



“Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera”

Proyecto CEN TA - FAO
GCP/ELS/004/NET

EL SALVADOR

INFORME FINAL

Richard G. Barber
Especialista en Manejo de Tierras

**Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal
CEN TA**

**Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAO**

**San Andrés
Diciembre de 1996**



“Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera”
Proyecto CENTA - FAO
GCP/ELS/004/NET

EL SALVADOR

INFORME FINAL

Richard G. Barber
Especialista en Manejo de Tierras

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal
CENTA

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAO

San Andrés
Diciembre de 1996

INFORME FINAL

PAIS : **EL SALVADOR**
TITULO DEL PROYECTO : **Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera**
CODIGO DEL PROYECTO : **GCP\ELS\004\NET**
PERIODO : **Diciembre 1994 - Diciembre 1996**

POR

NOMBRE DE EXPERTO : **Sr. Richard G. Barber**
Especialista en Manejo de Tierras

PARA

OFICIAL TÉCNICO : **Sr. José Benites, AGLS**

A TRAVES DE

ASESOR TÉCNICO PRINCIPAL : **Sr. Jan van Wambeke**
SCPO : **Sr. Alves da Silva, TC03 - AG**

COPIAS

GCP\ELS\004\NET.10
GCP\ELS\004\NET.7 BARBER

1. INTRODUCCION.

1.1 El experto en "Manejo de Tierras," Richard G. Barber, trabajó dos años en el proyecto "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera, El Salvador" (GCP\ELS\004\NET). Los términos de referencia originales y una modificación hecha posteriormente con la aprobación del asesor técnico principal, se presentan en el Anexo 1.

1.2 El experto internacional sólo tuvo un contraparte por algunos períodos durante los dos años. El Ing. Balmore trabajó como contraparte durante el período Abril 1995 hasta Diciembre 1995, y después pasó a ser el experto nacional en Manejo de Tierras. Otro contraparte, el Ing. Oscar Hernández, fue contratado por el CENTA en Julio 1996, pero después de 6 semanas se retiró del CENTA por razones personales.

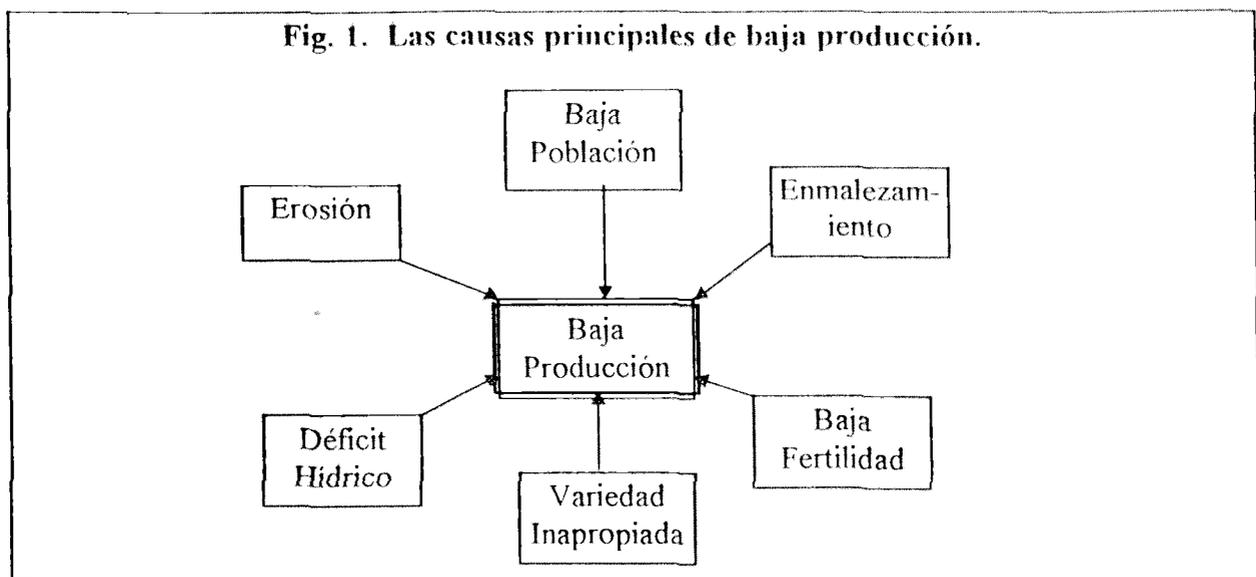
2. ACTIVIDADES DE CAMPO

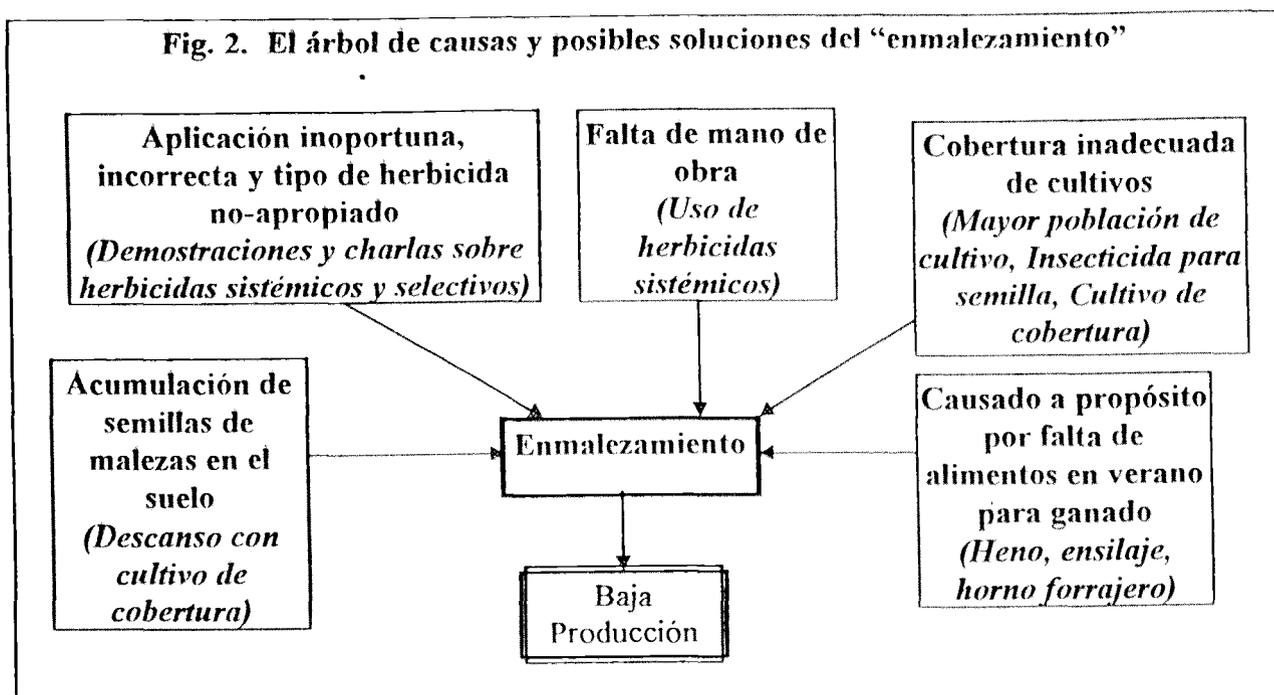
2.1. Identificación de los problemas relacionados con el manejo de tierras.

Los problemas fueron identificados por medio de observaciones y estudios del campo, discusiones con productores, técnicos de ONG's, extensionistas e investigadores del CENTA, y en base a información generada de los diagnósticos participativos. Los tres problemas principales identificados fueron la *baja producción*, *bajas ganancias* y *tenencia de la tierra*. Para los primeros dos problemas principales, baja producción y bajas ganancias, se han identificado las causas principales, y luego para cada causa principal se han elaborado "árboles de causas" con sus "posibles soluciones" (presentadas en itálicas en paréntesis). Las interrelaciones entre las causas se representan como las ramas de un árbol, y así muchas causas son los efectos de otras causas.

2.1.1. Las causas y posibles soluciones a la "baja producción"

i) Las causas principales de la "baja producción" son el enmalezamiento, la baja fertilidad de los suelos, el déficit hídrico, la baja población del cultivo, variedades inapropiadas y erosión hídrica (Fig. 1).





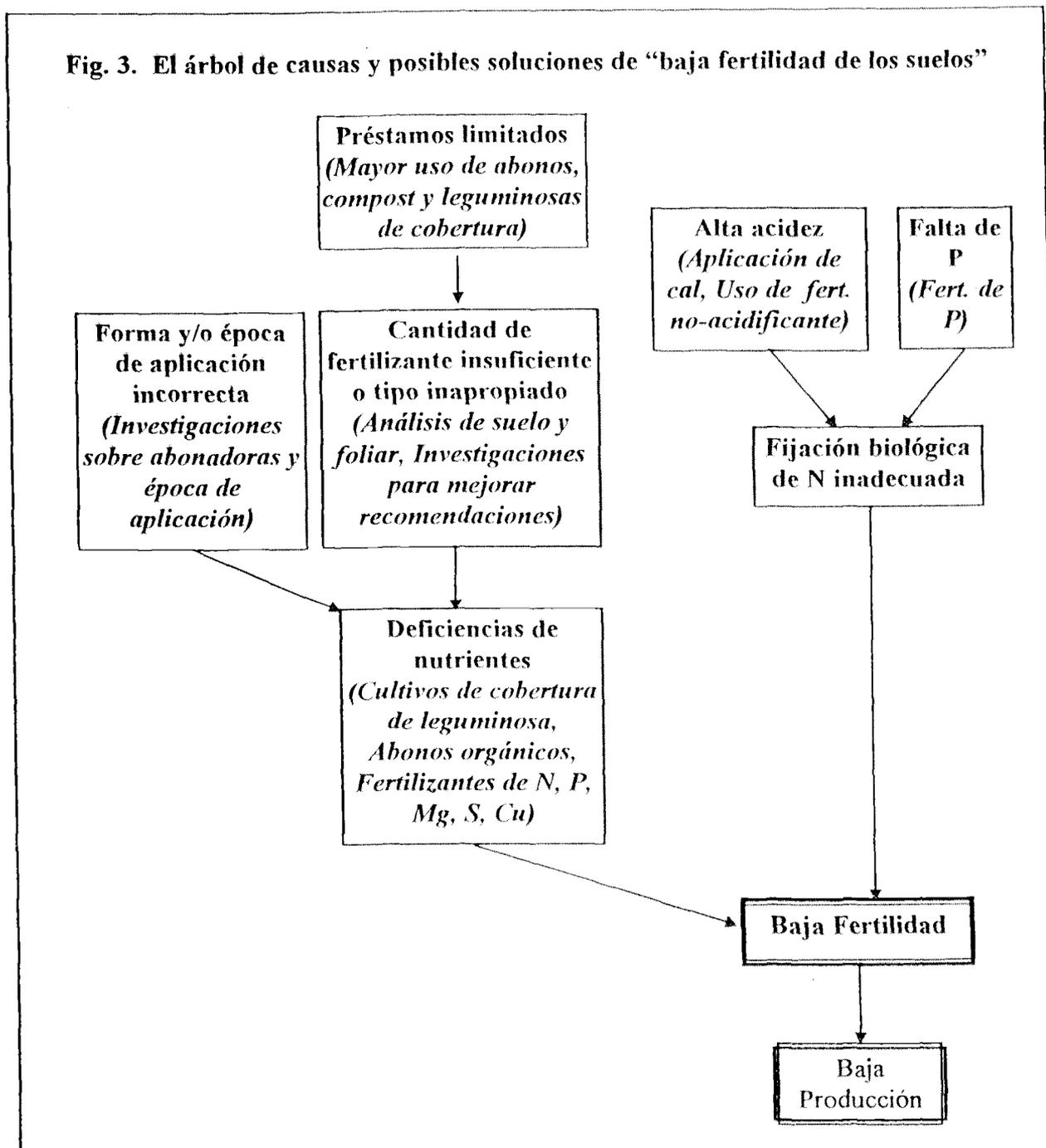
ii) En cuanto al enmalezamiento (Fig. 2), las causas más importantes son:-

- 1) la falta de control de las malezas durante los primeros 30-35 días después de la siembra de los granos básicos, que es el periodo más crítico en cuanto al efecto de malezas sobre el rendimiento del grano,
- 2) el uso común de herbicidas pre-siembra de contacto, como Paraquat, en lugar de herbicidas sistémicos como Glifosato que es más barato y más eficaz que el Paraquat, pero requiere capacitación sobre como aplicarlo para maximizar su eficacia,
- 3) falta de uso de herbicidas selectivos para controlar las gramíneas en el maíz debido a la poca disponibilidad y su alto costo,
- 4) una densidad baja de los cultivos (Ver Fig. 5),
- 5) que el productor deja crecer las malezas a propósito para ser pastoreadas por el ganado después de la cosecha del grano. Esta práctica es más común en Morazán donde la falta de alimentos para el ganado en la época seca es más seria. Se esperaría que al dejar crecer las malezas resultaría en grandes reducciones del rendimiento de maíz.

iii) En cuanto a “Baja fertilidad del suelo” (Fig. 3) las causas más importantes son:-

- 1) fertilización insuficiente de nitrógeno para lograr el rendimiento potencial de la variedad o híbrido. Por ejemplo, muchos productores aplican sólo 2 qq fórmula (16:20:0) y 2 qq de sulfato de amonio que es sólo suficiente para obtener un rendimiento de 2.3 t/ha con el híbrido H5; esta cantidad es sólo 60 % de la cantidad de nitrógeno recomendada por el CENTA para dar un rendimiento hasta 4 t/ha. Por lo general, aplican suficiente fósforo en 2 qq de fórmula (16:20:0) para satisfacer las demandas del H5 hasta 3 t/ha, pero no para rendimientos más altos. Este asunto se trata con más detalle en las Recomendaciones (5.2.3.).

Fig. 3. El árbol de causas y posibles soluciones de “baja fertilidad de los suelos”



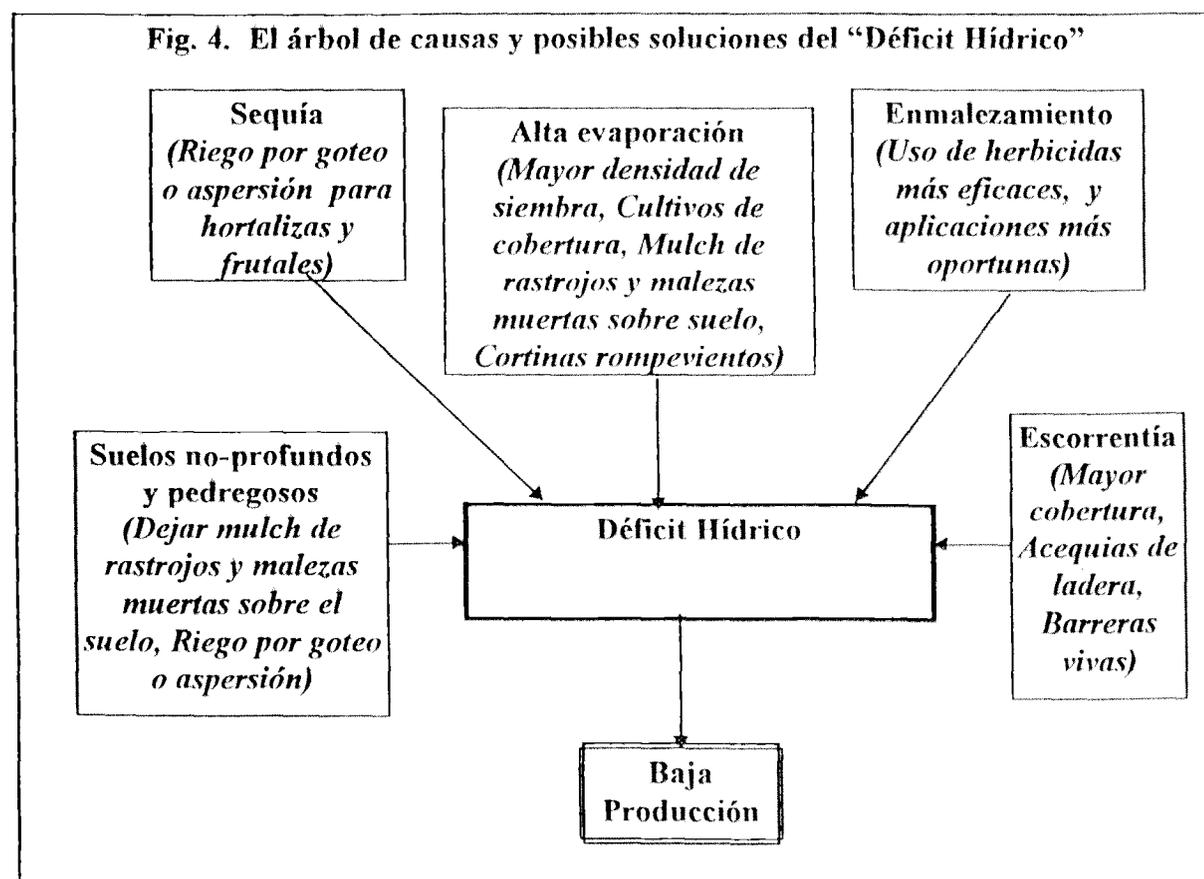
2) Deficiencias de Mg, S, y Cu que se presentan en algunos suelos. Se trata este problema en más detalle en Anexo 2.

3) Incorrecta aplicación de fertilizantes porque los aplican a la superficie y la erosión se lleva el fertilizante, aún unos 20-30 cm, podría reducir bastante su eficiencia.

No se hallaron problemas de acidez en los suelos debido a toxicidades de aluminio o manganeso a pesar de los bajos valores de pH, sin embargo es posible que problemas de aluminio y/o manganeso podrían surgir con las altas aplicaciones de fertilizantes solubles.

iv) En cuanto al “Déficit Hídrico” (Fig. 4) las causas más importantes son:-

- 1) La sequía, llamada la canícula, que se presenta más fuertemente en la zona de Jocoro durante los meses de Julio-Agosto, lo que coincide con la época de floración del maíz de primera (sembrado en Mayo/Junio). Esta es la época más sensible del maíz al déficit hídrico.
- 2) Enmalezamiento que resultaría en competencia con el maíz para humedad (Ver Fig. 2),
- 3) Suelos no-profundos y pedregosos que acentúan los problemas del déficit hídrico debido a su reducida capacidad de retención de humedad disponible.

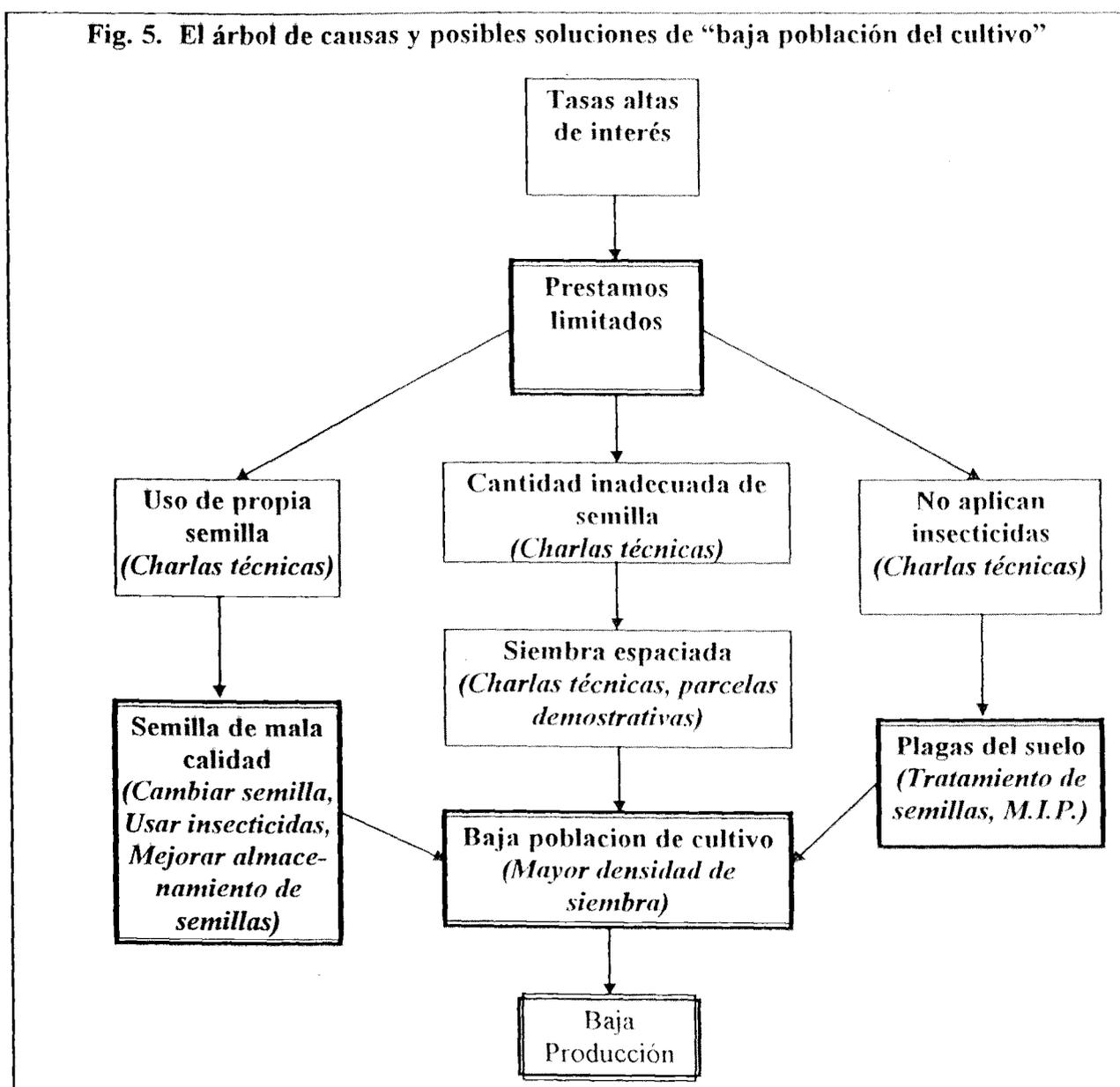


v) La “baja población del cultivo” es quizás el factor más importante en cuanto a las bajas producciones. Datos de un estudio de Argueta (1996b) mostraron poblaciones de maíz muy bajas, 11,900-33,300 plantas/ha, en las cuatro agencias de Morazán (Cuadro 1). Estas poblaciones fueron sólo 20-60 % de la población recomendada por el CENTA de 50,000 plantas/ha. Además, se encontró en esta encuesta que todas las parcelas fueron sembradas con la semilla propia del productor, mayormente semilla de la tercera generación o más, de un híbrido.

