

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE IVESTIGACION Y ENSEÑANZA
CATIE

PREOGRAMA DE ENSEÑANZA
AREA DE POSGRADO

EVALUACION DE PRACTICAS TRADICIONALES DE COSERVACION DE
SUELOS EN SANTA CRUZ, NICOYA Y HOJANCHA, GUANACASTE,
COSTA RICA.

Tesis sometida a la consideración del Comité Técnico de Posgrado y
Capacitación del Programa de Enseñanza en Ciencias Agrícolas y Recursos
Naturales del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para
optar al grado de

MAGISTER SCIENTIAE

por

OSCAR ANTONIO VALENZUELA GARCIA

Turrialba, Costa Rica
1994

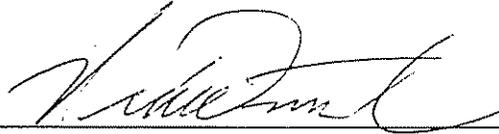
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE

FIRMANTES:



Prem Sharma, Ph. D.
Profesor Consejero



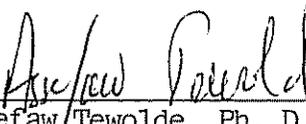
Pedro Oñoro, Ph. D.
Miembro Comité Asesor



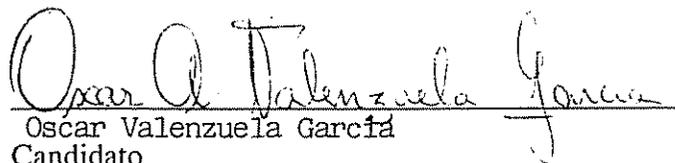
Fernando Ferrán, Ph. D.
Miembro Comité Asesor



Assefaw Tewolde, Ph. D.
Jefe, Area de Postgrado



Assefaw Tewolde, Ph. D.
Director, Programa de Enseñanza



Oscar Valenzuela García
Candidato

DEDICATORIA

A mi madre Emilia García por su voluntad de hierro, espíritu de lucha y eternos deseos de superación.

A la memoria de mi padre fallecido.

A mi esposa Yomari Tejada por su amor incondicional.

A mis hijos Jissel, Emely y Silvio Emilio.

A mis hermanas Xiomara y Ana María.

AGRADECIMIENTOS

De manera muy especial al gobierno de Holanda por haber financiado mis estudios de maestría.

A los miembros de mi comité consejero doctores Prem Sharma, Pedro Oñoro y Fernando Ferrán por sus sugerencias durante todo el proceso de elaboración de este trabajo.

Al proyecto forestal IDA-FAO en la persona de su director internacional Jhonny Mantilla.

A todos los miembros de la oficina del IDA en Santa Cruz por su colaboración incondicional, muy especialmente al Ing. Angel Guevara y la Señora Patricia Jiménez.

A los compañeros de la promoción 91-93 por los buenos momentos compartidos.

Al Ing. Alberto Sánchez por su abierta y sincera colaboración.

A la Secretaría de Estado de Agricultura por permitirme realizar mis estudios.

A los compañeros de la promoción 94-95 con quienes compartí mis últimos meses de estadía en CATIE.

A mis suegros Don Silvio Tejada y Doña Altagracita Alonso quienes acogieron a mi familia durante mi ausencia.

BIOGRAFÍA

El autor nació el 23 de octubre de 1961 en la ciudad de Santo Domingo, República Dominicana.

Realizó sus estudios primarios y secundarios en el colegio Calasanz.

En 1979 ingresó a la Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), donde se graduó como Ingeniero Agrónomo en junio de 1985.

En 1986 es contratado por el IICA, durante un año para asistir en labores de campo ejecutados por la embajada de Israel en el valle de Azua.

Desde 1987 fue designado como encargado de la división de suelos y agua en el Centro de Investigaciones Aplicadas a Zonas Áridas (CIAZA).

En 1989 ingresa al Centro Sur de Desarrollo Agropecuario (CESDA) como encargado de la unidad de riego.

En septiembre de 1991 ingresa al Programa de Maestría de CATIE, en Turrialba Costa Rica, donde en abril de 1993 obtiene el título de Magister Scientiae en la especialidad de Manejo Integrado de Recursos Naturales con énfasis en Manejo de Cuencas Hidrográficas.

INDICE

RESUMEN	viii
SUMMARY	ix
LISTA DE CUADROS	x
LISTA DE FIGURAS	xiv
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Prácticas tradicionales de conservación de suelos en Guanacaste	5
2.2 Frijol tapado	5
2.3 Labranza cero	8
2.4 Importancia de las coberturas muertas (mulch)	10
2.5 Barreras de especies leñosas	12
2.6 Efecto de diferentes métodos de conservación de suelos sobre la fertilidad	14
2.7 Medición de la erosión. Método de las varillas de erosión	16
3. MATERIALES Y METODOS	18
3.1 Descripción del área de estudio	18
3.1.1 Suelos	18
3.1.1.1 Fertilidad	19
3.1.2 Pluviometría	19
3.2 Descripción de los experimentos	23
3.2.1 Tratamientos	24
3.2.2 Variables evaluadas	24
3.2.3 Diseño del experimento	24
3.2.4 Manejo de los cultivos	25
3.2.4.1 Maíz	25
3.2.4.2 Frijol	26
3.3 Variables y metodología para la toma de datos	27
3.3.1 Rendimiento	27
3.3.1.1 Frijol	27
3.3.1.2 Maíz	28
3.3.2 Fertilidad	28

3.3.3 Erosión	28
3.3.4 Análisis económico	29
4. RESULTADOS Y DISCUSION	31
4.1 Erosión	31
4.1.1 Ensayo agroforestal	31
4.1.2 Ensayo de coberturas	32
4.2 Rendimiento de los cultivos	33
4.2.1 Rendimiento para el ensayo agroforestal	33
4.2.1.1 Maíz	33
4.2.1.2 Frijol	34
4.2.2 Rendimiento para el ensayo de coberturas	36
4.2.2.1 Maíz	36
4.2.2.2 Frijol	37
4.3 Fertilidad	40
4.5 Análisis económico	42
4.5.1 Ensayo de coberturas	42
Costos totales	42
Ingresos totales	42
Beneficio neto	43
Efectivo requerido	43
Ingreso neto familiar	45
Rentabilidad	45
4.5.2 Ensayo agroforestal	46
Costos totales	47
Ingresos totales	47
Beneficio neto	47
Efectivo requerido	49
Ingreso neto familiar	50
Rentabilidad	50
5. CONCLUSIONES	52
6. RECOMENDACIONES	54
8. LITERATURA CITADA	55
9. ANEXOS	62

VALENZUELA, G. O. 1994. Evaluación de prácticas tradicionales y agroforestales de conservación de suelo en Santa Cruz, Nicoya y Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba, C.R. CATIE.

Palabras claves: erosión, conservación, frijol tapado, cero labranza, barreras vivas, varillas, frijol, maíz.

RESUMEN

Con el objetivo de estudiar prácticas tradicionales y agroforestales de conservación de suelo y determinar sus impactos biofísicos y económicos se realizaron dos ensayos. En el primero se evaluaron las prácticas frijol tapado, cero labranza con mulch y cero labranza sin mulch. Este se repitió en tres sitios a saber La Florida, Matambú y San Isidro. En el segundo ensayo se evaluaron otros tres tratamientos (1) barreras vivas de *Gliricidia sepium* con base tejida de caña india (2) solo barreras vivas de *gliricidia* (3) sin barreras; repitiéndose en tres sitios: Juan Díaz, Matambú y San Isidro. Los sitios corresponden a los cantones de Hojanca, Nicoya y Santa Cruz de la provincia de Guanacaste.

El diseño empleado fue completamente al azar. Las variables evaluadas fueron: erosión, rendimiento de los cultivos (maíz, frijol), fertilidad, rentabilidad, ingreso neto familiar y requerimiento de efectivo. El método utilizado para medir la erosión fue el de los pinchos.

Los resultados obtenidos indican que las doble barreras, el frijol tapado y la cero labranza con mulch lograron la menor pérdida de suelo. Los rendimientos tanto de maíz como de frijol fueron iguales estadísticamente en ambos ensayos y en todos los sitios, excepto en Juan Díaz donde el tratamiento de las doble barreras alcanzó el mayor rendimiento. En relación a los sitios, en San Isidro se obtuvo el mayor rendimiento de frijol, mientras que para el maíz Matambú alcanzó los más altos rendimientos aunque también tuvo el mayor número de plantas.

En términos económicos la mayor rentabilidad así como el mayor ingreso neto familiar y el menor requerimiento de efectivo correspondió a frijol tapado. En el segundo ensayo la mayor rentabilidad varió en cada sitio, así en Juan Díaz lo fue para las doble barreras, mientras en Matambú y San Isidro para el tratamiento sin barreras. Igual comportamiento en cada sitio correspondió al ingreso neto familiar. El mayor requerimiento de efectivo fue para las doble barreras.

VALENZUELA, G. O. 1994. Evaluation of traditional and agroforestry practices for soil conservation in Santa Cruz, Nicoya and Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. M. Sc. Thesis. Turrialba, C.R. CATIE.

Key words: erosion, conservation, "frijol tapado", zero tillage, live barriers, stakes, beans, maize.

SUMMARY

Two experiments were conducted to study traditional and agroforestry practices for soil conservation and determine their biophysical and economical impacts. In the first, "frijol tapado", zero tillage with mulch and zero tillage without mulch were evaluated. These were repeated in three sites: La Florida, Matambú and San Isidro. Three other treatments: (1) *Gliricidia sepium* live barriers and with base knitted with *Dracaena mesengiana* (2) only *gliricidia* live barriers and (3) without barriers were evaluated in the second experiment. These were repeated in three sites: Juan Díaz, Matambú and San Isidro. Sites corresponded to Hojancha, Nicoya and Santa Cruz counties in the province of Guanacaste.

A completely random design was used. Variables evaluated were erosion, crop yield (maize, beans), fertility, feasibility, net family income and cash requirement. Erosion was measured with stakes.

Results obtained indicate that double barriers, "frijol tapado" and zero tillage with mulch showed the least soil loss. Corn as well as bean yields were statistically the same in both experiments and in all sites, except in Juan Díaz where the double barrier treatment achieved the best yield. As far as sites are concerned, San Isidro showed the best bean yield, while Matambú reached the highest corn yields even though it also had the highest number of plants.

The best economic feasibility as well as highest net family income and lowest cash requirement corresponded to "frijol tapado". The best feasibility in the second experiment varied from site to site, in Juan Díaz for double barriers, while treatments without barriers showed this in Matambu and San Isidro. The same behavior was seen in each site as far as net family income was concerned. The highest cash requirement was for double barriers.

LISTA DE CUADROS

CUADRO

EN EL TEXTO

1.	Principales características climáticas de los sitios donde se realizaron los experimentos.....	18
2.	Rendimiento en kg/ha y número de plantas promedio por hectárea por tratamiento, obtenidos para el ensayo de coberturas, Guanacaste, 1993.....	38
3.	Diferencia promedio del contenido de N, P ₂ O ₅ , K ₂ O en kg/ha para cada tratamiento y sitio, Guanacaste, 1993.....	41
4.	Indicadores de la eficiencia económica de los tratamientos evaluados por cada sitio, ensayo de coberturas....	44
5.	Indicadores de la eficiencia económica de los tratamientos evaluados por cada sitio, ensayo agroforestal, Guanacaste, 1993.....	48

EN EL ANEXO

1A.	Descripción de los perfiles de suelos correspondientes a los cuatro sitios donde se establecieron los ensayos.....	63
2A.	Resultados de los análisis químicos de los suelos de cada sitio utilizados en los ensayos, CATIE, 1993.....	66
3A.	Pérdida de suelo por erosión en ton/ha para cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo agroforestal. Guanacaste, 1993.....	68
4A.	Pérdida de suelos por erosión en ton/ha para cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo de coberturas. Guanacaste, 1993.....	68
5A.	Análisis de varianza para la pérdida de suelo por erosión en el ensayo agroforestal.....	69
6A.	Prueba Tukey para la pérdida de suelo promedio por erosión para cada tratamiento, ensayo agroforestal.....	69
7A.	Análisis de varianza para la pérdida de suelo por erosión en el ensayo de coberturas.....	70

8A.	Prueba Tukey para la pérdida de suelo promedio por erosión para cada tratamiento, ensayo de coberturas.....	70
9A.	Rendimiento (kg/ha) y número de plantas por hectárea de maíz por cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo agroforestal. Guanacaste, 1993.....	71
10A.	Rendimiento (kg/ha) y número de plantas por hectárea de frijol para cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo agroforestal. Guanacaste, 1993.....	71
11A.	Análisis de varianza para los rendimientos de maíz, ensayo agroforestal.....	72
12A.	Prueba Tukey para los rendimientos (kg/ha) promedio por sitio, ensayo agroforestal.....	72
13A.	Análisis de varianza para número de plantas por hectárea de frijol, ensayo agroforestal.....	73
14A.	Prueba Tukey para la comparación del número de plantas promedio de frijol por sitio, ensayo agroforestal...	73
15A.	Análisis de varianza para los rendimientos de frijol ensayo agroforestal.....	74
16A.	Prueba LSMEANS para el rendimiento promedio de frijol (kg/ha) por cada sitio, ensayo agroforestal.....	74
17A.	Análisis de varianza para rendimiento de frijol en Juan Díaz, ensayo agroforestal.....	75
18A.	Prueba LSMEANS para el rendimiento promedio de frijol (kg/ha) en Juan Díaz, ensayo agroforestal.....	75
19A.	Análisis de varianza para rendimiento de frijol en Juan Díaz, ensayo agroforestal.....	76
20A.	Análisis de varianza para rendimiento de frijol en San Isidro, ensayo agroforestal.....	76
21A.	Rendimiento (kg/ha) y número de plantas por hectárea de maíz por cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo de coberturas. Guanacaste 1993.....	78
22A.	Rendimiento (kg/ha) y número de plantas por hectárea de frijol para cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo de coberturas. guanacaste, 1993.....	78
23A.	Análisis de varianza para número de plantas por hectárea de Maíz, ensayo de coberturas.....	79

24A.	Prueba Tukey para la comparación del número de plantas promedio de maíz por sitio, ensayo de coberturas....	79
25A.	Análisis de varianza para rendimiento de maíz, ensayo de coberturas.....	80
26A.	Prueba Tukey para la comparación del rendimiento promedio (kg/ha) para cada sitio, ensayo de coberturas.....	80
27A.	Análisis de varianza para el número de plantas de frijol en el ensayo de coberturas.....	81
28A.	Prueba Tukey para la comparación del número promedio de plantas por hectárea de frijol por cada tratamiento, ensayo de coberturas.....	81
29A.	Análisis de varianza para número de plantas de frijol en el ensayo de coberturas realizado en Florida.....	82
30A.	Prueba Tukey para la comparación del número de plantas de frijol por hectárea para cada tratamiento en el ensayo de coberturas realizado en Florida.....	82
31A.	Análisis de varianza para número de plantas de frijol en el ensayo de coberturas realizado en Matambú.....	83
32A.	Prueba Tukey para la comparación del número de plantas de frijol por hectárea para cada tratamiento en el ensayo de coberturas realizado en Matambú.....	83
33A.	Análisis de varianza para número de plantas de frijol en el ensayo de coberturas realizado en San Isidro.....	84
34A.	Prueba Tukey para la comparación del número de plantas de frijol por hectárea para cada tratamiento en el ensayo de coberturas realizado en San Isidro.....	84
35A.	Análisis de varianza para rendimiento de frijol, ensayo de coberturas.....	85
36A.	Prueba Tukey para la comparación del rendimiento promedio en kg/ha, para cada sitio, ensayo de coberturas...	85
37A.	Diferencia del contenido de N (kg/ha) en el suelo al inicio y final de los ensayos.....	86
38A.	Diferencia del contenido de P ₂ O ₅ (kg/ha) en el suelo al inicio y final de los ensayos.....	86
39A.	Diferencia del contenido de K ₂ O (kg/ha) en el suelo al inicio y final de los ensayos.....	87

40A.	Diferencia del contenido de MgO (kg/ha) en el suelo al inicio y final de los ensayos.....	87
41A.	Diferencia del contenido de CaO (kg/ha) en el suelo al inicio y final de los ensayos.....	88
42A.	Desglose de los gastos e ingresos para cada tratamiento evaluado en Florida, ensayo de coberturas.....	89
43A.	Desglose de los gastos e ingresos para cada tratamiento evaluado en Matambú, ensayo de coberturas.....	90
44A.	Desglose de los gastos e ingresos para cada tratamiento evaluado en San Isidro ensayo de coberturas.....	91
45A.	Desglose de los gastos e ingresos para cada tratamiento evaluado en Juan Díaz, ensayo agroforestal.....	92
46A.	Desglose de los gastos e ingresos para cada tratamiento evaluado en Matambú, ensayo agroforestal.....	93
47A.	Desglose de los gastos e ingresos para cada tratamiento evaluado en San Isidro, ensayo agroforestal.....	94

LISTA DE FIGURAS

Figura

EN EL TEXTO

1. Comportamiento de la precipitación durante el año 1993, medidas en Santa Cruz y Nicoya.....20
2. Anomalías de las lluvias en Nicoya y Santa Cruz con respecto al promedio anual, durante el año 1993.....21
3. Tendencias del comportamiento de las lluvias para Costa Rica.....22
4. Areas con tendencias a una disminución de la precipitación mayor de 20 mm anual.....22
5. Rendimiento promedio de frijol en kg/ha para cada tratamiento, ensayo agroforestal. Guanacaste, 1993.....35

EN EL ANEXO

- 1A. Rendimiento promedio de maíz en kg/ha para cada tratamiento en el ensayo agroforestal realizado en Matambú. Guanacaste, 1993.....76
- 2A. Rendimiento promedio de maíz en kg/ha para cada tratamiento en el ensayo agroforestal realizado en San Isidro Guanacaste, 1993.....77

1. INTRODUCCION

En el tercer mundo el incremento de la población, la ganadería intensiva, el monocultivismo, la erosión del suelo y el abandono de muchas prácticas conservacionista tradicionales, han conducido a una situación donde la actividad agropecuaria es poco sostenible (De Vries, 1990).

Leonard (1986), establece que un 25 % de la superficie de la vertiente pacífica de Costa Rica, se halla altamente degradada. Cada año, la pérdida de suelo en esta zona oscila entre 50 y 200 ton/ha (Derckeson, 1984); estos datos son lógicos si se considera que el 73 % del territorio Costarricense posee pendientes mayores del 8%. La intensidad de la lluvia para el cantón de Liberia, en la región Chorotega, presenta valores muy altos: I₁₅ de 223.2 y 243.2 mm/hora (Varson & Derkeson, 1990). Más del 50% de los asentamientos del Instituto de Desarrollo Agropecuario (IDA) en dicha región están orientados hacia la agricultura de subsistencia (Brenes y Poel, 1990).

Es conocido el fracaso de numerosos proyectos de conservación de suelos que han promovido una serie de prácticas, regularmente mecánicas, entre agricultores de escasos recursos que no tienen la capacidad de asumirlas debido al reducido tamaño de sus parcelas, los altos costos y los complicados trabajos que implican las mismas.

Para lograr que las técnicas de conservación de los recursos naturales sean exitosas, deberán estar bien integradas con el sistema de finca prevaleciente, de modo que se enmarquen dentro de las características socio-físico-ambientales del agricultor.

Douglas (1988) considera las prácticas tradicionales como un buen punto de partida para el desarrollo de tecnologías, en áreas específicas, porque ellas responden a las necesidades del agri-

cultor y generalmente tienen base ecológica adecuada.

Las consideraciones expuestas son la razón de esta investigación, que procura evaluar aquellas prácticas tradicionales adaptadas o no, capaces de hacer conservación de los recursos naturales en la región Chorotega.

Sharma (1993) mediante una evaluación rápida rural realizada en la región de Guanacaste identificó varias prácticas tradicionales con gran potencial para la conservación del suelo y su fertilidad. Dicho autor recomendó frijol tapado, labranza cero con mulch y barreras vivas de árboles fijadores de nitrógeno con base tejida (práctica introducida pero tradicional en Honduras), las que se consideraron para ser evaluadas mediante este trabajo de investigación.

Las evaluaciones se realizaron en el transcurso de la época lluviosa de la zona, en el período comprendido entre los meses de abril y diciembre de 1993. En esta época se produjeron dos ciclos de cultivo de granos básicos.

OBJETIVOS

General

Estudiar prácticas tradicionales de manejo de uso de la tierra para la conservación del suelo y determinar sus impactos bio-físicos y económicos, en Santa Cruz, Costa Rica.

Específicos

1. Evaluar los efectos que sobre la conservación del suelo y la fertilidad promueven ciertas prácticas tradicionales como frijol tapado y labranza cero con y sin mulch, practicadas por agricultores en la región Chorotega.
2. Evaluar los efectos de una práctica agroforestal recién introducida (estacas de árboles fijadores de nitrógeno con la base tejida) sobre la conservación del suelo y fertilidad.
3. Determinar el efecto sobre la producción de granos básicos (maíz, frijol) de las prácticas seleccionadas.
4. Establecer la rentabilidad económica de las prácticas tradicionales seleccionadas a ser evaluadas.

