



**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE  
INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA**

**PROGRAMA MANEJO INTEGRADO DE  
RECURSOS NATURALES**

**AREA DE MANEJO DE CUENCAS**



**RENARM**  
MANEJO DE CUENCAS

---

**PUBLICACIONES DEL PROYECTO RENARM/MANEJO DE CUENCAS**

**"ABONOS ORGANICOS",**

**COMPONENTE DEL PROYECTO CEL-MAG-CATIE-USAID.  
REHABILITACION DE LA CUENCA DEL RIO LAS CAÑAS**

**JEAN COLLINET**

**CATIE, TURRIALBA  
Marzo, 1994**

## 1. OBJETIVOS

La operación de investigación titulada " Restauración de suelos volcánicos degradados utilizando abonos orgánicos en la microcuenca del río Las Cañas, El Salvador" se integra dentro del proyecto general CEL-MAG-CATIE-USAID "Rehabilitación de la subcuenca del río Las Cañas".

Las acciones técnicas de desarrollo de este proyecto general son: (i) asistencia cerca de las familias campesinas, (ii) reforestación, (iii) conservación de suelos, (iv) control de torrentes. Nuestra operación de investigación para el desarrollo se inscribe en el grupo (iii) "conservación de suelos". Sin embargo su estrategia de restauración era estrictamente biológica.

Sus propios objetivos se resumen en dos proposiciones:

a) Mejorar la fertilidad general, es decir física y bioquímica, de suelos de vertiente de origen volcánico; son suelos fuertemente degradados por una erosión relacionada con la sobre-explotación de las tierras más acá de un límite de sostenibilidad; en los peores situaciones se cultiva sobre cenizas y pomas, en estos casos se trata, literalmente, de reconstruir un suelo.

b) El mejoramiento esperado de la fertilidad general debería ser realista en el contexto del actual nivel de los ingresos de los campesinos salvadoreños, entonces se debe tomar las medidas las más baratas y las más eficaces posibles sin deteriorar el medio ambiente y sin modificar drásticamente la disponibilidad en tiempo de trabajo de los campesinos.

Se conta así con una serie de consecuencias que serán:

- el mejoramiento importante de la productividad en granos básicos de las tierras, entonces una disminución de la presión de los campesinos sobre ellas,

- una modificación sensible de la capacidad de absorción general de la cuenca por las lluvias y, por consiguiente, unas disminuciones importantes de las crestas de crecidas y del transporte de los sedimentos en los vertientes y los ríos.

## 2. PROBLEMATICA Y METODO

La introducción de varios tipos de abonos orgánicos dentro de los suelos degradados provocan diferentes efectos que se manifiestan según diferentes escalas de tiempo:

- a corto plazo, efecto inmediato durante un ciclo de cultivo que sacan sus orígenes de la utilización del nitrógeno y del fósforo traídos por la materia orgánica y rápidamente mineralizados,

- a mediano plazo, es decir tres ciclos o más, duración necesaria para empezar construir un complejo absorbente y perseguir los efectos de esta reconstrucción que serán, entre otras cosas: una mejor fijación de los nutrientes naturales, una buena utilización de los abonos minerales,

- a largo plazo, es decir más que 5 años, se tratará comprobar un nítido mejoramiento de las características físicas de los suelos reconstruidos (porosidad, estabilidad estructural, conductibilidad hidráulica) y por consiguiente disminuir la erosión y mejorar la infiltración general.

El método se apoya sobre aportes de varios tipos de abonos orgánicos en 7 parcelas experimentales distribuidas dentro de un campo de cultivo tradicional (asociación maíz, frijol):

- estiércol de gallina (15 t/ha) enterrado durante la labranza,  
- residuos vegetales que son hojas y ramas de Gliricidia sepium (18 t/ha a 30% de humedad) enterrados o derramados en la superficie del campo labrado.

Varias observaciones de campo y análisis de tierras y tejidos vegetales permiten seguir la evolución de los componentes esenciales de la productividad de estas tierras abonadas. Serán comentados en el parrafo siguiente.