Cuadro 1. Poblaciones de maíz de primera, Morazán, 1996, (Argueta, 1996b)

Agencia	Población de Maíz (pl/ha)				
	Número	Rango	Población promedio	Desviación estándar	c.v. %
Jocoro	24	11,900-33,300	19,600	5,760	29
Gotera	25	11,100-28,600	19,600	4,910	25
Osicala	25	10,000-33,300	21,000	5,600	27
Jocoaitique	7	15,900-28,600	23,100	3,820	16

Fig. 5. El árbol de causas y posibles soluciones de “baja población del cultivo”



vi) Las causas principales de la baja población del cultivo (Fig. 5) son:-

- 1) uso de semilla de mala calidad debido mayormente al uso de semilla propia del productor, o porque la calidad de semilla vendida por los agroservicios a veces no es buena. El Proyecto ha tenido varias malas experiencias con la compra de semilla de los agroservicios,
- 2) presencia de plagas del suelo al no tratar la semilla con insecticidas,
- 3) falta de conocimiento de las densidades óptimas de siembra. Según las recomendaciones del CENTA no existen diferencias en las densidades de siembra del maíz para diferentes zonas agroecológicas. Para la zona de Jocoro donde la canícula es más grave, se esperaría una menor densidad de siembra recomendada. No se saben si las bajas poblaciones sembradas por los agricultores constituyen una práctica prudente para asegurarse de una cosecha aún en los años cuando la canícula es lo más grave.

vii) El problema de erosión hídrica no es un problema de gran extensión en el área del proyecto porque sólo hay cultivos anuales en un 10-20 % del área. Entonces el problema es localizado. Además muchos agricultores no queman los rastrojos, y a pesar de pastorear o cortar los rastrojos del cultivo de segunda, quedan rastrojos que contribuyen hasta cierto grado en reducir la magnitud de la erosión. Las causas más importantes de la erosión hídrica (Fig. 6) son:-

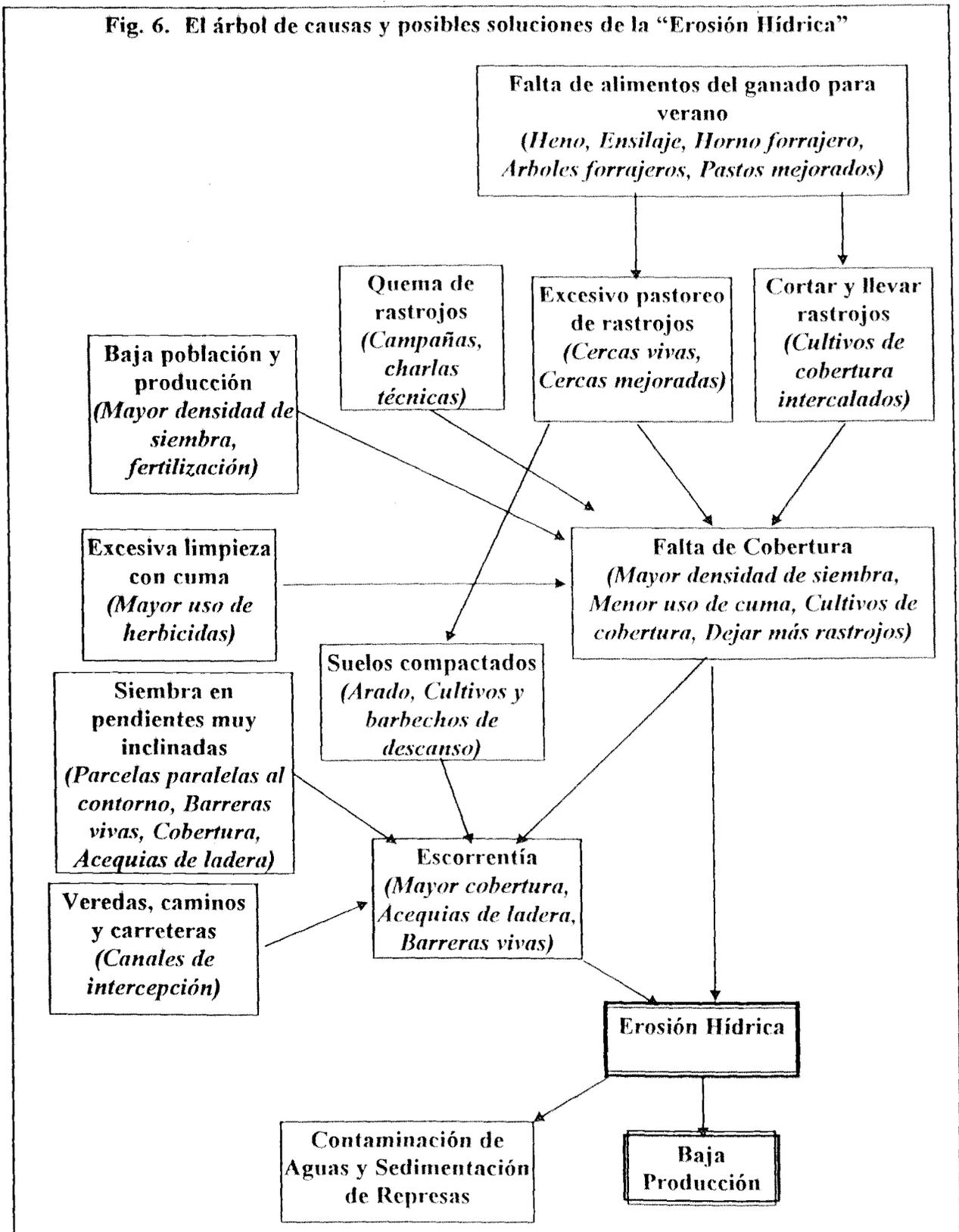
- 1) la falta de una cobertura adecuada de rastrojos de cultivos y malezas sobre, y en contacto con, el suelo constituye la causa más importante, y puede ser causada por excesivo pastoreo, la quema de rastrojos, o porque los cortan y llevan para dar como alimento a su ganado. La práctica de cortar y llevar los rastrojos del cultivo de segunda, que es la práctica que resulta en la menor cobertura, es más común en Jocoro donde la escasez de alimentos en la época seca es más grave.
- 2) el cultivo en pendientes muy inclinadas, mayores de 50%, puede resultar en excesiva escorrentía que es otra causa importante de la erosión hídrica.
- 3) los suelos no-profundos o muy pedregosos pueden provocar escorrentía cuando hay tormentas que exceden la capacidad del suelo para almacenar el agua.
- 3) la escorrentía de veredas, caminos y carreteras constituye otra causa de erosión que puede tener un impacto grande pero localizado.

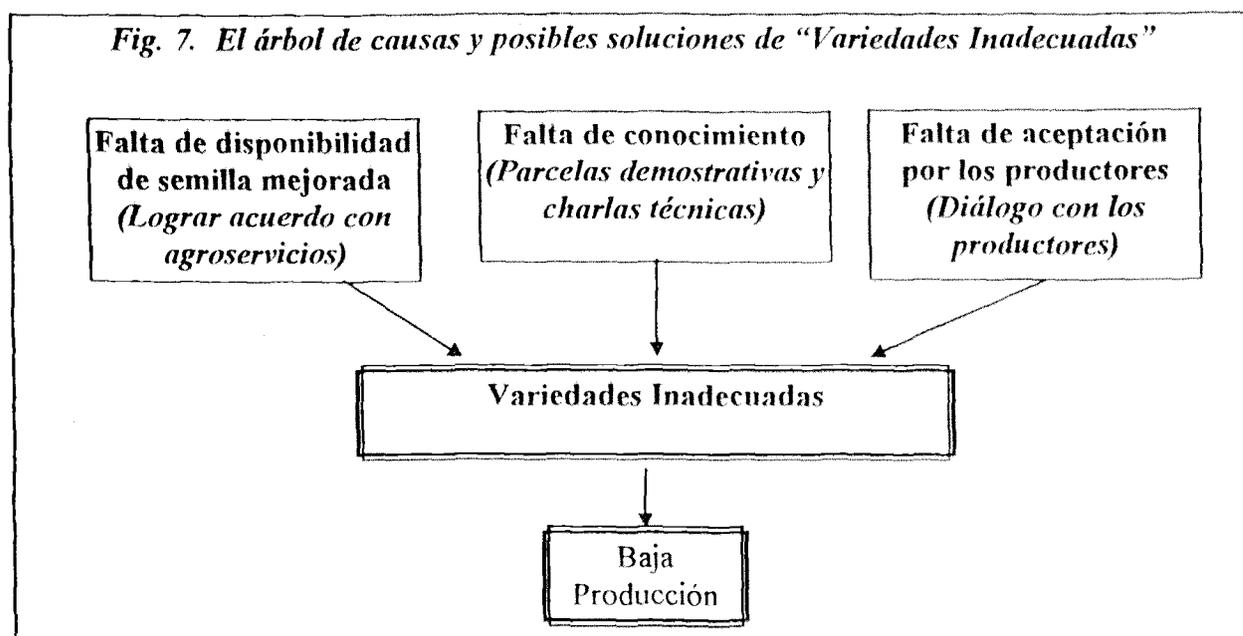
viii) El poco uso de las variedades mejoradas e híbridos por los productores en el área del proyecto llama la atención y es otra causa importante de las bajas producciones. En un estudio realizado por Argueta (1996a), ninguno de los 81 productores elegidos al azar en los municipios de Jocoro, Gotera, Osicala y Jocoaitique utilizaban variedades mejoradas o híbridos. El rendimiento potencial de las variedades Criollas es cerca a 1.5 t/ha y de las variedades antiguas es cerca de 3 t/ha, mientras que los híbridos tienen un potencial de 5-8 t/ha.

Las causas más importantes del uso de "variedades inadecuadas" (Fig. 7) son:-

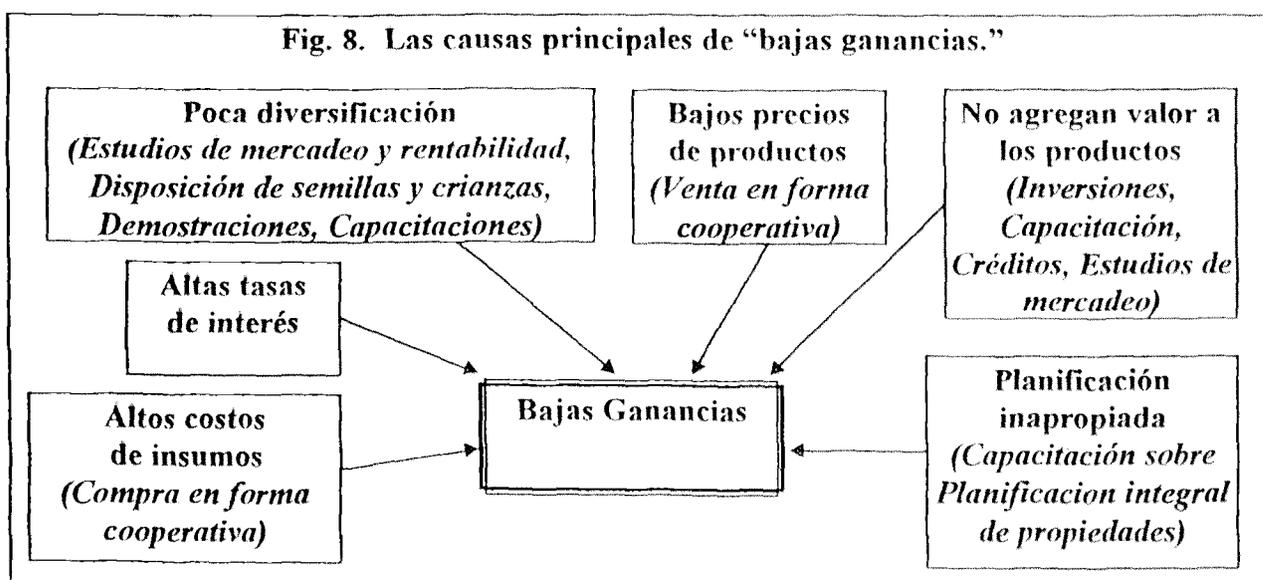
- 1) falta de conocimiento por los productores,
- 2) falta de disponibilidad de semillas mejoradas.
- 3) falta de aceptación por los productores.

Fig. 6. El árbol de causas y posibles soluciones de la "Erosión Hídrica"





2.1.2. Las causas y posibles soluciones de "bajas ganancias"

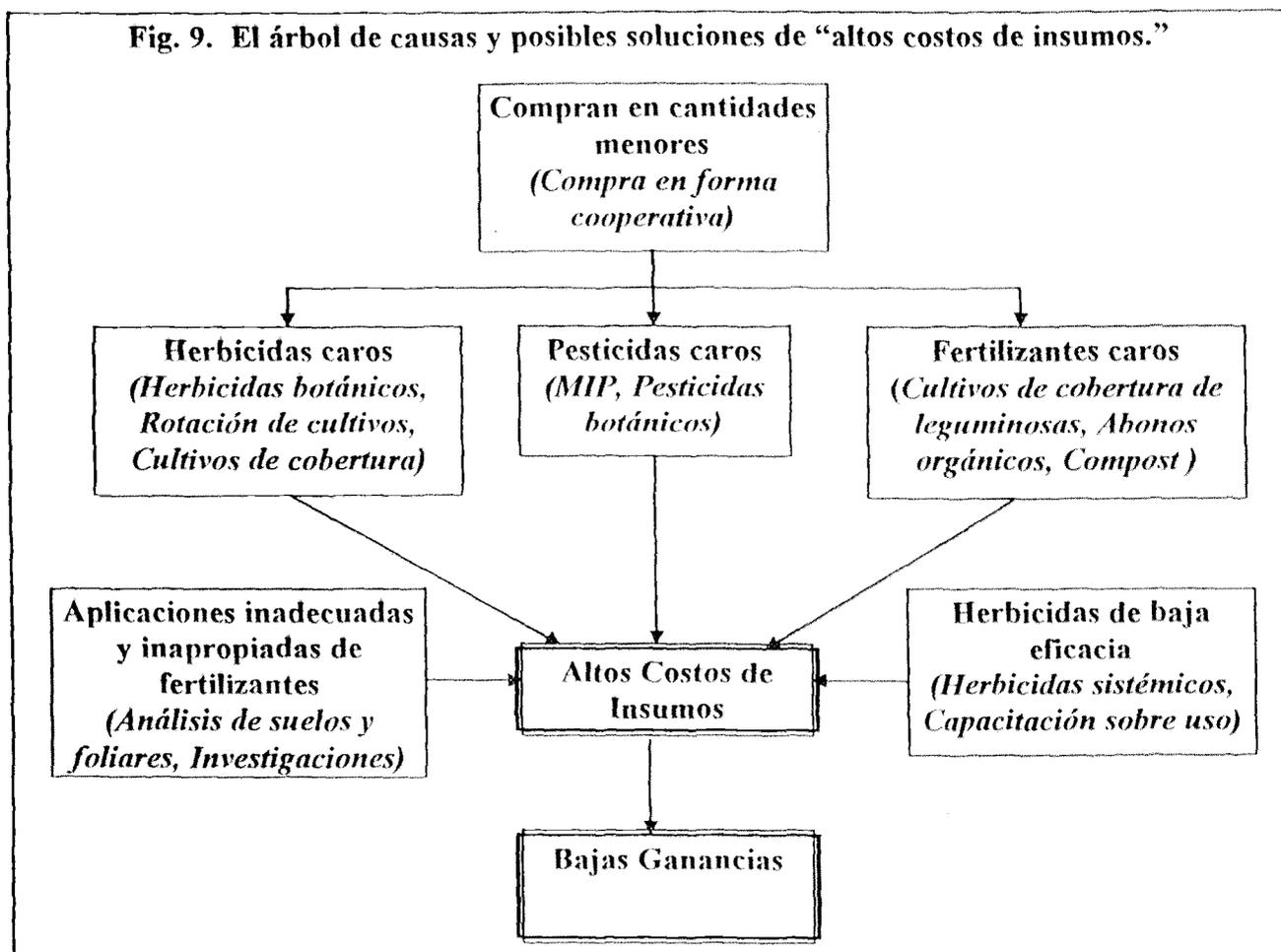


i) Las causas principales de las "bajas ganancias" (Fig. 8) son altos costos de los insumos, bajos precios de los productos, altas tasas de interés, poca diversificación, planificación inapropiada de la propiedad, y que no agregan valor a los productos. Se presentan los árboles de causas de sólo "altos costos de insumos," "planificación inapropiada" y "poca diversificación" que están más relacionadas al manejo de tierras.

ii) Las causas más importantes de los "altos costos de insumos" (Fig. 9) son:-

- 1) fertilizantes caros y la falta de conocimiento sobre aplicaciones económicamente óptimas. En cuanto cambia el precio de los fertilizantes, la dosis económica óptima debería cambiar.
- 2) herbicidas y pesticidas caros debido en parte a la compra de estos químicos en forma individual y en cantidades pequeñas, y el poco uso de pesticidas orgánicos.

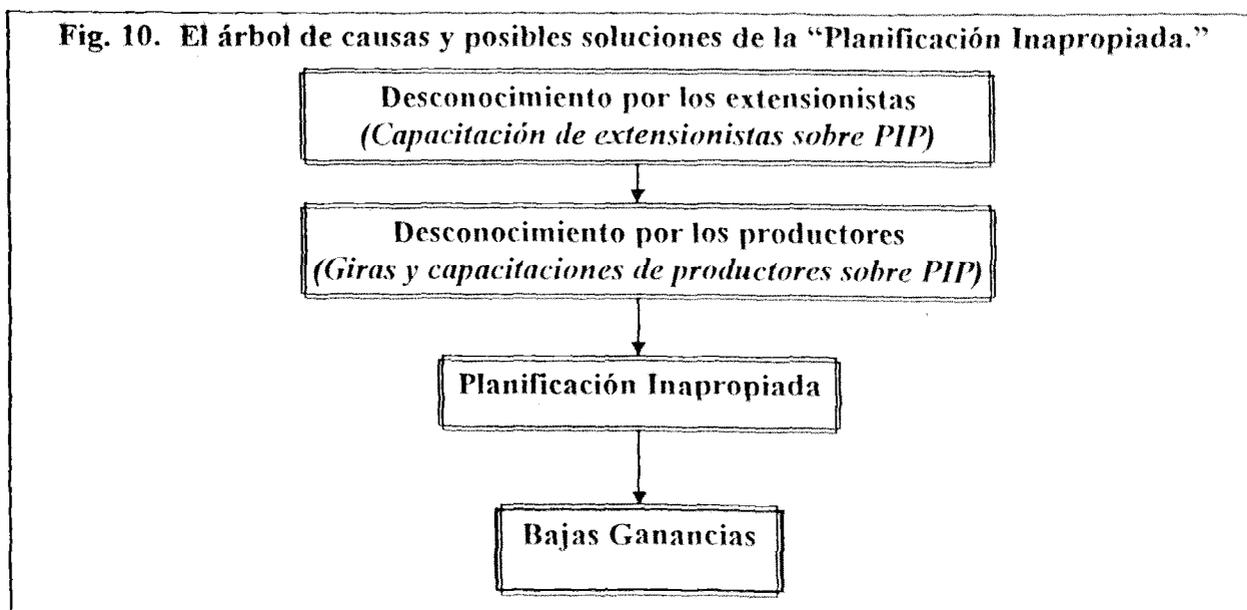
Fig. 9. El árbol de causas y posibles soluciones de “altos costos de insumos.”



iii) Las causas de la “planificación inadecuada” (Fig. 10) son:-

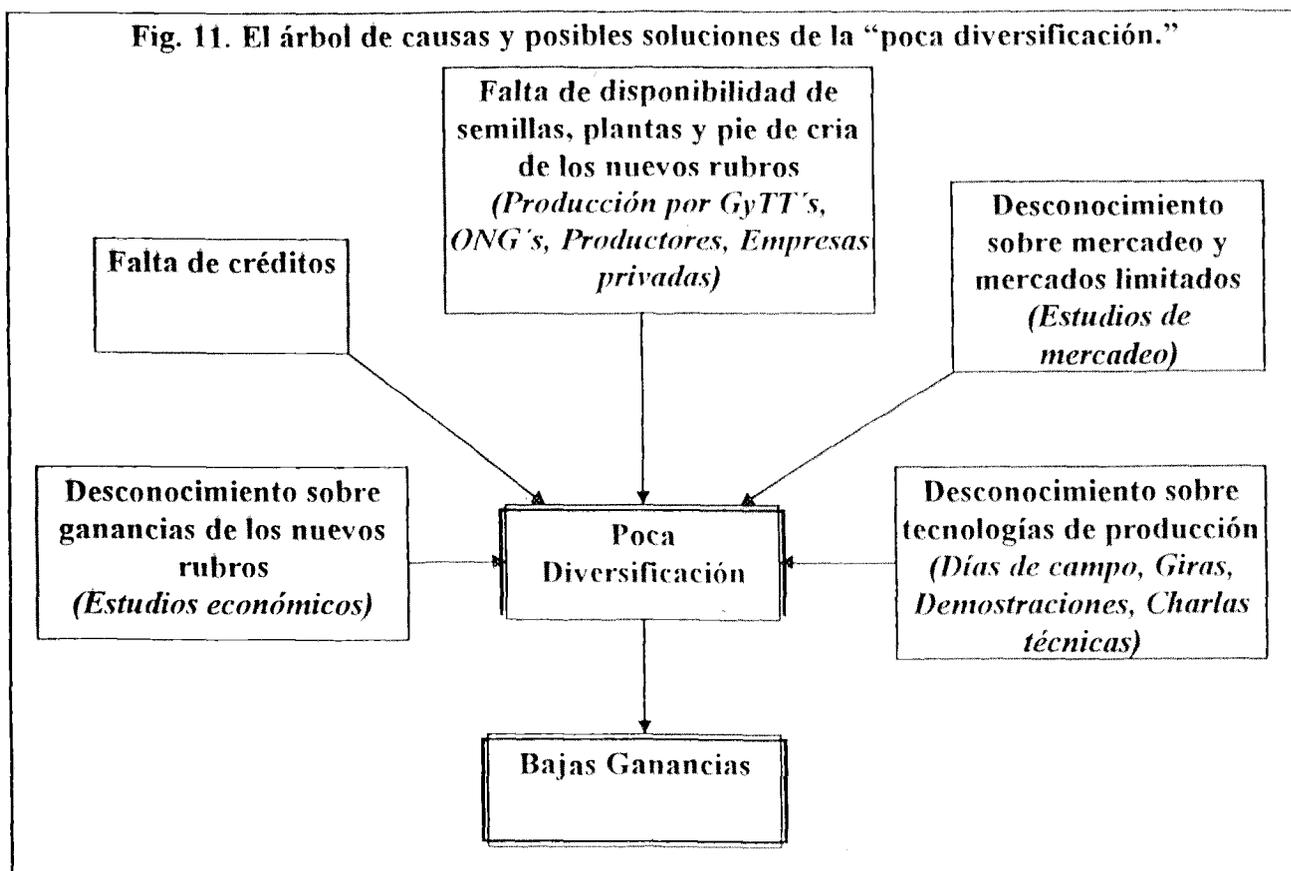
- 1) la falta de conocimiento por los productores y extensionistas sobre “la planificación integral de propiedades” (PIP).