2. REVISION DE LITERATURA

La no adopción de tecnología de conservación de suelos entre los años de 1950 y 1960, fue atribuida a la ignorancia de los productores y se prescribió la extensión como una solución a este problema. En la década del 70 e inicios de 1980, la no adopción fue atribuida a las limitaciones del nivel de la finca. Sin embargo, en la década del 80 una nueva interpretación que reta a los profesionales agrícolas y científicos gana terreno. Esto es que el problema ni es del finquero ni de la finca, sino de la tecnología y el fracaso de la misma puede ser debido a las prioridades y procesos que la generan (Chambers et al., 1991).

Usualmente las prioridades son determinadas por los científicos, quienes generan tecnologías en estaciones de investigación y en laboratorios, para ser transferidos a través de servicios de extensión a los agricultores. Actualmente una nueva modalidad para la generación de tecnologías comienza con los conocimientos, problemas, análisis y prioridades de los agricultores y su familia. El principal sitio de acción es la finca y no la estación experimental (Chambers et al., 1991; Sanders, 1988).

En la actualidad los expertos coinciden en que el desarrollo sostenible empieza con un análisis crítico a las prácticas tradicionales de manejo de uso de la tierra (De Vries, 1990). Halls-worth (1987) y Sharma (1990), indican que en los trópicos y subtropicos han existido por más de 1000 años técnicas para proteger el suelo contra el deterioro.

Es conocida la concepción de los indígenas, la cual se basa en el respeto y la convivencia con la naturaleza, misma que aún persiste en la mente de millones de agricultores en toda la sierra y montañas Americanas (Cuzco, 1987).

Una ventaja adicional de las técnicas tradicionales de

conservación de suelos, es que han sido creadas dentro del esquema ambiental percibido por los agricultores. Esto es muy importante porque las técnicas que no consideran aspectos sociales, ambientales y económicos del agricultor, tendrán una baja probabilidad de adopción. Pero es necesario, antes de hacerlas extensivas, comprobar experimentalmente su efectividad para controlar la degradación de los recursos naturales (Enshayan *et al*, 1992).

La tendencia actual de las políticas de conservación de suelos, entre otras consideraciones, contempla el uso de métodos simples enmarcados dentro de la capacidad de los agricultores para establecerlos, mantenerlos y proveer soporte a las prácticas tradicionales (Young, 1991; Cook y Fahrney, 1991; Sharma, 1990).

2.1 Prácticas tradicionales de conservación de los recursos naturales en Guanacaste.

Recientemente Sharma (1993) realizó un Reconocimiento Rápido Rural en la región Chorotega, identificando una serie de prácticas tradicionales que recomienda como alternativas viables para la conservación de los recursos naturales. Dichas prácticas son: frijol tapado, cero labranza modificada con mulch y siembra con estacas. Además recomendaron la incorporación de barreras vivas de árboles fijadores de nitrógeno con la base del tronco tejida, como una práctica adecuada para las condiciones de esa zona.

2.2 Frijol tapado

El sistema tradicional de siembra denominado frijol tapado (FT), ha sido utilizado desde los tiempos de la conquista en las regiones del Trópico Húmedo para la producción de granos de consumo humano, como un sistema de preparación del terreno, en áreas donde no se puede utilizar la quema por ausencia de un

período seco definido (Patiño, 1965, citado por Galindo, 1992).

En Costa Rica del 47% al 63% de la producción de frijol proviene del sistema de siembra de frijol tapado (Araya y González, 1988; Alfaro, 1984), aunque en algunos años ha llegado hasta 85% (Galindo, 1992). Recientemente un informe especial de granos básicos presentado en un seminario-taller realizado en 1992 y recopilado por la revista del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Costa Rica, establece que un 50% del área sembrada de frijol en el país corresponde al frijol tapado, que aporta un 30% de la producción nacional.

El frijol tapado es un sistema de bajos insumos y riesgos de producción. Es usado principalmente por agricultores que tienen bajo acceso a recursos económicos o viven en áreas con poca accesibilidad al mercado (Bellows, 1992). Este sistema de producción está enmarcado dentro de un nivel económico y sociocultural de los más bajos de América Latina (Aguirre *et al.*, 1973). Permite al agricultor dedicarse a otras labores agrícolas durante el crecimiento del cultivo como cosechar café, debido a que sólo requiere mano de obra durante la siembra y la cosecha (Von Platen *et al.*, 1982; MAG, 1971; Araya *et al.*, 1988). Los terrenos utilizados para la siembra de FT son generalmente marginales, con grandes pendientes, inadecuados para la producción de cultivos anuales.

Después de seleccionar el sitio, el agricultor abre caminos en el barbecho (de uno a tres años), con el fin de penetrar al terreno, delimitando franjas de cuatro a diez metros. Luego la semilla de frijol se distribuye en forma manual, al voleo, en estas franjas, sobre las malezas y arbustos. Enseguida, el barbecho se corta lo más bajo posible para formar una cobertura sobre las semillas distribuidas. Las malezas y arbustos cortados se pueden dividir en trozos más pequeños para lograr una mejor

cobertura del suelo (Araya *et al.*, 1987; Cavallini, 1972; Bellows, 1992). Ocasionalmente el maíz (*Zea mays*) es sembrado bajo este sistema (Alfaro *et al.*, 1991).

El frijol crece normalmente sin ningún manejo o insumo hasta la cosecha. El barbecho natural es usado en lugar de los insumos comerciales para regenerar la fertilidad del suelo y reducir la infestación de plagas y enfermedades. Adicionalmente el reciclaje de nutrimentos es mejorado y el rebrote de malezas puede ser reducido manteniendo los residuos de cultivo sobre el suelo. Este mulch puede proteger también el suelo contra la pérdida de nutrimentos debido a la erosión causada por el impacto de las intensas lluvias tropicales (Bellows, 1992). Galindo (1992), reporta una incidencia mínima de Mustia Hilachosa (*Rhizotoenia solani*, Ruhm) en campos de frijol tapado comparados con otros sembrados en limpio.

La desventaja del "tapado" en comparación con el sembrado, según la literatura, es su rendimiento más bajo, especialmente al considerar el período de barbecho. El rendimiento varía entre 200 y 500 kg/ha (Alfaro, 1984; Araya *et al.*, 1986; Von Platen *et al.*, 1982; Bellows, 1992). Sin embargo, Sharma (1993), establece que la producción de frijol tapado es mayor (1400 kg/ha) que el frijol en limpio (1000 kg/ha).

Los bajos rendimientos en la mayoría de los casos se deben a la competencia que por agua, luz y nutrimentos les hacen las malezas que crecen conjuntamente con el frijol, además de las plagas que estas malezas traen al frijol (Cavallini, 1977). Ramírez *et al.* (1986), hallaron una reducción promedio de 62% de plantas al momento de la cosecha en relación con el número de semillas sembradas; asimismo determinaron una relación lineal positiva entre los rendimientos y densidades estudiadas (200, 300 y 400 mil semillas/ha). Rossmeier (1992) observó que el FT

responde únicamente a la fertilización con fósforo, aunque alcanzó mayor rendimiento con respecto al cultivado en limpio con y sin fertilizante durante el primer y segundo año después del barbecho. Shenk *et al.* (1979) obtuvieron un incremento significativo de los rendimientos cuando en vez de regar la semilla estas se sembraban en hileras, aumentándose los costos de labor en 16%.

Cuando la tierra es relativamente abundante el "tapado" es sostenible ambientalmente. Esto debido a la regeneración de la fertilidad del suelo y la estabilización de la población de plagas durante el período de barbecho (Barrantes *et al.*, 1986; Rossemeyer, 1990; Pachico *et al.*, 1986; Alfaro *et al.* 1991).

2.3 Labranza cero

En los trópicos las tierras de laderas son agroecosistemas frágiles, donde la erosión del suelo reduce la productividad de la tierra al eliminar selectivamente la materia orgánica y degradar las propiedades biológicas, químicas y físicas del suelo (Lal, 1985; Logan, 1990); mientras la limpieza repetida del suelo interrumpe los procesos de sucesión, resultando en la infestación por malezas y la disminución en la disponibilidad de nutrimentos (Harcombe, 1980).

La limpieza del terreno facilita la siembra y el cuidado del cultivo y reduce la incidencia de babosas (*Vaginulus plebeius*), (Barrantes *et al.* 1986). La limpieza de terrenos en pendiente, sin embargo, también aumenta el potencial de pérdidas debido a la Telaraña (*Rhizotocnia solani*, Khun), enfermedad fungosa del suelo (Galindo, 1992); así como la pérdida de suelo por erosión (Lal, 1985).

La remoción completa de los residuos de cosecha bajo cero labranza redujo los rendimientos tanto de granos como de resi-

duos de maíz y soya en 21% a 24% y 12% a 24% respectivamente (Doran *et al.*, 1984).

El sistema de cero labranza combinado con mulch ha reducido la escorrentía de 43% a 92% en pendientes de 3.5% a 14% comparado a una labranza convencional sin mulch (Marson *et al.*, citado por Van Rijn, 1982).

Estudios sobre pérdida de suelo realizados en el Norte de Tailandia mostraron que el arroz plantado en suelos de ladera con pendientes de 30% con labranza mínima y mulch, como control, tuvieron una pérdida de suelo de 24 ton/ha/año; mientras el cultivo en limpio alcanzó pérdida de 50 a 100 ton/ha/año (Wichaidit *et al.*, 1977; Marston *et al.*, 1985 citados por Cheng 1989).

Se estudió el efecto de dos sistemas de cultivo, sobre los rendimientos de tabaco, caña de azúcar, plátanos, yautías, ñames, maíz y frijol en tres suelos típicos de la región montañosa y húmeda de Puerto Rico: en un caso se roturó el suelo por completo y en el otro se dejó sin arar, en ambos se erradicaron los yerbajos. Los rendimientos de las diversas cosechas fueron tan altos en un sistema de cultivo como en el otro (Chandler *et al.* 1966).

Forsythe (1991), determinó que la siembra de maíz y frijol en terreno con malas hierbas chapeadas o con las malezas chapeadas y raspadas, en pendientes de 39% a 69%, tuvieron una erosión de 0,22 y 0,27 ton/ha, respectivamente; mientras que dichos cultivos sembrados en limpio alcanzaron una tasa de 1,2 ton/ha de suelo. El mismo autor, en otro ensayo realizado en terrenos con pendientes de 20% a 35% , estudió dos ciclos de maíz, en un caso quemando las malezas y sembrando con espeque, y en el otro, chapeándolas y dejándolas como mulch antes de cada ciclo. Determinó que el primer tratamiento tuvo una pérdida de suelo 5,6

veces mayor que el maíz con mulch. Los agricultores no notaron diferencias en rendimientos entre los tratamientos, pero comprobaron que el número de deshierbas era menor con el tratamiento con mulch.

2.4 Importancia de las coberturas muertas (mulch)

La caída de las gotas de lluvia golpea la superficie del suelo, ocurriendo un salpique considerable por el rompimiento de los agregados, o por el desprendimiento de partículas de la masa del suelo. El agua con partículas en suspensión penetra en el suelo y causa obstrucción en los poros. El choque continuo de las gotas de lluvia acaba por compactar y sellar la superficie inmediata formándose una costra que reduce la infiltración y favorece la escorrentía (Gavande, 1972).

La importancia de la cobertura quedó demostrada en los experimentos con tela de mosquitero realizados por Hudson y Jackson (1959); a dos parcelas idénticas se les mantuvo libres de hierbas y sobre una de ellas se suspendió una fina tela de alambre para romper la fuerza de las gotas de lluvia, absorber su impacto y permitir que el agua cayera a la superficie del terreno desde una baja altura como un fino rocío. La pérdida anual promedio de suelo a lo largo de seis años fue de 141,3 m³/ha para la parcela desnuda y 1,2 m³/ha para la parcela protegida por la tela (Morgan, 1984).

Los efectos de la cobertura vegetal sobre la erosión son analizados por muchos autores coincidiendo todos en los siguientes aspectos: reducen el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo impidiendo su posterior encostramiento, incrementando la infiltración; aumentan de la capacidad de almacenamiento de agua por el suelo consecuencia de la mejora en la estructura y la porosidad del suelo; disminuyen la velocidad de flujo promoviendo la deposición de sedimentos; aumentan la materia orgánica del

suelo provocando una mayor capacidad de intercambio catiónico; suministran la mayor parte de nitrógeno y azufre, y la mitad del fósforo absorbido por los cultivos no fertilizados; liberan en forma lenta la materia orgánica; limitan la fijación del fósforo pudiendo formar complejos con los macronutrientes para restringir la lixiviación; mejoran la actividad biológica (Lal, 1975; Lattanzi *et al.*, 1974; Singer *et al.*, 1983; World Bank, 1990; Lal *et al.*, 1980; Morgan, 1984; Ayres, 1960).

Veloz *et al.* (1987), estudiaron en la Cordillera Central de República Dominicana diez tratamientos considerando varias prácticas (zanjas de laderas, fajas de pasto, muros de piedra, mulch) y diferentes mezclas de cultivos (maíz, frijol, guandul). Los resultados preliminares indican que la opción más viable para controlar la erosión en aquellas pendientes de suelos erodables era el mantenimiento de la cobertura muerta sobre la superficie, sea convirtiéndolas en pastizales o manejando residuos de cosecha.

En una parcela agrícola sobre una pendiente de 22° a 25° la erosión fue mantenida por debajo de 1 ton/ha/año mediante una cobertura basada en mulch de malezas y residuos de cultivos (Lundgren, 1980 citado por Young, 1991).

Lattanzi *et al.* (1974) encontraron que la escorrentía era independiente de la pendiente pero fue ligeramente reducida por el mulch en una tasa de 2 ton/ha y fue ampliamente reducida cuando esta se aumentó hasta 8 ton/ha.

Los mulches incrementan los rendimientos de 7% a 188% en comparación a los obtenidos en parcelas sin mulch (Pla *et al.*, 1983; Randhawa *et al.*, 1979; Choundary *et al.*, 1967 citados por World Bank, 1990).

Investigaciones conducidas en Nigeria (Lal, 1978) e Indonesia (Abujamin, 1985) han demostrado que en parcelas con mulch (pendiente mayor de 15%) se redujo considerablemente la pérdida de suelos y la escorrentía (FAO, 1989).

2.5 Barreras de especies leñosas

La creación de barreras porosas dispuestas en curvas a nivel, utilizando árboles fijadores de nitrógeno fueron encontradas como prácticas tradicionales para la conservación del suelo y el agua en Honduras (Sharma, 1991).

Para pendientes de 10% a 20% se recomienda la plantación de dos juegos de hileras de árboles a 30 cm de distancia entre dos hileras de árboles y 30 cm entre árboles; la distancia entre doble hileras es de 5 m a 6 m, en cuyo espacio se siembran los cultivos. Para la conservación del suelo, las bases de los árboles deben ser tejidas con ramas y restos de cosecha, conformándose una especie de represa de retención a lo largo de la curva a nivel en la hilera superior de árboles (Sharma, 1991).

Si la pendiente es mayor de 20% los juegos de dos hileras de árboles fijadores de nitrógeno se disponen a un metro entre ellos y cinco centímetros entre cada árbol; estos (los pares de hileras) a su vez, se distancian a cuatro a seis metros en tierras clase III y de tres a cuatro metros para tierras de clase IV. Cuando crecen las hileras de árboles prácticamente crean una pared de troncos de árboles que retienen el suelo provocando la formación de terrazas (Sharma, 1993).

En San Marcos de Ocotepeque (Honduras), esta práctica fue encontrada en algunas fincas de café, en donde tejiendo la base de los árboles con las ramas de Izote se han creado buenas terrazas de banco en pocos años (Sharma, 1991).

Para la conservación del suelo es esencial el tejido de las bases de las hileras superiores de los árboles. De otra manera ninguna de las barreras podrá conservar significativamente el suelo (Nair, 1989 citado por Sharma, 1993); excepto si se aplica mulch (Young, 1989).

Siebert *et al.*(1991), hallaron que fajas de pasto más hileras de *Gliricidia sepium* en contorno con mulch redujeron la erosión del suelo y la escorrentía tan efectivamente como las terrazas convencionales bajo las condiciones encontradas en Kerinci, Filipinas.

El sistema de manejo maíz/leucaena envuelve el establecimiento de terrazas vegetativas de leucaena que son plantadas en intervalos en doble hilera sembradas en contorno. La hilera de leucaena provee una infraestructura que permite utilizar los métodos de cultivos usados u otros nuevos. A través de su sistema de raíces profundas esta especie detiene la erosión del suelo. Las bandas entre hileras tienden a engrosarse con los años, llegando a conformarse terrazas (Celestino, 1985).

Pacardo (1982), estudió la extensión de la erosión en tierras de laderas plantadas con barreras de leucaena. Este reportó que la pérdida de suelo y la escorrentía siguieron la misma tendencia, así, en parcelas desnudas hubo más pérdidas de suelo que en parcelas plantadas con maíz solo, menos en parcelas con maíz y leucaena, y mínimo donde había maíz+leucaena+rastrojo. Las parcelas con Leucaena con o sin rastrojo de maíz presentaron menos erosión que parcelas sin leucaena: 63 veces menos en áreas donde la superficie del suelo era más gruesa y tres veces menos donde la superficie era más fina.

Sembrando dos hileras bien densas, con semillas de leucaena dispuestas a una pulgada entre ellas y medio metro entre hileras.

Estas conforman una barrera que retiene el suelo erosionado de la parte más alta de las pendientes contribuyendo a conformar terrazas (Tacio, 1988).

Las medidas vegetativas y culturales tienen las siguientes ventajas sobre las estructurales: bajo costo, adaptables, reducidas áreas dedicadas a conservación y la vegetación puede servir de alimento animal (World Bank, 1992).

Lal (1988) destaca la importancia de cuantificar la erosión del suelo y la escorrentía, tanto para los sistemas de manejo existentes como para los nuevos, para diferentes gradientes de pendiente, longitud, suelos y regímenes de lluvia; dado que la literatura sobre erosión de suelos es voluminosa pero no provee datos de campo precisos, reproducibles y reales.

2.6 Efecto de diferentes métodos de conservación de suelos sobre la fertilidad.

Tineo (1993) después de establecer el balance de nutrimentos en un ensayo que contempló diferentes distanciamientos de árboles dentro de sistemas de cultivos en callejones, así como dos tratamientos en los que se aplicaba mulch de *Inga edulis* y *Erythrina poeppigiana*, y un testigo con suelo descubierto (en ninguno de los tratamientos se aplicó fertilizante), concluye que el balance de nutrimentos reveló una tendencia a la disminución en las reservas del suelo año tras año, o sea, que el mulch fue insuficiente para sostener la producción en un período de tres años.

Según Von Uexkull (1990), los suelos tropicales no pueden sostener la producción de cultivos durante más de unos años sin un aporte continuo de fertilizantes. Para mantener la productividad en estos suelos, las cantidades de nutrimentos suministrados

deben superar la removida por los cultivos sucesivos. Este requisito se logra parcialmente con las coberturas.

Venkaeswarlú (1987) señala que la incorporación de los residuos de cultivos anteriores ayuda a sostener la producción de cultivos con baja fertilidad.

La siembra de frijol tapado es empleada por agricultores de escasos recursos quienes no poseen los medios necesarios para reponer los nutrimentos, extraídos por los cultivos, que disminuyen aceleradamente (USDA, 1980).

Rossemeyer (1990) reportó un incremento significativo en el rendimiento de FT cuando se aplicaron 35 Kg/Ha y 98 Kg/Ha de N y P respectivamente.

La materia orgánica suple la mayor parte del nitrógeno y del azufre y la mitad del fósforo, que absorben los cultivos no abonados (Greenland *et al.* citado por Sánchez, 1982), lo que implica tácitamente la necesidad de aplicar al suelo los restantes nutrimentos requeridos por los cultivos.

Reijntes *et al* (1992) sostienen como uno de los principios básicos ecológicos de una agricultura sostenible de bajos insumos externos la necesidad de optimizar la disponibilidad de los nutrimentos y el balance del flujo de estos por medio de la fijación de los nutrimentos, aplicación de mulch, reciclaje de deshechos y el *uso complementario de fertilizantes externos al sistema de finca.*

Una ventaja sobresaliente del FT para condiciones de alta fijación de fósforo, principal problema para la producción sostenida en los trópicos, es el uso del mantillo de materia orgánica que permite aprovechar el fósforo proveniente de su

descomposición, que se hace disponible al cultivo.

Finalmente, si son importantes, aunque no suficientes, los aportes de nutrimentos por la materia orgánica, son tanto o más sus cualidades de suministrar mayor capacidad de intercambio catiónico al suelo, la formación de complejos que impiden la cristalización de los óxidos amorfos disminuyendo la fijación del P, así como la lixiviación de los micronutrientes (Sánchez. 1982).

2.7 Medición de la erosión. Método de las varillas de erosión.

Llerena (1987) considera que el método de las varillas de erosión ha logrado mayor aceptación y aplicación práctica, dado su bajo costo y fácil manejo en el terreno. Se pueden usar clavos, hierros de construcción, barras angulares, varillas de soldaduras, así como estacas de madera o plásticas (Colegio de Posgraduados, 1977; Dunne, 1977; Llerena, 1987; Zachar, 1982).

El colegio de posgraduados de Chapingo, México (1977), realizó estudios con este método. Usaron clavos con rondanas como varillas de erosión, los cuales fueron puestos en un transecto de dimensiones variables (20, 50 y 100 m) a intervalos regulares de 5, 10 y 20 m. La rondana o arandela descansa sobre el suelo y la cabeza del clavo la toca ligeramente. Las mediciones se pueden hacer mensual o anualmente, mediante una regla graduada en milímetros, que medirá la separación o altura alcanzada por la arandela o rondana con respecto a la cabeza del clavo.