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Rendimientos de los granos basicos

Se observó un "latigazo" de los rendimientos, efecto a corto plazo previsto del traído de los nutrientes N, P, S rapidamente disponibles en los abonos orgánicos:

QLb/Mza de	maíz 1992	maíz 1993	frijol 1993
testigo	34	57	28
gallinaza	49 (+40%)	85 (+49%)	22 (-21%)
mat.vegetal	46 (+35%)	72 (+26%)	35 (+25%)

*La situación "gallinaza" era poco mejor que la del "material vegetal fresco" con la excepción del muy difícil control de las malezas y plantas adventicias (invasión de "ouistittle", alias floras amarillas) en el tratamiento "gallinaza" durante el ciclo asociado de los frijoles.*

Documentos: figuras HGMAIZ92B y 93B, HGFRI93B en el anexo (¡desgraciadamente el testigo maíz 93' del sitio 2 no es representativo!),

#### 3.2. Reconstrucción del suelo

Con este aspecto, considerado a mediano plazo, se sigue esencialmente las evoluciones de las tasas de la materia orgánica (MO), del fósforo (P Olsen) así que las de la capacidad de intercambio catiónico (CIC) en muestras de tierra sorteadas en las parcelas.

En lo que se refiere a la materia orgánica del suelo, se nota una fuerte disminución, por mineralización al final de cada ciclo (octubre), de la que proviene de la gallinaza. A contrario la materia orgánica que proviene del material vegetal fresco tiene una

tendencia a acumularse en el suelo a la misma época. La interpretación se funda en los orígenes diferentes de los compuestos orgánicos entonces en actividades de organismos diferentes en el ciclo del carbono. Así, la situación "material vegetal fresco" sería más interesante que la de la "gallinaza".

En lo que concierne la capacidad de intercambio aparece que la gallinaza contiene ya más precursores de ácidos húmicos que la materia húmica sintetizada a partir del material vegetal fresco. Por estos dos años la gallinaza permitiría reconstruir más rápidamente el complejo absorbente en los suelos los más arcillosos, sin embargo se debe esperar más tiempo para confirmar esta observación.

Documentos: figuras MO-, FOL-, CIC1192A en el anexo

### 3.3. Conservación de los suelos desnudados (principio del ciclo)

El desarrollo rápido de una cobertura vegetal después de la siembra va a asegurar una protección eficaz contra la erosión a dos niveles:

- primer nivel: interceptación directa de la energía de las lluvias, y por consiguiente efecto sobre la movilización de los sedimentos a partir de los terrones,

- segundo nivel: protección contra la destrucción de los camellones, efecto contra el aumento de la velocidad de los flujos de escurrimientos limitados en los intercamellones, mantenimiento de la rugosidad del campo.

La figura CAMEL04 del anexo enseña claramente un efecto anti-erosivo maximum con el tratamiento "gallinaza" (ESTI) que tiene la mejor dinámica de crecimiento del maíz joven entonces de desarrollo rápido de su estructura vegetal.

### 3.4. Mejoramiento de las características físicas de los suelos

Este aspecto, a largo plazo, no era hasta ahora bien perceptible. Lo que se puede observar son la aparición, al lugar de un material inicialmente pulverulento, de una estructuración poco a medianamente desarrollada con agregados subangulosos (parcelas "gallinaza", "material fresco enterrado", o redondos, entonces de origen biológico, en la parcela "material vegetal fresco superficial").

## 4. RECOMENDACIONES

Siguiendo, después de dos años, varias evoluciones de la tierra y de los cultivos así que la receptividad de los campesinos a los resultados de este ensayo (talleres, días de campo), se puede ya proponer algunas recomendaciones.

Si se apoya únicamente sobre los argumentos científicos, el balance es difícil que establecer para elegir uno u otro tratamiento, sin embargo se lleva una pequeña preferencia por la

gallinaza.

Si se integra igualmente los argumentos socio-económicos, la preferencia irá a la utilización de los materiales vegetales frescos, propósito que se va a desarrollar poco más considerando tres cosas (i) la situación de los cultivos de ladera en la dicha zona (ii) el efecto de este tratamiento en la restauración general de la cuenca, (iii) algunas palabras en lo que se refiere al fortalecimiento de la infiltración.

#### 4.1. Argumentos extraídos del actual sistema de cultivo

- son parcelas pequeñas (<3Mza) y diseminadas (diseminación de la propiedad de los campesinos los menos pobres o, diseminación de cada propiedad de los más pobres),

- son parcelas con acceso difícil mismo muy difícil para el transporte de cualquier material,

- los campos no tienen fuente de agua en sus proximidades durante la época seca,

- a la excepción de las estrechas líneas de cresta, todos los vertientes son muy degradados, 30% de ellos soportan casi no-suelos.