Fig. 10. El árbol de causas y posibles soluciones de la “Planificación Inadecuada.”



iv) La “poca diversificación” es probablemente el factor más responsable por las bajas ganancias de los productores. Las causas más importantes de la poca diversificación (Fig. 11) son:-

- 1) falta de conocimiento sobre posibles mercados y ganancias para nuevos rubros,
- 2) falta de conocimiento por los productores sobre las tecnologías de producción de los nuevos rubros,
- 3) falta de disponibilidad de semillas, plantas y pie de cría para los nuevos rubros,
- 4) falta de créditos.



2.2. Estudio sobre las Deficiencias Nutricionales de los Suelos

2.2.1. Introducción

La presencia de deficiencias y/o desequilibrios nutricionales en los suelos puede causar una baja fertilidad y por consiguiente una baja producción y cobertura protectora del suelo. Esto podría provocar mayores riesgos de erosión, y por lo tanto una menor producción. Debido a la falta de datos de fertilidad de suelos se llevó a cabo un estudio para identificar las deficiencias y/o desequilibrios de los nutrientes, su severidad y distribución por medio del análisis de muestras de suelos y foliares. Estos resultados constituirán el primer paso para mejorar las recomendaciones de fertilización a menores costos. Una descripción detallada de la metodología está presentada en el protocolo del estudio titulado “Identificación de las

incidencias de deficiencias de nutrientes en el área del proyecto con énfasis en N, P, K, Ca, Mg y S." Un informe preliminar de los resultados se presenta en el Anexo 2.

2.2.2. Responsables

El experto internacional fue responsable de organizar y supervisar esta actividad. Los extensionistas de las once agencias fueron responsables del muestreo de suelos y de hojas de maíz de 10 parcelas cada uno, y la Lic. Sonia Bonilla de Alegria del Laboratorio de Suelos y la Lic. Miriam Haydeé de Amaya del Laboratorio de Química Agrícola para los análisis de las muestras de suelo y foliar, respectivamente. Quisiera mencionar que los dos laboratorios nos han brindado una cooperación excelente.

2.2.3. Problemas

Debido a varios factores, el muestreo y análisis de suelos y foliar no fue completado en 1996, y aunque ya están listos los datos de 541 muestras, muchas de ellas sólo tienen análisis de suelo o foliar que no permiten una interpretación completa.

Además, debido a la falta de muestras estándares para todos los elementos en el Laboratorio de Suelos, y el Laboratorio de Química Agrícola, existen dudas sobre la precisión de algunos de los datos analíticos. En particular, una discrepancia aparente en los análisis de Ca y Mg entre los dos laboratorios. A menudo los valores de Ca y Mg intercambiables son altos según el análisis de suelo pero bajos, según el análisis foliar. Las razones para este desacuerdo no son evidentes.

Otro problema fue la baja confiabilidad en los análisis de los elementos menores debido a la baja eficiencia de las lámparas viejas del espectrofotómetro de absorción atómica que los dos laboratorios utilizan.

Ninguno de los dos laboratorios tiene un chequeo interno para monitorear la reproducibilidad de sus análisis.

2.2.4. Resultados

Los análisis indicaron que los nutrientes N y P son los elementos más deficientes y más difundidos en el área del proyecto. Sin embargo la aplicación de las cantidades mínimas de fertilizantes aplicadas por los productores, 2 qq de fórmula (16:20:0) y 2 qq de sulfato de amonio, dan en general cantidades adecuadas de N y P para sus bajos niveles actuales de producción. Por lo tanto, se encontraron pocos ejemplos de deficiencias de N o P en los análisis foliares de maíz. Sin embargo, para lograr mayores rendimientos se tendrían que aplicar cantidades mayores de fertilizantes.¹

Otras deficiencias nutricionales encontradas para un número menor de suelos fueron Mg, debido al desequilibrio entre Ca y Mg intercambiable; S a pesar de la práctica normal de aplicar sulfato de amonio, y Cu, especialmente en suelos con altos contenidos de materia orgánica.

No se encontraron toxicidades de Al ni Mn a pesar de los bajos valores de pH, pero los niveles de Mn fueron altos en algunos suelos, y posiblemente podrían llegar a ser perjudiciales donde se aplican grandes cantidades de fertilizantes debido al mayor incremento en la concentración relativa de Mn cuando la concentración electrolítica de la solución del suelo aumenta. También en suelos propensos a condiciones de drenaje deficiente los niveles de Mn⁺⁺ podrían aumentar mucho.

¹ Muchas veces esto implicaría un cambio de la variedad.

Entonces, por lo general los productores están superando las deficiencias de N y P con la aplicación de fertilizantes. Sin embargo, ellos no conocen qué son las aplicaciones económicas óptimas, y no aplican fertilizantes para superar problemas de deficiencias de Mg o Cu. La mayoría aplican sulfato de amonio, y así evitan las deficiencias de S. En general parece que la fertilidad de los suelos no es el problema principal que causa los bajos niveles de producción.

2.2.5. Discusión

Puesto que los datos son incompletos, la interpretación podría cambiar una vez que toda la información esté disponible. Además, es importante chequear, y mejorar si es necesario, la precisión y reproducibilidad de los datos analíticos de los dos laboratorios.

Para confirmar las deficiencias de Mg, S y Cu indicadas en base a los análisis es necesario llevar a cabo pruebas en el campo para corroborar que hay respuestas a la aplicación de los nutrientes faltantes, y que las respuestas son rentables.

2.3. Estudio Sobre la Fertilización de Cultivos

2.3.1. Introducción

La fertilización adecuada de los cultivos juega un rol muy importante, siendo una de las soluciones para aumentar la producción por medio de mejoras en la fertilidad de los suelos (Fig. 3), y aumentos en la cobertura de los suelos para reducir riesgos de erosión (Fig. 6). Sin embargo, los fertilizantes contribuyen en gran parte a las bajas ganancias debido a sus altos costos (Fig. 9).

2.3.2. Responsables

El encargado de hacer recomendaciones sobre la fertilización de suelos, el Ing. Nelson Velásquez del Laboratorio de Suelos, está haciendo un buen trabajo bajo condiciones difíciles, porque no existen los datos necesarios para poder dar las mejores recomendaciones.

2.3.3. Problemas Para Hacer Recomendaciones De Fertilización

i) No existen curvas de respuesta para las variedades e híbridos nuevos en diferentes suelos y zonas agroecológicas, lo que dificulta hacer recomendaciones de fertilización. Además, no se puede calcular las dosis económicas óptimas. Desde 1994 hasta 1995 los precios del sulfato de amonio y la urea aumentaron en un 118 y 53% respectivamente, y se esperaría que las recomendaciones económicas óptimas también cambiarían, pero sólo es posible hacer eso si hay curvas de respuesta para los nutrientes.

Debido a este problema se hacen las recomendaciones de fertilización nitrogenada sólo en base a los requisitos de la planta de maíz con un rendimiento esperado de tantas t/ha de grano. Este método no toma en cuenta la cantidad de N aportado por los suelos, y puesto que la mayoría de los suelos tienen valores medianos hasta altos de materia orgánica, es probable que contienen niveles sustanciales de N disponible. Entonces, este método podría sobreestimar los requisitos de N y dar recomendaciones mayores que los niveles económicos óptimos. Pero este método tampoco toma en cuenta las pérdidas de N del suelo por lixiviación, volatilización y otros procesos que compensarían hasta cierto punto el no tomar en cuenta la cantidad de N liberado por el suelo.

ii) El análisis de suelos sirve para identificar cuales suelos son deficientes en P (con menos de 13 ppm extraído con la solución Mehlich I). Pero, puesto que no hay curvas de respuesta al P para los nuevos híbridos y variedades de maíz en diferentes suelos, las recomendaciones de

fertilización con P están basadas en los requisitos de P para toda la planta y un rendimiento esperado de tantas t/ha. Luego, el laboratorio incrementa las recomendaciones para que queden 23 ppm en lugar de 13 ppm de P en el suelo, lo que consideran como un nivel más óptimo de suficiencia. Para calcular la cantidad adicional de P para llegar a 23 ppm, asumen que 1 ppm de P aplicada va a resultar en un incremento de una ppm de P extraíble.² Entonces, si el nivel inicial de P en el suelo es 10 ppm, la recomendación será la cantidad de P requerida para toda la planta para dar, p.e. 3 t/ha, más el equivalente de 13 ppm para aumentar el contenido de P en el suelo hasta 23 ppm.³ Para mantener el nivel de P a 23 ppm, sería una buena práctica, pero sólo requeriría una aplicación adicional de P en el primer año. Luego, en los siguientes años sería necesario aplicar sólo la cantidad de P que requiere el cultivo. Después de unos 3 años se debería volver a analizar el suelo otra vez para chequear que han mantenido el nivel deseado de P en el suelo. Pero la mayoría de los productores aplican la misma cantidad de fertilizante recomendada cada año sin volver a analizar sus suelos cada 3 años. Entonces, en el ejemplo citado, el productor aplicaría una cantidad excesiva de 28 kg P/ha, ó 64 kg P₂O₅/ha cada año a sus cultivos.⁴ Esto no es aconsejable dada la necesidad de reducir al mínimo los costos de los fertilizantes (Fig. 9).

iii) La gran mayoría de los suelos tienen pH entre 5.8 y 4.4, pero los valores de saturación de la CICE⁵ con Al no sobrepasan los 26 % y la mayoría no sobrepasan el 12%, y entonces no llegan a niveles tóxicos para el maíz y sorgo. El frijol podría ser afectado en un número reducido de suelos con saturaciones de la CICE arriba del 15%. Tampoco hay evidencia de toxicidades debido al Mn (ver anexo 2). Entonces no hay necesidad de recomendar el encalado para contrarrestar los efectos tóxicos del Al y Mn. Pero, el Laboratorio de Suelos aconseja la aplicación de cal o cal dolomítica a los suelos con pH menor de 5.5 para contrarrestar el efecto acidificante de los fertilizantes, lo que es una buena práctica. La aplicación de cal, y preferentemente de cal dolomítica,⁶ a suelos con pH menor que 5.0 podría mejorar los rendimientos y/o procesos microbiológicos como nitrificación y la fijación biológica de nitrógeno. Pero no hay evidencia en el área del proyecto que el encalado da incrementos significativos en los rendimientos y que es rentable.

iv) El estudio sobre deficiencias de nutrientes (Ver Anexo 2) ha indicado que las deficiencias más comunes son de N, P, Mg, Cu y S. Por otra parte, el análisis rutinario, que forma la base para hacer recomendaciones sobre fertilizantes, consta de los análisis de textura (por tacto), pH, materia orgánica, K y P. Entonces el análisis rutinario sólo puede indicar si hay deficiencias de uno de los cinco nutrientes más comunmente deficientes, es decir P, y no da ninguna información sobre la presencia de deficiencias de N, Mg, S o Cu. Rara vez se encuentran deficiencias de K en los suelos de El Salvador, y no hay evidencia todavía en el área del proyecto que los suelos con bajos valores de pH se benefician de la aplicación de cal.

²Esta suposición es demasiado baja; la aplicación de 1 ppm de P como fertilizante resultaría en un incremento de mucho menos que 1 ppm de P extraíble del suelo.

³Puesto que los productores normalmente no aplican fertilizantes al siguiente cultivo de relevo, deberían aplicar suficiente P al maíz para satisfacer las demandas tanto del maíz como del sorgo o otro cultivo de segunda.

⁴Si la recomendación no ha considerado los requisitos de P para un cultivo de relevo como el sorgo, esta aplicación sería menos excesiva puesto que el cultivo del sorgo que rinde 2 t/ha utilizaría unos 20 kg P₂O₅/ha.

⁵Capacidad de intercambio catiónico efectiva.

⁶La cal dolomítica evitará un desbalance entre Ca/Mg que podría causar deficiencias inducidas de Mg.

Esto plantea la cuestión si el análisis rutinario, en su forma actual, es muy útil para los suelos del área del proyecto?⁷ Para obtener evidencia de deficiencias de Mg, sería necesario determinar las concentraciones de Ca y Mg, porque es el desequilibrio entre Ca y Mg lo que es la causa principal de las deficiencias de Mg (Ver Anexo 2). El análisis de S en suelos no es muy fácil⁸, y en general el análisis de Cu en suelos no es buen indicador de su disponibilidad.

2.4. Estudios Sobre la Cobertura y los Rastrojos Para Reducir los Riesgos de Erosión

2.4.1. Introducción

Dentro del área del proyecto hay ocho sistemas importantes de los cultivos anuales y los productores manejan los rastrojos de los cultivos en formas diferentes, algunos queman los rastrojos, otros los dejan en la parcela, muchos los pastorean, y algunos los cortan y llevan para su ganado. Entonces la cantidad de los rastrojos que queda sobre el suelo varía bastante, y a veces la cantidad es adecuada para proteger el suelo contra la erosión en pendientes de hasta 50%, sin la necesidad de construir las obras físicas.⁹ No obstante, se esperaría que la cantidad de rastrojos requerida para controlar la erosión variaría con la pendiente, el tipo de suelo y otros factores. Se hicieron dos estudios de campo en el departamento de Morazán: - 1) determinar la relación entre el porcentaje de cobertura de los rastrojos en la época de postrera y los riesgos de erosión para diferentes pendientes, y cómo la cobertura de los rastrojos varía con el sistema de cultivos, y 2) evaluar los riesgos de erosión en la época de primera en una forma más cuantitativa y determinar la importancia de los diferentes componentes de la cobertura total sobre los riesgos de erosión. También el autor de este informe hizo un tercer estudio que consistió en un análisis de la producción y utilización de los rastrojos desde el punto de vista de los sistemas agropecuarios, porque existe un conflicto entre lo deseable de dejar los rastrojos sobre el suelo para proteger el mismo, y la utilización de los rastrojos como materia seca en la alimentación del ganado en el verano (época seca) cuando hay un gran escasez de los alimentos.

2.4.2. Responsables

Los dos estudios de campo fueron llevados a cabo por el Ing. Marcos Argueta, el primer estudio fue como tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo de la Universidad Centroamericana, José Simeón Cañas, San Salvador, y para hacer el segundo estudio el Ing. Argueta fue contratado por el Proyecto. Ambos estudios se realizaron bajo la supervisión del experto internacional de Manejo de Tierras, quien hizo el tercer estudio.

2.4.3. Resultados

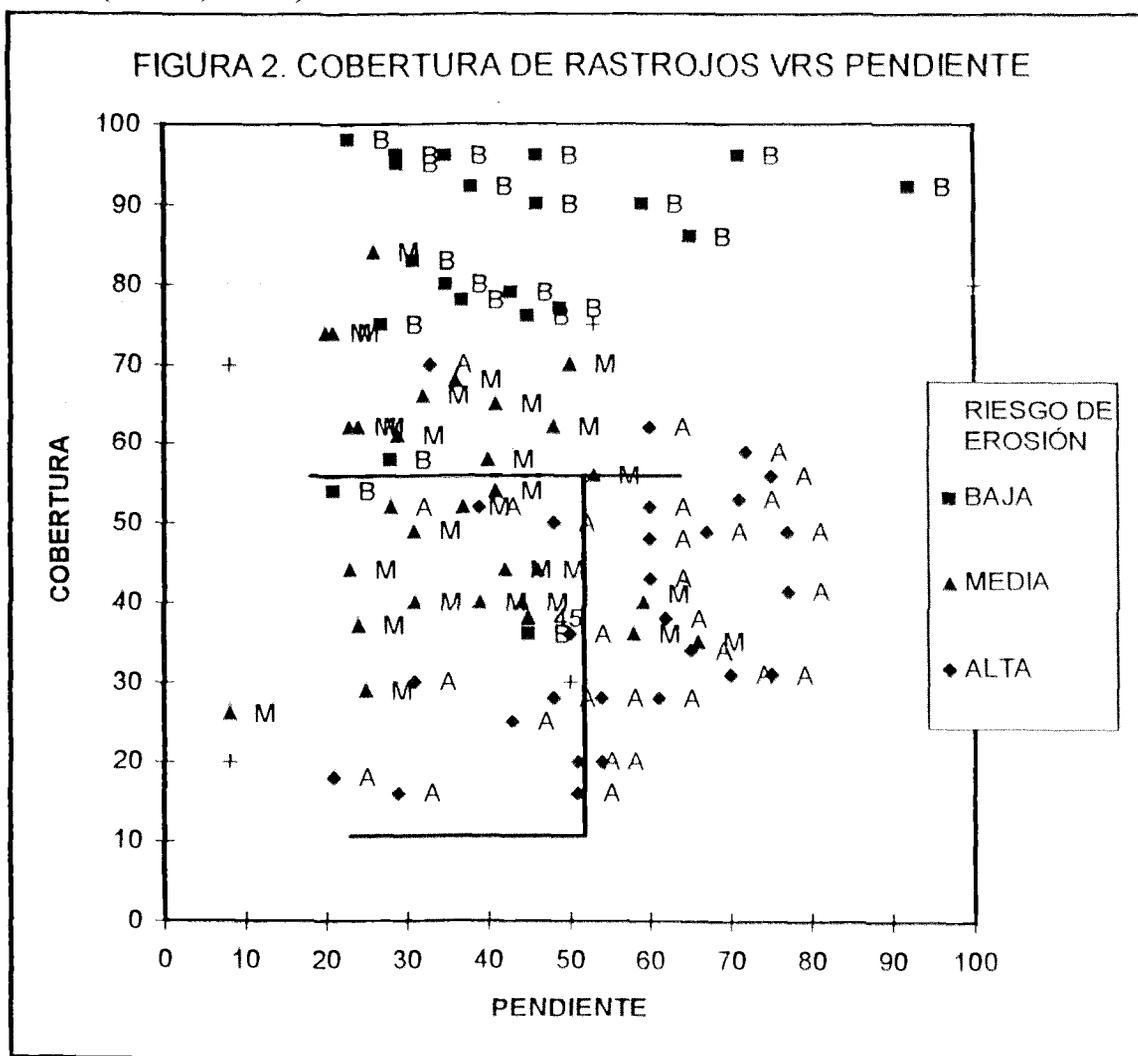
i) Los resultados del primer estudio realizado en Octubre y Noviembre durante la "postrera" están publicados en la tesis "Análisis de la producción y utilización de rastrojos y su efecto sobre el riesgo de erosión en el departamento de Morazán" escrito por Argueta (1996a). Los resultados mostraron que para obtener bajos riesgos de erosión se requiere una cobertura de rastrojos de por lo menos 75% (Fig. 12). Además, se observa de Fig. 12 que hay un incremento notorio de moderado a alto riesgo de erosión para coberturas debajo de 75% que corresponde a una inclinación de la pendiente de 50%. Este valor de la pendiente es igual al límite que se ha propuesto entre las pendientes aptas y no aptas para la siembra de granos

⁷ Esto no es decir que el análisis rutinario no tiene mucha utilidad para los suelos de otras partes del país.

⁸ Un método para el análisis de S en suelos se presenta en las páginas 42 a 45, de Cochrane y Barber, 1993.

⁹ Como por ejemplo en Guaymango. (Calderón et al., 1991).

básicos (Barber, 1996c).



Cuadro 2. Relación entre sistemas de cultivo, cobertura de rastrojos y frecuencia de bajos riesgos de erosión (Argueta, 1996a).

Sistema de cultivos	No. de observaciones	Cobertura de rastrojos (%)	Frecuencia de bajos riesgos de erosión (%)
Maíz de segunda	16	66	50
Maíz de primera	5	54	50
Maíz en relévo con frijol	14	61	43
Sorgo de segunda	4	49	40
Sorgo de primera	8	62	37
Maíz de primera asociado con sorgo	15	49	20
Maíz de primera en relévo con maíz de segunda	19	56	16
Frijol de segunda	7	48	0

La relación entre los sistemas de cultivos, la cobertura de rastrojos y la frecuencia de bajos riesgos de erosión se presentan en el Cuadro 2. Se nota que los mejores sistemas que tienen las mayores frecuencias (50%) de bajos riesgos de erosión son maíz de segunda y maíz de primera, mientras el peor sistema es frijol de segunda.

ii) En el segundo estudio se hizo un análisis más cuantitativo de los riesgos de erosión en la época de primera cuando se esperaría tener menores cantidades de rastrojos y por lo tanto mayores riesgos de erosión. Los resultados están presentados en el informe "Evaluación de la relación entre riesgos de erosión del suelo y los factores de la pendiente y cobertura de las tierras cultivadas en zonas de ladera, Morazán" (Argueta, 1996b).