Verdolin et al. (1981), tomando en consideración la gran cantidad de daños y pérdidas causadas por la erosión hídrica a los suelos Brasileños, decidieron emplear éste método de fácil manipulación para medir la erosión laminar a un costo relativamente bajo. Se utilizaron cuatro áreas con pendientes de 3, 6, 8 y 12 % y parcelas de 1 ha. Las varillas se ubicaron en el sentido

de la pendiente, siguiendo las curvas del terreno. En cada parcela se instalaron 10 varillas distanciadas 50 m en sentido horizontal y 20 m en sentido de la pendiente. No se presentan resultados numéricos, pero consideran que este método es más efectivo, de fácil aplicación y extrapolación de datos, así como de bajo costo.

León (1989), empleó este método de las varillas simultáneamente con el de parcelas de escorrentía. Al comparar los valores obtenidos mediante la pesada de sedimentos y la lámina de suelo medida mediante las varillas de erosión, en milímetros, observó una ligera diferencia que atribuyó a error de lectura o apreciación del ojo humano. Destaca el autor que durante el experimento las lluvias fueron suaves y seguidas por períodos cortos de sequía, atribuyéndole a esto la erosión tan reducida (1 cm), lo cual impidió a su vez lograr una mejor apreciación de la eficiencia de las varillas. Sin embargo, señala que ambas medidas estuvieron dentro de un rango de variación bastante estrecho.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Descripción del área

Los experimentos se realizaron en cuatro asentamientos del Instituto de Desarrollo Agrario (IDA): San Isidro, Matambú, Juan Díaz y Florida, localizados en los cantones Hojancha, Nicoya y Santa Cruz, respectivamente, de la provincia de Guanacaste. Las características climáticas de cada sitio se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Principales características climáticas de los sitios donde se realizaron los experimentos.

Sitio	Latitud	Longitud	Altura msnm	Temp* °C	Precip* mm	Zona vida
San Isidro	9°57'30"	85°24'9"	600	21-26	1900-2400	bmh-P
Matambú	10°5'15"	85°25'12"	250	23-27	2050-2400	bh-T
Juan Díaz	10°10'48"	85°32'57"	500	21-26	1900-2400	bmh-P
Florida	10°8'36"	85°45'38"	150	23-27	1750-2050	bh-T

Fuente: Base de datos recursos naturales de Costa Rica, MAG.

(*) promedios de 20 años.

3.1.1 Suelos

En el cuadro 1A se presenta la descripción de los perfiles de suelos de cada sitio. Según, Gómez (1993); la base de datos de manejo de información de recursos arbóreos; y la base de datos del SENACSA - MAG en recursos naturales de Costa Rica, consultadas, coinciden en clasificar los suelos de los distintos sitios como Typic Haplustalf.

moderadamente pesadas a pesadas, estructura en bloques, color pardo rojizo a rojos. La pendiente varía en cada sitio, así: Florida 21%; Juan Díaz 29%; Matambú 30%; San Isidro 30%. Precisamente la pendiente y la erosión constituyen limitantes muy importantes.

3.1.1.1 Fertilidad

La fertilidad de estos suelos es moderada. En el cuadro 2A se muestran los resultados del análisis de suelo realizado para cada sitio al inicio de los ensayos. En términos generales, de acuerdo a los parámetros utilizados para definir el nivel de disponibilidad de los diferentes nutrimentos, descritos por Bertsh (1987), los suelos son bastante pobres en fósforo, ya que su contenido, en los diferentes sitios, no alcanza los 4 mg/l, cuando el límite a partir del cual se considera bajo es de 10 mg/l. El potasio igualmente es bajo (<0.3 meq/100 ml suelo). El calcio se haya en alta concentración (>20meq/100 ml suelo), excepto en San Isidro donde su concentración es óptima. El magnesio también se haya en cantidades óptimas (1-10 meq/100 ml suelo). En lo referente a los microelementos, el zinc y manganeso están en concentraciones bajas; mientras el cobre es óptimo. La relación Ca/Mg es balanceada; mientras Mg/K es altamente desbalanceada al igual que Ca+Mg/K y Ca/K. Estos desbalances se deben a las concentraciones de potasio tan bajas en el suelo, de ahí que sea necesario considerarlo al igual que el fósforo en un programa de fertilización balanceada.

3.1.2 Pluviometría

En la figura 2 se presenta el comportamiento de la precipitación durante el año 1993. Las lluvias fueron relativamente escasas durante la floración del maíz (al final de junio), etapa crítica en agua para este cultivo; asimismo durante el ciclo del frijol al momento de la floración, esto es, inicio de noviembre,

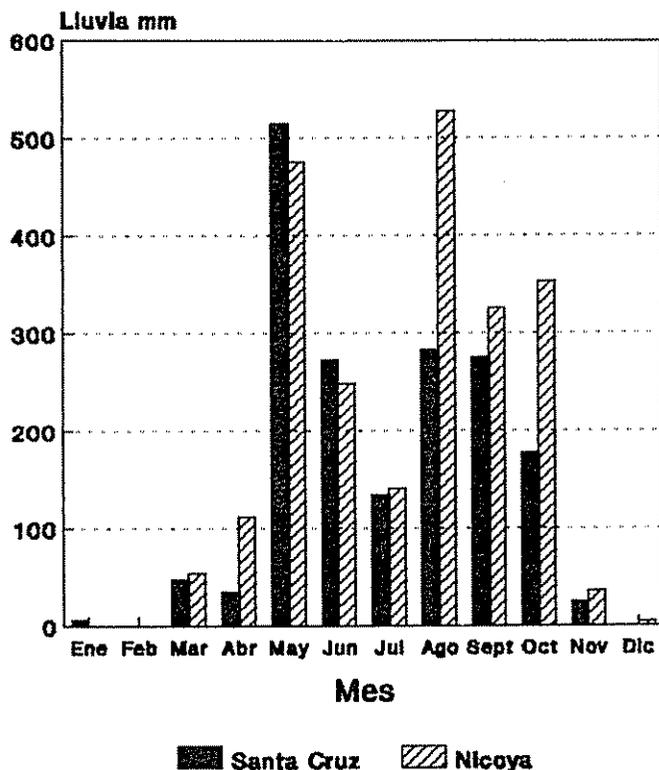


Figura 1. Comportamiento de la precipitación durante el año 1993 para las estaciones de Santa Cruz y Nicoya, Guanacaste.

igualmente las lluvias fueron escasas. En ambos casos los cultivos sufrieron el rigor del stress hídrico que definitivamente afectó el rendimiento.

El año 1993 tuvo un comportamiento atípico, ya que las lluvias fueron excesivas al inicio del invierno para luego desaparecer a finales de julio, adelantándose el veranillo, al tiempo que se alargó más de lo común. Luego durante los meses más lluviosos del año, tradicionalmente setiembre y octubre, la precipitación fue menor al promedio anual, como puede observarse en la figura 2. Este comportamiento de algún modo afectó a los cultivos y el efecto que las prácticas pudieron haber alcanzado en condiciones normales. El adelanto de la temporada lluviosa impidió que las prácticas evaluadas, especialmente las barreras tuvieran un mayor efecto en la conservación del suelo, dado que

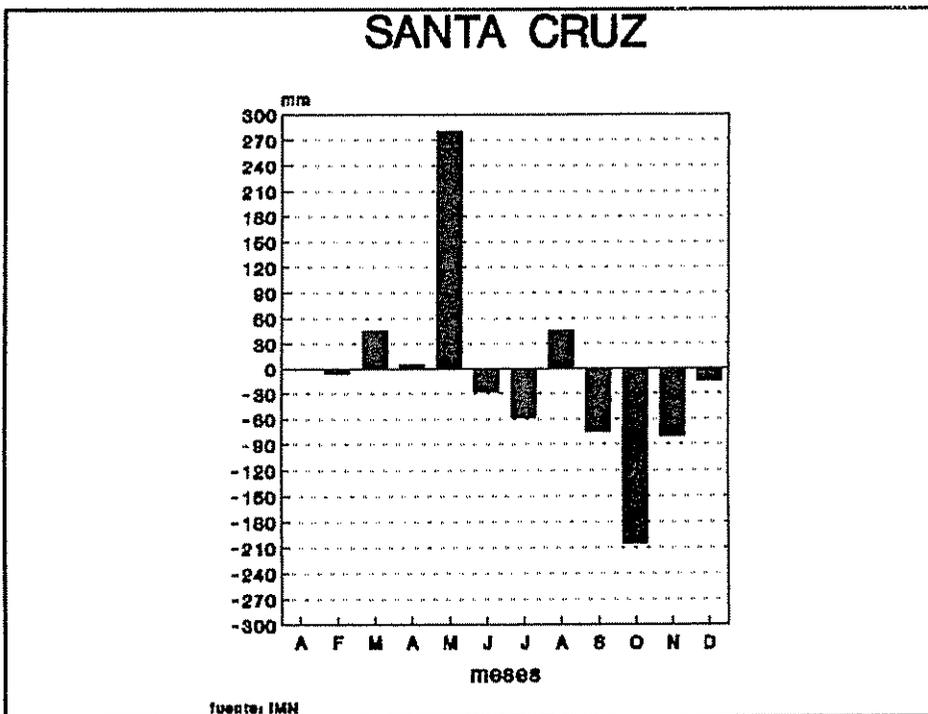
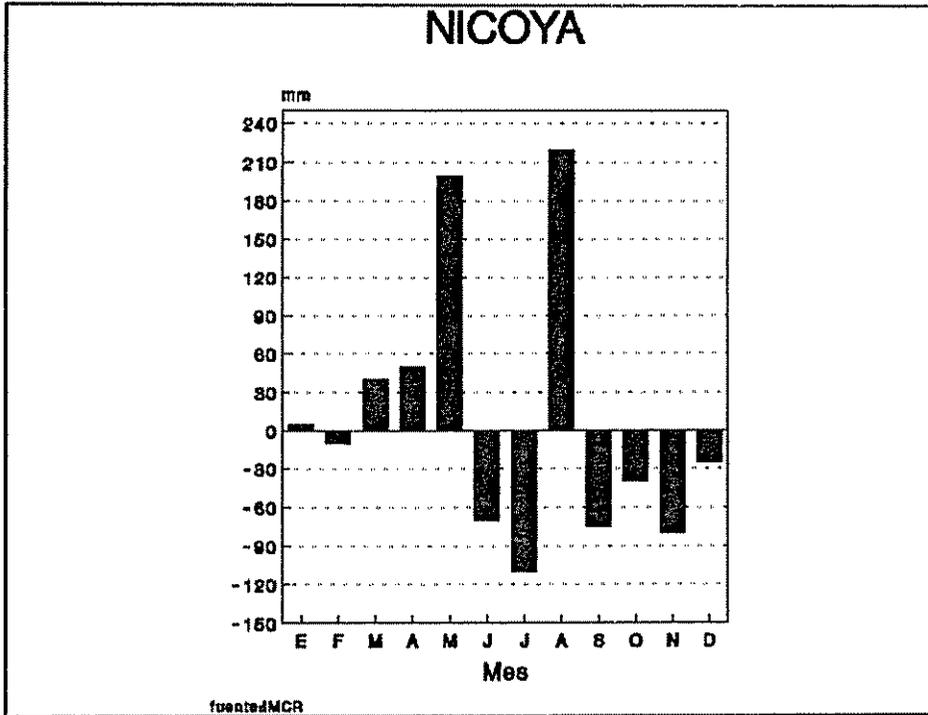


Figura 2. Anomalías de las lluvias en Nicoya y Santa Cruz con respecto al promedio anual durante el año 1993.

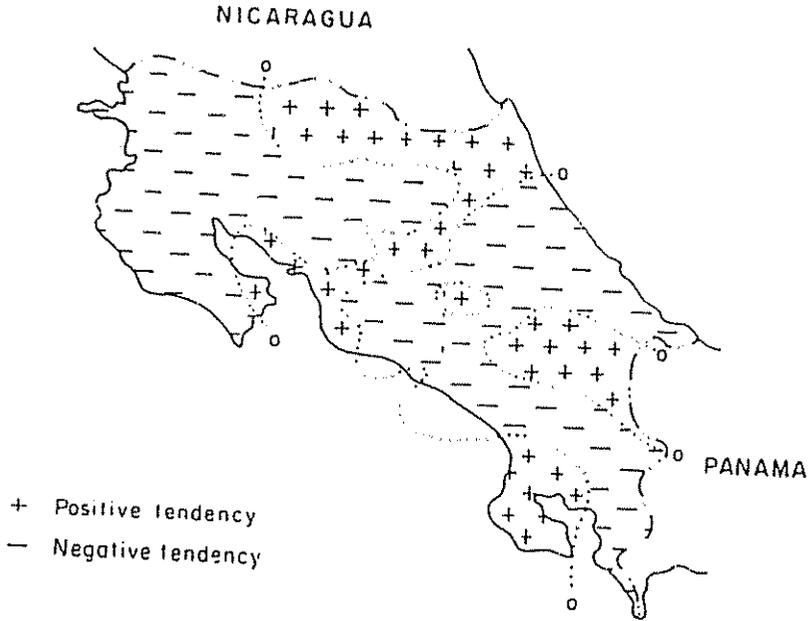


Figura 3. Tendencias del comportamiento de las lluvias en Costa Rica.



Figura 4. Areas con tendencias a una disminuci3n de la

para cuando se habían terminado de instalar, ya habían ocurrido varios eventos importantes, por la cantidad, y por ocurrir al momento de terminada la preparación del suelo que a pesar de ser mínima, contribuye a remover la superficie lo que favorece mayor arrastre de sedimentos.

Este comportamiento anormal de las lluvias es analizado por Brenes *et al.* (1994), quienes lo señalan como efecto de cambios importantes sufridos por la circulación atmosférica global a partir de la década de los años 30. Dichos autores realizaron un estudio de precipitación para el período 1960-1990, de donde concluyen (figura 3) que: la tendencia es a la disminución en la cantidad de lluvia en Limón, Valle del General, *Guanacaste*, Pacífico Central y parte del valle Central. Para cuantificar el monto de esta tendencia, se dibujaron las zonas que muestran una disminución anual mayor de 20 mm (figura 4), donde es importante señalar que la zona con mayor reducción de cantidad de lluvia se ubica en *Guanacaste*.

3.2 Descripción de los experimentos

Se establecieron dos ensayos, cada uno con tres tratamientos, que se repitieron tres veces en cada sitio. Estos a su vez se establecieron en tres sitios diferentes. Se empleó un diseño completamente al azar. La unidad experimental estuvo constituida por parcelas de 5 m * 20 m; el área útil fue de 25 m².

3.2.1 Tratamientos

Los tratamientos evaluados en cada experimento fueron:
Experimento de coberturas:

- frijol tapado
- cero labranza con mulch sembrado con espeque

- cero labranza sin mulch sembrado con espeque.

Experimento agroforestal:

- cero labranza sin barreras.
- cero labranza con barreras de gliricidia establecidas con estacas dispuestas verticalmente cada seis metros y a 30 cm * 30 cm.
- cero labranza con dos barreras. una semejante a la anterior y otra conformada por *Dracaena mesengiana* (caña india) cuyas estacas se dispusieron en la base de las primeras en forma horizontal.

3.2.2 Variables evaluadas

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

- a.- rendimiento
- b.- pérdida de suelo
- c.- fertilidad
- d.- ingreso, costos, margen bruto, rentabilidad, requerimiento de efectivo e ingreso neto familiar.

3.2.3 Diseño del experimento

Se empleó un diseño completamente al azar en cada localidad tanto para el ensayo agroforestal como para el de coberturas. El modelo correspondiente al diseño planteado es:

$$Y_{ijk} = \mu + \beta_i + T_k + (\beta T)_{ik} + \epsilon_{ijk}$$

donde:

- Y_{ijk} = valor de la variable en estudio, observado en la localidad i , repetición j , y tratamiento k .
- μ = efecto común a todas las observaciones.
- β_i = efecto de localidades.
- T_k = efecto del tratamiento k .
- $(\beta T)_{ik}$ = efecto de la interacción entre el tratamiento k y la localidad i .
- ϵ_{ijk} = error experimental.

3.2.4 Manejo de los cultivos

Los ensayos se iniciaron a partir del 15 de mayo de 1993. Como el objetivo del trabajo fue evaluar el comportamiento de las prácticas de conservación de suelos, descritas anteriormente, dentro de las condiciones naturales del agricultor en cada sitio, el manejo de los cultivos, maíz y frijol, se efectuó apegado a los medios y costumbres de estos. De ahí que se usó un nivel bajo de insumos.

3.2.4.1 Maíz

La variedad empleada fue Rocamex de porte alto. Dado que los agricultores tenían poca disponibilidad de semillas se procedió a comprarlas a un productor recomendado por la agencia del MAG en Santa Cruz.

Dos semanas antes de la siembra los agricultores de los diferentes sitios procedieron a chapear bajo el barbecho. Inmediatamente después de la siembra se aplicó Radex (paraquat) a razón de 200 cc por bomba de 20 l, aplicándose 40 l para el área del ensayo.

Las semillas de maíz se sembraron a 80 cm entre hileras y 60 cm entre hoyos, con espeque, dejando tres granos por postura. La germinación fue alta (90% - 95%). Dos semanas después se aplicó

nitrato de amonio a razón de 100 kg de N/ ha.

Al cumplirse un mes de la siembra se realizó un chapeo para eliminar las malezas en competencia con el cultivo.

En algunos sitios hubo alguna incidencia de cogollero que se inició controlando con tierra, pero que finalmente, las abundantes lluvias caídas en junio lograron controlar.

El doblado de las plantas se realizó tarde, lo que favoreció el ataque de pericos, principal plaga diezmadora de este cultivo, provocando una disminución considerable del rendimiento. La cosecha se realizó a finales de agosto.

3.2.4.2 Frijol

El frijol fue sembrado durante el ciclo lluvioso o invierno. Se utilizó la variedad Brunca, suministrada por el CNP. Inmediatamente después de la cosecha de maíz se procedió a chapear las malezas.

Las semillas de frijol se dispusieron a 60 cm entre hileras y 30 cm entre plantas. En cada hoyo se depositaron dos semillas. La germinación alcanzó el 90%.

A los 20 días después de la siembra se procedió a aplicar Fluazifop butil (fusilade) a razón de 1 l/ha. Esta aplicación se hizo inicialmente en las parcelas cultivadas en limpio pero más tarde también se aplicó al tratamiento con mulch.

No se detectaron plagas importantes atacando el frijol durante todo el ciclo. Excepto en Juan Díaz donde las babosas afectaron someramente al cultivo.

Las lluvias escasearon al momento del llenado de las vainas,

lo que indudablemente afectó el rendimiento. La cosecha se realizó a partir del 15 de diciembre.

3.3 Variables y metodología para la toma de datos

3.3.1 Rendimiento

3.3.1.1 Frijol

Para determinar el rendimiento de este cultivo se cosechó el 25% del área total de cada parcela, o sea, 24 m² constituyendo el área de la parcela útil. Se dejó un metro a ambos lados de dicha parcela como borde, y dos metros en la parte superior e inferior.

Siguiendo el procedimiento de los agricultores se arrancaron todas las plantas correspondientes a esta área, las cuales fueron contadas. Inmediatamente se procedió al desgranado realizado tradicionalmente con palos o varas que sirven para "apalear" el lotecito de plantas de cada parcela, hasta abrirse la última vaina. Luego para limpiar los granos estos se expusieron al viento, por último estos se pesaban.

El porcentaje de humedad de los granos se determinó en el campo con un higrómetro. Para expresar el rendimiento de frijol a 14 % de humedad se realizó la transformación de los pesos anteriores utilizando las fórmulas siguientes:

$$\text{Rdto (gr) 14\% H} = \frac{(100 - \% \text{ humedad leída}) * (\text{peso total grano})}{86}$$

86

$$\text{Rdto (kg/ha) 14\% h} = \text{Rdto (gr) 14\% h} * \frac{10000 \text{ m}^2}{\text{ha} * 24\text{m}^2} * \frac{1 \text{ kg}}{1000 \text{ gr}}$$

3.3.1.2 Maíz

El rendimiento de este cultivo se determinó para un área útil de 24 m², tomada del área central de la parcela.

Se arrancaron las mazorcas de las plantas, eliminando la cubierta, para posteriormente clasificarlas en dos grupos: malas, con daños mayores del 25%; y buenas las restantes. Asimismo se registró el número de plantas por área útil.

Para representar el rendimiento de maíz a 15% de humedad, se transformó el peso obtenido mediante las relaciones usadas en el frijol explicadas más arriba.

3.3.2 Fertilidad

Para el seguimiento del comportamiento de la fertilidad en los sitios donde se establecieron los ensayos, se procedió a tomar muestras de suelos a 20 cm de profundidad. Esto al establecimiento del ensayo y después de la segunda cosecha.

Las muestras se tomaron en cada repetición para los ensayos sembrados con coberturas muertas, y por tratamientos en aquellos sembrados en limpio, prácticas agroforestales.

Los análisis se realizaron en el laboratorio de suelos del CATIE. Estos contemplaron la determinación del pH; materia orgánica, fósforo, potasio, magnesio, calcio, zinc, cobre, manganeso y acidez extraíble.