- con la diseminación de la propiedad, se observa todavía algunas estrechas o discontinuidas cercas de arboles o arbustos entre propiedades vecinas

- la topografía no permite de labrar más que 50% de la superficie de las laderas, así, quedan barbechos de largo tiempo o chaparrales en fuertes pendientes.

- al final, no es dudoso que, si no se puede cambiar rápidamente y profundamente las costumbres culturales de los campesinos, se puede esperar en pequeñas reorientaciones si se prueba la posibilidad de un provecho personal inmediato, que después (y solamente después) será útil por toda la comunidad de la cuenca.

El análisis sintético de todos estos hechos fortalece la elección de materiales vegetales frescos para el mejoramiento de las características de la fertilidad general de las tierras de la cuenca.

Con el aumento de los rendimientos se puede esperar un aumento de la productividad de la tierra de manera que no se debería temer más una extensión exagerada del degradante sistema extensivo actual. En las superficies ganadas se favorecerá el reemplazo o la extensión de arbustos y arboles útiles, sembrando con ellos, o cercas vivas o los antiguos barbechos y los chaparrales (\*).

(\*) un sistema agroforestal con la introducción dentro de los campos, de cortinas de arboles no me parece adaptado aquí por 3 razones que son: (i) efecto inmediato fuertemente negativo en los rendimientos de los granos básicos sin costosas compensaciones con abonos minerales, (ii) parcelas demasiado pequeñas entonces disminución drástica, en la mente del campesino, de la superficie productiva, (iii) mantenimiento de este sistema difícil sin un Consejo próximo y muy consciente de la naturaleza particular de estas tierras volcánicas de vertiente.

Gliricidia sepium, Erythrina fusca y otras leguminosas arborescentes podrán dar después de 4 años aproximadamente 8 t/ha de materiales frescos..estos valores devienen compatibles con las necesidades puestas de manifiesto por el ensayo.

#### 4.2. Argumentos a la escala de la cuenca

El aspecto negativo de la presión demográfica, y por consiguiente, de una sorprendente distribución de la tierra, tendrá, por una vez, el aspecto positivo de la construcción de un mosaico de barreras semi-naturales en todos los vertientes. En efecto, los arbustos y arboles no serán únicamente útiles para una cosecha anual de materiales frescos, más bien sus efectos serán una protección general de la cuenca contra las degradaciones:

- de los flujos hídricos superficiales,
- ligadas con los riesgos de deslizamiento con dos aspectos:
  - (i) los arboles son "bombas hidráulicas" naturales que van a aumentar la ETR, agua sacada de la infiltración, entonces disminución de la sobrecarga hídrica de estos suelos y materiales parentales sumamente porosos,
  - (ii) las raíces las más verticales pueden anclar los suelos en pendientes fuertes.

#### 4.3. ¿ Fortalecer la infiltración ?

Si se considera únicamente el balance hídrico de la cuenca no es dudoso que se debe tomar todas medidas adecuadas para fortalecer la infiltración de las lluvias.

Si se considera ahora, de manera más atenta, las consecuencias de estas medidas en lo que se refiere a la erosión, se debería considerar no solamente las degradaciones de los flujos hídricos superficiales pero también las debidas a la gravedad como los movimientos de masa. En efecto, el aumento de la infiltración obtenido gracias a ciertas medidas estructurales de conservación, como canales de infiltración, tiene como contrapartida el riesgo de acercarse demasiado del límite de sobresaturación hídrica de los suelos o de los materiales parentales (cenizas, pomas, tobas blandas) ellos mismos sueltos y muy porosos. Por vía de consecuencia, esta saturación hídrica, si no esta controlada por campañas de medidas humidimétricas, podría provocar algunos deslizamientos en los materiales que tienen las menores cohesiones.

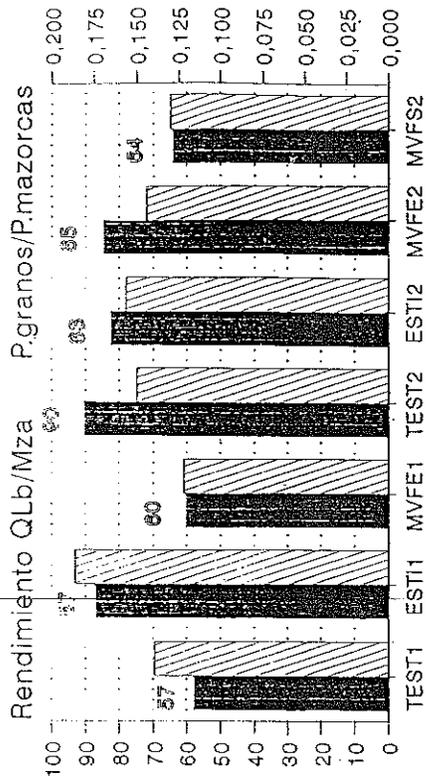
Este ultimo aspecto demuestra, si era todavía necesario, dos cosas: (i) las dificultades particulares enfocar cualquiera medida conservacionista satisfactoria en las cordilleras centroamericanas con rocas volcánicas piroclásticas sueltas,