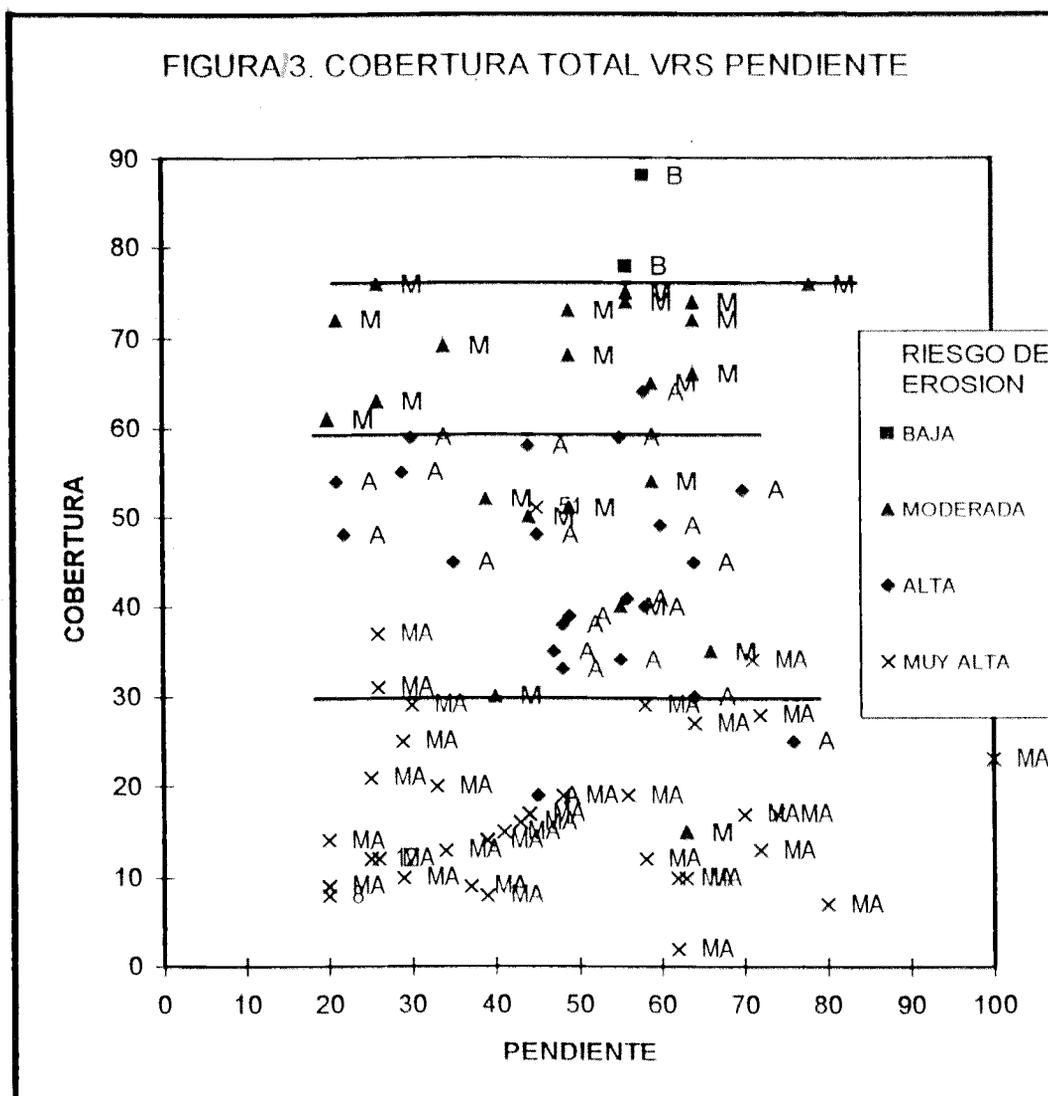
La Fig. 13 muestra que los porcentajes de cobertura de rastrojos en esta época, la primera, son más bajos que en la segunda (postrera) y como resultado hay sólo dos parcelas que tienen bajos riesgos de erosión. Esto indica que el problema del riesgo de erosión es más grave en la primera época que en la de postrera, y por lo tanto la presencia de cultivos de cobertura para proteger los suelos de la erosión es más importante en la primera época que en la segunda.

La Fig. 13 también indica que se requiere una cobertura total de 77% para obtener bajos riesgos de erosión y el Cuadro 3 muestra que hay diferencias significativas en las coberturas de los diferentes componentes de la cobertura total entre las clases de riesgo de erosión. Se ve que los arbustos muertos, las piedras, las herbáceas rastreras, y las herbáceas aéreas en cuanto al límite entre clases moderada y alta, tienen un rol importante en proteger los suelos de los riesgos de erosión. Los cultivos muertos y grava sólo afectan al límite entre las clases alta y muy alta, mientras las malezas muertas no tienen un rol importante. Entonces, considerando los componentes que ocupan 10% ó más de la cobertura, en cuanto mayor la cobertura de los rastrojos de las herbáceas aéreas, los arbustos muertos y las piedras, menor será el riesgo de erosión.

Cuadro 3. Relación entre las clases de los riesgos de erosión y las frecuencias de los parámetros de cobertura.

Parametro de cobertura	Moderado Riesgo de Erosión			Alto Riesgo de Erosión			Muy Alto Riesgo de Erosión	
	Prom	d.e.	Sign.	Prom	d.e.	Sign.	Prom	d.e.
% Cultivos muertos	10.1	13.7	NS	6.5	7.8	**	3.5	4.3
% Malezas muertas	5.4	7.2	NS	6.2	11.4	NS	2.5	3.0
% Arbustos muertos	14.6	13.5	**	8.9	8.1	***	3.6	6.2
% Piedras	15.3	10.4	***	13.0	10.5	***	5.5	6.2
% Gravas	5.4	9.8	NS	5.9	8.7	**	2.2	3.3
% Herbáceas rastreras	6.4	11.8	**	0.8	2.6	**	1.5	3.7
% Herbáceas aéreas	35.0	30.4	***	25.4	30.1	NS	25.0	31.2
Población maíz (Pl./m ²)	1.9	0.6	***	2.1	0.6	NS	2.0	0.5
Numero de observaciones	22			23			35	

Prom. = Promedio; d.s. = desviación estándar; Sign. = Significancia; * Significancia al 10%; ** Significancia al 5%; *** Significancia al 1%; NS No hay significancia.



iii) Los resultados del tercer estudio están publicados en los informes de Barber (1995c y 1996e) en los cuales se cuantificó la producción de los rastrojos y se comparó con la cantidad de estos requerida para controlar la erosión de los suelos y para alimentar el ganado (Ver Fig. 14). Así se puede estimar el déficit en la producción de rastrojos. Luego se mostró como las opciones disponibles para producir materia seca adicional para la época seca varían con el tamaño de propiedad del productor. Por ejemplo, para propiedades de 2 m²¹⁰ o más grandes, se puede producir más forraje de ensilaje o heno fabricado en invierno a partir de pastos mejorados, árboles forrajeros o cultivos de ensilaje. En cambio, para propiedades de sólo 1 m² la única opción es utilizar los rastrojos de los cultivos como forraje, y sembrar un cultivo de cobertura intercalado dentro de los granos básicos como protección contra la erosión.

Posibles soluciones del déficit de rastrojos se presentan en cuadros de líneas quebradas.

¹⁰1 m² = 0.7 ha.

2.5. Estudio Sobre Prácticas de Conservación de Suelos en Diferentes Pendientes

2.5.1. Introducción

Existen recomendaciones en El Salvador sobre la selección de prácticas de conservación para diferentes pendientes y suelos, pero las recomendaciones subrayan obras físicas y fueron formuladas sin considerar la importancia de prácticas agronómicas¹¹ y vegetativas¹² que mejoran la infiltración, disminuyen la desagregación de los suelos y frenan la escorrentía. Obras físicas deben ser consideradas como complementarias a las prácticas agronómicas y vegetativas y que se las usan sólo como en último caso.

Por otra parte, a pesar de muchos programas que han promovido la construcción de obras físicas, normalmente sin prácticas agronómicas o vegetativas, su nivel de adopción sin incentivos ha sido muy bajo.¹³ Esto se atribuye al alto costo y oportunidad de costo de la mano de obra. Aún cuando los productores recibieron incentivos, sólo 20% de ellos quien habían construido acequias de ladera siguieron manteniendo estas obras tres años después del fin del proyecto¹⁴ (Vides, 1996).

Además, en Guaymango en el oeste del país, dejando los rastrojos de cultivos sobre los suelos ha controlado la erosión en pendientes hasta 45%, sin la necesidad para obras físicas.¹⁵ No obstante, probablemente existen situaciones de tipos de suelos y pendientes donde la presencia de obras físicas como prácticas complementarias es necesaria, pero no se saben cuales son estas situaciones.

Para identificar cuales prácticas de conservación de suelos controlan la erosión en diferentes pendientes y zonas agroecológicas, se iniciaron una investigación en fincas comparando cuatro prácticas de conservación: - 1) el testigo donde retiran los rastrojos y no hay prácticas de conservación, 2) donde dejan rastrojos, 3) donde hay rastrojos y barreras vivas, y 4) donde hay rastrojos, barreras vivas y acequias de ladera tipo trinchera. La meta es establecer once parcelas con los cuatro tratamientos en cada uno de 4 rangos de pendiente, 15-20 %, 30-35 %, 40-45 % y 55-60 %, de tal manera que haya una parcela en cada una de las clases de pendiente en cada una de las 11 agencias, es decir, un total de 44 parcelas. Durante cada época se monitorea los rendimientos y se evalúa el grado de erosión en base de observaciones. Al inicio del ensayo y cada 2 años se registran las pérdidas de suelo medidas de clavos. El ensayo debería seguir por 6 años por lo menos para obtener resultados significativos de las tendencias en los rendimientos y grados de erosión. Un protocolo detallado del ensayo ha sido escrito, y hasta la fecha se han montado 24 parcelas. (Ver Anexo 3).

¹¹ Por ejemplo, siembra en contorno, uso de variedades aptas, población alta, dejando rastrojos y malezas sobre el suelo, cultivos de cobertura intercalados.

¹² Por ejemplo, barreras vivas, cercas vivas y carrileados paralelos al contorno.

¹³ Solo 7% según Vides (1996).

¹⁴ Cifras para la adopción de obras físicas asociadas con cultivos de alto valor, p.e. terrazas individuales, y para obras físicas que requieren poco mantenimiento, p.e. barreras muertas, dieron tasas de adopción mayores de 100% y 67%, respectivamente (Vides, 1996).

¹⁵ Se trata de este asunto en más detalle en Barber (1996e).

Este ensayo sirve tanto como investigación, cuando se combinan los resultados de las parcelas con la misma pendiente (utilizando las once ubicaciones como repeticiones), como parcelas demostrativas.¹⁶

2.5.2. Responsables

El experto internacional en Manejo de Tierras diseñó la investigación y después de iniciar la implementación del ensayo, Ing. Balmore Ochoa se encargó del monitoreo y supervisión de la implementación de las demás parcelas. Los responsables para la ejecución de las parcelas son los extensionistas y los productores dueños de las parcelas.

2.5.3. Problemas

Surgieron algunos problemas en la búsqueda de pendientes aptas para montar este ensayo. Se requiere un área de 80-120 m. de ancho paralelo al contorno y no menor que 36 m. de largo en la dirección de la pendiente. En algunas zonas, donde la topografía es bastante irregular, fue difícil encontrar áreas de estas dimensiones y con pendiente y suelos uniformes. Además, el hecho de que los extensionistas sólo consideraron aquellas propiedades de sus 30 ó más agricultores de enlace limitó la selección. Pero con mayor esfuerzo será factible encontrar parcelas aptas para completar las 44 parcelas.

2.5.4. Resultados

En la época de 1995 habían datos de rendimientos de sólo 3 ubicaciones debido a la pudrición de las mazorcas en 2 ubicaciones, Ver Anexo 4. No es posible sacar conclusiones de estos primeros datos. Sin embargo, se observaron que en Villa Victoria había evidencia de erosión en dos ocasiones en el tratamiento con acequias de ladera, una vez en el tratamiento con sólo rastrojos, y ninguna vez en los otros dos tratamientos.

Otra observación ha sido la gran productividad de las barreras vivas de *Brachiaria brizantha* que han rendido 56 kg de materia verde /10 m lineales de barrera viva de tres hileras. Muchas de estas parcelas ya se han usado en días de campo para demostrar prácticas conservacionistas y han generado mucho interés entre productores y extensionistas.

2.6. Jardines de Leguminosas

2.6.1. Introducción

Debido al rol importante de las leguminosas como fuentes del nitrógeno y como cultivos de cobertura contra la erosión en los sistemas de granos básicos, se investigaron la adaptabilidad de 18 especies de leguminosas en siete jardines de leguminosas en diferentes zonas del Proyecto. El objetivo fue evaluar la idoneidad de las especies en cuanto a su habilidad de desarrollarse y mantener una buena cobertura protectora del suelo. Se introdujeron las semillas de Brasil, Bolivia, Nicaragua y Costa Rica. En el protocolo entitulado "Evaluación de leguminosas de cobertura en el mejoramiento del recurso base" se presentan todos los detalles de las ubicaciones, el tamaño de parcelas, la siembra, las mediciones y los datos a ser registrados.

2.6.2. Responsables

El experto internacional en Manejo de Tierras formuló el estudio y supervisó la implementación de los jardines en Cabañas, mientras el Ing. Mario Samayoa del CDT Morazán

¹⁶Todos los componentes de los tratamientos, dejar rastrojos, barreras vivas y acequias de ladera tipo trinchera, ya han sido validados por el CENTA separadamente, pero las combinaciones de rastrojos con barreras vivas, y rastrojos con barreras vivas con acequias de ladera, no han sido validadas previamente en el área del proyecto.

supervisó los jardines en N. Usulután y Morazán. Los extensionistas fueron responsables para la implementación de los jardines.

2.6.3. Problemas

El problema principal fué la mala germinación de muchas de las semillas que fueron importadas del Brasil y del Bolivia, y entonces en muchas parcelas crecieron sólo algunas plantas. Además, en San Isidro y el CDT, Morazán habían problemas con los zampopos y los conejos que comieron muchas de las plantas de algunas especies. La selección del sitio no fue la más recomendada en Jocoro debido a los problemas del mal drenaje, y tampoco en el CDT, Morazán y San Isidro donde habían problemas de la compactación de los suelos. Sin embargo, los resultados son útiles porque indican cuales son las leguminosas más aptas para los suelos compactados y mal drenados.

2.6.4. Resultados y Discusión

En términos globales las especies que crecieron mejor fueron *Stizolobium aterrimum*, *Stizolobium deeringianum*, *Stylosanthes guianensis*, *Crotalaria paulinea*, *Crotalaria juncea*, y *Dolichos lablab*, pero habían diferencias en su comportamiento de una zona a otra. Un resumen de los resultados se presenta en Anexo 5.

Stizolobium aterrimum es anual, rastrera y trepadora con crecimiento muy rápido (cubriendo la superficie en 30 días) y puede ser muy apto como cultivo de cobertura sembrado en Mayo para el sistema de maíz de segunda que practican en el Oriente. También puede ser apto para los sistemas de maíz-sorgo de relévo, sembrando la leguminosa a unos 15 días después del maíz, pero será necesario controlar su crecimiento para no competir demasiado con los granos básicos.

S. deeringianum también es rastrera y trepadora pero crece más lento que *S. aterrimum* y puede ser más apto intercalado en sorgo para la producción de ensilaje. Las hojas de las dos especies de *Stizolobium* descomponen rápido y entonces sólo proporcionan una cobertura protectora por poco tiempo después de la muerte de la planta.

Stylosanthes guianensis es un perenne, rastrera y crece muy lento. Creció bien en los suelos mal drenados en Jocoro y también en Villa Victoria, Villa Triunfo y Perquín. No es apto como cultivo de cobertura para los sistemas de granos básicos, pero es apto combinado con las gramíneas como forraje, y para hacer heno y ensilaje.

Crotalaria paulinea y *C. juncea* son anuales y crecen erectos. *C. juncea* crece muy rápido y produce muchos rastrojos que descomponen lentamente, además es alelopático y disminuye las poblaciones de los nemátodos en el suelo. Puede ser un excelente cultivo de descanso. También sería un excelente cultivo de cobertura donde sólo siembran un grano básico por año, sembrandola en la época cuando no está el grano básico. Podría ser apta en granos básicos de relévo debido a su crecimiento rápido, por ejemplo, sembrada a unos 15 días después de la siembra del maíz en los sistemas de maíz-sorgo y maíz-frijoles de relévo. Vale la pena investigar su aptitud para este propósito. *C. paulinea* creció bien debajo de la sombra y produjo mucho follaje. También merece investigaciones sobre su aptitud a ser intercalado en sistemas de dos granos básicos por año.

Dolichos lablab es perenne, rastrera y trepadora pero crece mucho más lento que las *Stizolobia*. Sería muy apto en los suelos fértiles como cultivo de cobertura donde sólo siembran un grano básico por año en primera. Quizás su mayor uso será como cultivo intercalado en el sorgo para la producción del ensilaje.

2.7. Investigaciones Sobre la Incorporación de Cultivos de Cobertura de Leguminosas en Sistemas de Granos Básicos

2.7.1. Introducción

Ing. Mario Samayoa del Programa de Granos Básicos del CDT Morazán implementó dos ensayos con la colaboración del experto internacional en Manejo de Tierras sobre la intercalación de cuatro leguminosas de cobertura, *Dolichos lablab*, *Stizolobium deeringianum*, *Vigna unguiculata* y *Canavalia ensiformis*, en los sistemas de granos básicos. Un ensayo se llevó a cabo en San Francisco de Gotera con el sistema de maíz de postrema, y otro ensayo en Mercedes Umaña con el sistema de maíz-sorgo de aporque. Estos ensayos tenían un diseño estadístico con cuatro repeticiones y fueron distintos a las investigaciones participativas. Fueron llevados a cabo paralelos a los jardines de leguminosas. El objetivo fue evaluar el comportamiento y la idoneidad de las cuatro leguminosas para ser cultivos de cobertura intercalados dentro de los dos sistemas de granos básicos.

2.7.2. Responsables

Ing. Mario Samayoa fue responsable para la implementación de los dos ensayos, y el experto internacional colaboró en el diseño de los ensayos y dió apoyo al Ingeniero Samayoa.

2.7.3. Resultados

i) En el ensayo en San Francisco de Gotera las cuatro leguminosas, *Dolichos lablab*, *Stizolobium deeringianum*, *Vigna unguiculata* y *Canavalia ensiformis*, fueron sembradas el 26 Junio 1996, a un espaciamiento de 0.8m x 0.5m, luego fueron cortadas el 17 Agosto, y una semana después se sembraron el maíz entre los surcos de las leguminosas. La *Canavalia*, *Mucuna* y *Vigna* crecieron bien y se cosecharon ejote de la *Vigna*, pero el crecimiento de la *Dolichos* fue regular. A pesar del buen crecimiento de tres de las leguminosas y la buena cobertura aérea que se desarrollaron durante el período de crecimiento, unas 8 semanas después del corte quedaban muy pocos rastrojos. La *Mucuna* dejó pocos rastrojos pero una mayor cantidad que de las otras leguminosas, y a pesar de un excelente crecimiento de la *Canavalia*, sólo quedaban los rastrojos de los tallos. La cantidad de rastrojos que quedaba de la *Vigna* y de la *Dolichos* fue mínima. Estos resultados son importantes porque indican que con estas densidades de siembra de las leguminosas, aunque había una buena cobertura aérea durante el periodo de crecimiento por 8 semanas, debido a la rápida descomposición de los residuos quedó una baja cobertura sobre el suelo después de la muerte de las leguminosas. Sin embargo con el paso de tiempo es posible que habrá un incremento gradual en la cobertura de rastrojos de las leguminosas. Entonces es muy importante que se continúe con este ensayo por lo menos por tres años. Otras posibilidades para aumentar la cobertura de rastrojos que queda después de eliminar las leguminosas son sembrarlas más densas, o cambiar el sistema de cultivos por la introducción de sorgo de postrema. También vale la pena considerar la incorporación de *Crotalaria juncea* como otro cultivo de cobertura de leguminosa.

ii) En el ensayo en Mercedes Umaña las cuatro leguminosas fueron incorporadas dentro del sistema de maíz sembrado en el final de Mayo con maicillo de relévo. El maicillo fue sembrado en el medio de las calles del maíz al aporque (25 dds), y se sembraron las leguminosas dentro de los surcos del maíz a la dobla del maíz (80 dds). La *Dolichos lablab* y la *Vigna* no crecieron muy bien, pero a pesar de que la *Canavalia* fue afectada por la *Diabrotica* y la *Mucuna* por los zampopos, las dos recuperaron y ahora están creciendo bien

hasta la fecha. Será necesario esperar unas tres épocas para poder evaluar bien la idoneidad de estas leguminosas para ser cultivos de cobertura para este sistema de granos básicos.

2.8. Investigaciones participativas sobre la incorporación de cuatro cultivos de cobertura de leguminosas en sistemas de granos básicos.

2.8.1. Introducción

Dada la importancia de los cultivos de cobertura para reducir los riesgos de erosión y las pérdidas de humedad de los suelos, y las ventajas de las leguminosas para reducir los costos de los fertilizantes inorgánicos, se han llevado a cabo investigaciones participativas con los productores para evaluar la aptitud de *Mucuna*, *Vigna*, *Canavalia* y *Dolichos lablab* a ser cultivos de cobertura en los 12 sistemas de granos básicos que se encuentran en el área del proyecto. Después de haber dado un curso de capacitación a los extensionistas de CENTA y de CARE sobre como hacer investigaciones participativas y como implementar las parcelas de las leguminosas, se acordaron que cada extensionista buscaría por lo menos un productor que tendría interés a probar estas cuatro leguminosas intercaladas en sus granos básicos. El numero total de las parcelas a implementar fue 137 por CENTA más 50 implementadas por CARE en la primera época, y 147 por CENTA en la época de postrera. Detalles sobre los tamaños de las parcelas, los sistemas de granos básicos más importantes, las cantidades de semillas requeridas, y el numero de parcelas por agencia de extensión se presentan en el protocolo titulado "La incorporación de cuatro cultivos de leguminosas de cobertura en sistemas de granos básicos" de fecha 16-5-96. Fue previsto que los productores decidirían como y cuando sembrar, y como manejar las leguminosas, con el consejo y el apoyo de los extensionistas, y que las pruebas continuarían por tres años. Así, se esperaba tener un gran numero de pruebas hechas por los productores con variaciones en su forma de implementación, y que los productores mismos evaluarían la aptitud y aceptación de las leguminosas.

2.8.2. Problemas

El numero de parcelas implementadas fue menor que lo acordado con las agencias de extensión, pero no se saben las razones por esto todavía. En algunas parcelas la *Vigna* y la *Dolichos* no crecieron muy bien debido a problemas de enfermedades, plagas o zampopos, mientras que la *Canavalia* y *Mucuna* crecieron mejor en la mayoría de las parcelas.

2.8.3. Resultados

No es posible presentar algunos resultados todavía, pero se tiene previsto que el proyecto organizarán dos seminarios en Febrero, 1997 cuando los extensionistas y productores presentarán sus resultados iniciales, y se espera continuar con las parcelas por unos dos años más.

2.9. Otras Parcelas de Leguminosas.

2.9.1. Introducción

Algunos extensionistas implementaron parcelas adicionales y más grandes con diferentes propósitos como: sembrar junto con sorgo forrajero para hacer ensilaje, recuperar la fertilidad de los suelos por medio de un periodo de descanso, de cultivo de cobertura entre cítricos, y para forraje. Una lista de estas parcelas se presentan en el Anexo 6.

2.9.2. Resultados

La siembra de *Canavalia* como cultivo de cobertura entre los cítricos ha sido bastante exitosa. No se han hecho la evaluación de las otras parcelas todavía.

2.10. Demostraciones Sobre el Uso de Glifosato.

2.10.1. Introducción

La mayoría de los productores aplican herbicidas de contacto basados en paraquat para controlar las malezas pre-siembra en el sistema de cero labranza, pero estos herbicidas son carcinogénicos y son amenazas graves a la salud. En cambio herbicidas sistémicos basados en glifosato no son carcinogénicos, además son más eficaces en el control de las malezas y son más baratos. El experto internacional en Manejo de Tierras inició una colaboración con la empresa Monsanto, que fabrica y vende herbicidas con base de glifosato, para promover la adopción de estos herbicidas en lugar de los herbicidas de contacto basados en paraquat.