3.3.3 Erosión

La determinación de esta variable se hizo a través de varillas de un metro, hechas de alambre calibre 10 y se hincaron 30 cm en el suelo. Estas se dispusieron en las parcelas en número

de ocho. Luego se midió al inicio de los ensayos, la altura desde la superficie hasta el extremo superior de las varillas. En algunos sitios también se marcó sobre la varilla los 30 cm medidos desde el extremo inferior enterrado. Para evitar el daño de las mismas se marcaron con cintas topográficas de colores vistosos, de tal modo que fueran bien visibles.

El mismo procedimiento se realizó al final del ciclo de cultivos. Por medio de la diferencia entre la primera y segunda lectura se obtuvo la altura de suelo erodada o acumulada. Esta altura es posible expresarla en peso por superficie de suelo, para lograrlo se usó la siguiente fórmula:

$$E \text{ ton/ha} = Da * \frac{\sum L}{n} * 1000$$

donde:

E ton/ha = cantidad de suelo erodado en una hectárea.

Da = densidad aparente del suelo.

$\sum L$ = sumatoria de las medidas verticales de los segmentos de la varilla aflorados.

n = número de segmentos de varillas aflorados.

3.3.4 Análisis económico

Para la evaluación económica se compararon los distintos tratamientos estudiados a través de los criterios siguientes:

Costos totales (CT) = total de costos de insumos y mano de obra.

Ingresos totales (IT) = valor total de la producción.

Beneficio neto (BN) = IT - CT.

Rentabilidad = MB / CT.

Ingreso neto familiar (INF) = VTP - costos en efectivo.

donde:

costos efectivo = son aquellos desembolsos requeridos por cada tratamiento.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 EROSION

4.1.1 Ensayo agroforestal

En el Cuadro 3A se muestran las pérdidas de suelos en toneladas por hectárea determinadas para cada tratamiento y sitio.

El análisis de varianza para erosión (Cuadro 5A) muestra diferencia significativa entre tratamientos. Los sitios y la interacción tratamiento por sitio no presentan diferencia significativa.

Al compararse las medias de tratamientos mediante una prueba de Tukey (Cuadro 6A), el tratamiento de doble barreras (2B) resultó superior a los demás ya que alcanzó una pérdida promedio de 49.33 ton/ha; mientras los tratamientos con una barrera (1B) y sin barreras (SIN) se comportaron igual alcanzando 212 ton/ha y 179 ton/ha respectivamente. Estos valores se han considerado *indicativos* de la erosión ocurrida durante el período de estudio.

Los resultados obtenidos corroboran lo expuesto por Sharma (1992) con respecto a las barreras de *Gliricidia sepium* u otros AFN en lo atinente a que estas podrán contribuir a conservar el suelo sólo si las bases de las hileras superiores de árboles en dichas barreras son tejidas; criterios similares son sostenidos por Nair (1989) y Hamilton (1986).

El efecto de conservar el suelo por las barreras tejidas es provocado, primero porque la escorrentía al chocar con estas pierde velocidad permitiendo la deposición de los sedimentos más finos; segundo, el paso de la escorrentía entre el tejido impide

el paso de los sedimentos mayores. Otro efecto consecuencia del anterior es el de reducir la longitud de la pendiente moderando la velocidad de la escorrentía y por tanto disminuyendo su capacidad de arrastre. Los resultados obtenidos en este ensayo no coinciden con los de Celestino (1984) quien le confiere a las dobles hileras de *Gliricidia* dispuestas en contorno la facultad de proveer una infraestructura biofísica capaz de disminuir el riesgo de erosión. Esta capacidad se la atribuye al sistema profundo de raíces de la especie en cuestión.

Tacio (1988) señala que para lograr un control efectivo de la erosión tanto, ramas, piedras y restos de cosecha deben ser dispuestos en la base de estrechas hileras de AFN, obteniéndose a mediano plazo la formación de terrazas verdes.

4.1.2 ENSAYO DE COBERTURAS

En el Cuadro 4A se presentan los valores correspondientes a los pesos cuantificados en toneladas por hectárea de suelo erodado en cada tratamiento y sitio.

El análisis de varianza (Cuadro 7A) se puede observar que no existe diferencia significativa para los tratamientos por cada sitio. Sin embargo los tratamientos si se comportaron diferente. De la comparación de medias, realizada para un nivel de significancia de 0.05, el tratamiento cero labranza sin mulch (CLSM) tuvo una pérdida de suelo superior y diferente estadísticamente (51.22 ton/ha), mientras frijol tapado (FT) y cero labranza con mulch (CLCM) se comportaron igual con unas pérdidas de suelo de 29.38 ton/ha y 28.22 ton/ha respectivamente (Cuadro 8A).

Es evidente el efecto del mulch en la conservación del suelo, ya que, tanto FT como CLCM fueron tratamientos establecidos dejando el mulch, producido durante el período de

barbecho de seis meses anteriores a la siembra, esparcido sobre el suelo. Es oportuno señalar que en ambos casos el mulch ofreció una cobertura estimada en 70 % en todos los sitios.

La erosión ocurrida en CLSM es promovida, como explican Baver (1973) y Gavande (1972), por el choque continuo de las gotas de lluvia, que acaban compactando y sellando la superficie inmediata, formándose una costra que reduce la infiltración y favorece la escorrentía.

Greenland (1977) señala al respecto que el encostramiento puede ser evitado por el dosel de las plantas o por residuos sobre la superficie, los cuales protegen los agregados contra la ruptura por el impacto de las gotas de lluvia, al absorber su energía, disminuyendo además la escorrentía.

Los resultados obtenidos permiten corroborar lo anterior y agregar que en este caso el mulch logró disminuir en un 57% la erosión con respecto al tratamiento CLSM.

4.2 Rendimiento de los cultivos

4.2.1 Rendimientos para el ensayo agroforestal

4.2.1.1 Maíz

Los rendimientos obtenidos para este cultivo en kg/ha, así como el número de plantas (NP) se presentan en el Cuadro 9A. El rendimiento varía desde 1825 kg/ha para el tratamiento 2B, en Juan Díaz, hasta 422.92 kg/ha para el tratamiento SIN en San Isidro.

El análisis de varianza (Cuadro 11A) muestra diferencia altamente significativa entre los sitios, además la covariable NP (número de plantas) ajustó positivamente el modelo a pesar de que

no se halló diferencia entre los tratamientos.

El análisis, utilizando la prueba de tukey ($\alpha = 0.05$), del rendimiento por sitios como promedio de los tres tratamientos (Cuadro 12a), indica que los sitios Juan Díaz (1210 kg/ha) y San Isidro (1175.03 kg/ha) se comportaron igual, superando a Matambú el cual promedió 722.06 kg/ha.

El comportamiento de los tratamientos era esperable dado que el efecto de las barreras sobre los rendimientos, vía la conservación del suelo, deberá ocurrir en un mayor plazo de tiempo.

4.2.1.2 Frijol

El Cuadro 10A muestra los rendimientos en kg/ha, además el número de plantas correspondiente a cada tratamiento y sitio.

El Cuadro 13A presenta el resultado del análisis de varianza obtenido para el número de plantas en este cultivo. Este muestra diferencia altamente significativa ($Pr > F = 0.0035$) entre sitios. De este modo al realizar una prueba Tukey a las medias de NP por sitio (Cuadro 14A) muestra claramente que Juan Díaz alcanzó el mayor número, mientras San Isidro y Matambú tuvieron valores semejantes estadísticamente.

Por este motivo se procedió a ajustar la variable rendimiento por la covariable número de plantas (NP). El análisis de varianza revela entonces diferencias altamente significativas entre sitios solamente (Cuadros 15A y 16A).

Al realizar el análisis de varianza para rendimientos ajustados por NP, pero esta vez por cada sitio se halló diferencia entre tratamientos en Juan Díaz (Cuadro 17A); además NP resultó significativa. Para este sitio los tratamientos SIN y

1B se comportaron igual siendo superior a ellos dos el tratamiento 2B al compararse las medias mediante la prueba Tukey (Cuadro 18A).

En Matambú y San Isidro no se detectaron diferencias entre tratamientos, aunque en el primer sitio el rendimiento más alto correspondió al tratamiento 2B (Figura 1A); sin embargo en el segundo sitio este tuvo el más bajo valor. Así mismo NP ajustó significativamente el rendimiento en este lugar no así en Matambú (Cuadros 19A y 20A).

San Isidro alcanzó el más alto rendimiento promedio, mientras Matambú tuvo el menor 475.76 kg/ha (figura 2A). En este lugar, estadísticamente, el tratamiento 1B fue igual al 2B con un rendimiento promedio de 831.98 kg/ha.

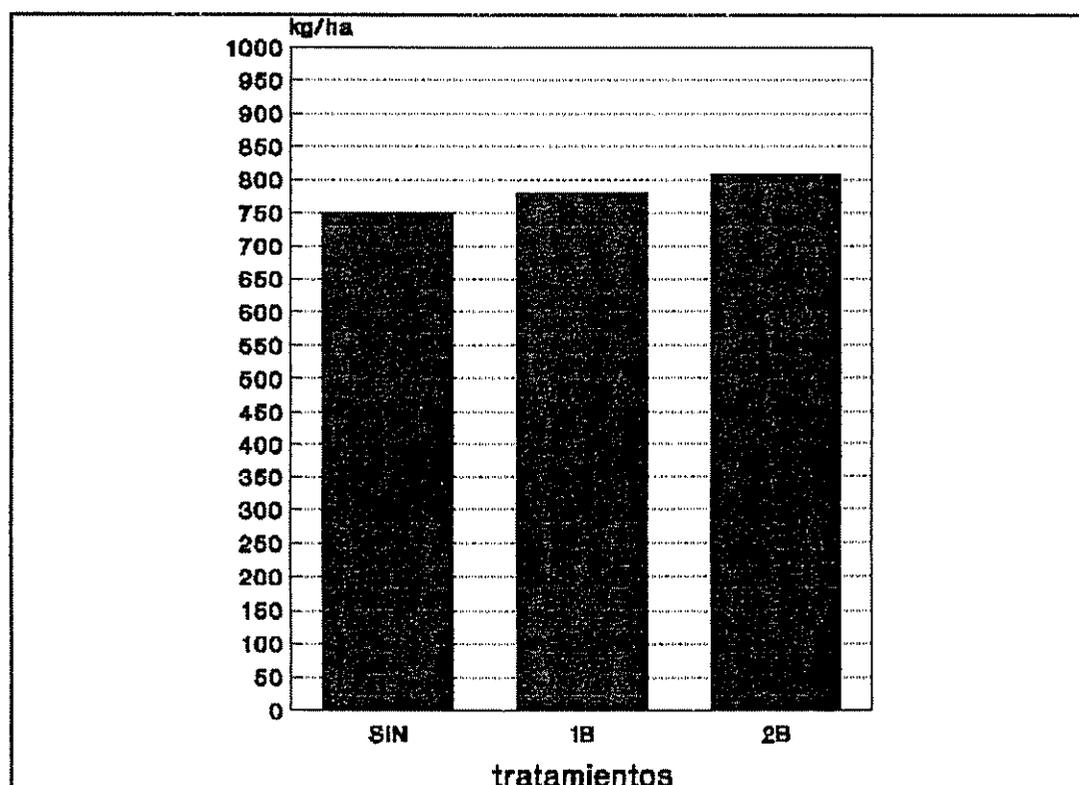


Figura 5. Rendimiento promedio de frijol en kg/ha para cada tratamiento, ensayo agroforestal, 1993, Guanacaste.

A pesar del corto tiempo de establecidas las doble barreras empiezan a mostrar una ligera diferencia de rendimiento, aunque no estadísticamente, como se puede observar en la figura 5. En general, para todos los sitios este tratamiento acumuló el rendimiento más alto llegando a 807.93 kg/ha, mientras 1B alcanzó 779.50 kg/ha y el tratamiento sin barreras (SIN) obtuvo 748.89 kg/ha, o sea, 59 kg/ha menos que para 2B.

4.2.2 ENSAYO DE COBERTURAS

4.2.2.1 MAIZ

En el Cuadro 21A se presentan los rendimientos obtenidos en kg/ha y el número de plantas para este ensayo en los diferentes sitios y tratamientos.

Para el primer ciclo correspondiente al cultivo del maíz, el análisis de varianza para el número de plantas (Cuadro 23A) no muestra diferencia entre tratamientos, pero sí entre sitios. De tal manera que al comparar las medias de NP por sitios (Cuadro 24a) se observa que el mayor número de plantas se encontró en Matambú y el menor en San Isidro.

El análisis de varianza realizado para rendimiento, mostró diferencia significativa entre tratamientos, pero sí entre sitios (Cuadro 25A). Al compararse las medias de rendimiento de cada sitio (Cuadro 26A) Matambú presenta el mayor rendimiento 1867 kg/ha seguido por San Isidro 1008.10 kg/ha y por último Florida 780.80 kg/ha. De ahí que la supremacía de Matambú se explique por poseer el mayor número de plantas (22870 ptas/ha); sin embargo, a pesar de Florida contar con 13426 ptas/ha superando a San Isidro que contaba con 10417 ptas/ha sus rendimientos fueron muy parecidos, indicando este comportamiento cierta superioridad atribuible a las condiciones de sitio las cuales parecen ser más favorables para el maíz en San Isidro. Por su altura 600 msnm la

temperatura es más baja, sobre todo en las noches; la pluviosidad, así como la humedad relativa, también es significativamente mayor a los otros sitios.

4.2.2.2 FRIJOL

El Cuadro 22A muestra los rendimientos en kg/ha así como el número de plantas para cada tratamiento, repetición y sitio.

El análisis de varianza para NP presentado en el Cuadro 27A indica diferencias altamente significativa entre tratamientos, así como para la interacción tratamiento por sitio pero no entre sitios.

Para Florida (Cuadro 29A) se observa diferencia significativa ($p=0.005$) entre tratamientos siendo FT el que mayor NP posee con 231805 ptas/ha superior a CLCM y CLSM los cuales alcanzaron 94971 ptas/ha y 109552 ptas/ha, respectivamente (Cuadro 30a). En Matambú y San Isidro no se observan diferencias entre los tratamientos, pero en ambos el mayor NP ocurrió para CLSM; mientras el menor NP en Matambú corresponde a CLCM y en San Isidro a FT (Cuadros 31A, 32A, 33A, 34A).

Sin embargo, del análisis de varianza realizado para rendimiento (Cuadro 35A) no se observa diferencia entre tratamientos ni la interacción tratamiento por sitio fue significativa. Deduciéndose en consecuencia que el NP no tuvo mayor incidencia sobre el efecto de los tratamientos en los rendimientos. Ahora bien, los sitios (cuadro 36A) sí fueron diferentes por lo que se podría considerar, nuevamente, la posibilidad de que las condiciones de sitio (los sitios se ubicaron en dos zonas de vida diferentes, ver capítulo de materiales y métodos) influyeron en este comportamiento.

Alfaro (1983) establece que la temperatura óptima promedio

oscila entre los 18 °C y 24 °C. , y una precipitación de 300 - 400 mm bien distribuidos son suficientes para obtener una buena cosecha. Estas son condiciones muy cercanas a las encontradas tanto en San Isidro como en Juan Díaz.

Del cuadro 2 se puede constatar claramente como el rendimiento varía de acuerdo al número de plantas, a pesar de no existir diferencia estadística entre los tratamientos, como se comentó anteriormente.

Cuadro 2. Rendimientos (kg/ha) y número de plantas/ha por tratamiento, obtenidos para el ensayo coberturas durante el ciclo de frijol.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO kg/ha	NUMERO PLANTAS
CLSM	663.21	148164
FT	608.21	161592
CLCM	530.49	114704

Varios factores contribuyeron a que el número de plantas en el tratamiento CLCM fuera tan diferente a los demás. A los agricultores les resultó sumamente difícil realizar la siembra en esta condición probablemente por no ser tradicional en la zona. La presencia del mulch así como el chapeo superficial de las malezas realizado al momento de la siembra limitó el efecto del herbicida empleado, provocando que las malezas llegaran a competir con el cultivo. Es interesante resaltar que en el caso del FT, dado la distribución aleatoria de las semillas y su densidad, el cultivo logró superar rápidamente el desarrollo de las malezas.

Los resultados obtenidos contradicen los alcanzados por Shenk (1979) que al comparar FT contra CLCM obtuvo 495 kg/ha en este último y 77 kg/ha en el primero. Bellows (1992) igualmente obtuvo mayor rendimiento (995 kg/ha) para CLSM y 463 kg/ha para FT. Probablemente esta diferencia se explique porque para estos casos cuando se trataba de CLSM se aplicaba todo un paquete tecnológico cargado de insumos. Rossemeyer (1993) obtuvo mayor rendimiento con FT que con CLSM durante tres años seguidos, después del barbecho y sin usar fertilizante. Al respecto se debe recalcar el hecho de que los sitios donde se establecieron los ensayos han venido siendo explotados durante 4 años seguidos lo que podría significar que el suelo se halle agotado y el barbecho sea cada vez más pobre producto del reducido tiempo dado para su recuperación.

En términos generales los rendimientos alcanzados, tanto para maíz como para el frijol son bastante bajos pero semejantes a los reportados en la literatura. Ramírez *et al* (1986) obtuvieron rendimientos comprendidos entre 70 kg/ha y 395 kg/ha. Alfaro (1984) obtuvo 330 kg/ha en frijol. Bechar *et al* (1992) establecen que bajo condiciones de subsistencia en Guanacaste los cultivos de maíz y frijol promedian 1300 kg/ha y 413 kg/ha respectivamente.

Otro aspecto en el que los resultados obtenidos difieren de los presentados por diversos autores es en el atinente al efecto del mulch sobre los rendimientos. Como se ha discutido anteriormente no se hallaron diferencias estadísticas entre los tratamientos estudiados, aunque entre los mismos existen diferencias del orden del 6% favorables a CLSM en maíz y de 9% también favorable a CLSM en frijol por lo tanto al punto de vista agronómico el mulch no contribuyó a aumentar el rendimiento. Es obvio el corto tiempo de esta evaluación. Aunque la literatura no es explícita al respecto se esperaría un mayor efecto del mulch

en condiciones áridas, dado la conservación de la humedad que promueve más que por la fertilidad que esta pudiera aportar con respecto a la CLSM.

Pla *et al* (1983); Choundary *et al* (1967); Lin (1969) citados por World Bank (1990) establecen que los mulches incrementan los rendimientos de 7% a 188% en comparación a los obtenidos en parcelas sin mulch. Doran *et al* (1984) señalan que la remoción completa de los residuos de cosecha reduce los rendimientos de granos y residuos en no labranza para el cultivo de maíz de 21% a 24%.

4.3 Fertilidad

La diferencia entre el contenido inicial de nutrimentos (N, P, K, Ca, Mg), al momento de la siembra, y el contenido al final de los dos ciclos de cultivos, para cada sitio, tratamiento y repetición se presentan en los cuadros (36A, 37A, 38A, 39A, 40A).

En el cuadro 3 se muestran los valores promedios de las diferencias entre el inicio y el final de las concentraciones de los principales macronutrimentos expresados en forma de N, P_2O_5 , K_2O , CaO y MgO en Kg/Ha por sitio y tratamiento. Como puede observarse las cantidades resultan incongruentes, dado que los valores iniciales no se corresponden con los finales, a pesar de que cada vez se muestreó en lugares muy cercanos, por lo que no se puede presentar una explicación lógica sobre estos resultados.

Una causa podría ser la heterogeneidad del suelo en términos de fertilidad. Otra causa de esta irregularidad podría ser la expresión del error atribuible al laboratorio en el momento de realizar las diferentes extracciones. Un aspecto a considerar es el número de muestras, en este caso se tomaron cinco submuestras por cada repetición, quizás este número debió ser mayor.

Cuadro 3. Diferencia promedio del contenido de los principales nutrimentos en kg/ha, Guanacaste, 1993.

TRAT	FLORIDA			MATAMBU			SAN ISIDRO		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
FT	-304.5	1.04	-18.0	775.11	-0.02	-37.27	-194.0	-2.16	-19.1
CLCM	87.0	1.04	-7.0	1223.25	-0.5	-84.88	-458.8	-2.87	-80.5
CLSM	-435.9	0.57	-22.3	829.12	-1.45	-84.83	-941.3	-2.76	-117.3

La tendencia esperada en el comportamiento de la fertilidad de los suelos para frijol tapado es hacia la reducción de ésta, dado el agotamiento de la misma, una vez se han obtenido varias cosechas. Consecuencia de este hecho, tradicionalmente los agricultores dejan en barbecho durante cierto tiempo el terreno para inducir su recuperación. Pero dada la reducción de la frontera agrícola por el crecimiento acelerado de la actividad comercial este tiempo se ha venido reduciendo hasta apenas el inicio de la época de siembra al año siguiente.

Para el tratamiento cero labranza sin mulch (CLSM) se contemplo sólo una fertilización de 190 Kg/Ha de N para el primer ciclo, por lo que para este elemento no se esperaría mayor variación con respecto al encontrado inicialmente en el suelo, pero para los demás nutrimentos lógicamente debió disminuir considerablemente dada las extracciones de los cultivos. En cambio el tratamiento cero labranza con mulch (CLCM) al contar con aportes de nutrimentos provenientes del mulch así como el aplicado en forma mineral (nitrato de amonio) el cambio debería ser menor al producido en CLSM y semejante al F.T. en todos los nutrimentos excepto para el nitrógeno.