(ii) la necesidad controlar con regularidad en el campo la eficacia, a todas escalas espaciales, de las medidas de rehabilitación, o de conservación preconizadas.

En efecto, no existen y no podrán nunca existir leyes, con uso universal, de conservación o rehabilitación de los medios ambientales. Esto se explica por la variabilidad y por la multiplicidad de los factores que intervienen en la construcción y

en el funcionamiento de cada sistema natural. En cambio se puede analizar y finalmente conocer bastante bien los procesos que interfieren en este funcionamiento: tipos de procesos, orden y intensidades de sus intervenciones y así intervenir dentro de los proyectos para buscar y proponer una dimensión adecuada a todas las medidas de protección previstas.

El Salvador, Cuenca del río Las Cañas  
Maíz 1993 Rendimiento Qlb/Mza

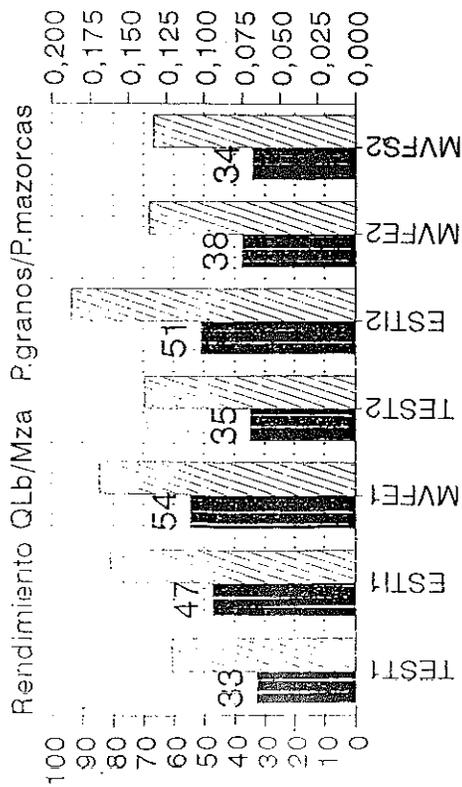


Parcelas

■ Granos Qlb/Mza ▨ Tasa de Relleno

HGMAIZ93B

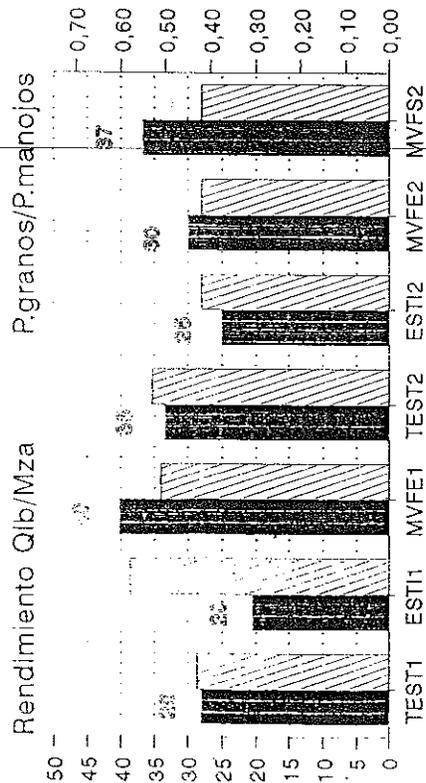
El Salvador, cuenca del río "Las Cañas"  
Rendimiento del maíz - ciclo 1992



