrileo de rastrojos | <input type="checkbox"/> | -No quema | <input type="checkbox"/> |

-Terrazas de banco -Surcos aboneros
Otros: _____

10- Con base a la prácticas ejecutadas, ¿que área de cada una ha realizado?

-Barreras muertas: _____ Metros
-Barreras vivas: _____ Metros
-Diques de retención: _____ Metros cúbicos.
-Carrileo de rastrojos: _____ Manzanas.
-Terrazas de banco: _____ metros
-Cajuelas de absorción: _____ Metros
-Acequias de ladera _____ Metros
-Abono verde: _____ Manzanas.
-No quema: _____ Manzanas.
-Surco abonero: _____ Metros
Otros: _____

Anexo 4. Instrumentos para la recolección de información de campo referente al estado de las plantaciones forestales y prácticas de conservación de suelos en la subcuenca del Río San José Ingenio, Metapán, El Salvador

Finca No. _____ Lugar. _____
 Área de la finca. _____ Pendiente. _____ Profundidad del suelo. _____

Identificación de las especies forestales plantadas.

Especie presente	Densidad árboles/ha	Sistema de siembra

Estimación del diámetro a altura del pecho (DAP), altura comercial y total por especie.

Especie	No.	Diámetro a altura del pecho (DAP) (cm)	Altura comercial (m)	Altura total (m)	DAP promedio (cm)	Altura comercial promedio (m)	Altura total promedio (m)

Registro de prácticas de conservación de suelos desarrollados por los agricultores en la cuenca del Rio San José Ingenio, Metapán.

Finca No. _____ Nombre del productor. _____

Lugar. _____

Práctica	Area existente de la ejecutada en el Proyecto	Tipo de prácticas que desarrollan actualmente	Area ejecutada

Anexo 5. Plantaciones de “teca” *Tectona grandis* y “eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis* en la subcuenca del Rio San José Ingenio, Metapán, el Salvador.



5-A. Plantación de “eucalipto” *Eucalyptus camaldulensis*



5-B. Plantación de “teca” *Tectona grandis*

Anexo 6. Prácticas de conservación de suelos en la subcuenca del Rio San José Ingenio, Metapán, El Salvador.



6-A. dique de Retención semidestruído por actividad antropogénica



6-B. dique de Retención destruido por efecto de la escorrentía



3.JPG
6-C. Barrera Viva de Zacate Vetiver



4.JPG
6-D. Barrera de piedra existente del proyecto.



6-E. Carrileo de rastrojos realizados actualmente.