2.10.2. Resultados

Como resultado de esta colaboración Monsanto dio 40 charlas técnicas a 649 productores y 38 extensionistas de CENTA sobre la tecnología de la aplicación de herbicidas. También montaron 45 parcelas demostrativas dentro del área del proyecto comparando el uso de los dos tipos de herbicidas. Según los jefes de agencias y extensionistas ya existe una consciencia del uso de glifosato en sustitución del paraquat, pero todavía se requieren más trabajos para extender la consciencia dentro de los productores.

3. CAPACITACIONES

3.1. Capacitaciones de Extensionistas.

i) El experto internacional en Manejo de Tierras elaboró un curso de capacitación para extensionistas sobre “Condiciones, conceptos, y componentes básicos de sistemas agropecuarias sostenibles en zonas de ladera.” Junto con el experto nacional en Manejo de Tierras dieron seis cursos a unos setenta extensionistas de CENTA y unos cuarenta extensionistas de CARE y PRODAP.

ii) También el autor ha dado siete cursos a los extensionistas de CENTA sobre “Cómo muestrear plantas para análisis foliar.”

iii) Otro curso de capacitación trató del tema “Cómo implementar investigaciones participativas acerca de la inserción de cultivos de leguminosas de cobertura dentro de los sistemas de granos básicos,” que fue dado a todos los extensionistas de CENTA y de CARE en el área del proyecto.

iv) Elaboré y probé un curso de capacitación para extensionistas sobre “Los procedimientos para implementar planes integrales de propiedades.” Cada curso duró dos días, de los cuales un día y media fue pasado en la propiedad de un productor. Junto con el experto nacional de Manejo de Tierras dimos cuatro cursos de capacitación a los extensionistas de CENTA.

v) Di asesoramiento continuo a un estudiante de la Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, San Salvador sobre “El análisis de la producción y utilización de rastrojos y su efecto sobre el riesgo de erosión en el departamento de Morazán.” El estudiante defendió

exitosamente su tesis para lograr el título de Ingeniero Agrónomo, especialista en economía agrícola.

4. ACTIVIDADES DE LA OFICINA

4.1. La Estrategia del Proyecto

En Junio 1995 presenté al Proyecto una estrategia para el desarrollo del Proyecto con el propósito de asegurar que el proyecto comienza con la planificación participativa y la implementación de nuevas tecnologías en Mayo 1996. Ver Informe de avance Semestral Dic. 1994-Junio 1995.

4.2. La Revisión Técnica de Protocolos

Acepté la responsabilidad para la revisión técnica de todos los protocolos mandados al Proyecto del CENTA para ser financiados.

4.3. Las Actividades de Coordinación y Apoyo al CENTA

i) Pasé mucho tiempo en reuniones con los coordinadores de los grupos de GyTT,¹⁷ gerentes de los CDT,¹⁸ el coordinador nacional de investigación, coordinadores y técnicos de los cinco programas de investigación, y personal de los Servicios Técnicos (laboratorios de suelos y de química agrícola) con los propósitos de mejorar con ellos la cooperación y coordinación con el Proyecto.

ii) Además he ayudado varios técnicos de diferentes programas de investigación en el diseño de sus ensayos y la elaboración de sus protocolos para que encajen bien dentro de los objetivos del Proyecto.

5. PARTICIPACION EN SEMINARIOS Y CONFERENCIAS

Abril 1995, San Juan de los Morros, Venezuela:

Fuí invitado por la Red Nacional Venezolana de RELACO¹⁹ dar una conferencia sobre el tema "Procedimientos y Metodologías para investigaciones sobre labranzas."

Diciembre 1995, San José, Costa Rica:

Fuí invitado por RELACO para dar un discurso sobre "Las prioridades de investigación y extensión en sistemas sostenibles de labranza conservacionista para zonas de ladera, con ejemplos de algunas metodologías," en la III reunión de RELACO.

Marzo 1996, San Salvador, El Salvador:

Hice una presentación sobre "Investigación y extensión para promover la sostenibilidad de granos básicos en zonas de ladera, El Salvador," al XLII reunión anual del programa cooperativo Centroamericano para el mejoramiento de cultivos y animales, (PCCMCA) San Salvador, El Salvador.

Agosto 1996, Bonn, Alemania:

¹⁷Generación y transferencia de tecnología.

¹⁸Centros de desarrollo tecnológico.

¹⁹Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista

Hice una presentación en forma poster sobre el tema “Relacionando la producción y la utilización de forajes para la época seca con prácticas mejoradas de la conservación de suelos, El Salvador,” durante la IX conferencia de la Organización Internacional de Conservación de Suelos (ISCO).

6.RECOMENDACIONES

Yo he tomado la libertad de presentar recomendaciones no solamente sobre el tema de Manejo de Suelos, pero también sobre otras temas del trabajo del proyecto, y además he dado algunas recomendaciones para el CENTA.

6.1. Para El Proyecto de “Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera”

6.1.1. *Referente al Estudio Sobre Deficiencias Nutricionales*

i) Es necesario completar el muestreo de suelos y de foliares para el estudio sobre “Deficiencias nutricionales de los suelos” en la primera época de 1997. El acuerdo inicial fue que cada extensionista recogería estas muestras de 10 parcelas de sus rutas. Sería importante destacar a los extensionistas la importancia de muestrear el maíz en la época cuando los pelos de la mazorca están a punto de emerger.

ii) Se recomienda que la unidad de SIG²⁰ del Proyecto elabora un mapa preliminar mostrando la distribución de las deficiencias nutricionales en base de los datos ya disponibles.

iii) Para dar mayor información sobre las características de los suelos que pueden influir en la fertilidad y ayudar en la interpretación de los datos analíticos, se recomienda que el Proyecto mande algunas muestras de subsuelos a ISRIC²¹ en Holanda para análisis de los minerales de arcilla. Según Lic. Sonia Bonilla del laboratorio de suelos, pruebas con NaF no han dado el incremento en pH que se esperaría si alófono es presente, sin embargo habían incrementos substanciales de pH indicando la presencia de cantidades altas de OH grupos.

iv) Se recomienda que el Proyecto caracterizen varios perfiles de suelos para obtener mayor información sobre las propiedades de todo el perfil de los suelos, y si los subsuelos influyen en la fertilidad de los suelos.

6.1.2. *El Apoyo a los Laboratorios del CENTA*

i) Si hay fondos disponibles el Proyecto debería comprar una nueva lámpara de los elementos Cu, Fe, Mn y Zn para el espectrofotómetro de absorción atómica (EAA), porque la lámpara existente es de baja eficiencia y no da valores confiables. Los dos laboratorios utilizan el mismo EAA.

ii) El Proyecto asegura que se realiza lo más pronto posible la solicitud de participación por el laboratorio de suelos en el Programa de “International Soil Exchange” (ISE) de la Universidad de Wageningen, Holanda. La participación del laboratorio dentro del ISE le permitirá chequear y monitorear la precisión de sus análisis.

iii) El Proyecto asegura que se realiza lo más pronto posible la compra de dos muestras foliares estándares de “National Institute of Standards and Technology,” USA para el laboratorio de química agrícola para que monitoree la precisión de sus análisis foliares.

²⁰Sistema de Información Geográfica

²¹International Soil Reference and Information Centre, Wageningen, Holanda.

6.1.3. Los Estudios Sobre la Importancia de Cobertura y Rastrojos Para Reducir los Riesgos de Erosión

i) Para obtener más información sobre la disponibilidad de rastrojos de cultivos se recomienda que el Proyecto contrata a Ing. Marco Argueta²² en Diciembre para medir en el campo la producción, y relación con el rendimiento de grano, de los rastrojos producidos por diferentes variedades e híbridos de maíz, sorgo y frijol, inclusive de las variedades Criollas y tradicionales.²³ También que se determina la relación entre el peso de rastrojo y el porcentaje de cobertura del suelo para diferentes cultivos. Luego, en Mayo se determina el efecto de cortar y llevar rastrojos afuera de la parcela y de diferentes intensidades y periodos de pastoreo sobre la cantidad de rastrojos que queda en la parcela al comienzo de las lluvias. Esta información permitirá identificar mejor cuales sistemas de cultivos y usos de rastrojos dejarán suficientes rastrojos para proteger los suelos contra la erosión.

6.1.4. El Ensayo de Prácticas de Conservación de Suelos

i) Como asunto de urgencia el Proyecto debería acelerar la implementación de las parcelas faltantes sobre prácticas de conservación de suelos para que las 44 parcelas estén marchando desde el comienzo del invierno de 1997.

ii) Con el propósito de crear barreras vivas más densas se recomienda sembrar las tres hileras de pasto con espaciamientos de 20 cm en lugar de 30 cm.

iii) Para maximizar el beneficio/costo de las barreras vivas se recomienda que el Proyecto estimule a los productores a cortar los pastos más frecuentemente, así mejorando la calidad del forraje y reduciendo la competencia entre pastos y cultivo.

iv) Para que el ensayo sea más realístico sería aconsejable dejar entrar el ganado dentro de las parcelas con las siguientes condiciones: - 1) que ya han pasado dos años y que hay un buen establecimiento de las barreras vivas, 2) que el productor puede controlar el pastoreo y que sólo va a permitir un pastoreo ligero, 3) que sólo permite la entrada del ganado en esas parcelas con menos de 50% de pendiente - el pendiente límite del uso potencial para granos básicos.²⁴

v) Como asunto de urgencia se urge al Proyecto completar el muestreo de suelos, y el registro de todos los detalles sobre la cobertura de piedras, rastrojos y malezas muertas para cada tratamiento de cada parcela como especificado en el protocolo, y que también se describe un perfil del suelo en cada parcela y saque muestras de suelos para análisis como indicado en el protocolo revisado de fecha 22-4-96.

vi) Se recomienda que el Proyecto proporcione a cada extensionista encargado de estas parcelas y que tiene acceso a una cámara, unos rollos de películas para sacar fotos de los tratamientos después de cada evento de lluvia que causa erosión como una forma de monitorear los riesgos de erosión.²⁵

²² Tel. 661 2904.

²³ La determinación de la proporción de biomasa arriba de la mazorca en comparación con la biomasa total de la planta también es importante referente a la producción de ensilaje por el método de hornos forrajeros. Así se puede determinar si este sistema dejarán suficientes rastrojos en la parcela para la protección de los suelos.

²⁴ Este valor de 50% es el límite máximo de la pendiente para el uso potencial de tierras con granos básicos, aunque a veces el uso recomendado puede permitir granos básicos en pendientes mayores (ver Barber, 1996c).

²⁵ Este método será además de las mediciones de erosión en base de clavos.

vii) Se deberían sacar mediciones de erosión usando los clavos no más frecuentemente que una vez por año.

6.1.5. La Promoción de la Adopción de Barreras Vivas

Sugiero que el proyecto emprenda una campaña de adopción de barreras vivas por medio del establecimiento de varias parcelas de barreras vivas con diferentes materiales, por ejemplo, *Brachiaria brizantha*, *Brachiaria decumbens*, *Andropogon guayanus*, caña de azúcar, y *Cajanus cajan*. Luego, que los productores mismos evalúen el comportamiento y utilidad de los diferentes materiales según la metodología participativa descrita por Ashby et al., (1996),²⁶ que ha dado excelentes resultados en Colombia.

6.1.6. La Transferencia de Mejores Prácticas Agronómicas

i) Se recomienda que por medio de los extensionistas el Proyecto subraya la importancia de mantener un buen control de malezas durante los primeros 30-35 días después de la siembra del cultivo de grano básico.

ii) Se recomienda que aprovechan al máximo el apoyo de "Monsanto" para transferir tecnologías sobre como aplicar herbicidas sistémicos de pre-siembra por medio de un mayor número de parcelas demostrativas y charlas técnicas a los extensionistas y a los productores.

iii) Que el Proyecto investiga el costo y disponibilidad de herbicidas selectivos para controlar malezas gramíneas en maíz y sorgo, y si es factible promover estas tecnologías.

iv) El Proyecto debería poner más énfasis sobre la siembra de mayores poblaciones de maíz por hectarea y el tratamiento de las semillas con insecticidas.

v) Se recomienda que el Proyecto inicia una campaña de promoción del uso de abonos orgánicos y compost por los productores.

vi) Además, que el proyecto fomenta una campaña sobre la producción de forrajes adicionales para la época seca por medio de pastos mejorados, árboles forrajeros, cultivos de ensilaje y la producción de ensilajes e heno.

6.1.7. Los Jardines de Leguminosas

i) Debido a la mala emergencia de algunas de las leguminosas será necesario resembrar con nuevas semillas que recién han llegado de Brasil, y seguir con los jardines por lo menos por unos dos años más. Una vez que un especie de leguminosa parece ser promisoría, se sugiere incluir la especie en ensayos para ver su aptitud a ser intercalada dentro de sistemas de granos básicos.

ii) Que el Proyecto junto con el Programa de Granos Básicos organizan el seminario ya propuesto para extensionistas y agricultores en Febrero 1997, sobre el comportamiento de las cuatro especies de leguminosas (*Dolichos lablab*, *Mucuna*, *Canavalia* y *Vigna*) dentro de los diferentes sistemas de granos básicos en las varias zonas agroecológicas del área del Proyecto. El propósito del seminario es compilar las experiencias ya obtenidas, y en lo posible formular algunas recomendaciones tentativas, sobre cuales especies de leguminosas son más aptas para ser incorporadas en los diferentes sistemas de granos básicos, como se debería manejarlas, por cuanto tiempo más se tiene que continuar con estas investigaciones participativas, si es necesario modificar las investigaciones, y que otras investigaciones nuevas son necesarias para lograr mejores recomendaciones.

²⁶ Ashby et al. 1996. Improving the Acceptability to farmers of soil conservation practices. Journal of Soil and Water Conservation, 51, 313-321. Una copia de este artículo se encuentra en el Proyecto.

iii) Se sugiere que en el ensayo sobre la incorporación de cuatro leguminosas en el sistema de maíz de postrera en San Francisco de Gotera, que el Ing. Mario Samayoa está implementando, que se siembran las leguminosas de primera en una forma más densa con espaciamiento de 0.4m x 0.5m; y además que se considera la posibilidad de agregar la leguminosa *Crotalaria juncea* cuyos rastrojos descomponen más lentamente.

6.1.8. El Muestreo de Suelos en Las Microcuencas

i) Debido a que el análisis rutinario de suelos sólo puede indicar la presencia de deficiencias de P, se recomienda que el Proyecto complementa el análisis de suelos con análisis foliar para algunas parcelas de la microcuenca. Esto será más útil para detectar deficiencias de N, Mg, S, y quizás para Cu.²⁷

ii) La forma de muestrear suelos para caracterizar la fertilidad y monitorear cambios en fertilidad de los suelos bajo diferentes sistemas de manejo resultó ser una cuestión muy contenciosa en el Proyecto, y al final el Proyecto no aceptó el consejo del experto internacional en Manejo de Tierras.

El Proyecto debe considerar muy cuidadosamente los propósitos de los muestreos de suelos que está haciendo en las microcuencas, y en base de estos la forma de muestreo. Hay tres propósitos importantes: - 1) caracterizar la fertilidad de los suelos, 2) hacer recomendaciones sobre fertilización, y 3) monitorear los cambios en la fertilidad de los suelos debido a diferentes sistemas de manejo o uso.

Para los primeros dos propósitos, una muestra compuesta que consiste de unas 15-20 submuestras sacadas de 0-20 cm, y otra de 20-40 cm de profundidad es adecuada. Pero sería muy aconsejable, como indicado en i), que se complementa el análisis de suelo con muestras foliares para permitir un mejor diagnóstico de la fertilidad. Una guía sobre el muestreo foliar se presenta en el documento de Barber (1988) que se encuentra en el Proyecto.

iii) El monitoreo de cambios de fertilidad de los suelos como indicador de la sostenibilidad de los sistemas de manejo y uso no es fácil sobre el corto plazo, y especialmente para los suelos del área de proyecto que tienen una moderada a alta fertilidad²⁸. Si la forma de muestreo no es suficientemente rigurosa no será posible detectar diferencias dentro de dos años, y no será posible comprobar si las nuevas tecnologías son sostenibles o no. Para este propósito es aconsejable sacar varias muestras ahora y después de dos años que permitirán la aplicación de una prueba estadística de "t" para confirmar si las diferencias son significativas o no. Para determinar el número de muestras requeridas se debe tomar en cuenta los siguientes factores: - cuales son las características más importantes del suelo que van a cambiar, la magnitud del cambio esperado, en cuantos años se quiere detectar esta diferencia, el coeficiente estimado de variación para la característica, y el nivel deseado de confiabilidad.

Para las tecnologías que el Proyecto quiere introducir, como por ejemplo, dejar rastrojos sobre el suelo, cultivos de cobertura, mayor densidad de siembra, abonos orgánicos y fertilización, es la materia orgánica que se esperaría cambiar más. Sin embargo, la magnitud del incremento de materia orgánica del suelo dentro de dos años (cuando termina el Proyecto) debido a por ejemplo, un cultivo de cobertura de leguminosa, probablemente sería del orden de

²⁷ El autor no ha tenido mucho éxito usando análisis foliar para detectar deficiencias de Cu en suelos de otro país.

²⁸ Los contenidos de materia orgánica varían de 2.5-8%, y la gran mayoría tienen texturas de franco arcilloso hasta arcilla.

4-8%²⁹. Para poder detectar una diferencia de esta magnitud³⁰ se tendría que sacar unas 18³¹ muestras al inicio y después de 2 años, y luego se haría una prueba de “t.” Es muy importante hacer el muestreo inmediatamente después de que el productor ha implementado la nueva tecnología, y *sólo en esa área* para reducir el coeficiente de variación (cv)³². Por ejemplo, si el productor ya ha sembrado *Canavalia* como cultivo de cobertura en 1 tarea³³, se debe muestrear solamente esa tarea. Si se muestrea toda la parcela de 1 mz, por ejemplo, el cv de materia orgánica probablemente será mucho más grande, y entonces se requeriría un número mucho mayor de muestras. Si el cv aumenta de 15% hasta 25% debido a haber muestreado toda la parcela, se tendría que sacar 50 muestras en lugar de 18 para poder detectar la misma diferencia de 6% en el contenido de materia orgánica a una probabilidad de 90% ! Para estos propósitos del monitoreo de sostenibilidad será aconsejable monitorear sólo unas dos parcelas para cada nueva tecnología que los productores están introduciendo dentro de una microcuenca. No es necesario muestrear todas las parcelas de granos básicos!

6.1.9. La Selección de las Microcuencas

i) La metodología del Proyecto consiste en hacer primero un diagnóstico de la UTI³⁴ y luego otro diagnóstico de una microcuenca dentro de la UTI. Una razón por haber hecho los dos diagnósticos es que el tamaño de la UTI fue demasiado grande y por eso se decidieron hacer otro diagnóstico de un área más pequeña que coincide con una microcuenca o parte de la misma. Sin embargo, no es seguro que existen los recursos humanos para implementar el desarrollo de todos los productores en las microcuencas que varían de 60 hasta más de 100 productores. Mucha gente opina que sólo los productores de enlace, que tienen contacto frecuente y regular con el extensionista, pueden aprovechar del extensionista y desarrollarse. La mayoría de los extensionistas sólo mantienen un contacto regular con unos 30 productores, y pasarían sólo dos días por mes trabajando en una microcuenca. Entonces es muy importante que el Proyecto y CENTA evalúen si un extensionista realmente puede apoyar satisfactoriamente 90 hasta 130 productores en lugar de los 30 que está atendiendo ahora, sin reducir sus áreas de intervención.³⁵ En cuanto a la formación de asociaciones de productores para la compra de insumos y venta de productos, un número de 60-100 productores dentro de una microcuenca puede ser manejable. Pero para implementar nuevas tecnologías como barreras vivas y la producción de ensilaje, será muy difícil que un extensionista puede trabajar

²⁹ Esta calculación esta basada en un contenido de 6% de materia orgánica en 0-3 cm de profundidad (equivalente a 25 t/3cm-ha) y un incremento de 1-2t de materia orgánica durante 2 años, equivalente a un incremento de 4-8%.

³⁰ Se debe mencionar que en estos suelos con moderados a altos niveles de materia orgánica es mucho más difícil detectar cambios en el contenido de materia orgánica.

³¹ La cifra de 18 se obtiene usando la ecuación : $n = (t^2 \cdot cv^2 / r^2)$, donde n = número requerido de muestras; t = el valor de la estadística “t” para 20 grados de libertad y P=0.10; cv = coeficiente de variación; r = el rango aceptable de precisión. Para mediciones de los cambios de materia orgánica en un área de 1-2 tareas se asume que t = 1.7; cv = 15%; r = 6%.

³² Por lo general el valor del cv aumenta en cuanto incrementa el área.

³³ No sería aconsejable sembrar más que 1-2 tareas con un cultivo de cobertura hasta que la tecnología ha sido probada y validada.

³⁴ Unidad territorial de intervención.

³⁵ Cada extensionista tiene 8 rutas y atiende a 3-4 productores de enlace en cada ruta. Cumple con las 8 rutas, una ruta por día, en 2 semanas, y luego repite el ciclo. Entonces atiende a 3-4 productores de enlace por día, y un máximo de 32 productores de enlace atendidos dos veces por mes.

con tantos productores. Se sugiere que al principio, debería limitar el tamaño de la microcuenca y el número de productores hasta un máximo de 20-30 para no generar expectativas que no pueden ser cumplidas por el Proyecto. También se sugiere que los extensionistas ponen más énfasis sobre trabajos en grupos de productores que debería resultar en mayor adopción de las nuevas tecnologías. Ver 6.2.8.1.