4.5 Análisis económico

4.5.1 Ensayo de coberturas

En los Cuadros 41A, 42A, 43A se presentan en detalle los conceptos y las cantidades de los gastos incurridos en cada práctica, así como sus ingresos. Para determinar la eficiencia de cada uno se consideraron varios parámetros como son: beneficio neto, rentabilidad e ingreso neto familiar.

Costos totales

Se consideró como costos totales a todos los gastos en que se incurrió para el establecimiento y manejo de cada tratamiento, considerándose tanto la mano de obra como los insumos. Como puede observarse en el Cuadro 4 los costos más altos siempre correspondieron a CLCM y CLSM. Entre ellos existe una pequeña diferencia debido a que al momento de la siembra fue necesaria más mano de obra en CLCM, dado la inexperiencia de los agricultores de sembrar con espeque en esta condición. Para la limpieza CLSM requirió unos dos jornales más, dada la necesidad de hacer el corte a ras de suelo.

Los costos variaron ligeramente entre sitios, a causa de la habilidad o rapidez de los agricultores para trabajar. Así, San Isidro siempre superó a los demás.

Sin embargo en todos los sitios los costos de FT fueron siempre menores a los demás tratamientos, ya que requirió menos mano de obra y el único insumo utilizado fue semillas.

Ingresos totales

Los ingresos se determinaron multiplicando el precio en el campo de los productos por las cosechas obtenidas en cada sitio.

Para estos cálculos el precio de 45,4 kg (un quintal) de maíz fue de ₡1200; y el de frijol en ₡4100.

Los ingresos de FT fueron inferiores en ₡30319,59 (30%) y ₡1738,37 (3%) a CLSM y CLCM respectivamente y, entre estos dos, CLSM (₡106727,41) fue mejor que CLCM (₡78146,19) en Matambú. En Florida el comportamiento fue parecido, de este modo FT (₡61304,67) igualmente fue superado por CLSM (₡63970,22) y CLCM (₡68483,55) este último alcanzó el mayor ingreso de los tres tratamientos. Para San Isidro el mayor ingreso correspondió a FT (₡117475,71) seguido por CLSM (₡111512,33) y el menor rendimiento CLCM ₡94448,0.

Beneficio neto

El beneficio neto (BN) varió entre sitios, por lo tanto se discuten por separado.

En Florida el mayor BN correspondió a FT, mientras el menor a CLSM. Por su parte CLCM logró un BN de ₡7135,78 muy inferior al mejor que fue de ₡24767; mientras CLSM fue negativo ₡377,55. Para Matambú el BN más alto lo alcanzó CLSM con ₡46379,64; FT llegó a ₡40870,32 Y CLCM obtuvo ₡16298,42.

En San Isidro la situación varió, ya que, en general los BN fueron superiores a los demás sitios. Para este lugar el FT tuvo máximo BN de todos los sitios y tratamientos, alcanzó ₡83508,21; seguido por CLSM que obtuvo ₡51914,56. El tratamiento CLCM solo generó ₡33350,23.

Efectivo requerido

Se consideró este criterio dado que en condiciones de subsistencia es uno de las principales limitaciones de los productores.

Cuadro 4. Indicadores de la eficiencia económica de los tratamientos de los sillos para el ensayo agroforestal.

INDICE	SITIOS								
	JUAN DIAZ			MATAMBU			SAN ISIDRO		
	2B	1B	SIN	2B	1B	SIN	2B	1B	SIN
COSTOS TOTALES	63165.07	57844.69	55347.77	65962.27	60594.69	58097.77	66462.27	61594.69	59097.77
INGRESOS TOTALES	152704.40	116174.10	129900.70	59358.15	54050.10	53100.47	1103150.16	106679.41	104788.42
BENEFICIO NETO	89539.33	58329.40	74552.92	-660312.00	-6544.59	-4997.30	36687.89	45084.72	45670.64
RENTABILIDAD %	141.75	100.84	134.69	-10.10	-10.80	-8.60	55.20	73.20	77.27
EFFECTIVO REQUERIDO	30051.47	25014.29	22847.77	30051.47	25013.52	22847.77	30051.47	25014.29	22847.77
INF	122652.93	91159.81	107055.93	29307.53	29036.58	30252.70	73098.69	81665.12	81920.65

El cuadro 4 muestra que el monto de efectivo requerido para CLCM y CLSM fue igual; sin embargo FT tiene un requerimiento del 50% menor. Los componentes de este efectivo son fertilizantes, herbicida y semillas. Esta última regularmente es apartada del año anterior, no obstante se ha valorado a precio de mercado. No se ha considerado el costo de la mano de obra ya que esta regularmente es familiar.

Ingreso neto familiar

El ingreso neto familiar (INF) se comportó igual que el MB. De este modo en Florida FT contribuyó con $\$50767,17$ superando en $\$1767,17$ a CLCM que logró $\$49000$; mientras CLSM obtuvo $\$41122,45$.

Para Matambú, CLSM, alcanzó el mayor INF, equivalente a $\$83879$; FT logró $\$65870,32$; CLCM alcanzó $\$55298,42$. Esto a pesar de que los costos en efectivos fueron significativamente diferentes, entre FT y CLSM, más de $\$10000$. Ahora bien los ingresos de CLSM superaron en $\$30319,58$ y $\$2858,21$ a FT y CLCM respectivamente.

En San Isidro la situación favoreció a FT que llegó a $\$107278,42$ de INF, seguido por CLSM el cual acumuló $\$88664,53$, mientras CLCM tuvo el INF menor, igual a $\$71600$.

Rentabilidad

Este índice de eficiencia permite valorar los tratamientos como si todos los costos, mano de obra e insumos, se hubiesen cancelado en efectivo.

En Florida la mayor rentabilidad fue alcanzada por FT equivalente a 67,79%, seguida por CLCM cuyo valor fue de 11,63% y CLSM tuvo una rentabilidad negativa de -0.59%. Para Matambú todos los tratamientos lograron una rentabilidad positiva, así FT alcanzó 115%, CLSM 76,85% y CLCM 26,35%. En San Isidro,

nuevamente FT generó la más alta rentabilidad 245.84%, seguida por CLSM con 87,10% y CLCM con 54,58%.

Para el pequeño productor caracterizado por severas restricciones pero con disponibilidad de mano de obra, el tratamiento más adecuado es FT, esto para Florida y San isidro , ya que ofrecen el mayor INF, la más alta rentabilidad y el menor requerimiento de efectivo. Mientras que para Matambú el mejor tratamiento, al punto de vista del INF, fue CLSM, aunque este requirió la mayor cantidad de efectivo. La mejor rentabilidad correspondió al FT;debido esencialmente a que sus costos son menores en un 47% a pesar de poseer el menor ingreso de los tres tratamientos.

Una importante consideración con respecto a la superioridad o conveniencia del FT, es que normalmente el agricultor necesita emplear tanto o más tiempo en labores fuera de la finca para complementar sus ingresos (Araya *et al*, 1992). En el presente estudio no se consideraron los ingresos que por este concepto obtuvieron los agricultores en los distintos sitios.

4.5.1 Ensayo agroforestal

En los Cuadros 44A, 45A, 46A se desglosan los gastos e ingresos por cada sitio. Estos cuadros presentan los valores correspondientes a costos, para los tratamientos con una barrera (1B) y doble barrera (2B), actualizados anualmente, y sin distribuirlos anualmente, o sea, considerando los costos de establecimiento totalmente en el primer año. Para los fines de esta discusión se utilizarán los valores actualizados anualmente de los costos de las barreras vivas. En el Cuadro 5 se presentan los valores correspondientes a costos, ingresos, margen bruto, rentabilidad, ingreso neto familiar y requerimientos de efectivo para cada tratamiento y sitio. A continuación se discuten en

detalle.

Costos totales

Los mayores gastos corresponden siempre, en todos los sitios, al tratamiento 2B. Del total de costos para el tratamiento 1B el 50% (¢23281,50) corresponden al material utilizado para la construcción de las barreras, mientras para 2B este porcentaje se eleva a 77%, esto es, ¢76641,50 (Cuadro 5).

Ahora bien, esta inversión tiene una vida útil de 20 años, por lo que el valor anual actualizado, tanto de los gastos por compra de estacas como de su instalación, considerando una tasa de descuento del 7% es ¢2197,77 y ¢7234,95 para 1B y 2B respectivamente; así el total de costos, por dichos conceptos, serían de ¢2553,25 y 30051,47 para esos tratamientos.

Ingresos

Los ingresos variaron desde ¢152704,40 hasta ¢53100,47. En el Cuadro 5 se observa que el tratamiento 2B alcanzó los mayores ingresos en todos los sitios. Mientras 1B le siguió en Matambú y San Isidro; Aunque Juan Díaz alcanzó el menor ingreso de los tres tratamientos. SIN respondió a las expectativas, ya que logró los menores ingresos en San Isidro y Matambú; en Juan Díaz superó a 1B.

En San Isidro a pesar de hallarse diferencias entre los ingresos, estos fueron relativamente poco importantes, ya que, entre 1B y 2B los cuales alcanzaron el mayor y menor ingreso respectivamente, la diferencia fue de ¢3500 equivalentes a menos de un 45 kg de frijol.

Beneficio neto

Los ingresos tuvieron un comportamiento diferente en cada

Cuadro 5. Indicadores de la eficiencia económica de los tratamientos en el ensayo coberturas, para cada sitio.

INDICE	SITIOS			FLORIDA			MATAMBU			SAN ISIDRO		
	TRAT	FT	CLCM	CLCM	CLSM	FT	CLCM	CLSM	FT	CLCM	CLSM	
COSTOS TOTALES		36537.50	61347.77	64347.77	84347.77	35537.50	61847.77	60347.77	33967.50	61097.77	59597.77	
INGRESOS TOTALES		61304.67	68483.55	83970.22	83970.22	76407.82	78146.19	106727.40	117475.70	94448.00	111512.30	
BENEFICIO NETO		24767.17	7135.78	-377.55	-377.55	40870.32	16298.42	46379.64	83508.21	33350.23	51914.56	
RENTABILIDAD %		67.79	11.63	-0.59	-0.59	115.00	26.35	76.85	245.84	54.58	87.10	
EFFECTIVO REQUERIDO		10537.50	22847.77	22847.77	22847.77	10537.50	22847.77	22847.77	10197.50	22847.77	22847.77	
INF		50767.17	49000.00	41122.45	41122.45	65870.32	55298.42	83879.00	107278.20	71600.23	88664.53	

sitio y para cada tratamiento. Como se muestra en el Cuadro 5; los mismos variaron desde ₡89539,33 hasta ₡6603,12.

En Juan Díaz el mayor ingreso correspondió a 2B con ₡89539,33 seguido por SIN con ₡74552,92, mientras 1B alcanzó ₡58329,40. La situación fue diferente en Matambú donde todos los tratamientos tuvieron ingresos netos negativos, siendo el tratamiento SIN donde la pérdida fue menor ₡4997,30; 1B acumuló ₡6544,59 y 2B ₡6603,12. En San Isidro el ingreso más alto lo alcanzó el tratamiento SIN, ₡45670,65; 1B arrojó ₡45084,72 por el mismo concepto; 2B obtuvo el menor ingreso con ₡36687,89.

El beneficio neto (BN) tuvo un comportamiento parecido en todos los tratamientos y sitios. De esta manera el mayor beneficio neto fue el alcanzado por el tratamiento SIN, seguido por 1B, y el menor BN correspondió a 2B para el cual además de tener el menor valor en Matambú y San Isidro, fue negativo.

En Matambú todos los tratamientos dejaron pérdidas, ya que los ingresos fueron los más bajos con respecto a los otros sitios. En el acápite de rendimientos se discutió este comportamiento de los cultivos para dicho lugar.

El tratamiento 2B alcanzó a pagar sus costos el primer año y además generó beneficios que superaron en ₡14986,41 y ₡31209,93 a SIN y 1B respectivamente, en Juan Díaz; mientras, en San Isidro los beneficios de este tratamiento fueron inferior en ₡8982,76 y ₡8396,83 a SIN y 1B. En Matambú los ingresos no compensaron los costos (ver discusión de rendimientos).

Efectivo requerido

Como puede observarse en el Cuadro 5 el tratamiento 2B requirió siempre el más elevado monto de efectivo, considerando

el valor anual actualizado a 20 años período de vida útil de las barreras. De este modo 2B requirió $\phi 30051,47$ superando en $\phi 7203,70$ (24%) a SIN; y en $5037,18$ (16.76%) a 1B.

Rentabilidad

La rentabilidad sigue el mismo comportamiento de los costos e ingresos. En Juan Díaz, 2B logró la mayor rentabilidad tanto con respecto a los demás tratamientos como de los sitios, siendo de 141,75%. Sin embargo en San Isidro SIN alcanzó 77,28 y 1B 73,20; mientras 2B promedió 55,.20. En Matambú todos los tratamientos arrojaron pérdidas, siendo la diferencia entre ellos muy pequeña, así: SIN, -8,60; 1B, -10,80; y 2B, -10,.01.

Ingreso neto familiar

El ingreso neto familiar (INF) alcanzó el mayor valor en Juan Díaz, $\phi 122652,93$; en este sitio SIN acumuló $\phi 107052,93$ y 1B $\phi 91159,81$. En Matambú los valores fueron poco diferentes, aunque el mayor correspondió a SIN que superó en $\phi 945,17$ y $\phi 1216,12$ a 2B y 1B, respectivamente. En San Isidro 2B generó $\phi 73098,69$ de INF inferior en $\phi 8821,96$ y $\phi 8566,43$ a SIN y 1B, respectivamente.

Según los índices económicos considerados, el tratamiento SIN fue superior a los otros dos en San Isidro y Matambú, a pesar de que en este último sitio los mayores ingresos correspondieron a 2B; asimismo 1B y 2B compartieron los índices más bajos. En Juan Díaz, sin embargo, los mayores ingresos, beneficios neto, rentabilidad e ingreso neto familiar fueron alcanzados por 2B, pero tuvo el requerimiento de capital efectivo más alto.

Ahora bien, a pesar del corto tiempo de evaluación, siete meses, es notorio destacar que los ingresos para el tratamiento 2B fueron superiores en dos de los tres sitios; en el tercer sitio los ingresos no muestran diferencia significativa.

Si esta práctica fue capaz de aumentar los ingresos, sensiblemente, en su primer año es de esperarse que estos se eleven en el mediano plazo cuando se comparen a los otros dos tratamientos, 1B y SIN, ya que este efecto es producto del control de la erosión.

Desde la óptica económica se considera difícil que proyecto o institución alguna, mucho menos los mismos agricultores, puedan sustentar de alguna manera los costos de establecimiento de esta práctica; por lo que basados en esta experiencia se podrían sugerir modalidades que igualmente son capaces de lograr el mismo efecto. Por ejemplo, si en vez de usar estacas de Gliricidia y Dracaena se sembraran semillas de la primera especie muy juntas, en corto plazo al engrosarse los tallos de las plantas estas conformarían una especie de represa contentora de sedimentos semejante a la lograda con las doble barreras, pero con la gran diferencia de reducir los costos significativamente. Considerando el uso de buena semilla para garantizar una alta germinación.

5. CONCLUSIONES

Basados en los resultados obtenidos bajo las condiciones en las cuales se desarrollaron los experimentos, se llega a las conclusiones siguientes:

Ensayo agroforestal

- 1.- El tratamiento de doble barreras con base tejida produjo la menor erosión 49,33 ton/ha, mientras el de una barrera (179 ton/ha) y sin barreras (212 ton/ha) arrojaron valores mayores y semejantes estadísticamente entre ellos.
- 2.- Los rendimientos no fueron diferentes estadísticamente, excepto en Juan Díaz, donde el rendimiento de frijol para el tratamiento de doble barreras con base tejida fue mayor a los demás. Aunque para San Isidro y Matambú los rendimientos más altos correspondieron siempre al tratamiento de doble barreras.
- 3.- El beneficio neto varió por sitios, así: en Juan Díaz el mayor beneficio neto lo alcanzó el tratamiento de doble barreras (¢89539,33); mientras en San Isidro lo logró el tratamiento sin barreras(¢45670,65); y en Matambú la menor pérdida también correspondió al mismo tratamiento (¢4997,30).
- 4.- La rentabilidad también fue diferente en cada sitio. En Juan Díaz la mayor rentabilidad fue conseguida por el tratamiento de doble barreras (141,75%); en Matambú la menor pérdida correspondió a sin barreras (-8,60%) y en San Isidro el máximo rendimiento lo alcanzó sin barreras (77,28%).
- 5.- El mayor ingreso neto familiar se obtuvo para el tratamiento sin barreras en Matambú (¢30252,70) y San Isidro (¢81920,65); mientras en Juan Díaz correspondió al tratamiento de doble

barreras (¢122652,93).

6.- El mayor requerimiento de capital siempre correspondió al tratamiento de las doble barreras (¢30051,18).

Ensayo de coberturas

- 1.- La menor pérdida de suelo por erosión correspondió a frijol tapado (29,38 ton/ha) y cero labranza con mulch (28,22 ton/ha) que se comportaron igual estadísticamente.
- 2.- La cobertura del suelo con mulch redujo en 48% la erosión (28,8 ton/ha) con respecto a la labranza cero sin cobertura muerta (52,0 ton/ha).
- 3.- No se detectaron diferencias estadísticas en los rendimientos por efecto de los tratamientos en los diferentes sitios. El rendimiento promedio de maíz por tratamiento fue: frijol tapado 1138,74 kg/ha; cero labranza con mulch 1226,06 kg/ha; y cero labranza sin mulch 1291,02 kg/ha. Para frijol los rendimientos promedios fueron así: frijol tapado 608,01 kg/ha, cero labranza con mulch 530,54 kg/ha y cero labranza sin mulch 663,21 kg/ha.
- 4.- En San Isidro se obtuvieron los mayores rendimientos de frijol. Para Maíz el mayor rendimiento correspondió a Matambú (1867.0 kg/ha); pero igualmente este sitio promedió el mayor número de plantas (22870); mientras San Isidro con 10417 plantas por hectárea y 1008.1 kg/ha siguió en rendimiento a Matambú.
- 5.- El mayor beneficio neto varió en cada sitio. En Florida recayó sobre el tratamiento de frijol tapado (¢24767,17); en

Matambú lo fue para cero labranza sin mulch (ϕ 46379,64); y en San Isidro sobre frijol tapado (ϕ 83508,21).

- 6.- La mayor rentabilidad en todos los sitios se obtuvo con frijol tapado.
- 7.- El mayor ingreso neto familiar correspondió a frijol tapado en San Isidro (ϕ 107278,20) y Florida (ϕ 50767,17); mientras en Matambú lo fue para cero labranza sin mulch (ϕ 83879,0).
- 8.- El menor requerimiento de efectivo lo alcanzó frijol tapado (10537,50), 50% menor a cero labranza sin mulch y cero labranza con mulch cuyo requerimiento fue semejante (ϕ 22847,77).

6. RECOMENDACIONES

1. Los resultados obtenidos son producto de un año de evaluación por lo que no son definitivos, sino indicativos. De ahí la necesidad de realizar evaluaciones durante al menos cinco años.
2. Para el ensayo agroforestal sería conveniente introducir un tratamiento donde en lugar de estacas se siembren semillas de gliricidia.
3. La evaluación de la erosión preferiblemente debería hacerse con otra metodología, como el de parcelas de escorrentía.
4. De repetirse los ensayos deberían realizarse en sitios donde se establezcan isolíneas de fertilidad, de este modo las repeticiones se ubicarían en lugares de igual fertilidad.

7. BIBLIOGRAFIA

- ALFARO, R. 1984. Logros de la investigación sobre frijol común (*Phaseolus vulgaris*, L.) en Costa Rica (Programa MAG-UCR-CNP- CIAT). In Congreso Agronómico Nacional (4., 1984, San José, C.R.) p. 155-175.
- ALFARO, R.; WAAIJENBERG, H. 1991. A time - proven way of growing beans. ILEIA Newsletter (Holanda) 7(1-2):33.
- AGUIRRE, J.A.; MIRANDA, M.H. 1973. Los sistemas de producción de frijol. Guatemala, Gua., IICA. p.17-23.
- ARAYA, R.; GONZALEZ, W. 1987. El frijol bajo el sistema tapado en Costa Rica. San José, C.R., Fac. Agronomía, Univ. de Costa Rica. 220 p.
- AYRES, Q.C. 1960. La erosión del suelo y su control. Barcelona, España, Ediciones Omega. 441 p.
- BARRANTES, R.; CORELLA, F.; DIAZ, C.L. 1986. Aplicación de la metodología de investigación en fincas. El caso de Guaguiral, Región Brunca, C.R. San Isidro del General, C.R., Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección Pacífico Sur. s.p.
- BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNECE, W.R. 1973. Física de suelos. México D.F., Méx., UTEHA. 529 p.
- BELLOWS, B. C. 1992. Sustainability of steep land bean (*Phaseolus vulgaris*) farming in Costa Rica: an agronomic and socioeconomic assesment. Tesis Ph.D. Fla., EE.UU., University of Florida. s.p.
- BRENES, C.; POEL, P. V. 1990. Diagnóstico rural rápido en asentamientos IDA de la región Chorotega. Liberia, C.R., Proyecto IDA -FAO - HOLANDA . p. 138.
- BRENES, A.; SABORIO, C. 1994. Cambios en la circulación general y su influencia en la precipitación de Centroamérica. En prensa.
- COSTA RICA, MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA. 1971. El frijol tapado. Ministerio de Agricultura. Hoja Divulgativa n°41. s.p.
- CAVALLINI, R. M. 1972. Recomendaciones para aumentar la producción de frijol tapado. Agroindustria (C.R.) 1:18.
- CELESTINO, A. F. 1985. Farming systems approach to soil erosion control management. ACIAR. Proceeding series no. 6. s.p.