■ Rendimiento Qlb/Mza ▨ Relleno

HGMAIZ92B

El Salvador, Cuenca del río Las Cañas  
Frijol 1993 Rendimiento Qlb/Mza

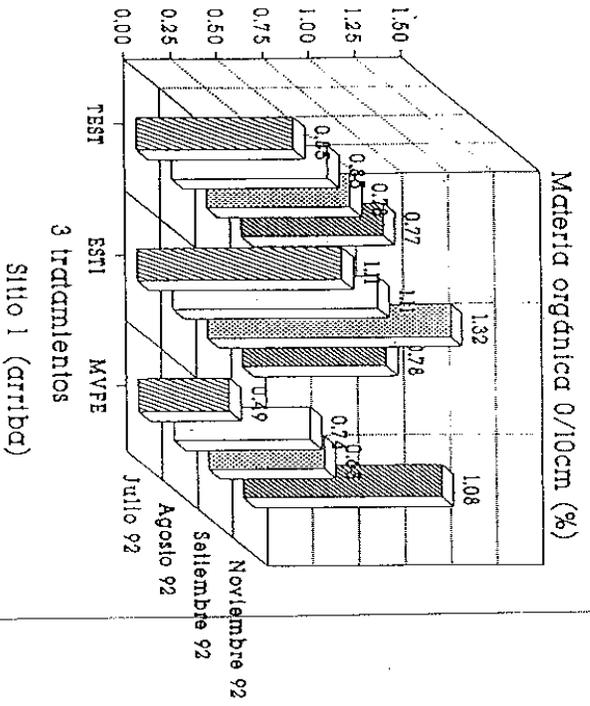


Parcelas

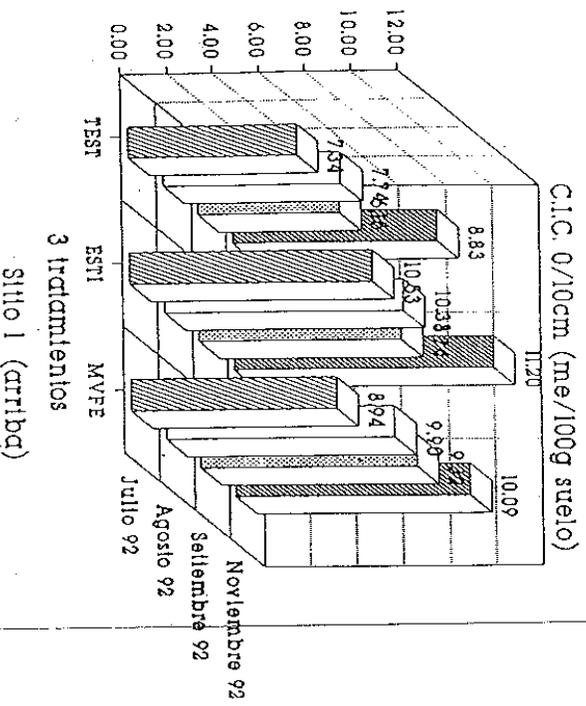
■ Granos Qlb/Mza ▨ Tasa de Relleno

HGFRIJ93B

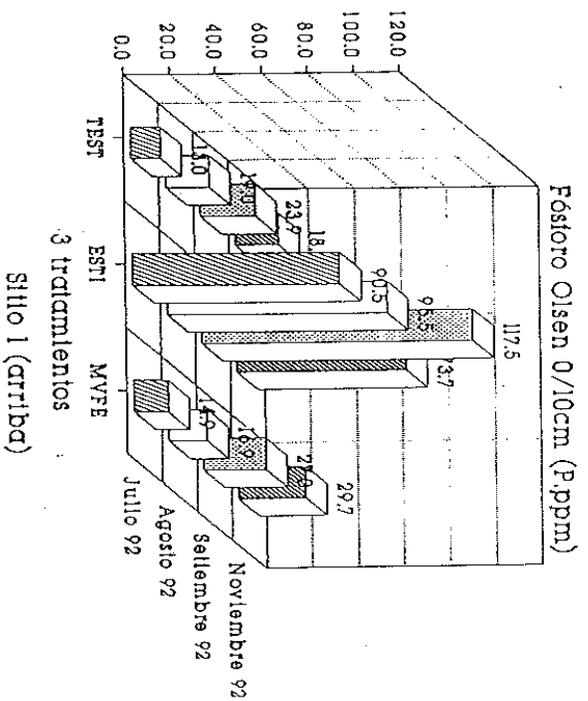
El Salvador, Cuenca río Las Cañas  
Evolución Materie orgánica (MOL192A)



El Salvador, Cuenca río Las Cañas  
Capacidad de intercambio 0/10 (CIC192A)



El Salvador, Cuenca río Las Cañas  
Fósforo Olsen 0/10 (FOL192A)



El Salvador La Fuente Sitio 2  
Tierra movilizada por parcela (camel04)