6.1.10. Los Diagnósticos y La Planificación Participativa

i) Es importante antes de comenzar con los diagnósticos que se identifiquen los indicadores que van a usar para monitorear el impacto del Proyecto sobre la calidad de la vida, la igualdad entre los hombres y las mujeres, las ganancias de la propiedad, la productividad de las tierras, la sostenibilidad de los sistemas de manejo de tierras, y la calidad del ambiente etc. Sugiero que, en lo posible, se debería recolectar la información que se requiere para evaluar los indicadores durante los diagnósticos.

ii) Se recomienda que modifiquen la metodología de planificación participativa con los productores de tal manera que los facilitadores ayuden a los productores elaborar árboles de causas para *algunos* de sus problemas. Así los productores entenderán mejor las conexiones entre varias causas (por relaciones de causa y efecto), y podrán apreciar como una práctica puede tener impactos de mucho alcance. Un ejemplo importante que los productores deberían entender es que la producción de forraje adicional para la época seca por medio del establecimiento de pastos mejorados y la producción de ensilaje pueden tener un gran impacto sobre el control de la erosión, debido a que más rastrosos quedarán sobre el suelo para proteger el mismo.

iii) Los dos diagnósticos y la planificación participativa en cada microcuenca llevan mucho tiempo y muchas personas están involucrados, por lo tanto es muy importante asegurar que estas actividades hacen una contribución real y que corresponde a los planes y acciones para el desarrollo de la microcuenca. Si la mayoría de los problemas en el área del Proyecto son muy generales, es decir, son muy difundidos, las recomendaciones que salen de estas actividades serán muy parecidas. Entonces, se sugiere que después de completar las primeras 5 microcuencas, el Proyecto haga una evaluación crítica de las recomendaciones producidas de cada microcuenca para ver si son muy parecidas o no. Si existe un gran similitud entre las recomendaciones sería aconsejable reducir el tiempo asignado a los diagnósticos participativos, el número de preguntas y la cantidad de información recogida.

iv) Parece de las experiencias de las planificaciones participativas que los productores ya conocen de la mayoría de las soluciones de sus propios problemas³⁶. Entonces es muy importante averiguar porque ellos no habían implementado las soluciones anteriormente? El proceso de planificación participativa debería identificar que son los obstáculos, si es que los hay, para la implementación de las soluciones para asegurar buenas posibilidades de éxito. Sugiero que sería mejor extender el tiempo asignado a la planificación participativa para incluir los aspectos mencionados arriba, aun al costo del tiempo asignado a los diagnósticos participativos.

v) Aunque la forma de hacer la planificación participativa en el Proyecto involucra a los productores, la actividad debería ser más participativa, y el Proyecto beneficiaría de más capacitación sobre este tema. Sugiero que contraten a otro consultor para dar capacitación tanto para la gente del Proyecto como del CENTA.³⁷

³⁶ Agradesco a la Ing. Marlene Engers para esta observación.

³⁷ La Ing. Sabine Gündel de la Universidad Autónoma de Yucatán sería un candidato apropiado.

6.1.11. Los Trabajos de la Sección de los SIG del Proyecto

i) Se recomienda que investiguen la probabilidad que hayan déficits de humedad en los suelos que corresponden a <20, 20-40, 40-60, 60-80, >80 mm de agua durante épocas específicas del ciclo de crecimiento del cultivo de maíz en Jocoro y unas tres otras estaciones climáticas. Esta información será útil para hacer recomendaciones sobre la fecha de siembra de los granos básicos.

ii) Las áreas a ser muestreadas para monitorear la sostenibilidad de nuevas tecnologías en las microcuencas son pequeñas y los muestreos deberían continuar por 8-10 años antes de poder decir si los sistemas son sostenibles o no. Durante este período los alrededores y mojones pueden cambiar bastante, y entonces es muy importante registrar con precisión los límites del área sienda monitoreada. Para este propósito se recomienda que usen un GPS³⁸ que tiene una precisión de no mayor que +/- 5m para definir bien los límites de un área de sólo 2 tareas (874 m²).

6.2. Para El CENTA

6.2.1. La Contratación de Personal

i) Que el CENTA contrata lo más rápido posible un contraparte para el experto internacional en Manejo de Tierras.

ii) Durante la proxima reunión tripartita habrá un acuerdo de incluir dentro del Proyecto un puesto adicional de "Experto Nacional en Producción Animal y Pastos para Productores de Pequeña Escala" para que el Proyecto tendrá más impacto con los productores que tienen menos de 4 mz sobre 1) como mejorar el suministro de materia seca al ganado en la época seca sin quitar tantos rastrojos de cultivos de la superficie del suelo, 2) como mejorar la nutrición del ganado especialmente en la época seca, y 3) promover la crianza, manejo, nutrición, y comercialización (junto con el socioeconomista) de especies menores.

6.2.2. Los Programas de Investigación en General

i) Sugiero que los programas de investigación orienten y diseñen sus investigaciones de tal manera que sean bien orientados hacia un grupo de meta bien definido. Parece que la mayoría de los ensayos son orientados a productores que tienen 10-15 mz, aunque la mayoría de productores en laderas tienen sólo 1-4mz. Productores de pequeña escala tienen poca tierra disponible y, por lo general, pocos recursos económicos, y por eso sus posibilidades de introducir nuevas tecnologías son más limitadas.

Cuando los árboles ocupan mucho espacio, tecnologías agroforestales como bancos protéicos, bosquetes o cultivos en callejones no serán muy apropiadas. Cercas vivas con árboles multipropósitos serían más aptas.

Además, los ensayos tienen que ser realísticos y caen dentro de la realidad económica del productor. Por ejemplo, no concuerdo que una investigación sobre la frecuencia de poda de cercas vivas debería establecer las cercas vivas usando plantitas de árboles y fertilizantes.

³⁸ Sistema de Ubicación Geográfica (Geographical Positioning System)

Creo que la gran mayoría de los productores establecerían sus cercas vivas de estaciones sin fertilizantes, y la frecuencia de podas podría ser muy diferente con este sistema.

ii) Es frecuente encontrar muchos ensayos que no dan diferencias significativas debido a altos coeficientes de variación. Sugiero que los investigadores aprovecharían de un pequeño curso sobre como reducir los coeficientes de variación por medio de: diseños experimentales apropiados, arreglos que maximizan la variabilidad entre repeticiones y minimizan la variabilidad dentro de las repeticiones, el uso de cultivos de uniformidad, y el uso de covariantes en el análisis de covarianza. Una publicación por el autor (Barber, 1994)³⁹ contiene información sobre estas temas y puede ser útil aunque da énfasis sobre ensayos de labranzas. Una copia del informe esta en el Proyecto.

iii) En muchas universidades de los EEUU, los profesores tienen contratos que especifican que pasan una tercera parte de su tiempo dando clases, una tercera parte haciendo investigaciones y una tercera parte haciendo extensión. Este sistema tiene muchas ventajas porque algunos agricultores benefician directamente de la experiencia de los profesores, y los profesores llegan a conocer mejor los problemas de los agricultores, y por consiguiente la calidad y utilidad de sus investigaciones y enseñanzas mejoran. Para que los investigadores del CENTA priorizen y orienten mejor a los problemas de los productores y que tengan mayor participación directa en el desarrollo agropecuario, sugiero que cada investigador pasa 2 días por mes haciendo trabajo de desarrollo dentro de una comunidad junto con el extensionista como un binomio inseparable tratandose de igual a igual. Podría ser por ejemplo, la producción de hortalizas, el establecimiento de cercas vivas, el fomento de gallinas ponedoras, la producción de heno o ensilaje, el buen manejo agronómico de maíz y sorgo, establecimiento de barreras vivas etc.

Si algunos de los investigadores de los CDT de Santa Cruz Porillo y Morazán podrían trabajar con las comunidades dentro de las microcuencas del Proyecto sería una contribución muy valiosa, y indudablemente resultaría en un mayor impacto de desarrollo, la creación de áreas ejemplares de desarrollo, e investigaciones de mayor utilidad y mejor orientadas a un grupo meta bien definido. También ayudaría en fortalecer las relaciones y cooperación entre investigadores y extensionistas.

6.2.3. El Programa de Granos Básicos

i) Será importante que el Programa de Granos Básicos del CENTA confirme la existencia de las deficiencias nutricionales identificadas por medio de análisis de suelos y foliares, por la implementación de ensayos para determinar si hay respuestas de maíz, sorgo y frijoles a la aplicación de los nutrientes faltantes y si son económicas o no.

ii) Dado el problema de los altos costos de fertilizantes (Fig. 9), es muy importante promover el uso de abonos orgánicos, estiércol, y cultivos de cobertura de leguminosas como fuentes de N. Entonces se sugiere que el Programa de Granos Básicos del CENTA en colaboración con Ing. Nelson Velásquez, emprendan ensayos sobre respuestas a fertilizantes nitrógenados de maíz asociado con un cultivo de cobertura de leguminosa con el propósito de

³⁹Barber, R.G. 1994 "Procedimientos y metodologías para investigaciones sobre labranzas", MBAT-CIAT, Santa Cruz, Bolivia.

identificar las recomendaciones económicas óptimas⁴⁰ de nitrógeno para diferentes híbridos, sistemas de cultivos, suelos y zonas agroecológicas. Deberían iniciar estos trabajos una vez que se han identificado cuales leguminosas son más aptas para los diferentes sistemas de cultivos,⁴¹ y se debe implementar los ensayos utilizando el sistema de cero labranza en el mismo lugar por un mínimo de tres años.⁴²

iii) Para dar recomendaciones de fertilizantes inorgánicos de fósforo se sugiere que el Programa de Granos Básicos lleve a cabo ensayos de curvas de respuestas de maíz al P en suelos con diferentes niveles de P y diferentes potenciales para fijar P, usando sólo dos niveles de Nitrógeno.

iv) No se esperarían respuestas a cal debido a la neutralización de niveles tóxicos de Al y Mn en los suelos del área del Proyecto (Ver Anexo 2), pero podrían ser respuestas al encalado debido a mejoras en procesos microbiológicos o a otros factores. Sin embargo, no hay evidencia todavía que el encalado es beneficioso y rentable para los suelos del área del proyecto. Entonces, se recomienda que el Programa de Granos Básicos lleve a cabo ensayos para investigar si hay respuestas económicas a la aplicación de cal en suelos con bajo pH y baja saturación del CICE con Al en el área del proyecto.

v) Debido a que el análisis rutinario de suelos sólo puede indicar la presencia de deficiencias de P, se recomienda para investigaciones sobre la fertilidad de suelos y recomendaciones de fertilización, que el CENTA pone mucho más énfasis sobre análisis foliar como complemento del análisis de suelos, y así obtendrán mejores indicaciones acerca de las deficiencias de otros nutrientes.

vi) Los productores normalmente colocan fertilizantes al lado del cultivo y sobre la superficie del suelo que puede resultar en la pérdida de fertilizante por erosión⁴³ y/o por volatilización. Esta práctica puede contribuir a la baja fertilidad (Fig. 3), altos costos de insumos (Fig. 9), y contaminación de las fuentes de agua (Fig. 6). Sería más aconsejable colocar los fertilizantes unos 5-10 cm debajo de la superficie del suelo y a un lado del cultivo para reducir pérdidas. Entonces se sugiere que el CENTA lleve a cabo ensayos participativos sobre la factibilidad de aplicar fertilizantes con abonadoras manuales, usando los modelos que el proyecto ya ha traído de Brazil. Deberían considerar factores como la higroscopicidad de los diferentes fertilizantes, la factibilidad de aplicar fertilizantes cuando los suelos son húmedos, la facilidad de calibrar adecuadamente la abonadora, la confiabilidad en la cantidad aplicada durante todo el día, el riesgo que la abonadora se atasca, el ahorro en la mano de obra, la respuesta del cultivo en comparación con la práctica tradicional de fertilización, y las posibilidades y costo de fabricar las maquinas in El Salvador.

vii) Se sugiere que investigen las razones para las bajas poblaciones de siembra de maíz por los agricultores - si son atribuibles a: i) una baja densidad de siembra hecha de

⁴⁰ Cuando se calcula la relación beneficio/costo para la aplicación de fertilizantes es importante tomar en cuenta que un productor requiere 0.9 t de maíz para el consumo de una familia típica de 7.3 personas, y que sólo vende lo que sobra.

⁴¹ En Febrero 1997 se han planificado un taller con extensionistas y productores acerca de los resultados de los ensayos de investigación participativa sobre la intercalación de leguminosas de cobertura en sistemas de granos básicos. Este taller debería dar resultados preliminares sobre cuales leguminosas son más apropiadas para diferentes zonas y sistemas de cultivos.

⁴² Tres años pueden incluir un año muy húmedo, otro con lluvia normal y otro de baja lluvia.

⁴³ La translocación de fertilizante aun unos 20-30cm por erosión puede disminuir grandemente la absorción de fósforo por el cultivo.

propósito para evitar bajos rendimientos cuando hay una canícula, ii) porque desconocen de la densidad recomendada, iii) no haber tratado la semilla, iv) problemas de plagas de suelo, v) la mala calidad de la semilla sembrada - propia del productor o comprada del agroservicio.

viii) Se esperaría que la densidad recomendada de siembra del maíz en las zonas con alta frecuencia de periodos de sequía sería menor que en las zonas con menores problemas de sequía. Sin embargo las recomendaciones del CENTA no presentan ningunas diferencias en las poblaciones recomendadas para diferentes zonas. Se recomienda que investigen la densidad de siembra óptima para el CENTA-Pasaquina, H53, Sintetico sequía, y variedades Criollas y tradicionales en el área de Jocoro. La población optima debería dar un rendimiento aceptable en los años con altos déficits hídricos, y entonces es muy importante que continuen con estos ensayos por unos 5-7 años o más para incluir un rango amplio de diferentes precipitaciones. Al mismo tiempo el SIG del Proyecto debería hacer un estudio sobre la incidencia de sequía en esta zona. Ver 6.1.11.

ix) Se sugiere que el Programa de Granos Básicos investiga más al fondo la práctica de algunos agricultores del Oriente de dejar crecer las malezas dentro de su maíz para ser pastoreadas después de la cosecha del grano, para determinar el grado de reducción del rendimiento del maíz, y si es posible modificar la práctica para reducir las reducciones de rendimiento.

x) Durante los últimos 30-35 años ha habido una tendencia por parte de los fitomejoradores a producir variedades e híbridos de porte más y más bajo y con rendimientos más y más altos. Esto ha tenido el efecto de devolver a los suelos cantidades más y más pequeñas de materia orgánica, resultando en la degradación biológica de los suelos.⁴⁴ Dada la importancia de los rastrojos de los cultivos, tanto para proteger y mantener la fertilidad de los suelos, como para alimentar el ganado en la época seca, se recomienda que los fitomejoradores pongan mayor atención al nivel de producción de rastrojos de las nuevas variedades e híbridos, y que siempre publiquen y tomen en cuenta las producciones de rastrojos en la evaluación de las nuevas variedades e híbridos.

6.2.4. El Programa de Producción Animal

i) Sería muy beneficioso para el Proyecto si el Programa de Producción Animal podría elaborar un programa de investigaciones orientadas hacia productores en laderas que sólo tienen 1-4 mz, 1-6 ganado y unas 15 gallinas sobre i) la alimentación y nutrición de ganado en la época seca, ii) la crianza, manejo y alimentación de especies menores. Especies menores tiene un rol muy importante en la diversificación de la propiedad y en elevar las ganancias.

ii) Se recomienda que el Programa de Producción Animal promueve campañas para la mayor adopción de prácticas de ensilaje y hornos forrajeros usando pastos mejorados, el forraje de árboles forrajeros mezclado con pastos, o cultivos de sorgo con leguminosas intercaladas. También que promueven la fabricación de heno con pastos mejorados y hojas de árboles forrajeros.

iii) Se recomienda que el Programa de Producción Animal en colaboración con el Programa de Recursos Naturales investigan el efecto de la producción de ensilaje rústico con hornos forrajeros, en lo cual se utilizan los puntos del maíz, sobre la cantidad y cobertura de rastrojos que quedan sobre el suelo. Esta investigación indicará si realmente es necesario

⁴⁴ La degradación biológica significa la acelerada pérdida de materis orgánica del suelo.

intercalar cultivos de cobertura dentro de los sistemas de granos básicos para proteger los suelos adecuadamente cuando se usan los puntos de maíz para hornos forrajeros.

iv) Se recomienda que dan mayor énfasis sobre el uso de pastos y árboles forrajeros para los hornos forrajeros, y que sólo promueven el uso de rastrojos de maíz y/o sorgo donde la cantidad de rastrojos producida es suficientemente grande para dejar una capa protectora de rastrojos sobre el suelo de por lo menos 75% de cobertura.

v) Dada la importancia de reducir las aplicaciones de fertilizantes inorgánicos y aumentar el uso de abonos orgánicos para reducir los costos de producción, se sugiere que el Programa de Producción Animal inicia una campaña para promover la construcción de corrales para facilitar la recolección de estiércol del ganado para ser aplicado a los cultivos.

6.2.5. El Programa de Recursos Naturales

i) El experto internacional de Manejo de Tierras no ha tenido mucho éxito en colaborar con los investigadores de este programa a pesar de mucho esfuerzo, y se cree que el Programa de Recursos Naturales debería reevaluar las prioridades de sus investigaciones y la orientación de las mismas para que un mayor número de sus investigaciones estén más relacionadas a aquellos productores que sólo tengan 4 m² o menos.

ii) Sugiero que pongan mayor énfasis sobre prácticas agronómicas y vegetativas para la conservación de suelos, y que consideran las obras físicas como prácticas complementarias que se implementan sólo cuando ya está comprobado que las prácticas agronómicas y vegetativas no son adecuadas. Sería deseable que el Programa de Recursos Naturales apoye al Proyecto en la implementación de las investigaciones para evaluar las prácticas de conservación de suelos (ver sección 2.5).

iii) Dado el conflicto que existe entre el uso de rastrojos para ganado y la deseabilidad de dejar los rastrojos sobre el suelo para protección, se sugiere que el Programa de Recursos Naturales colabore más con el Programa de Producción Animal sobre métodos de aumentar la producción de forraje para la época seca, incluyendo el aprovechamiento de árboles forrajeros. Se sugiere que pongan mayor énfasis en sus investigaciones sobre árboles multipropósitos en cercas vivas que en bancos de leguminosas o bosquetes.

6.2.6. El Laboratorio de Suelos

6.2.6.1. La Precisión y la Reproducibilidad de los Análisis

i) Se recomienda que el laboratorio de suelos de prioridad a conformarse con los requisitos del programa ISE (Ver 6.1.2.) y que siempre mande los resultados de análisis de las muestras de Holanda antes de la fecha límite. Este le permitirá al laboratorio monitorear mejor la precisión de sus análisis, y será otro indicador además de los suelos estándares que ya están usando ahora.

ii) Además, sugiero que el laboratorio de suelos ajuste su sistema de análisis de tal forma que repitan cada decima muestra para tener un control interno de la reproducibilidad de sus análisis. Algunas sugerencias de como mejorar la precisión y reproducibilidad de los análisis están presentadas en "Análisis de Suelos y Plantas Tropicales" por Cochrane y Barber, (1993) Pp. 116-120. El laboratorio tiene una copia de este libro.

iii) Sugiero que una vez el Proyecto ha comprado la nueva lámpara para los elementos menores, el laboratorio de suelos debería poner más atención a los análisis de Cu y Fe, que a veces presentan valores que no coinciden con los del análisis foliar. Pero también deberían

considerar la posibilidad que los bajos valores de Fe en algunos suelos están relacionadas a una posible interacción antagonística entre Mn y Fe.

6.2.6.2. Los Métodos de los Análisis de los Suelos

i) Muchos de los suelos tienen muy altos contenidos de calcio, y sugiero que el laboratorio de suelos haga una prueba simple para detectar si carbonatos libres están presentes o no. A veces, hay pequeños pedazos de la cascara de caracoles o conchas en suelos que resultan en altos niveles de Ca, aunque el suelo es bastante ácido. Un método para detectar la presencia de carbonatos libres que es muy simple, rápido, y apto para análisis rutinario, es el método presentado en Pp. 12-13 de Cochrane y Barber (1993).

ii) Hay evidencia de altas concentraciones de manganeso en algunos suelos de bajo pH, que posiblemente podría reducir los rendimientos, especialmente donde han aplicado grandes cantidades de fertilizantes que aumentaría la concentración de la solución del suelo y así la concentración relativa de Mn. El extractante, Mehlich 1, utilizado por el laboratorio de suelos para determinar Mn probablemente no es lo más apropiado, y sería aconsejable extraer el Mn soluble en agua (Ver P. 52, Cochrane y Barber, 1993). Pero hay que hacer este análisis con muestras de suelo que no han sido secadas ni molidas ! Se sugiere que el laboratorio de suelos hagan pruebas comparando los dos extractantes en suelos de muy bajo pH y altos niveles de Mn para ver cual esta mejor relacionada con las concentraciones foliares de Mn.

iii) Puesto que el análisis rutinario de suelos en su forma actual no indica si Mg es deficiente o no, sugiero que el laboratorio de suelos incluyan los cationes intercambiables Ca y Mg como parte de su análisis rutinario. También debería investigar que es la relación de Ca/Mg que corresponde a un desequilibrio entre los dos cationes que causa una deficiencia de Mg.⁴⁵

6.2.6.3. Las Recomendaciones Sobre Fertilización

i) Para reducir la acidificación de los suelos debido a la aplicación de sulfato de amonio se recomienda que el laboratorio da mayor énfasis sobre la aplicación de urea en lugar de sulfato de amonio, *cuando también se aplican un fertilizante fórmula fabricado por Fertica que contiene 11% de S*. Cuando no es posible aplicar un fertilizante compuesto que contiene S, que se recomiendan la aplicación de yeso o urea sulfatada para evitar el uso de sulfato de amonio. Se puede hacer estas recomendaciones para todos los suelos, no sólo los suelos con pH menor de 5.5.

6.2.7. El Laboratorio de Química Agrícola

6.2.7.1. La Precisión y Reproducibilidad de Los Análisis

i) Se recomienda que el laboratorio de química agrícola incorpore una de las dos muestras foliares estándares una vez cada 2-3 semanas para monitorear la precisión de sus análisis (Ver 6.1.2.). Si encuentran algunas divergencias significativas con los valores

⁴⁵Hasta que se tienen otros valores se asume que una relación mayor de 5 entre Ca y Mg induciría una deficiencia de Mg.

estándares, sería aconsejable introducir las muestras estándares más frecuentemente hasta que el problema ha sido rectificado.

ii) Además, sugiero que el laboratorio ajusta su sistema de análisis de tal forma que repitan cada decima muestra para tener un control interno de la reproducibilidad de sus análisis. Algunas sugerencias de como mejorar la precisión y reproducibilidad de los análisis están presentadas en "Análisis de Suelos y Plantas Tropicales" por Cochrane y Barber, (1993) Pp. 116-120. El laboratorio tiene una copia de este libro.

iii) Sugiero que el laboratorio de química agrícola examine los análisis foliares de Ca y Mg, que muchas veces dan valores muy bajos a pesar de niveles altos en los suelos. También deberían chequear la precisión de los análisis de Cu y S que, según los análisis foliares, a menudo están presentes en cantidades bajas a muy bajas. Siempre deberían presentar las concentraciones de los elementos menores en ppm, y no como porcentajes.

6.2.7.2. El Énfasis en el Análisis Foliar

iv) Debido a que el análisis rutinario de suelos sólo puede indicar las deficiencias de P, se recomienda que el laboratorio acepte un numero mucho mayor de muestras foliares para poder dar mejores identificaciones acerca de las deficiencias de otros nutrientes.