- COLEGIO DE POSGRADUADOS (MEX.). 1977. Manual de conservación de suelo y agua. Chapingo, Méx. 248 p.
- COOK, M. G.; FAHRNEY, K. 1991. Technology transfer. *In* Development of conservation farming on hillslope. Ed. by Moldenahuer, Hudson, Sheng and Sawei. EE.UU., s.n. 311 p.
- CUZCO, S. 1987. Prácticas conservacionistas del campesino andino en la cuenca del río Cajamarca. *In* Seminario Internacional de Conservación de Suelos y Aguas (1987, Lima, Perú). [Memoria]. s.n.t. s.p.
- CHAMBERS, R. A.; PACEY, A.; THRUPP, L. A. 1991. Farmer first: farmer innovation and agriculture research. Londres, G.B., IT. p.219.
- CHANDLER, J. V.; CARO-COSTAS, R.; BONETA, G.E. 1966. High crop yield produced with or without tillage on three typical soils of the humid mountain region of Puerto Rico. *Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico*. 1 (2): 146-150.
- DORAN, J. W.; WILHELM, W.; POWER, J. F. 1984. Crop residue removal and soil productivity with no till corn, sorghum and soybean. *Soil Science Society of America Journal* no.48: 640-645.
- DERCKESON, P. M. 1991. A soil erosion mapping exercise in Costa Rica, purpose, methodology and results. *In* Taller de Erosión de Suelos (1991, Heredia, C.R.). Memoria. Heredia, C.R., s.n. p. 131 - 143.
- DEVRIES, J. 1990. Zero grazing successfully using livestock in a generative farming system. EE.UU., Va., Vita News. s.p.
- DOUGLAS, M. G. 1988. Integrating conservation into farming systems: the Malawi experience. *In* Conservation farming on steep lands. ed. by Moldenauer and Hudson. s.l., EE.UU., s.n. p. 215 - 227.
- DUNNE, T. 1977. Evaluation of erosion conditions and trends. *In* Guidelines for watershed management. Roma, Italia, FAO. p. 53-83.
- ENSHAYAN, K.D. 1992. Farmer to farmer. Soil and water conservation 47(2): 127-130.

- ESTADOS UNIDOS. USDA. 1980. Report and recomendation on organic farming United States Department of Agriculture. Washington, D.C., EE.UU. s.p.
- FAO. 1989. Soil conservation for small farmers in the humid tropics. FAO Soil bulletin no. 60. 104 p.
- FORSYTHE, W. M. 1976. Parcela demostrativa del control de erosión en un cultivo de maíz. CATIE, Turrialba, C.R. 15 p.
- FORSYTHE, W. M. 1991. Algunas prácticas culturales y la erosión en Costa Rica. *In* Taller de Erosión de Suelo (1991, Heredia, C.R.). Memoria. Heredia, C.R., s.n. p. 164-168.
- GALINDO, J.J. 1982. Epidemiology and control of Web Blight of beans in Costa Rica. Tesis Ph.D. Ithaca, N.Y., EE.UU., Cornell University. 141 p.
- GALINDO, J.J. 1992. Incidencia de la Mustia Hilachosa en el sistema de "frijol tapado" en Costa Rica. *In* Taller sobre prácticas de corte y cobertura. (1992, Turrialba, C.R.). Memoria. Turrialba, C.R., CATIE. s.p.
- GAVANDE, S. A. 1972. Física de suelos de los suelos: principios y aplicaciones. México D.F.,Méx., LIMUSA. 351 p.
- GREENLAND, D.J. 1977. Soil structure and erosion hardzard. *In* Soil conservation and management in the humid tropics. London, G.B. John Willey. p. 17-23.
- HALLSWORTH, E. G. 1987. Anatomy, physiology and psychology of erosion. London, G.B., J. Wiley. p. 173.
- HAMILTON, L.S. 1986. Towards clarifying the appropriate mandate in forestry for watershed rehabilitation and management. *In* Strategies, approaches and systems in integrated watershed management. FAO. Consultant guide no. 4. p 33-51.
- HARCOMBE, P. A. 1980. Soil nutrient loss as a factor in early tropical secondary sucesion. Biotropica (EE.UU.) 12:8-15.
- LAL, R. 1976. Soil erosion on alfisols in western: effects of slope, crop rotation and residue management. Geoderma 16:4.
- LAL, R. 1978. Effect of no tillage and ploughing on efficiency of use in maize and cowpea. Experimental Agriculture (GB) 142(2): 113-119.
- LAL, R. 1985. Soil erosion and its relation to productivity in tropical soils. *In*: S.A. Elswaify, W.C. Milddenhauer, A. Lo

eds. Soil erosion and conservation Society of America. Ankeny, IN.

- LAL, R.; DE VLEESCHAUWER, D.; MALAFA, N.R. 1980. Changes in properties of a newly cleared Tropical Alfisol as affected by mulching. Soil Science Society of America Journal (EE.UU.) vol.44.
- LAL, R.; ECKERT, D. J.; FAUSEY, N. R.; EDWARDS, W. M. 1990. Conservation tillage in sustainable agriculture. *In* Sustainable agricultural systems. Soil and water conservation. Iowa, EE.UU., Society Ankeny. 696 p.
- LAL, R. 1975. Role mulching techniques in tropical soil and water management. Ibadan, Nigeria, IITA. p. 9-11.
- LATTANZI, A.D.; MEYER, L.D. 1974. Influences of mulch and slopes steepness on interill erosion. Proceedings of the Soil Science Society of America (EE.UU.) 38: 946-950.
- LEON, R. 1990. Determinación de la erosión laminar, utilizando varillas metálicas asociadas a parcelas de escorrentía, La Suiza, Cuenca del río Tuis, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C. R., CATIE. 152 p.
- LEONARD, J. H. 1986. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central. Washington, EE.UU. IIED. 267 p.
- LOGAN, T. J. 1990. Chemical degradation of soil. Advances in Soil Science (EE.UU.) 11:187-221.
- LLERENA, C. A. 1987. Uso de varillas de erosión para medir erosión hídrica. *In* Congreso Internacional de Suelos (1987, Lima, Perú). [Memoria]. Lima, Perú, Universidad Agraria La Molina. 5 p.
- MILLINGTON, A. C. 1984. Indigenous soil conservation studies in Sierra Leone. *In* Challenges in Africa hidrology and water resources. Londres, G.B., IAHS. p. 529-538.
- MORGAN, R.P.C. 1984. Implicaciones. *In* Erosión de Suelos. México, D.F., Méx., Limusa. p. 307-362.
- NAIR, P.K.R. 1989. The role of tree in soil productivity and protection. *In* Agroforestry systems in the tropics, The Netherlands, K.A. PUBDORDECHT. p.576-589.
- NAVARRO, L. A. 1977. Estudio de caso en Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE, Proyecto de Sistemas de Producción. s.p.

- PACCARDO, E.P. 1982. The effect of corn/ipil ipil cropping system on productivity and stability of upland agroecosystem. UPLB/PCAARD. Annual Report. s.p.
- PACHICO, D.; BORBON, E. 1986. La adopción de nuevas variedades de frijol en Costa Rica: logros y desafíos. In: Reunión Anual del PCCMCA (1986, San Salvador, Salv.)
- PLATEN, H.VON; RODRIGUEZ, G. 1982. La producción de frijol tapado en la región de Acosta-Puriscal, Costa Rica. In Reunión Anual del PCCMCA (27., 1982, San José, C.R.). [Memoria]. San José, C.R. s.p.
- RAMIREZ, Q.I.; ARAYA, R. 1976. Evaluación de cultivares y densidades de siembra en frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) bajo el sistema tapado en Valverde Vega. Boletín Técnico de la Estación Experimental Fabio Baudrit (C.R.) 19(2):1-9.
- ROSSEMEYER, M. E. 1990. The effect of different management on the tripartite symbiosis of bean (*Phaseolus vulgaris* L.) with *Rhizobium* and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in two agroecosystems in Costa Rica. Tesis Ph.D. Calif., EE.UU., University of California. s.p.
- ROSSEMEYER, M. 1992. Dinámica del fósforo en un sistema de cero labranza, frijol tapado. Centro de Investigaciones Agronómicas - Universidad de Costa Rica. In Seminario La agricultura de hoy para la Costa Rica del mañana (1993, San José, C.R.) Resúmenes de Trabajos Científicos. San José, C.R., Univ. de Costa Rica. v.2
- SANCHO, F. 1991. Medición de pérdida de suelo a través del empleo de parcelas de escurrimiento. In Taller de Erosión de Suelos (1991, Heredia, C. R.). Memoria. Heredia, C.R., s.n. p.102-115.
- SANDERS, D. W. 1988. Food and agriculture organization activities in soil conservation. In Conservation farming on steep lands. Ed. by Moldenahuer and Hudson. EE.UU., s.n. p. 54 - 70.
- SHARMA, P. N. 1993. Traditional agro-silvopastoral knowledge and its adaptation for natural resources conservation in Chorotega region of Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE, RENARN/CUENCAS. s.p.
- SHARMA, P.N. 1990. A manual of soil conservation by agro-forestry methods for Nicaragua. Roma, Italia, FAO. 104 p.

- SHENK, M.; LOCATELLI, E.; BURITY, H.; ZAFFARONI, A. 1979. Respuesta del frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) a diferentes manejos de la vegetación. In: en Reunión Arual del PCCMCA (1979, Tegucigalpa, Hond.)
- SIEBERT, S.F.; LASSOIE, J.P. 1991 Soil erosion, water runoff and their control on steep slopes in Sumatra. *Tropical Agriculture (Tri.)* 68(4):321-324.
- SINGER, M. S.; WALKER, P. H. 1983. Rainfall - runoff in soil with simulated rainfall, overland flow and cover. *Australian Journal of Soil Research (A.C.T.)* 21:109-127.
- TACIO, H. D. 1988. SALT: sloping agricultural land technology. *ILEIA Newsletter (Holanda)* 4(1):8-9.
- TINEO, B.A.L. 1993. Erosión hídrica y análisis de transferencia de N, P, K, Ca y Mg, en una rotación frijol - maíz con prácticas agronómicas de conservación de suelos, en tierras de ladera, Turrialba, Costa Rica. Turrialba, C.R., s.n. s.p.
- UEXKULL, H.R. VON. 1990. El uso eficaz de los fertilizantes en los suelos ácidos de las tierras altas de los trópicos húmedos. *Boletín FAO. Fertilizantes y nutrición vegetal* n°10. 64 p.
- USDA. 1980. Report and recomendation on organic farming United States department of agriculture. Washington, D.C.
- RIJN, P. J. VAN 1982 No tillage crop production in the tropics. *Abstracts on Tropical Agriculture (Holanda)* 8(3):9-27.
- VARSON, W. G.; DERCKESEN, P. M. 1991. Algunas consideraciones sobre las dimensiones de obras de conservación de suelos en Costa Rica, América Central. In *Taller de Erosión de Suelos (1991, Heredia, C.R.)*. Memoria. Heredia, C.R., s.n. p. 184- 191.
- VELOZ, R. 1987. Erosion research on steep lands in the Dominican Republic. In *Conservation farming on steep lands*. Ed. by Moldenahuer and Hudson. EE.UU., s.n. p. 215-227.
- VERDOLIN, H.; PINTO, P. R.; KNAPPER, C. F. 1981. Medicao directa da erosao laminar en solos agricolas pelo metodo de hastes matálicas. Brasilia, Bra., Ministerio de Agricultura/Secretaria Nacional de Producao Agropecuaria. 14 p.
- WORLD BANK. 1990. Watershed development in Asia: strategies and technologies. World Bank. Paper number 127. s.p.

- WORLD BANK. 1992. Strategy and technologies for asian watersheds. Washington D.C., EE.UU., The World Bank. 20 p.
- YOUNG, A. 1991. Agroforestry for soil conservation. London, G.B., CAB International. 276 p.
- ZACHAR, D. 1982. Soil erosion. The Netherlands, Elsevier Scientific Publishing. 547 p.
- ZACHAR, G.; ZAMIR, S.; PELLELY, D.; KHAVOUS, E. 1992. Plan de desarrollo regional para la región Chorotega. Trabajo de planificación realizado por los participantes del curso de posgrado sobre desarrollo rural integrado, promoción 1991. Rehovot, Israel, Centro de Estudios Regionales Urbano Rurales. s.p.

B. ANEXOS

Cuadro 1a. Descripción de perfiles suelos correspondientes a los cuatro sitios donde se establecieron los ensayos.

Perfil Florida

horizonte	profundidad(cm)	descripción
	0 - 5	pardo rojizo oscuro (5 YR 3/4), en seco; franco arcilloso; bloques pequeños con angulos grandes muchas raíces finas; límite difuso.
	5 - 21	marrón oscuro (7.5 YR 4/4), en seco; franco arcilloso; bloques angulares; muchas raíces finas y gruesas; límite gradual.
	21 - 37	rojo amarillento (5 YR 4/8), en seco; arcilloso; bloques angulares ; pocas raíces finas y gruesas; límite difuso.
	37 - 61	marrón rojizo (2.5 YR 4/4), en seco; franco arcilloso; bloques angulares.
	61 - 92	marrón oscuro (7.5 YR 4/4), en seco; franco arcilloso; bloques subangulares, poco estables; pocas raíces muy finas; límite definido.
	92 +	marrón fuerte (7.5 YR 5/6), en seco; franco arcilloso; bloques redondeados; muy pocas raíces finas; límite definido.

Perfil Juan Díaz

horizonte	profundidad(cm)	descripción
	10 - 20	marrón amarillento oscuro (10 YR 4/4), en húmedo; húmedo; estructura poco consistente, blocosa; presencia muchas raíces; límite difuso.
	20 - 27	pardo rojizo (5YR 3/4), en húmedo; franco arcilloso; bloques angulares medios y finos

moderados a granular media
moderado; presencia de
piedrecillas; pocas raíces
finas; límite difuso.

27 - 40 pardo rojizo (2.5 YR 4/4), en
húmedo; arcilloso; bloques
subangulares medios; muy pocas
raíces; límite claro.

40 - 90 rojo (2.5 YR 4/6), en húmedo;
arcilloso; bloques angulares;
límite claro; no hay raíces.

Perfil Matambú

horizonte	profundidad(cm)	descripción
	0 - 10	marrón (7.5 YR 5/4), en seco; franco arcillosa bloques angulares medios y finos moderados a granular gruesa moderada; muchas raíces; límite claro.
	10 - 24	marrón rojizo oscuro (5 YR 3/3), en seco; franco arcilloso; bloques angulares medianos; pocas raíces; límite claro.
	24 - 43	rojo (2.5 YR 4/6), en seco; arcilloso; bloques medianos con angulos finos; pocas raíces; límite claro.
	43 - 66	marrón rojizo (5 YR 4/4), en seco; franco arcilloso; bloques medianos, angulos medianos a finos; muy pocas raíces; límite definido.
	66 - 101	marrón (7.5 YR 4/4), en seco; franco arcilloso; bloques medianos angulos medianos a finos; no hay raíces; límite definido.

Perfil San Isidro

horizonte	profundidad(cm)	descripción
	0 - 20	pardo rojizo (2.5 YR 4/4), en seco; franco arcilloso; bloques subangulares y finos moderados a granular media moderado; muchas raíces: límite difuso.
	20 - 45	rojo oscuro (2.5 YR 3/6), en seco; arcilloso; bloques angulares medios; pocas raíces; límite difuso.
	45 - 58	rojo (2.5 YR 4/6), en seco; arcilloso; bloques medios angulares; muy pocas raíces; límite difuso.
	58 - 120	rojo amarillento (5 YR 4/8), en seco; arcilloso; bloques angulares medios a finos; escasa raíces muy finas; límite difuso.

Cuadro 2A. Resultados de los análisis químicos de suelo realizados en el laboratorio de suelo del CATIE, Turrialba 1994.

CATIE
LABORATORIO DE SUELOS
RESULTADO DE ANALISIS

ANALISIS DE FERTILIDAD DE SUELOS

Técnico: Oscar Valenzuela
Agricultor:
Localidad: Hojancha, Sta. Cruz, Nicoya/Guanacaste
País: Costa Rica
Programa:
Fecha muestreo: 28-30/12/93
Fecha ingreso: 06/01/94
Fecha análisis: 12/01/94

No. Lab.	No. ident.	Prof. cm.	pH AGUA	P mg/l	Ca	Mg	K	Acid. Ext.	Cu (Zn mg/l	Mn)	M.O. %	N. %
									(meq/100 ml suelo)				
S94-09	M1B	0-20	5.9	0.5	21.75	5.83	0.03	0.10	1.6	1.3	9.3	4.48	0.22
S94-10	M2B	0-20	5.8	0.5	22.75	5.83	0.02	0.10	2.3	1.7	6.7	4.73	0.22
S94-11	MSIN	0-20	5.8	0.6	23.13	6.25	0.03	0.10	2.6	1.4	7.4	4.72	0.22
S94-12	JD2B2	0-20	6.3	1.4	23.13	4.17	0.23	0.10	8.7	2.2	1.6	6.51	0.33
S94-13	JDSIN1	0-20	6.2	0.8	21.25	4.38	0.07	0.10	10.4	3.5	1.8	5.76	0.31
S94-14	JD2B1	0-20	6.2	0.7	23.75	4.79	0.05	0.10	9.1	3.2	1.5	6.75	0.33
S94-15	JD1B2	0-20	6.3	2.9	23.38	5.63	0.16	0.10	11.7	2.3	3.0	5.04	0.22
S94-16	JDL12	0-20	6.3	0.7	23.25	5.63	0.27	0.10	10.3	2.4	1.3	4.53	0.25
S94-17	UL1	0-20	6.0	1.0	24.38	8.13	0.15	0.10	5.6	1.6	2.2	5.93	0.28
S94-18	UL2	0-20	6.1	1.1	20.00	5.42	0.14	0.10	5.0	2.3	3.6	5.74	0.27
S94-19	UL3	0-20	6.2	1.3	24.25	6.46	0.21	0.10	3.8	1.7	2.3	5.80	0.29
S94-20	UFT1	0-20	5.9	0.7	26.25	7.50	0.14	0.10	3.5	1.6	1.7	5.27	0.25
S94-21	UFT2	0-20	5.8	1.6	21.88	6.04	0.25	0.10	5.3	2.4	2.7	5.75	0.30
S94-22	UFT3	0-20	6.1	1.5	22.25	5.83	0.28	0.10	4.8	2.3	1.7	6.11	0.30
S94-23	US1	0-20	6.0	3.5	23.13	6.46	0.17	0.10	5.2	2.0	2.8	6.49	0.32
S94-24	US2	0-20	6.0	4.3	22.63	6.46	0.22	0.10	4.3	2.0	1.7	5.73	0.28
S94-25	US3	0-20	6.1	8.4	24.13	7.08	0.26	0.10	5.0	2.0	1.6	6.35	0.29
S94-26	JD1B1	0-20	6.2	2.0	21.75	5.00	0.05	0.10	11.4	3.3	3.0	4.82	0.27
S94-27	F1S1	0-20	5.9	1.1	22.88	7.08	0.05	0.10	9.6	2.6	3.5	4.51	0.21
S94-28	F1S3	0-20	6.1	0.9	20.38	5.83	0.05	0.10	11.6	2.3	3.7	5.40	0.23
S94-29	F1L1	0-20	6.1	0.7	24.63	6.88	0.03	0.10	6.2	2.0	4.6	4.12	0.19
S94-30	F1L3	0-20	6.0	0.8	22.50	6.46	0.05	0.10	11.2	2.5	4.7	4.73	0.22
S94-31	F2L1	0-20	5.7	1.1	21.50	5.83	0.02	0.10	7.0	1.7	2.3	5.15	0.22
S94-32	F2L2	0-20	5.8	1.0	21.00	6.25	0.03	0.10	8.2	2.2	3.2	5.13	0.24
S94-33	F1FT1	0-20	5.8	1.4	23.38	6.46	0.03	0.10	6.4	2.0	3.3	4.94	0.24
S94-34	F1FT2	0-20	5.8	0.8	23.75	7.08	0.02	0.10	6.1	2.4	2.6	4.76	0.22
S94-35	F1FT3	0-20	5.7	0.7	23.00	6.67	0.04	0.10	13.0	2.9	2.6	4.42	0.22

No. Lab.	No. ident.	Prof. ca.	pH AGUA	P mg/l	Ca	Mg	K	Acid. Ext.	Cu (Zn mg/l	Mn)	M.O. %	N. %
(meq/100 ml suelo)													
S94-36	F21B	0-20	5.8	0.8	22.00	6.04	0.03	0.10	11.6	2.4	1.9	4.60	0.21
S94-37	F22B	0-20	5.9	1.0	24.13	5.42	0.02	0.10	10.8	1.8	6.0	4.38	0.20
S94-38	F1S2	0-20	5.8	0.9	21.50	5.83	0.03	0.10	9.8	2.8	3.3	5.73	0.27
S94-39	S11SM1	0-20	6.1	1.4	10.88	2.08	0.10	0.10	8.9	1.2	1.6	6.55	0.33
S94-40	S11SM2	0-20	6.2	1.0	8.75	1.67	0.07	0.10	15.4	1.2	4.4	4.94	0.28
S94-41	S12SM1	0-20	6.2	1.0	6.75	1.67	0.04	0.10	16.4	1.0	8.4	5.17	0.31
S94-42	S12SM2	0-20	5.9	1.4	7.89	2.08	0.07	0.10	12.0	1.0	3.2	6.04	0.36
S94-43	S12CM1	0-20	6.0	0.7	6.40	1.67	0.06	0.10	13.4	1.1	4.2	5.06	0.30
S94-44	S12CM2	0-20	6.3	0.9	7.70	2.29	0.08	0.10	12.2	0.7	2.9	5.67	0.35
S94-45	S12CM3	0-20	6.2	1.3	6.88	2.08	0.07	0.10	11.4	1.1	5.5	6.87	0.39
S94-46	S111B1	0-20	6.2	1.1	9.05	2.08	0.13	0.10	10.1	1.2	3.3	5.48	0.31
S94-47	S111B2	0-20	6.1	0.7	6.68	1.46	0.06	0.10	13.0	0.8	3.4	4.68	0.29
S94-48	S112B1	0-20	6.0	1.3	8.08	1.88	0.12	0.10	12.6	1.6	3.3	5.09	0.28
S94-49	S112B2	0-20	6.1	1.1	7.09	1.46	0.05	0.10	12.8	0.9	6.0	4.75	0.29
S94-50	S12FT1	0-20	6.3	1.5	6.98	2.50	0.11	0.10	12.2	0.9	3.5	5.91	0.35
S94-51	S12FT2	0-20	6.1	1.0	6.85	2.29	0.18	0.10	13.4	0.9	5.4	6.06	0.36
S94-52	S12FT3	0-20	6.1	1.3	5.58	2.08	0.10	0.10	12.1	1.2	3.0	5.61	0.35
S94-53	S12SM3	0-20	6.1	1.1	6.71	2.50	0.12	0.10	11.0	1.0	4.8	6.06	0.38

Cuadro 3A. Pérdida de suelo en ton/ha por cada tratamiento, repetición y sitio, para el ensayo agroforestal.

Trat	Rep	SITIO		
		Juan Díaz	Matambú	San Isidro
sin	1	108.00	60.00	36.00
	2	84.00	73.00	26.00
	3	64.00	105.00	118.00
1b	1	70.00	48.00	54.00
	2	72.00	48.00	84.00
	3	80.00	78.00	40.00
2b	1	54.00	85.00	32.00
	2	42.00	60.00	86.00
	3	80.00	42.00	44.00

Cuadro 4A. Pérdida de suelo por erosión en ton/ha para cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo coberuras.

Trat	Rep	SITIO		
		Florida	Juan Díaz	San Isidro
f.t.	1	42.40	20.00	24.00
	2	60.00	25.00	12.00
	3	48.00		8.00
c.m.	1	36.00	28.00	18.00
	2	28.00	36.00	24.00
	3	24.00	36.00	24.00
s.m.	1	51.00	64.00	26.00
	2	48.00	76.00	48.00
	3	60.00	40.00	48.00

Cuadro 5a. Análisis de varianza para erosión en el ensayo agroforestal, 1993, Guanacaste.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fc	Pr > F
Sit	2	3205.15	0.43	0.6561
Trat	2	66609.59	8.97	0.0020 **
Trat*sit	4	8709.65	1.17	0.3559
Error	18	7428.44		
Total	26			

CV= -58.70

** significativo

Cuadro 6a. Prueba Tukey para la comparación de las medias de erosión (ton/ha) tratamientos en el ensayo agroforestal, 1993, Guanacaste.

Tratamiento	Erosión	Tukey
2B	49.33	A
1B	179.00	B
SIN	212.00	B

Alfa = 0.05 CME= 7428.44 GLerror= 4

Cuadro 7a. Análisis de varianza para erosión en el ensayo de coberturas.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fc	Pr > F
Sit	2	806.14	2.66	0.1842
Trat	2	1511.27	17.77	0.0001 **
Trat*sit	4	1212.20	3.56	0.0261 *
Error	18	1531.04		
Total	26			

CV= 25.42 $R^2 = .79$ ** significativo

Cuadro 8a. Prueba Tukey para la comparación de medias de erosión (ton/ha) por tratamientos en el ensayo de coberturas.

Tratamiento	Erosión	Tukey
FT	29.38	B
CLCM	28.22	B
CLSM	51.22	A

Alfa = 0.05 CME= 85.05 GLerror= 18

Cuadro 10a. Rendimiento (kg/ha) y número de plantas por hectárea de frijol por cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo agroforestal.

Trat	Rep	Juan Díaz		Matambú		San Isidro	
		NP	Rend	NP	Rend	NP	Rend
SIN	1	143995	466.65	116448	342.84	133329	1031.08
	2	164439	1377.73	115857	384.22	98664	777.75
	3	166661	1235.56	96350	307.37	78220	688.87
1B	1	148884	666.65	105217	372.40	113774	777.75
	2	168439	1088.85	104626	325.11	106663	1075.52
	3	170661	1333.29	100488	325.11	70220	719.98
2B	1	143995	791.09	107581	384.22	139107	911.08
	2	159995	1444.39	123541	384.22	152884	1066.63
	3	167105	1555.51	107581	401.95	84442	791.09

Cuadro 9a. Rendimiento en kg/ha y número de plantas por hectárea de maíz para cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo agroforestal.

Trat	Rep	Juan Díaz		Matambú		San Isidro	
		NP	Rend	NP	Rend	NP	Rend
SIN	1	644.17	7500	959.50	15125	422.92	4583
	2	1239.58	12500	868.25	14250	1296.67	11250
	3	1642.50	13750	876.25	14375	854.58	7083
1B	1	447.50	5833	1030.75	16750	1009.58	14167
	2	1325.83	11667	840.75	13500	1224.58	11250
	3	1583.75	15833	893.75	13750	712.92	6667
2B	1	1112.08	10833	874.00	11250	1323.33	14167
	2	1384.58	14167	912.00	13625	901.67	10833
	3	1825.42	17917	605.00	8125	1153.33	9583

Cuadro 11a. Análisis de varianza para rendimiento de maíz en el ensayo agroforestal.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fc	Pr > F
Sit	2	585749.39	27.02	0.0048**
Trat	2	24200.75	0.96	0.4017
Trat*sit	4	21679.60	0.86	0.5061
NP	1	1703163.40	68.84	0.0001**
Error	17	25134.41		
Total	26			

CV= 15.30 R² =.86 ** significativo

Cuadro 12a. Prueba Lsmeans para la comparación de medias de rendimiento (kg/ha) de maíz por sitios en el ensayo agroforestal.

Sitio	Rendimiento	Lsmeans
Juan Diaz	1210.15	A
San Isidro	1175.03	A
Matambú	722.06	B

Cuadro 13a. Análisis de varianza para número de plantas de frijol en el ensayo agroforestal.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	Fc	Pr> F
SIT	2	15448511662	31.85	0.0035**
TRAT	2	566908407	0.77	0.4758
TRAT*SIT	4	970215373	0.66	0.6260
ERROR	18	6589175387		
TOTAL	26	23574810828		

CME=19132.83 CV=15.24 R² =.72 ** muy significativo

Cuadro 14a. Prueba Tukey para la comparación de las medias de número de plantas de frijol por ha por sitios en el ensayo agroforestal.

SITIO	NP	Tukey
JUAN DIAZ	159353	A
MATAMBU	108632	B
SAN ISIDRO	108589	B

Alfa = 0.05 CME= 3.66 GLerror= 18

Cuadro 15a. Análisis de varianza para rendimiento en el ensayo agroforestal, ciclo frijol.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fc	Pr > F
SIT	2	597554.20	15.78	0.0127**
TRAT	2	7541.59	0.16	0.8521
TRAT*SIT	4	37869.41	0.81	0.5351
NP	1	434352.91	9.31	0.0072**
ERROR	18	46675.14		
TOTAL	26			

CV= 27.74 R² =.80 ** muy significativo

Cuadro 16a. Prueba Lsmeans para la comparación de medias de rendimiento (kg/ha) por sitios en el ensayo agroforestal, ciclo frijol.

Sitio	Rendimiento	lsmeans
JUAN DIAZ	831.98	A
MATAMBU	495.75	B
SAN ISIDRO	1008.58	A

Cuadro 17a. Análisis de varianza para rendimiento en el ensayo agroforestal realizado en Juan Díaz, ciclo frijol.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fc	Pr > F
TRAT	2	132343.39	9.22	0.0210*
NP	1	977399.41	68.13	0.0004**
ERROR	5	14346.84		
TOTAL	8			

CV = 10.82 $R^2 = .93$ * significativo ** altamente significativo

Cuadro 18a. Prueba Lsmeans para la comparación de medias de rendimiento (kg/ha) de frijol en Juan Díaz, ensayo agroforestal.

Tratamiento	Rendimiento	Lsmeans
SIN	1059.57	B
1B	919.30	B
2B	1341.03	A

Alfa = 0.05 CME= 85.05 GLerror= 18

Cuadro 19a. Análisis de varianza para rendimiento en el ensayo agroforestal realizado en Matambú, ciclo frijol.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fc	Pr > F
TRAT	2	1240.49	1.77	0.2618
NP	1	1161.58	1.66	0.2539
ERROR	5	699.53		
TOTAL	8			

CV = 7.37

R² = .61

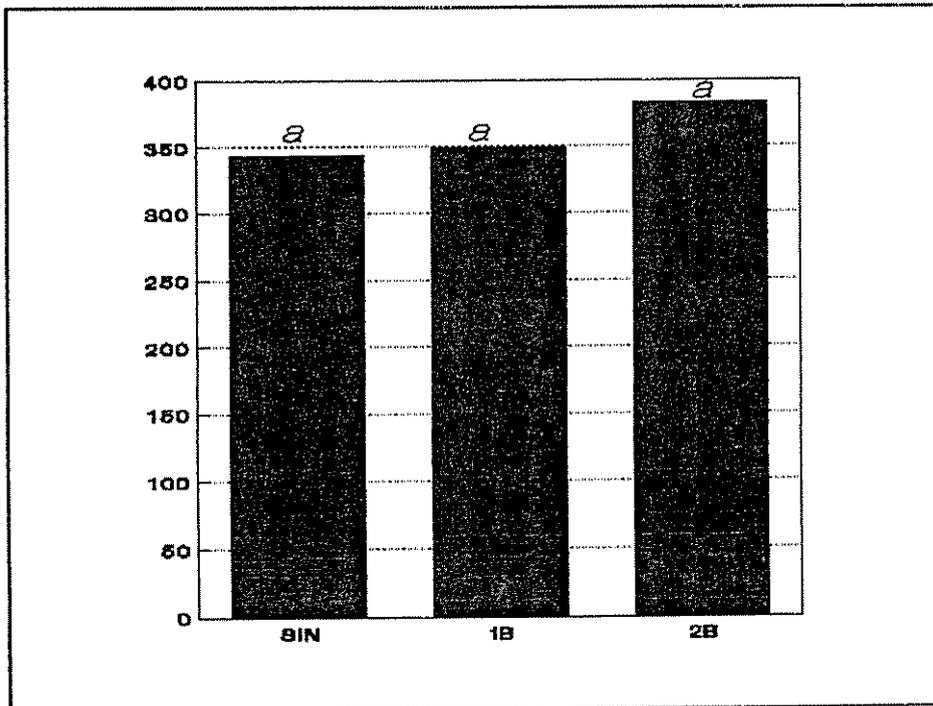


Figura 1a. Rendimiento de maíz en kg/ha para cada tratamiento en el ensayo agroforestal realizado en Matambú.

Cuadro 20a. Análisis de varianza para rendimiento en el ensayo agroforestal realizado en San Isidro, ciclo frijol.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fc	Pr > F
TRAT	2	3034.29	0.22	0.8112
NP	1	104518.76	7.52	0.0407
ERROR	5	13903.72		
TOTAL	8			

CME = 117.91 CV = 13.53 R² = .62 *significativo

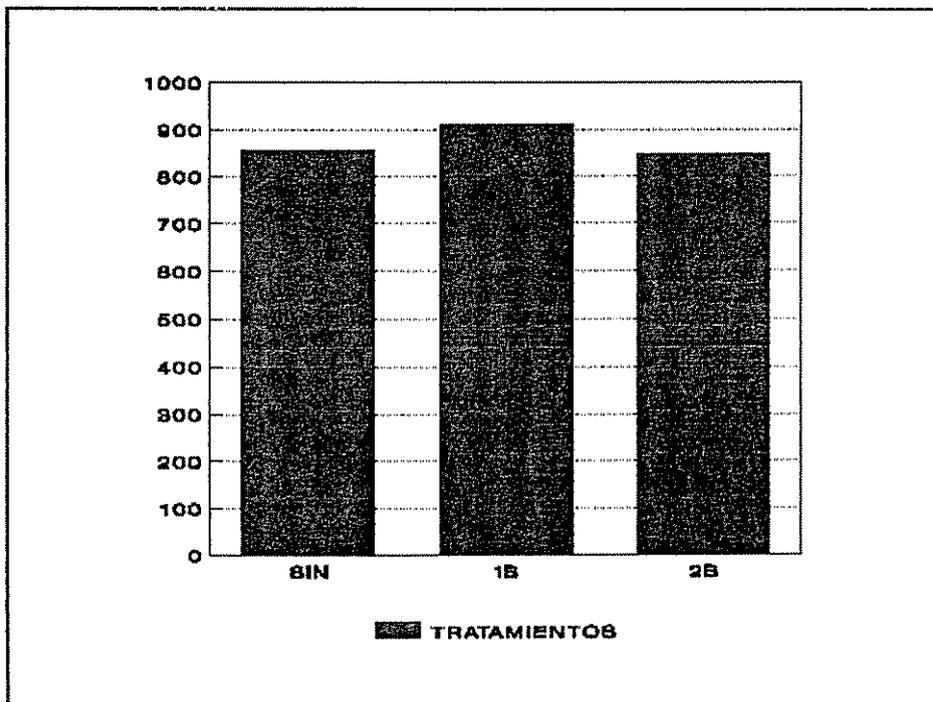


Figura 2a. Rendimiento de maíz en kg/ha para cada tratamiento en el ensayo agroforestal realizado en San Isidro.

Cuadro 21a. Rendimiento (kg/ha) y número de plantas por hectárea de maíz por cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo coberturas.

Trat	Rep	FLORIDA		MATAMBU		SAN ISIDRO	
		Rend	NP	Rend	NP	Rend	NP
FT	1	277.08	10000	983.75	11250	1254.58	13333
	2	996.25	16666	2233.75	26666	1079.58	10833
	3	697.92	13333	1558.75	15416	1167.08	12083
CLCM	1	950.42	14166	1112.92	33333	968.75	10833
	2	1021.25	12500	2762.92	33333	879.58	9583
	3	796.25	12500	1617.08	22500	925.42	10000
CLSM	1	633.75	10000	1646.25	18333	871.25	10416
	2	1062.92	20000	2354.59	22500	1080.83	9166
	3	591.25	11666	2532.92	22500	845.42	7500

Cuadro 22a. Rendimiento (kg/ha) y número de plantas por hectárea de frijol por cada tratamiento, repetición y sitio, ensayo de coberturas.

Trat	Rep	FLORIDA		MATAMBU		SAN ISIDRO	
		Rend	Np	Rend	Np	Rend	NP
FT	1	416.67	293333	290.18	93333	1187.88	151515
	2	541.66	226250	200.89	102915	937.51	141248
	3	500.01	175833	647.32	163904	749.99	105999
CLCM	1	669.46	116448	396.04	123541		
	2	431.51	78617	325.11	103443	879.85	144764
	3	362.5	89848	265.99	118221	669.64	123215
CLSM	1	709.33	124723	561.55	148959	866.85	203712
	2	390.13	99897	567.41	183243	1235.28	169471
	3	354.66	104035	502.44	165509	781.25	133929

Cuadro 23a. Análisis de varianza para número de plantas en el ensayo coberturas, ciclo maíz.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	Fc	Pr > F
SIT	2	760045124	8.20	0.0384*
TRAT	2	58076215	1.70	0.2100
TRAT*SIT	4	185288301	2.72	0.0624
ERROR	18	306713442		
TOTAL	26	1310123084		

CME=41272.90 CV=26.51 R² =.76 * significativo

Cuadro 24a. Prueba Tukey para la comparación de las medias de número de plantas por hectárea para cada sitio, ensayo coberturas.

SITIO	NP	TUKEY
MATAMBU	22870	A
FLORIDA	13426	AB
SAN ISIDRO	10417	B

Alfa = 0.05 CME=46322075 GLerror= 18

Cuadro 25a. Análisis de varianza para rendimiento de maíz, ensayo coberturas, 1993, Guanacaste.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fc	Pr> F
SIT	2	2953896.51	18.56	0.0095**
TRAT	2	52544.66	0.30	0.7428
TRAT*SIT	4	159178.34	0.92	0.4761
ERROR	18	173836.53		
TOTAL	26			

CV=34.21 R² =.68 ** muy significativo

Cuadro 26a. Prueba Tukey para la comparación de las medias de rendimiento (kg/ha) de maíz por sitios en el ensayo de coberturas, 1993, Guanacaste.

Sitio	Rendimiento	Tukey
MATAMBU	1867.0	A
SAN ISIDRO	1008.1	B
FLORIDA	780.8	B

Alfa = 0.05 CME=46322075 GLerror= 18

Cuadro 27a. Análisis de varianza para número de plantas en el ensayo coberturas, ciclo frijol.

Fuente de variación	G.L.	S.C.	Fc	Pr > F
SIT	2	824003060.89	0.05	0.9483
TRAT	2	10495262681	6.05	0.0098**
TRAT*SIT	4	30626770494	8.83	0.0004**
ERROR	18	15600782845		
TOTAL	26	57546846651		

CME=29439.94 CV=20.80 R² =.72 ** muy significativo

Cuadro 28a. Prueba Tukey para la comparación de las medias de número de plantas/ha de frijol por cada tratamiento, ensayo coberturas.

Tratamiento	NP	Tukey
FT	161592	A
CLSM	148164	AB
CLCM	114704	B

Alfa = 0.05 CME= 7.65 GLerror= 4

Cuadro 29a. Análisis de varianza para número de plantas de frijol en el ensayo coberturas realizado en Florida.

Fuente de variación	G.L.	S.C	Fc	Pr > F
TRAT	2	33882189633	12.61	0.0071**
ERROR	6	8058193121		
TOTAL	8	41940382754		

CME = 36647.40 CV = 25.19 R² = 0.80 **muy significativo

Cuadro 30a. Prueba tukey para la comparación de las medias de número de plantas de frijol para cada tratamiento en el ensayo coberturas realizado en Florida.

Tratamientos	NP	TUKEY
FT	231805	A
CLSM	109552	B
CLCM	94971	B

Alfa = 0.05 CME = 1.34 Glerror = 6

Cuadro 31a. Análisis de varianza para número de plantas de frijol en el ensayo coberturas realizado en Matambú.

Fuente de variación	G.L.	S.C	Fc	Pr > F
TRAT	2	4711552369.6	3.78	0.0865
ERROR	6	3735383362.0		
TOTAL	8	8446935731.6		

CME = 24951.23 CV = 18.66 R² = 0.55

Cuadro 32a. Prueba tukey para la comparación de las medias de número de plantas/ha de frijol por cada tratamiento en el ensayo coberturas realizado en Matambú.

Tratamientos	NP	TUKEY
CLSM	165904	A
FT	120051	A
CLCM	115068	A

Alfa = 0.05 CME= 1.34 GLerror= 6

Cuadro 33a. Análisis de varianza para número de plantas de frijol en el ensayo coberturas realizado en San Isidro.

Fuente de variación	G.L.	S.C	Fc	Pr > F
TRAT	2	2528291172.2	1.99	0.2170
ERROR	6	3807206362.0		
TOTAL	8	6335497534.2		

CME = 25189.966 CV = 17.33 R² = 0.39

Cuadro 34a. Prueba tukey para la comparación de medias de número de plantas/ha de frijol por cada tratamiento en el ensayo coberturas realizado en San Isidro.

Tratamientos	NP	TUKEY
CLSM	169037	A
CLCM	134072	A
FT	132921	A

Alfa = 0.05 CME = 6.34 GLerror = 6

Cuadro 35a. Análisis de varianza para rendimiento de frijol ensayo coberturas, 1993, Guanacaste.

Fuente de variación	G.L.	C.M.	Fc	Pr> F
SIT	2	608023.71	37.84	0.0025**
TRAT	2	40006.56	1.46	0.2590
TRAT*SIT	4	16068.18	0.59	0.6772
ERROR	18	27443.34		
TOTAL	26			

CV = 27.58 $R^2 = .73$ ** muy significativo

Cuadro 36a. Prueba Tukey para la comparación de las medias de rendimiento (kg/ha) de frijol por sitios, ensayo coberturas, 1993, Guanacaste.