6.2.8. El Programa de Extensión

6.2.8.1. Los Mecanismos Para La Transferencia de Tecnología

i) Los mecanismos más utilizados por extensionistas para la transferencia de tecnología son los mensajes, las parcelas demostrativas, giras, folletos y los días de campo. Algunos extensionistas ya están promoviendo trabajos en grupos⁴⁶, y sugiero que se debería promocionar más enérgicamente las actividades de este tipo. Muchos productores faltan autoconfianza para implementar las nuevas tecnologías o las tecnologías que requieren nuevas habilidades. Pero si habrán *participado* en implementar una nueva tecnología junto con otros productores y el extensionista, ganarán mucho más autoconfianza y es mucho más probable que van a implementar la nueva tecnología en su propiedad. Además, la experiencia de haber trabajado juntos debería estimular a los productores formar asociaciones o grupos para otros propósitos de beneficio mutuo.

Los cinco mecanismos de transferencia de tecnología tienen valor, pero el mecanismo más apropiado va a depender del tipo de tecnología o del componente a ser promocionada. Para promocionar un pequeño cambio en una tecnología ya conocida por los productores muchas veces se puede utilizar mensajes, por ejemplo, un cambio del tipo de pesticida que no requiere ningun cambio en la forma de aplicación. Pero donde se quiere introducir una tecnología que requiere una técnica o habilidad nueva, sería mejor usar trabajos en grupos, por ejemplo, como producir ensilaje, construir hornos forrajeros, preparar tierra para un almacigo o establecer barreras vivas. Un trabajo en grupo tendrá mucho más impacto que cualquier numero de mensajes. Por otra parte, para promover tecnologías que tienen elementos nuevos pero no requieren técnicas o habilidades nuevas, parcelas demostrativas serán más apropiadas. Ejemplos son: la siembra de un cultivo de cobertura, o el establecimiento de los pastos

⁴⁶Por ejemplo Ingeniero Othmaro Alvaredes de Guacotecti.

mejorados. A veces deberían establecer varias parcelas para demostrar mejor el efecto de una tecnología nueva.⁴⁷

Para tecnologías donde los productores ya conocen las prácticas y tienen las habilidades, y sólo se requiere enseñar las especificaciones para un cultivo nuevo, por ejemplo, los distanciamientos entre hileras, las profundidades de siembra, las fechas de transplantar etc. se puede utilizar folletos ilustrados y didácticos. Para otras actividades más complicadas, como la producción de las hortalizas, se requerirían parcelas demostrativas y giras, mensajes, folletos, y trabajos en grupos para diferentes elementos de la tecnología.

Se sugiere que el CENTA produzca un inventario de tecnologías para los extensionistas que indica los tipos de mecanismos de transferencia de tecnología más adecuados para las diferentes tecnologías y componentes. Esto destacarían cuales mecanismos tienen que ser más desarrollados. Un ejemplo tentativo del inventario se presenta en Anexo 7.

ii) Se sugiere que la sección de extensión de CENTA produce folletos que son más ilustrativos y didácticos para el 50% de los productores que son analfabetos.

iii) Para acelerar el impacto del CENTA en el desarrollo agropecuario se necesita introducir metodologías mucho más participativas, pero esto requiere cambios en la filosofía y actitud de los extensionistas e investigadores. Mucho veces es difícil que personas con bastante experiencia puedan cambiar. Sin embargo, CENTA debería intentar introducir un sistema de extensión que es más participativa en lo cual los productores aumen mayor responsabilidad para la identificación y solución de sus problemas. Sugiero que el Proyecto recluta un consultor para 4 meses para dar capacitaciones sobre planificación participativa. (Ver 6.1.10.v.).

6.2.8.2. Los Circulos Vecinales de Productores

ii) Mucha gente concuerdan que los circulos vecinales de productores no estan desarrollando mucho en comparación con los productores de enlace. Tanto extensionistas como productores han indicado que esto se atribuye al poco contacto que existe entre el extensionista y los productores vecinales, afuera de las reuniones cada dos semanas cuando presentan los mensajes. Además, la asistencia de los vecinales a las reuniones no es alta, porque pocos productores irán para escuchar el mismo mensaje cada año. Muchos productores sólo van a progresar si tienen un contacto frecuente y regular con el extensionista, porque el extensionista da no sólo consejo técnico pero también estímulo y aliento. Para aumentar el interés de los productores vecinales para que aprovechen más de los extensionistas se sugiere que los extensionistas ponen más énfasis sobre trabajos en grupos. Se puede cambiar el lugar donde implementan los trabajos en grupos para que todos los productores vecinales aprovechen de haber tenido trabajos hechos en su propiedad y no sólo en la propiedad del productor de enlace.

6.3 Para F.A.O., Roma

La importancia de considerar todo el sistema agropecuaria para mejorar las prácticas de conservación, especialmente en sistemas mixtos donde los productores tienen granos básicos y ganado, ha sido destacada en los trabajos del experto internacional de Manejo de Tierras. Un modelo simple basado en las opciones para solucionar el conflicto sobre el uso de rastrojos con

⁴⁷ Por ejemplo:- a) La densidad de siembra del maíz con 50,000, 35,000 y 20,000 pl/ha, b) El buen control de malezas en maíz por períodos de 35, 20 y 5 dds.

el fin de mejorar las prácticas de conservación de suelos se presenta en Fig. 14 (Ver sección 2.4). Además, existen ejemplos de sistemas exitosos de conservación de suelos en El Salvador que son basados solamente en prácticas agronómicas, sin la necesidad de implementar obras físicas (Calderón et al., 1991). Estos sistemas funcionan bien en los suelos volcánicos y arcillosos⁴⁸ con pendientes hasta 45-50%. En otros países de Central America también hay sistemas o prácticas de conservación de suelos que controlan bien la erosión, como por ejemplo, el uso de cultivos de cobertura de leguminosas en la costera Atlántica de Honduras y Guatemala. Otros proyectos de la FAO en Central America también tienen experiencias exitosas de la conservación de suelos, por ejemplo, el uso de barreras vivas en el Proyecto de Desarrollo Rural del Sur de Lempira (GCP/HON/018/NET). Entonces, dentro del Central America ya existen varios ejemplos exitosos de sistemas o prácticas de conservación de suelos, pero en general no se saben las condiciones limitantes (en cuanto al tipo de sistema agropecuario y los factores agroecológicos y socioeconómicos) donde los sistemas o prácticas son idóneos. Esto dificulta la transferencia de estas tecnologías a otras zonas. Se sugiere que durante su “debriefing” el autor de este informe elabora un esqueleto de un proyecto regional de asistencia técnica para Central America en la conservación de suelos en colaboración con el Sr. José Benites de AGLS. El proyecto propuesto tendría como enfoque la promoción de una metodología de sistemas agropecuarios (farming systems approach) a la conservación de suelos, tomando en cuenta los conocimientos y experiencias actuales de sistemas exitosos de conservación de suelos de la región, y un análisis de las condiciones limitantes de los sistemas exitosos para facilitar su transferencia a otras zonas con mayor confiabilidad.

7. PUBLICACIONES

- Barber, R.G. 1995a. Identificación de las deficiencias de nutrientes en el área del proyecto con énfasis en N, P, K, Ca, Mg, y S. Protocolo del Proyecto de “Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera,” FAO-CENTA, San Salvador, El Salvador, 25 Julio, 1995.
- Barber, R.G. 1995b. Evaluación de leguminosas de cobertura en el mejoramiento del recurso base. Protocolo del Proyecto de “Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera,” FAO-

⁴⁸ Estos tipos de suelos son muy comunes en Central America.

- CENTA, San Salvador, El Salvador, 29 Agosto, 1995. (Basado en un documento original escrito por Ing. Manuel de Jesús Osorio).
- Barber, R.G. 1995c. Prioridades de investigación y extensión en sistemas sostenibles de labranza conservacionista para zonas de ladera con ejemplos de algunas metodologías. Artículo presentado en la III Reunión de la Red Latinoamericana de Labranza Conservacionista (RELACO), San José, Costa Rica, 4-8 Diciembre, 1995.
- Barber, R.G. y Ochoa, B. 1995. Condiciones, conceptos y componentes básicos de sistemas agropecuarios sostenibles en zonas de ladera. Proyecto de "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera," FAO-CENTA, San Salvador, El Salvador.
- Barber, R.G. 1996a. Evaluación de tres sistemas de conservación de suelos y agua en cuatro grados de pendiente. Protocolo del Proyecto de "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera," FAO-CENTA, San Salvador, El Salvador, 12 Enero 1996 (revisado).
- Barber, R.G. 1996b. Investigación y extensión para promover la sostenibilidad de sistemas de granos básicos en zonas de ladera, El Salvador. Artículo presentado al XLII Reunión Anual Del Programa Cooperativo Centroamericano Para El Mejoramiento de Cultivos y Animales, San Salvador, 18-22 Marzo, 1996.
- Barber, R.G. 1996c. Guía Técnica para la Elaboración Participativa de Planes Integrales de Propiedades (PIP) para Productores No-Mecanizados en Zonas de Ladera, El Salvador. Proyecto de "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera," FAO-CENTA, San Salvador, El Salvador, Abril, 1996. (Segunda aproximación).
- Barber, R.G. 1996d. La incorporación de cuatro cultivos de leguminosas de cobertura en sistemas de granos básicos. Protocolo del Proyecto de "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera," FAO-CENTA, San Salvador, El Salvador, Mayo, 1996.
- Barber, R.G. 1996e. Linking the production and use of dry season fodder to improved soil conservation practices in El Salvador. Artículo presentado para publicación en los procedimientos de la novena conferencia de la Organización Internacional de Conservación de Suelos (ISCO), Bonn, Alemania, 26-30 Agosto, 1996.
- Barber, R.G. 1996f. Leguminosas exitosas de los jardines de leguminosas en la época 1995-96. Proyecto de "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera," FAO-CENTA, San Salvador, El Salvador, Noviembre, 1996.
- Barber, R.G. 1996g. Informe preliminar del estudio sobre la identificación de deficiencias nutricionales en el área del proyecto. Proyecto de "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera," FAO-CENTA, San Salvador, El Salvador, Noviembre, 1996.

8. BIBLIOGRAFIA

- Argueta, M.T. 1996a. "Análisis de la producción y utilización de rastrojos y su efecto sobre el riesgo de erosión en el departamento de Morazán." Tesis para optar al grado de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ingeniería, Universidad Centroamericana José Simeón Cañas, San Salvador, El Salvador. Abril 1996.
- Argueta, M.T. 1996b. "Evaluación de la relación entre riesgos de erosión del suelo y los factores de la pendiente y cobertura de las tierras cultivadas en zonas de ladera,

- Morazán." Informe de consultoría al proyecto de "Agricultura Sostenible en Zonas de Ladera," FAO-CENTA, San Salvador, El Salvador, Diciembre, 1996.
- Ashby, J.A., Beltrán, J.A., Guerrero, M. de Pilar, Ramos, H.G. 1996. Improving the acceptability to farmers of soil conservation practices. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51, 313-321.
- Barber, R.G. 1988. Una guía sobre la técnica de muestreo foliar y la interpretación de los datos analíticos para cultivos anuales. Informe No. 52. Misión Británica en Agricultura Tropical y el Centro De Investigación Agrícola Tropical, Santa Cruz, Bolivia. Noviembre, 1988.
- Barber, R.G., 1994. Procedimientos y metodologías para investigaciones sobre labranzas. Avances de Investigación No. 7. Misión Británica en Agricultura Tropical y Centro de Investigación Agrícola Tropical, Santa Cruz, Bolivia. pp. 54.
- Calderón, F., Sosa, H., Mendoza, V., Sain, G. and H. Barreto. 1991. Adopción y difusión de la labranza de conservación en Guaymango, El Salvador. Aspectos institucionales y reflexiones técnicas. In: *Agricultura sostenible en las laderas centroamericanas: oportunidades de colaboración interinstitucional*, San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). Pp 189-210.
- Cochrane T.T. and Barber, R.G. 1993. Análisis de Suelos y Plantas Tropicales, Misión de Agricultura Tropical y Centro de Investigación Agrícola Tropical, Santa Cruz, Bolivia.
- Vides, M.A. 1966. Evaluación participativa de los sistemas de conservación de suelos y agua en zonas de influencia de proyectos agroforestales. Tesis de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Ingeniería, Universidad Centroamericana "José Simeón Cañas," San Salvador, El Salvador.

Anexo 1.
**TERMINOS DE REFERENCIA PARA EXPERTO EN USO, MANEJO Y
CONSERVACION DE SUELOS Y AGUA**

Bajo la dirección del Director Nacional y del Asesor Técnico Principal el consultor deberá:

1. Analizar el uso actual del suelo por explotación familiar y rubro productivo dentro de las áreas de intervención del proyecto: cultivos (anuales, permanentes, industriales), praderas (natural, mejorada, artificial), frutales; bosque nativo y artificial.
2. Estado de los recursos naturales renovables y del medio ambiente. Clasificar los suelos de acuerdo al grado de erosión de los mismos, indicando las superficies involucradas.
3. Formular lineamientos de planificación del uso de la tierra para el ordenamiento racional de los recursos naturales de la finca del pequeño productor.
4. Seleccionar en colaboración con el ATP y para cada grupo meta del proyecto las propuestas técnicas de uso, manejo y conservación de suelos que luego serán incorporadas en el sistema de asistencia a los pequeños productores que el Proyecto diseñará para las áreas de intervención.
5. Asistir a los expertos de extensión y desarrollo rural en la elaboración de los aspectos técnicos de suelos dentro de la metodología de planificación participativa.
6. Planificar y organizar cursos de adiestramiento para la contraparte nacional en la región de trabajo, tanto a nivel de técnicos como de extensionistas.
7. Validar y promover prácticas de conservación que favorezcan la cobertura vegetal, incremento de la infiltración y control de escorrentia superficial con métodos sencillos. Estas prácticas de conservación deben tener un efecto inmediato de incremento de la productividad. La selección de las prácticas de conservación de suelo y agua se efectuará de acuerdo a las pautas descritas en la estrategia del proyecto.
8. Planificar y ejecutar investigación adaptiva de tecnologías desarrolladas en ambientes similares sobre conservación, uso y manejo sostenido que conducirá el CENTA en coordinación con las dependencias que estan listadas en la estrategia del Proyecto.
9. Establecer fincas-piloto demostrativas para la capacitación y entrenamiento de los agricultores.
10. Escribir informes periódicos con los avances y logros de los trabajos que ejecute en las áreas de intervención del Proyecto.

Con la aprobación del asesor Técnico Principal del Proyecto el punto 3. de los términos de referencia fue quitado porque esta actividad corespone más a las actividades de la sección de Sistemas de Información Geográfica.

Anexo 2.

INFORME PRELIMINAR DEL ESTUDIO SOBRE LA IDENTIFICACION DE DEFICIENCIAS NUTRICIONALES EN EL AREA DEL PROYECTO

por R. G. Barber
Noviembre 1996

Introducción

El objetivo de este estudio es identificar donde existen deficiencias y desequilibrios nutricionales en los suelos del área del proyecto por medio de análisis de suelos y análisis foliar de maíz.

Una descripción detallada de la metodología del estudio se presenta en el protocolo entitulado "Identificación de las incidencias de nutrientes en el área del proyecto con énfasis en N, P, K, Ca, Mg y S." Fue prevista que cada uno de los 76 extensionistas en el área del proyecto seleccionaría 10 parcelas donde cultivan maíz, y de cada parcela recogería una muestra compuesta de suelo y otra de hojas del maíz. Después del análisis y de la interpretación de los datos se haría un mapa mostrando la distribución de las deficiencias nutricionales. El seguimiento a esta actividad serían pruebas de campo para confirmar la presencia de las deficiencias nutricionales identificadas en base de análisis de suelo y foliar, por medio de respuestas en el campo a la aplicación de los nutrientes faltantes. Los resultados de estos estudios permitirían mejores recomendaciones sobre el uso de fertilizantes y consecuentemente reducciones en los costos de producción.

Resultados

Debido a varios factores el muestreo y análisis de suelos y foliares no fue completo, por lo tanto será necesario completar los muestreos en la primera época de 1997. En este informe se presentan los resultados preliminares de unas 541 muestras que han sido analizadas hasta el comienzo de Noviembre, 1996. Para la mayoría de estas 541 datos hay sólo análisis de suelo o de foliar lo que dificulta la interpretación. Es posible que la interpretación sobre cuales nutrientes son deficientes cambiará una vez que se tiene todos los datos completos.

Deficiencias de Nitrógeno

No existe un método confiable de análisis de suelo que indica si el contenido de nitrógeno disponible en el suelo es suficiente o no. Sin embargo, el maíz casi siempre responde a la aplicación de fertilizantes nitrógenados, y entonces se puede asumir que todos los suelos son deficientes en nitrógeno en cuanto a este cultivo. Además, casi todos los productores donde muestrearon los suelos habían aplicado fertilizante nitrógenado, y entonces deficiencias de nitrógeno sólo surgieron donde no se habían aplicado suficiente fertilizante. Para 75% de las muestras foliares habían contenidos adecuados de nitrógeno lo que significa que están aplicando suficiente nitrógeno, para cumplir con las demandas de nitrógeno de sus rendimientos actuales. No se puede decir cuantos productores están aplicando más que la dosis económica, pero 7% de los análisis foliares tenían concentraciones mayores que 3.5% que podría sugerir una absorción lujosa de nitrógeno. Se identificaron deficiencias de

nitrógeno en base de análisis foliar utilizando un nivel de suficiencia de nitrógeno de 2.6% (Soltanpour et al., 1995). En sólo 25 casos se encontraron deficiencias de nitrógeno, y los valores más bajos fueron mayormente asociados con la aplicación de sólo 2 qq de fórmula (16:20:0) y 2 qq de sulfato de amonio, lo que equivale a 33 kg N/mz ó 47 kg N/ha. La recomendación técnica de CENTA para la cantidad de nitrógeno requerida por el maíz híbrido H5 es 55 kg N/mz ó 79 kg N/ha. Entonces donde se encuentran deficiencias están aplicando sólo 60 % de la cantidad recomendada de fertilizante.

Deficiencias de Fósforo

La deficiencia de fósforo es la deficiencia más general en los suelos del proyecto después de la de nitrógeno para maíz. Se han identificado deficiencias de fósforo en base de niveles < 12 ppm de P en los suelos usando la solución Mehlich No. 1, 0.05N HCl + 0.025N H₂SO₄, (Bonilla, 1993), aunque el laboratorio de suelos de CENTA prefiere considerar 23 ppm como el nivel recomendado de suficiencia (Nelson Vasquez, Com. Pers., 1996). Las áreas del proyecto donde se encuentran suelos con deficiencias muy marcadas de fósforo, (< 5 ppm) son:-

Agencia	Cantón	Agencia	Cantón
Guacotecti	Cunchique	Jocoro	Animas
	Llano Grande		Las Marias
	San Lorenzo	Mercedes Umaña	El Caulote
	Tempisque		El Jocotillo
Ilobasco	Los Hoyos	Villa Triunfo	Escarbadero
	Los Llanitos		Santa Anita
	Maquilishuat		Virginia
	Santa Olaya		El Amatillo
Villa Victoria	Santa Marta		El Carrizal
			Llano el Chilamate
			Loma Grande

A pesar de encontrar frecuentemente deficiencias de fósforo en los suelos, se han hallado muy pocos ejemplos de deficiencias de fósforo en las plantas de maíz indicadas por concentraciones de < 0.22 % de P (Soltanpour et al., 1995). Las únicas zonas donde se hallaron deficiencias de fósforo fueron Mercedes Umaña y Villa Triunfo, pero en estas dos zonas se recogieron las muestras foliares en la época del ejote o más tarde, en lugar de la época correcta que corresponde a cuando los cabellos de la mazorca están comenzando a salir. Entonces es aconsejable rechazar la mayoría de los datos foliares de Mercedes Umaña y de Villa Triunfo porque el muestreo tardío invalida la interpretación de los análisis.

Los pocos ejemplos encontrados de deficiencias de fósforo en las plantas de maíz implican que la gran mayoría de los productores están aplicando cantidades suficientes de fósforo para los rendimientos actuales de su maíz, aunque no se puede decir si están aplicando cantidades excesivas o no-económicas. Entonces la aplicación de 2 ó 3 qq/mz de fórmula

(16:20:0) indica que la aplicación de 18 ó 27 kg P_2O_5 /mz (equivalente a 25 ó 39 kg P_2O_5 /ha) es suficiente para estos suelos. La recomendación técnica para maíz, híbrido H5, es 27 kg P_2O_5 /mz (equivalente a 39 kg P_2O_5 /ha).

Deficiencias de Potasio

Habian pocos ejemplos de deficiencias de potasio en los suelos del área de proyecto con sólo 35 casos de deficiencia sobre 471, excluyendo a Mercedes Umaña y Villa Triunfo. La presencia de deficiencias de potasio se atribuyen mayormente a bajas relaciones de K/CIC de $< 2\%$ (Landon, 1984) o a altas relaciones de Mg/K mayor que 15 (Landon, 1984; Walker, 1970). Los cationes intercambiables de K y Mg se determinaron por extracción con acetato de amonio a pH 7, y el CIC efectivo por la suma de los bases y acidez intercambiable. Deficiencias de potasio son más comunes:-

Agencia	Cantón	Agencia	Cantón
Ilobasco	Llano Grande	Villa Victoria	El Coracol

Deficiencias de Calcio

Para muchos suelos el analisis foliar ha dado valores de calcio debajo de 0.21 % que sugeriria que calcio es deficiente (Walsh and Beaton, 1973). Sin embargo, es común encontrar valores muy bajos de calcio según el analisis foliar, mientras el analisis de suelo presenta valores muy altos para calcio intercambiable y para la saturación del CIC efectivo con calcio. El Ca intercambiable se determinó por extracción con acetato de amonio a pH 7. Entonces, puesto que deficiencias de calcio en maíz son raras, aún en suelos con niveles muy bajos de calcio, es probable que los datos foliares no son confiables en cuanto al analisis de calcio. Alternativamente podria ser que estas muestras foliares con bajos valores de Ca fueron muestreados afuera de la época correcta. Las deficiencias de calcio de las agencias de Mercedes Umaña y Villa Triunfo pueden ser rechazados debido a la tardanza del muestreo foliar en esas agencias. Por lo tanto se considera, hasta que se presenta más evidencia, que no existen deficiencias de calcio en los suelos del área del proyecto.

Deficiencias de Magnesio

Para muchos de los suelos los analisis foliares de magnesio también presentan valores bajos que indicarian deficiencias de magnesio usando un nivel de suficiencia de 0.21 % para maíz (Walsh and Beaton, 1973). Sin embargo, para muchos de los suelos con bajos valores foliares de magnesio, los niveles de magnesio intercambiable según el analisis del suelo son altos. Este sugiere que los datos analiticos de suelos o de foliares para Mg no son confiables. Para algunos suelos con valores foliares de magnesio muy bajos ($< 0.10\%$), el analisis de suelo presentan relaciones altas (mayores que 5) entre los cationes intercambiables calcio/magnesio. Estas relaciones altas causarian un desequilibrio entre Ca y Mg y por eso una deficiencia inducida de magnesio (Landon, 1984). La presencia de muy bajos contenidos foliares de magnesio ($< 0.10\%$) más altas relaciones de Ca/Mg (> 5), dan mejor evidencia de la presencia de deficiencias de magnesio. Los cantones donde las deficiencias son más comunes son:-

Agencia	Cantón	Agencia	Cantón
Cacaopera	Aceituno	Ilobasco	Cerro Colorado

	Calavera Sunsulaca		El Zapote San José
Gotera	El Triunfo		Sitio Viejo
Jocoro	San Juan	San Isidro	Llano de la Hacienda
Villa Victoria	San Pedro		San Lorenzo

Deficiencias de Azufre

Se han identificado la deficiencia de azufre usando un nivel foliar de suficiencia de 0.20 % para maíz (Soltenpour et al., 1995). No hay datos de la disponibilidad de azufre en los suelos debido a las dificultades con este análisis. Dentro del área del proyecto se han hallado algunos suelos donde aparentemente hay deficiencias de azufre, a pesar de la práctica común de aplicar por lo menos 2 qq de sulfato de amonio (equivalente a unos 22 kg S/mz ó 31 kg S/ha) al maíz a los 30-35 días después de la siembra. Esta cantidad de azufre aplicada cada año debería ser suficiente para satisfacer los requisitos de azufre de 5 t/ha de maíz y 2.5 t/ha de sorgo de relévo, asumiendo ninguna fijación ni pérdida de azufre del suelo. Dentro del área del Proyecto hay algunas cantones donde los niveles foliares de azufre son más bajos, < 0.16%, que sugiere que en estas zonas es más probable encontrar deficiencias de azufre:-

Agencia	Cantón	Agencia	Cantón
Cacaopera	Calavera	Villa Victoria	El Azacualpa
	Estancia		El Zapote
	Gualindo		Rojitas
Ilobasco	Potrero		San Pedro
			Santa Marta

Deficiencias de Cobre

Se han detectado deficiencias de cobre en base de concentraciones de cobre extraíble con Mehlich No. 1 de menos de 1 ppm (Bonilla, 1993) y concentraciones foliares menores que 3 ppm. Se han usado un valor foliar de suficiencia menor que 6 ppm citado por Soltanpour (1995) debido a la baja eficiencia de la lampara para Cu del espectrofotómetro de absorción atómica. A veces las deficiencias de cobre parecen ser relacionadas con altos niveles de materia orgánica mayores de 10 % en el suelo, como en los cantones El Tablón y La Montañita. Los cantones donde se esperan más problemas de deficiencia de cobre son:-

Agencia	Cantón	Agencia	Cantón
Cacaopera	Aceituno	Guacotecti	Tempisque
	Sunsulaca		Cerro el Colorado
	Chaparral	San Isidro	El Amate
Gotera	Chilanga	Villa Victoria	Llano de la Hacienda
	Lajitas Abajo		El Zapote
Mercedes Umaña	El Tablón		San Antonio
	La Montañita		Santa Marta
Villa Triunfo	Llano Grande		

Deficiencias de Zinc

Se identificaron deficiencias de zinc en base de una concentración de zinc extraíble del suelo con Mehlich No. 1 menor que 3 ppm (Bonilla, 1993), y donde las concentraciones foliares son menores de 20 ppm (Soltanpour, 1995). Habían muy pocos suelos donde se encontraron deficiencias de zinc. Los únicos cantones que presentan deficiencias de zinc son:-

Agencia	Cantón	Agencia	Cantón
Cacaopera	Barrio San José	San Isidro	Curaren
	Sunsulaca	Villa Triunfo	Llano el chilamate
Gotera	Chaparral		

Deficiencias de Hierro

Los análisis de algunos suelos dieron valores de hierro extraíble con la solución de Mehlich que son muy debajo de 11 ppm que indicarían deficiencias de hierro (Bonilla, 1993). Pero, con los bajos valores de pH de la mayoría de los suelos no se esperarían deficiencias de hierro. Lamentablemente hay muy pocos ejemplos donde existen tanto datos analíticos de suelo como de foliar que permitirían comprobar la presencia de deficiencias. Es posible que los bajos valores de Fe en los suelos son atribuibles a las materias parentales que tienen muy bajos niveles de hierro, como de las cenizas volcánicas blancas (? diátomita). Alternativamente, los bajos niveles de hierro pueden ser el resultado de las lámparas viejas del espectrofotómetro de absorción atómica que no funcionan bien. Entonces, hasta que se tienen lámparas nuevas para Fe, Cu, Mn y Zn y estándares foliares, sería mejor asumir que no hay deficiencias de hierro en los suelos.

pH y Toxicidades de Manganeso o Aluminio

Muchos suelos presentan valores de pH debajo de 5.5 en los cuales se podría esperar problemas de acidez causados por la toxicidad de aluminio o de manganeso. Sin embargo, los porcentajes de saturación de la "Capacidad Intercambiable de Cationes Efectiva" (CICE) de los suelos con aluminio no ha superado a 26 % (Ver cuadro), aún para un suelo de pH 4.1. Estos valores causarían ningún problema para el crecimiento del maíz, pero valores arriba de 15% pueden reducir el rendimiento de frijol.

Relación Entre pH y La Saturación del CICE con Aluminio

pH	Al.100/CICE (%)	pH	Al.100/CICE (%)
4.0	1.1	4.4	6.3
4.1	26.0	4.4	2.6
4.1	9.2	4.4	1.2
4.2	9.2	4.6	12.3
4.4	26.0	4.6	3.6
4.4	11.2	4.6	3.0
4.4	9.9	4.6	0.9

Los valores de manganeso extraíble de los suelos ácidos con la solución de Mehlich a veces son muy altos, es decir, 11-100 ppm, (Bonilla 1993), pero las concentraciones foliares de

manganeso varían entre 20-150 ppm, sin alcanzar a niveles tóxicos, que corresponderían a concentraciones mayores a 500 ppm (Landon, 1984), aún en los suelos de pH muy bajo. Entonces no se presenta evidencia de toxicidades de aluminio y tampoco de manganeso en estos suelos. Los pocos cantones donde se hallan concentraciones altas, pero no tóxicas, de manganeso son:-

Agencia	Cantón	Agencia	Cantón
Mercedes Umaña	El Jicaro	Villa Triunfo	Loma Grande
	El Jocotillo		Los Novillos
	El Caulote		Llano el Chilamate
	Santa Anita	Jocoro	Candelaria
	Llano Grande		
	El Carrizal		

Aunque los bajos valores de pH no están relacionados con problemas de toxicidad de aluminio o de manganeso, es posible que la acidez de los suelos podría tener un efecto sobre algunos procesos biológicos, como la fijación biológica de nitrógeno, lo cual está reducida a pH mayor a 5.5.

Anexo 3.

**UBICACION Y RESPONSABLES PARA LAS PARCELAS DE PRACTICAS DE
CONSERVACION DE SUELOS**

1) CABAÑAS

No	UBICACION DE PARCELA			EXTENSIONISTA
	PENDIENTE	AGRICULTOR	DIRECCION	
RN O7	A (60-70%)	Antonio Martinez.	Canton Rojitas. Mun. Villa Victoria. Agencia Villa Victoria .	Omar Alas Tel. 332 3331 (D)
	B (15-20%)	Hipolito Corcas.	Canton La Bermuda. Mun. Villa Victoria. Agencia Villa Victoria .	Humberto Salvador Zeledón. Tel. ??
	C (50%)	Domingo Rosales.	Canton Llano Grande. Caserio Santa Lucia. Mun. Sesuntepeque. Agencia Guacotecti .	Fredy Menendez Tel. 440 3837 (D)
	D (15-20%)	Maximo Calles.	Cantón Tempisque. Mun. Guacotecti Agencia Guacotecti .	Napoleón Zaldivar.
	E (15-20%)	Luis Saravia.	Cantón San Lorenzo, Mun. Sesuntepeque, Agencia Guacotecti .	Felix Montoya
	F (35-40%)	Luis Cesar Quinteros.	Canton Tempisque. Caserio Zacamil, Mun. Guacotecti. Agencia Guacotecti	Napoleón Zaldivar. Tel. 332 3049 (O)
	G (15-20%)	Carmen Arias Aguilar	Cantón Cuyantepeque, Mun. Sesuntepeque, Agencia Guacotecti .	Othmaro Alvarado
	H (55-60%)	Santana Valladares.	Cantón Santa Olaya, Mun. Tejutepeque. Agencia Ilobasco .	Israel Morales Ayala
	I (40-45%)	José Antonio Rivera.	Cantón Agua Sarca. Mun. Ilobasco. Agencia Ilobasco .	Carlos Maximo Hernández

2) MORAZAN

No	UBICACION DE PARCELA			EXTENSIONISTA
	PENDIENTE	AGRICULTOR	DIRECCION	
	A (35-40%)	Sr. José del Carmen Argueta	Cantón El Mozote, Mun. Meanguera, Agencia Perquin .	Gustavo Lucha
	B (55-60%)	Santos Hernández	Cantón El Volcancillo, Mun. Jocoaitique, Agencia Perquin .	Zulma Candelaria Escobar
	C (35-40%)	Sr. Tranquilino Molina	Cantón Estancia, Caserio Tierra Blanca, Mun. Cacaopera. Agencia Cacaopera .	Carlos Humberto Cisneros. Tel. ?

3) JOCORO

	UBICACION DE PARCELA			EXTENSIONISTA
	PENDIENTE	AGRICULTOR	DIRECCION	
RN 07	A (35-40%)	Sr. José Gilberto Amaya	Canton Candalaria, Caserio Los Lazos, Mun. Sociedad. Agencia Jocoro	Favio Ernesto López. Sin tel.
	B (55-60%)	Carlos Ventura	Cantón San José, Mun. Jocoro, Agencia Jocoro .	Joel Monge Figueroa

4) N. USULUTAN

No	UBICACION DE PARCELA			EXTENSIONISTA
	PENDIENTE	AGRICULTOR	DIRECCION	
RN 07	A (15-20%)	Antonio Chevez	Cantón El Escarbadcro, Mun. Estanzuelas, Agencia Mercedes Umaña .	Carlos Humberto Montoya
	B (José Antonio Hernández	Cantón El Tablón, Mun. Berlin, Agencia Mercedes Umaña	Hugo Nelson Ramos
	C (Manuel de Jesús Quintanilla	Cantón El Zapotillo, Mun. Alegria, Agencia Mercedes Umaña	José Roberto Batres
	D	Benjamin Amaya	Cantón Virginia, Mun. Berlin, Agencia Mercedes Umaña	Rafael Ramos Fuentes
	E (15-20%)	Joel Fuentes	Cantón Las Charcas, Mun. San Buena Ventura Agencia Villa El Triunfo .	Romeo de Jesús Fuentes
	F (15-20%)	Jesús Fuentes	Cantón Las charcas, Mun. San Buena Ventura, Agencia Villa El Triunfo	Romeo de Jesús Fuentes

Anexo 4.
RESUMEN DE LOS RESULTADOS DE LOS ENSAYOS DE PRACTICAS DE
CONSERVACION DE SUELOS, EPOCA 1995

Cantón	Municip.	Agencia	Pendiente (%) Área de Parcela (m ²)	Rendimiento (qq/mz)				Observaciones
				Testigo	Rastrojos	Rastrojos + B vivas	Rastrojos + B vivas + Acequias	
La Bermuda (Hipólito Coreas)	Villa Victoria	Villa Victoria	17% 720					Erosión ...?
No había cosecha debido a acame y podrición del maíz y falta de humedad para el sorgo.								
Rojitas (Antonio Martínez)	Villa Victoria	Villa Victoria	60-70% 540-testig. 720 otras	24.2	36.5	26.7	36.5	Erosión 2 veces (4), 1 vez (2)
Habían problemas de acame, pudrición del grano, pajarros y siembra tardía.								
Llano Grande (Domingo Rosales)	Sesuntepeque	Guacotecti	50% ?? area	32.4 Chequear area de cosecha	33.1	28.9	30.3	
Tempisque (Lucio Cesar Quinteros)	Guacotecti	Guacotecti	40% 720					
El Volcancillo (Santos Hernández)	Jocoaitique	Perquin	55-60% 720	24.4	26.1	25.3	24.9	

Anexo 5
Resumen de las Especies Más Exitosas de Los Jardines de Leguminosas de la Epoca 1995

Las especies más exitosas en cada sitio se presentan en **negrita**, y las letras mayúsculas indican los problemas que impidieron el crecimiento de las leguminosas: - G = germinación, P = plagas, C = conejos, Z = zomposos, DO = "Damping off," B = barbozas.

Espece	V. Victoria	San Isidro	Ilobasco	V. Triunfo	Perquín	Jocoro	CDT Morazán
			Suelo muy compactado			Suelo mal drenado y compactado	Suelo pesado y compactado
Arachis pintoi CIAT 17434 (Costa Rica)	Arachis pintoi	Arachis pintoi	Arachis pintoi	Arachis pintoi	Arachis pintoi	Arachis pintoi G	Arachis pintoi
Cajanus cajan ICPL 270 (Bolivia)	-	Cajanus cajan ICPL 270 G,Z	Cajanus cajan ICPL 270 P	Cajanus cajan ICPL 270	-	Cajanus cajan ICPL 270	Cajanus cajan ICPL 270 G
Cajanus cajan Nucl-3 (Bolivia)	-	-	-	-	-	-	Cajanus cajan Nucl-3
Cajanus cajan OPL-622 (Brazil)	-	Cajanus cajan OPL-622 G	-	-	-	-	Cajanus cajan OPL-622 G, P
Cajanus cajan enano (Bolivia)	Cajanus cajan enano	Cajanus cajan enano G	Cajanus cajan enano G	Cajanus cajan enano G	Cajanus cajan enano	Cajanus cajan enano G	Cajanus cajan enano G
Cajanus cajan EMPASC 303 (Brazil)	-	-	-	Cajanus cajan EMPASC 303	-	Cajanus cajan EMPASC 303	Cajanus cajan EMPASC 303
Cajanus cajan arboreo cv. Kaki, IAC/SP, (Brazil)	Cajanus cajan arboreo	Cajanus cajan arboreo Z	Cajanus cajan arboreo G	Cajanus cajan arboreo	Cajanus cajan arboreo	Cajanus cajan arboreo G	Cajanus cajan arboreo
Canavalia ensiformis CATIE 20645 (Costa Rica)	-	Canavalia ensiformis	-	-	-	-	Canavalia ensiformis
Canavalia ensiformis (Costa Rica)	-	-	-	Canavalia ensiformis	-	-	-
Crotalaria juncea (Bolivia)	Crotalaria juncea G	Crotalaria juncea Z	Crotalaria juncea	Crotalaria juncea	Crotalaria juncea	Crotalaria juncea	Crotalaria juncea

Crotalaria mucronata (Brazil)	Crotalaria mucronata	Crotalaria mucronata Z	Crotalaria mucronata G	Crotalaria mucronata G, Z	Dolichos lablab	Crotalaria mucronata G	Crotalaria mucronata G, Z
Crotalaria paulinea IAC/SP, (Brazil)	Crotalaria paulinea	Crotalaria paulinea DO	Crotalaria paulinea Z	Crotalaria paulinea	Crotalaria paulinea	Crotalaria paulinea	Crotalaria paulinea G
Crotalaria retusa (Brazil)	Crotalaria retusa G	Crotalaria retusa G	Crotalaria retusa G	Crotalaria retusa G	Crotalaria retusa G	Crotalaria retusa G	Crotalaria retusa G, Z
Crotalaria spectabilis (Brazil)	Crotalaria spectabilis G	Crotalaria spectabilis DO	Crotalaria spectabilis G	Crotalaria spectabilis G	Crotalaria spectabilis	Crotalaria spectabilis G	Crotalaria spectabilis G
Crotalaria striata (Bolivia)	-	Crotalaria striata Z	-	-	-	-	Crotalaria striata Z
Dolichos lablab (El Salvador)	Dolichos lablab	-	-	-	Dolichos lablab	-	-
Indigo tinctoria, anileira IAC/SP, (Brazil)	Indigo tinctoria G, B	Indigo tinctoria G	Indigo tinctoria G	Indigo tinctoria G	Indigo tinctoria G	Indigo tinctoria G	Indigo tinctoria G
Stizolobium aterrimum (Costa Rica)	Stizolobium aterrimum	Stizolobium aterrimum Z,C	Stizolobium aterrimum	Stizolobium aterrimum	-	-	Stizolobium aterrimum Z,C
Stizolobium aterrimum (Brazil)	-	-	-	-	Stizolobium aterrimum	Stizolobium aterrimum G	-
Stizolobium deeringuanum (Brazil)	-	Stizolobium deeringuanum Z,C	Stizolobium deeringuanum Z,C	Stizolobium deeringuanum	Stizolobium deeringuanum	Stizolobium deeringuanum G	Stizolobium deeringuanum
Stylosanthes guianensis vulg. CIAT 184, (Costa Rica)	Stylosanthes guianensis	Stylosanthes guianensis	Stylosanthes guianensis P	Stylosanthes guianensis G	Stylosanthes guianensis	Stylosanthes guianensis	Stylosanthes guianensis C
Tephrosia vogelii (Brazil)	Tephrosia vogelii	Tephrosia vogelii	Tephrosia vogelii G	Tephrosia vogelii G	Tephrosia vogelii	Tephrosia vogelii G	Tephrosia vogelii

Los Espaciamientos Recomendados para Algunas Leguminosas

<i>ESPECIE</i>	<i>PLANTAS/ POSTURA</i>	<i>ESPACIAMIENTO ENTRE SURCOS</i>	<i>ESPACIAMIENTO SOBRE SURCOS</i>
C. striata	3 (4-5)*	50 cm	30 cm
C. juncea	3 (4-5)	50 cm	10-15 cm
C. retusa	2 (3-4)	50 cm	25-30 cm

C. spectabilis	1 (3)	50 cm	25 cm
Gandul arboreo	2 (3-4)	50 cm	25 cm

Anexo 6.

Otras parcelas de leguminosas a ser montadas por extensionistas:

Agencia	Gotera
Extensionista	Efrain Vides Sanchez
Semilla	25 lb dolichos
Proposito	Sembrar junto con Sorgo para producir ensilaje en 3/4 mz.
Ubicacion de ensayos	??

Agencia	Ilobasco
Extensionista	Israel Morales Ayala
Semilla	16 kg canavalia
Proposito	Recuperar la fertilidad de suelos degradados durante un año de descanso. Area total a ser recuperada es 1 mz.
Ubicacion de ensayos	Sr. Clinio Oliva, Sr. Oscar Hernández, Sr. José Alfaro. Todos del cantón Las Tomas, Tejutepeque, Cabañas.

Agencia	Guacotecti
Extensionista	Othmaro Alvarado
Semilla	25 lb Canavalia
Proposito	Para foraje y cultivo de cobertura entre árboles de cítricos. Area total de 0.25 mz.
Ubicacion de ensayos	Dña. Carmen Arias, Cantón Cuyantepeque, Guacotecti, Cabañas. (Dentro de UTI)

Agencia	Guacotecti
Extensionista	Othmaro Alvarado
Semilla	10 lb Mucuna
Proposito	Para foraje y cultivo de cobertura entre árboles de cítricos. Area total de 0.25 mz.
Ubicacion de ensayos	Dña. Anita Baires, Cantón Cuyantepeque, Guacotecti, Cabañas. (En UTI)

Agencia	Guacotecti
Extensionista	Othmaro Alvarado
Semilla	3.25 lb Dolichos
Proposito	Para foraje y cultivo de cobertura entre árboles de cítricos. Area total de 0.25 mz.
Ubicacion de ensayos	Sr. Gabriel Baires, Cantón Cuyantepeque, Guacotecti, Cabañas. (En UTI)

Agencia	San Isidro
Extensionista	Luis Ramos
Semilla	40 lb Mucuna
Proposito	?

Ubicación de ensayos	Cantón San Francisco, Caserío Hacienda Vieja. Sr. Julio Moreno 0.25 mz. Sr. Leandro Ruiz 0.25 mz.
----------------------	---

Anexo 7.

Mecanismos de Transferencia de Tecnología Para Diferentes Tecnologías

Tecnología	Mensajes	Folletos	Parcelas Demostrativas	Trabajos de Grupos
Labranza conservacionista	✓	✓	✓	
Siembra directa	✓	✓	✓	
Variedades mejoradas		✓	✓	
Densidad de siembra		✓	✓	
Período crítico de control de malezas	✓		✓	
Fertilizante colocado	✓		✓	✓
Leguminosas intercaladas	✓	✓	✓	
Cercas vivas		✓	✓	✓
Pastoreo controlado	✓		✓	
Pastos mejorados		✓	✓	
Producción de ensilaje		✓		✓
Producción de heno	✓			
Arboles forrajeras en cercas vivas		✓	✓	
Cultivos para ensilaje	✓	✓	✓	
Hornos forrajeras	✓	✓		✓
Barreras vivas		✓	✓	✓
Tratamiento de semilla	✓		✓	
Corrales		✓	✓	✓
Uso de abonos orgánicos	✓		✓	
Lombricultura		✓	✓	✓
Muestreo de suelos para análisis	✓	✓		✓
Muestreo foliar para análisis	✓	✓		✓
Fabricación de compost		✓	✓	✓
Sistema rustico de riego de gotera		✓	✓	✓
Aplicación de mulch	✓		✓	
Instalación de cortinas rompevientos		✓	✓	
Aplicación de herbicidas	✓	✓	✓	
Construcción de acequias de ladera		✓	✓	✓
Aplicación de insecticidas químicos	✓	✓		
Manejo integrado de plagas	✓	✓	✓	✓
Elaboración de pesticidas orgánicos		✓	✓	✓
Almacenamiento de semillas	✓	✓	✓	
Desbosque paralelo al contorno	✓		✓	

Tecnología	Mensajes	Folletos	Parcelas Demostrativas	Trabajos de Grupos
Arado para descompactar los suelos	✓		✓	
Uso de cultivos de descanso	✓	✓	✓	
Construcción de canales de desviación		✓	✓	✓
La rotación de cultivos	✓	✓		
Planificación integral de propiedades	✓		✓	✓
Producción de hortalizas		✓	✓	✓
Producción de frutales		✓	✓	✓
Manejo de especies menores		✓	✓	
Producción de alimentos para especies menores		✓	✓	✓