SITIO	RENDIMIENTO	TUKEY
SAN ISIDRO	898.06	A
FLORIDA	486.22	B
MATAMBU	417.44	B

Alfa = 0.05 CME = 160068 GLerror = 18

Cuadro 37A. Diferencia del contenido de N (kg/ha) en el suelo, antes y después de establecidos los tratamientos.

Ensayo	TRAT	REP	SITIOS											
			FLORIDA			JUAN DIAZ			MATAMBU			SAN ISIDRO		
			Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.
AGROF.	SIN		4132.50	4785.00	652.50	5437.50	16312.50	10875.00	3915.00	4785.00	870.00	8917.50	6742.50	-2175.00
	1B		4132.50	4567.50	435.00	4785.00	30450.00	25665.00	4785.00	4785.00	0.00	6090.00	6525.00	435.00
	2B		4567.50	4350.00	-217.50	5220.00	22837.50	17617.50	3697.50	4785.00	1087.50	6960.00	6090.00	-870.00
COBERT	F.T.	1	6742.50	5220.00	-1522.50				5437.50	5437.50	0.00	6525.00	7612.50	1087.50
		2	5437.50	4785.00	-652.50				6960.00	6525.00	-435.00	8917.50	7830.00	-1087.50
		3	4132.50	4785.00	652.50				4785.00	6525.00	1740.00	7612.50	7612.50	0.00
	C.M.	1	5002.50	4567.50	-435.00				5872.50	6960.00	1087.50	7395.00	6525.00	-870.00
		2	5002.50	5872.50	870.00				3915.00	6090.00	2175.00	8700.00	7612.50	-1087.50
		3	4567.50	5002.50	435.00				5220.00	6307.50	1087.50	8047.50	8482.50	435.00
S.M.	1	4567.50	4132.50	-435.00				5437.50	6090.00	652.50	7830.00	6742.50	-1087.50	
	2	5872.50	5220.00	-652.50				5220.00	5872.50	652.50	8482.50	7830.00	-652.50	
	3	5002.50	4785.00	-217.50				4785.00	6307.50	1522.50	8265.00	6742.50	-1522.50	

Cuadro 38A. Diferencia del contenido de P2O5 (kg/ha) en el suelo antes y después aplicados los tratamientos.

Ensayo	TRAT	REP	SITIOS											
			FLORIDA			JUAN DIAZ			MATAMBU			SAN ISIDRO		
			Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.
AGROF	SIN		11.954	3.985	-7.969	5.977	3.736	-2.241	6.973	2.988	-3.985	7.969	5.977	-1.992
	1B		5.977	3.985	-1.992	5.977	6.973	0.996	4.981	2.490	-2.490	7.969	4.483	-3.487
	2B		5.977	4.981	-0.996	5.977	5.230	-0.747	2.988	2.490	-0.498	7.969	6.973	-0.996
COBERT	F.T.	1	3.487	6.973	3.487				7.969	4.981	-2.988	6.973	7.969	0.996
		2	2.988	3.985	0.996				8.965	8.965	0.000	8.467	4.981	-3.487
		3	3.985	3.487	-0.498				6.973	8.467	1.494	8.965	4.981	-3.985
	C.M.	1	3.985	5.479	1.494				7.969	6.475	-1.494	6.973	4.981	-1.992
		2	2.988	4.483	1.494				5.977	6.475	0.498	7.969	5.977	-1.992
		3	3.487	4.483	0.996				5.479	6.475	0.996	8.965	4.981	-3.985
S.M.	1	5.479	3.487	-1.992				6.475	4.981	-1.494	6.973	4.981	-1.992	
	2	3.487	4.981	1.494				6.973	5.479	-1.494	9.463	5.977	-3.487	
	3	3.487	3.985	0.498				8.467	6.973	-1.494	8.467	4.981	-3.487	

Cuadro 39A. Diferencia entre antes y después del contenido de K₂O (kg/ha) para los ensayos agroforestal y de coberturas

Ensayo	TRAT	REP	SITIOS											
			FLORIDA			JUAN DIAZ			HATAMBU			SAN ISIDRO		
			Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.
AGROF	SIN		152.685	20.358	-132.327	101.790	173.043	71.253	40.716	30.537	-10.179	152.685	86.522	-66.164
	1B		40.716	30.537	-10.179	162.864	106.879	-55.985	50.895	30.537	-20.358	122.148	96.701	-25.447
	2B		40.716	20.358	-20.358	173.043	142.506	-30.537	40.716	20.358	-20.358	122.148	86.522	-35.626
COBERT	F.T.	1	61.074	20.358	-40.716				162.864	132.327	-30.537	101.790	132.327	30.537
		2	50.895	30.537	-20.358				234.117	183.222	-50.895	213.759	183.222	-30.537
		3	50.895	40.716	-10.179				162.864	111.969	-50.895	152.685	111.969	-40.716
	C.M.	1	50.895	50.895	0.000				132.327	61.074	-71.253	101.790	61.074	-40.716
		2	40.716	30.537	-10.179				122.148	81.432	-40.716	173.043	81.432	-91.611
		3	40.716	50.895	10.179				203.580	81.432	-122.148	142.506	81.432	-61.074
S.M.	1	50.895	20.358	-30.537				162.864	50.895	-111.969	173.043	50.895	-122.148	
	2	50.895	30.537	-20.358				152.685	71.253	-81.432	244.296	71.253	-173.043	
	3	50.895	30.537	-20.358				193.401	132.327	-61.074	183.222	61.074	-122.148	

Cuadro 40A. Diferencia entre antes y después del contenido de CaO (kg/ha) en el suelo para los ensayos agroforestal y de coberturas

ENSAYO	TRAT	REP	SITIOS											
			FLORIDA			JUAN DIAZ			NATAMBU			SAN ISIDRO		
			Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.
AGROF	SIN		13702.50	13093.50	-609.00	12259.17	14122.71	1863.54	13550.25	14086.17	535.92	7843.92	5980.38	-1863.54
	1B		14616.00	13398.00	-1218.00	12411.42	13136.13	724.71	13245.75	13245.75	0.00	7155.75	4792.83	-2362.92
	2B		12868.17	14695.17	1827.00	13020.42	14274.96	1254.54	12484.50	13854.75	1370.25	5334.84	4622.31	-712.53
COBERT	F.T.	1	13324.92	14542.92	1218.00				14616.00	15986.25	1370.25	4159.47	4250.82	91.35
		2	13093.50	14463.75	1370.25				7155.75	13324.92	6169.17	5194.77	4171.65	-1023.12
		3	13020.42	14007.00	986.58				11875.50	13550.25	1674.75	4604.04	3398.22	-1205.82
	C.M.	1	14238.42	13933.92	-304.50				13550.25	14086.17	535.92	5060.79	3897.60	-1163.19
		2	13093.50	13093.50	0.00				10809.75	13781.67	2971.92	4744.11	4689.30	-54.81
		3	12789.00	12411.42	-377.58				13933.92	14695.17	761.25	3976.77	4189.92	213.15
	S.M.	1	14311.50	14999.67	688.17				15072.75	14847.42	-225.33	4007.22	4110.75	103.53
		2	13245.75	12789.00	-456.75				13324.92	12180.00	-1144.92	5182.59	4805.01	-377.58
		3	12789.00	13702.50	913.50				12715.92	14768.25	2052.33	4646.67	4086.39	-560.28

Cuadro 41A. Diferencia entre antes y después del contenido de MgO en el suelo (kg/ha) para los ensayos agroforestal y de coberturas

ENSAYO	TRAT	REP	SITIOS											
			FLORIDA			JUAN DIAZ			NATAMBU			SAN ISIDRO		
			Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.	Antes	Después	Dif.
AGROF	SIN		2945.99	2574.98	-371.01	1841.79	331.26	-1510.54	2853.24	2760.48	-92.75	1104.19	830.35	-273.84
	1B		2853.24	2667.73	-185.50	2208.39	618.35	-1590.04	2667.73	2574.98	-92.75	1289.70	781.77	-507.93
	2B		2760.48	2393.89	-366.59	2209.39	463.76	-1744.63	2667.73	2574.98	-92.75	918.69	737.60	-181.09
COBERT	F.T.	1	2945.99	2853.24	-92.75				3127.07	3312.58	185.50	1011.44	1104.19	92.75
		2	2945.99	3127.07	181.09				1289.70	2667.73	1378.03	1289.70	1011.44	-278.26
		3	2945.99	2945.99	0.00				2393.89	2574.98	181.09	1011.44	918.69	-92.75
	C.M.	1	3038.74	3127.07	88.34				2945.99	2853.24	-92.75	830.35	737.60	-92.75
		2	2760.48	2574.98	-185.50				2393.89	2853.24	459.34	1196.95	1011.44	-185.50
		3	2760.48	2574.98	-185.50				2760.48	3127.07	366.59	1011.44	918.69	-92.75
S.M.	1	3127.07	3038.74	-88.34				3038.74	3590.84	552.10	1104.19	737.60	-366.59	
	2	2945.99	2760.48	-185.50				2945.99	2393.89	-552.10	1104.19	918.69	-185.50	
		3	2760.48	2853.24	92.75				2486.64	2853.24	366.59	918.69	1104.19	185.50

Cuadro 42A. Desglose de los gastos e ingresos alcanzados por los tratamientos evaluados en Florida, para el ensayo de coberturas

	LIMPIO			CON MULCH			TAPADO		
	Cantidad	Precio	Valor	Cantidad	Precio	Valor	Cantidad	Precio	Valor
ACTIVIDADES									
Limpia	38.00	500.00	19000.00	35.00	500.00	17500.00	40.00	500.00	20000.00
Siembra	28.00	500.00	14000.00	32.00	500.00	16000.00			
Aplic. herb.	2.00	500.00	1000.00	2.00	500.00	1000.00			
Aplic. fert.	2.00	500.00	1000.00	2.00	500.00	1000.00			
Cosecha	13.00	500.00	6500.00	6.00	500.00	3000.00	12.00	500.00	6000.00
INSUMOS									
Abono	5.50	1200.00	6600.00	5.50	1200.00	6600.00			
Semilla frijol	38.00	160.00	6080.00	38.00	160.00	6080.00	60.00	160.00	9600.00
Semilla maiz	22.00	31.25	687.50	22.00	31.25	687.50	30.00	31.25	937.50
Herbicida f	2.00	3819.78	7639.56	2.00	3819.78	7639.56			
Herbicida m	3.00	613.57	1840.71	3.00	613.57	1840.71			
Sub-total			64347.77			63147.77			36537.50
INGRESO									
Rend. maiz	762.64	26.45	20171.83	922.72	26.45	24405.94	657.08	26.45	17379.77
Rend. frijol	484.71	90.36	43798.40	487.80	90.36	44077.61	486.11	90.36	43924.90
Sub-total			63970.22			68483.55			61304.67
Beneficio neto			-377.55			5335.78			24767.17
Rentabilidad %			-0.59			8.45			67.79

Cuadro 43A. Desglose de los gastos e ingresos logrados por los tratamientos evaluados en Matambu para el ensayo de coberturas.

	LIMPIO			CON MULCH			TAPADO		
	cantidad	precio	valor	cantidad	precio	valor	cantidad	precio	valor
ACTIVIDADES									
limpia	35.00	500.00	17500.00	33.00	500.00	16500.00	39.00	500.00	19500.00
siembra	25.00	500.00	12500.00	30.00	500.00	15000.00			
aplic.herb.	2.00	500.00	1000.00	2.00	500.00	1000.00			
aplic.fert.	2.00	500.00	1000.00	2.00	500.00	1000.00			
cosecha	11.00	500.00	5500.00	11.00	500.00	5500.00	11.00	500.00	5500.00
INSUMOS									
abono	5.50	1200.00	6600.00	5.50	1200.00	6600.00			
semilla frijol	38.00	160.00	6080.00	38.00	160.00	6080.00	60.00	160.00	9600.00
semilla maíz	22.00	31.25	687.50	22.00	31.25	687.50	30.00	31.25	937.50
herbicida f	2.00	3819.78	7639.56	2.00	3819.78	7639.56			
herbicida m	3.00	613.57	1840.71	3.00	613.57	1840.71			
sub-total			60347.77			61847.77			35537.50
INGRESO									
rend. maíz	2177.92	26.44	57584.20	1830.97	26.44	48410.85	1592.07	26.44	42094.33
rend. frijol	543.80	90.37	49143.21	329.04	90.37	29735.34	379.70	90.37	34313.49
sub-total			106727.41			78146.19			76407.82
beneficio neto			46379.64			16298.42			40870.32
rentabilidad %			76.85			26.35			115.01

Cuadro 44A. Desglose de los gastos e ingresos logrados por los tratamientos evaluados en San Isidro para el ensayo de coberturas.

	LIMPIO			CON MULCH			TAPADO		
	cantidad	precio	valor	cantidad	precio	valor	cantidad	precio	valor
ACTIVIDADES									
limpia	33.00	500.00	16500.00	31.00	500.00	15500.00	36.50	500.00	18250.00
siembra	25.00	500.00	12500.00	30.00	500.00	15000.00			
aplic.herb.	2.00	500.00	1000.00	2.00	500.00	1000.00			
aplic.fert.	1.50	500.00	750.00	1.50	500.00	750.00			
cosecha	12.00	500.00	6000.00	12.00	500.00	6000.00	11.00	500.00	5500.00
INSUMOS									
abono	5.50	1200.00	6600.00	5.50	1200.00	6600.00			
semilla frijol	38.00	160.00	6080.00	38.00	160.00	6080.00	58.00	160.00	9280.00
semilla maiz	22.00	31.25	687.50	22.00	31.25	687.50	30.00	31.25	937.50
herbicida f	2.00	3819.78	7639.56	2.00	3819.78	7639.56			
herbicida m	3.00	613.57	1840.71	3.00	613.57	1840.71			
sub-total			59597.77			61097.77			33967.50
INGRESO									
rend. maiz	932.50	26.45	24664.63	924.58	26.45	24455.14	1167.08	26.45	30869.27
rend. frijol	961.13	90.36	86847.71	774.60	90.36	69992.86	958.46	90.36	86606.45
sub-total			111512.33			94448.00			117475.71
margen bruto			51914.56			33350.23			83508.21
Rentabilidad %			87.11			54.59			245.85

Cuadro 45A. Desglose de los gastos e ingresos alcanzados por los tratamientos evaluados en Juan Diaz, para el ensayo agroforestal.

	SIN			1 B				2 B			
	Cantidad	Precio	Precio	Cantidad	Precio	Valor†	Valor‡	Cantidad	Precio	Valor†	Valor‡
ACTIVIDADES											
limpia	30.00	500	15000.00	30.00	500	15000.00		30.00	500	15000.00	
siembra	20.00	500	10000.00	20.00	500	10000.00		20.00	500	10000.00	
aplic.herb.	2.00	500	1000.00	2.00	500	1000.00		2.00	500	1000.00	
aplic.fert.	2.00	500	1000.00	2.00	500	1000.00		2.00	500	1000.00	
inst.est.Gliric.				7.00	500	330.40	3500.00	7.00	500	330.40	3500.00
inst.est.C.I.								6.00	500	283.20	3000.00
cosecha	11.00	500	5500.00	11.00	500	5500.00		11.00	500	5500.00	
INSUMOS											
abono	5.50	1200.00	6600.00	5.50	1200.00	6600.00		5.50	1200.00	6600.00	
semilla frijol	38.00	160.00	6080.00	38.00	160.00	6080.00		38.00	160.00	6080.00	
semilla maiz	22.00	31.25	687.50	21.00	31.25	656.25		21.00	31.25	656.25	
estacas Gliric.				4233.00	5.50	2197.77	23281.50	4233.00	5.50	2197.77	23281.50
estacas C.I.								667.00	80.00	5037.18	53360.00
herbicida f	2.00	3819.78	7639.56	2.00	3819.78	7639.56		2.00	3819.78	7639.56	
herbicida m	3.00	613.57	1840.71	3.00	613.57	1840.71		3.00	613.57	1840.71	
sub-total			55347.77			57844.69	82098.02			63165.07	138458.00
INGRESO											
rend. maiz	1291.45	26.45	34158.85	1251.65	26.45	33106.14		1192.02	26.45	31528.93	
rend. frijol	1059.56	90.36	95741.84	919.30	90.36	83067.95		1341.03	90.36	121175.5	
Sub-total			129900.7			116174.1				152704.4	
beneficio neto			74552.92			58329.40	34076.07			89539.33	14246.38
rentabilidad %			134.70			100.84	41.50			141.75	10.28

Cuadro 46A. Desglose de los gastos e ingresos logrados por los tratamientos evaluados en Matambu, para el ensayo agroforestal.

	SIN			1 B				2 B			
	cantidad	precio	precio	cantidad	precio	valor†	valor††	cantidad	precio	valor†	valor††
ACTIVIDADES											
limpia	32.00	500.00	16000.00	32.00	500.00	16000.00		32.00	500.00	16000.00	
siembra	24.00	500.00	12000.00	24.00	500.00	12000.00		24.00	500.00	12000.00	
aplic.herb.	2.00	500.00	1000.00	2.00	500.00	1000.00		2.00	500.00	1000.00	
aplic.fert.	1.50	500.00	750.00	1.50	500.00	750.00		1.50	500.00	750.00	
inst.est.Gliric.				7.00	500.00	330.40	3500.00	7.00	500.00	330.40	3500.00
inst.est.C.I.								7.00	500.00	330.40	3500.00
cosecha	11.00	500.00	5500.00	11.00	500.00	5500.00		11.00	500.00	5500.00	
INSUMOS											
Abono	5.50	1200.00	6600.00	5.50	1200.00	6600.00	6600.00	5.50	1200.00	6600.00	
Semillas frijol	38.00	160.00	6080.00	38.00	160.00	6080.00	6080.00	38.00	160.00	6080.00	
Semillas Maiz	22.00	31.25	687.50	21.00	31.25	656.25	656.25	21.00	31.25	656.25	
Estacas Gliric.				4233.00	5.50	2197.77	23281.50	4233.00	5.50	2197.77	23281.50
Estacas C.I.								667.00	80.00	5037.18	53360.00
Herbicida F	2.00	3819.78	7639.56	2.00	3819.78	7639.56	7639.56	2.00	3819.78	7639.56	
Herbicida M	3.00	613.57	1840.71	3.00	613.57	1840.71	1840.71	3.00	613.57	1840.71	
sub-total			58097.77			60594.69	84848.02			65962.27	141708.00
INGRESO											
Rend. Maiz	834.71	26.45	22078.08	850.32	26.45	22490.96		934.99	26.45	24730.49	
Rend. frijol	343.32	90.36	31022.40	349.26	90.36	31559.13		383.23	90.36	34628.66	
sub-total			53100.47			54050.10	54050.10			59359.15	59359.15
beneficio neto			-4997.30			-6544.59	-30797.90			-6603.12	-82348.90
rentabilidad %			-8.60			-10.80	-36.29			-10.01	-58.11

valor † valor anual actualizado dado que el periodo de vida de las barreras vivas es de 20 años.

valor †† valor de los costos considerados en el primer año.

Cuadro 47A. Desglose de los gastos e ingresos alcanzados por los tratamientos evaluados en San Isidro, para el ensayo agroforestal.

TRAT	SIN			1 B				2 B			
	cantidad	precio	valor	cantidad	precio	valor †	valor ††	cantidad	precio	valor †	valor ††
ACTIVIDADES											
limpia	33.00	500.00	16500.00	33.00	500.00	16500.00		32.00	500.00	16000.00	
siembra	25.00	500.00	12500.00	25.00	500.00	12500.00		25.00	500.00	12500.00	
aplic.herb.	2.00	500.00	1000.00	2.00	500.00	1000.00		2.00	500.00	1000.00	
aplic.fert.	1.50	500.00	750.00	1.50	500.00	750.00		1.50	500.00	750.00	
inst.est.Gliric.				7.00	500.00	330.40	3500.00	7.00	500.00	330.40	3500.00
inst.est.C.I.								7.00	500.00	330.40	3500.00
cosecha	11.00	500.00	5500.00	11.00	500.00	5500.00		11.00	500.00	5500.00	
INSUMOS											
Abono	5.50	1200.00	6600.00	5.50	1200.00	6600.00		5.50	1200.00	6600.00	
Semillas Frijol	38.00	160.00	6080.00	38.00	160.00	6080.00		38.00	160.00	6080.00	
Semillas Maiz	22.00	31.25	687.50	21.00	31.25	656.25		21.00	31.25	656.25	
Estacas Gliric.				4233.00	5.50	2197.77	23281.50	4233.00	5.50	2197.77	23281.50
Estacas C.I:								667.00	80.00	5037.18	53360.00
Herbicida F	2.00	3819.78	7639.56	2.00	3819.78	7639.56		2.00	3819.78	7639.56	
Herbicida M	3.00	613.57	1840.71	3.00	613.57	1840.71		3.00	613.57	1840.71	
Sub-total			59097.77			61594.69	85848.02			66462.27	142208.00
INGRESO											
Rend. Maiz	1037.81	26.45	27450.07	924.83	26.45	24461.75		1003.89	26.45	26552.89	
Rend. Frijol	855.67	90.36	77318.34	909.89	90.36	82217.66		847.69	90.36	76597.27	
Sub-total			104768.42			106679.41	106679.40			103150.16	103150.16
Beneficio neto			45670.65			45084.72	20831.39			36687.89	-39057.90
Rentabilidad %			77.28			73.20	24.26			55.20	-27.46

Valor † valor anual actualizado para el periodo de vida de las barreras 20 años.

valor †† valor total de la inversion en el primer año.