

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL MEDIO
AMBIENTE**

**DEPARTAMENTO DE MANEJO DE CUENCAS Y GESTION
AMBIENTAL**

**Evaluación de tres especies de Barreras Vivas, sobre el
control de erosión, ingresos económicos, y la producción de
maíz (*Z. mays.L*) y frijol (*P. vulgaris L.*)**

Microcuenca Diriomo, Nicaragua 1998.

Autor: Daniel Corrales Pérez

Asesor: Bismark Mendoza Corrales. Ing. Agr.

Managua, Mayo, 2001

INDICE GENERAL

	PAG
Índice General.....	i
Índice de Cuadros.....	iv
Índice de Figuras.....	v
Agradecimiento.....	vi
Dedicatoria.....	vii
Resumen.....	viii
Summary.....	ix
I. Introducción.....	1
1.1. Objetivos.....	3
1.2. Hipótesis.....	4
II. Revisión Bibliográfica.....	5
2.1. Barreras vivas.....	5
2.1.1. Generalidades.....	5
2.1.2. Ventajas y Desventajas.....	6
2.1.2.1. Ventajas.....	6
2.1.2.2. Desventajas.....	7
2.1.3. Características que deben poseer las plantas que se utilizan como barrera viva.....	7
2.1.4. Establecimiento.....	8
2.1.5. Distanciamiento.....	8
2.1.6. Mantenimiento.....	9
2.2. Botánica y ecología del Madero Negro.....	10
2.3. Vetiveria.....	11
2.3.1. Cercos vegetales.....	12
2.4. Características del Frijol Gandul.....	13
2.5. Conservación y mejoramiento de los suelos.....	15
2.6. Características de las leguminosas en Nicaragua.....	16
2.7. Erosión de suelo.....	17
2.7.1. Tolerancia de pérdida de suelo.....	17
2.8. Parcelas de escorrentía.....	18
2.8.2. Cuando se ha de utilizar parcelas de escurrimiento.....	18
2.8.3. Problemas relacionados con las parcelas de escorrentía.....	19
2.9. Características de Maíz NB-6 y Frijol criollo.....	19
2.9.1. Maíz NB-6.....	19
2.9.2. Frijol criollo.....	20
2.10. Análisis económico.....	20
2.10.1. Evaluación económica.....	20

III. Materiales y métodos	24
3.1. Localización.....	24
3.2. Características del sitio experimental.....	24
3.2.1. Geología.....	24
3.2.2. Suelos.....	26
3.2.3. Clima.....	26
3.3. Establecimiento del experimento.....	27
3.3.1. Cultivo de Maíz (<i>Zea mays. L.</i>) de primera en contorno.....	27
3.3.2. Cultivo de Frijol (<i>Phaseolus vulgaris. L.</i>) de postrema en contorno.....	28
3.4. Barreras Vivas.....	28
3.5. Toma de datos de cosecha.....	28
3.6. Cálculos para determinar rendimientos de Maíz y Frijol.....	28
3.7. Componentes del sistema de parcela de erosión.....	29
3.8. Cálculos para determinar pérdidas de suelo y agua.....	29
3.8.1. Monitoreo del sistema.....	29
3.8.2. Análisis en laboratorio.....	29
3.9. Calculo para el registro de las precipitaciones.....	31
3.10. Análisis estadísticos.....	31
3.11. Descripción de los tratamientos.....	32
3.12. Calculo para la producción de biomasa de madero negro.....	33
3.13. Calculo del nitrógeno aprovechable.....	33
3.12. Metodología del análisis económico.....	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	37
4.1. Erosión hídrica.....	37
4.1.1. Pérdidas de suelo.....	38
4.1.2. Pérdidas de agua.....	40
4.1.3. Pérdidas de suelo promedio mensual por tratamiento.....	41
4.2 Rendimiento de los cultivos.....	42
4.2.1 Rendimiento del cultivo del Maíz.....	42
4.2.2. Rendimiento del cultivo de Fríjol.....	45
4.3. Análisis económico finca San Marcos 1998.....	48
4.3.1. Análisis de dominancia y tasa de retorno marginal.....	51
4.3.2. Análisis de curva de beneficios netos.....	52
V. CONCLUSIONES	53
VI. RECOMENDACIONES	55
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	56
VIII. ANEXOS	62
Anexo 1. Datos Generales.....	62
Anexo 2. Pérdidas de suelo promedio por mes kg/ha por tratamiento con su	62

replica (parcelas) en la finca San Marcos, 1998.....	63
Anexo 3. Pérdidas de agua por mes por tratamiento con su replica (parcelas) en la finca San Marcos, 1998.....	63
Anexo 4. Producción de biomasa verde en finca experimental San Marcos, 1998.....	63
Anexo 5. Producción de leña en finca experimental San Marcos, 1998.....	63
Anexo 6. Producción de estacones en sitio experimental San Marcos, 1998.....	63
Anexo 7. Datos de precipitación para la finca San Marcos, 1998.....	64
Anexo 8. Rendimientos de Frijol para la finca San marcos , 1998.....	65
Anexo 9. Rendimientos de Maíz para la finca San marcos , 1998.....	65
Anexo 10. Rendimientos de Maíz para la finca San marcos , 1997.....	65
Anexo 11. Rendimientos de Frijol para la finca San marcos , 1997.....	65
Anexo 12. Pérdidas promedio de suelo (t/ha/a) y agua(m ³ /ha/a) finca San marcos 1997.	66

INDICE DE CUADROS

	PAG.
Cuadro 1 Tolerancia de Gandul.....	13
Cuadro 2 Composición química del tejido en estado de floración y formación de vainas, Manual de leguminosas de Nicaragua.....	14
Cuadro 3 Contribución al mejoramiento del suelo.....	15
Cuadro 4 Valores medios mensuales de la velocidad del viento en km/h registrada para los 12 meses.....	27
Cuadro 5 Cálculo de pérdida de suelo.....	31
Cuadro 6 Cálculo para pérdida de agua.....	31
Cuadro 7 Análisis estadístico y separación de medias para la variable rendimientos de maíz para la finca San Marcos, 1998.....	43
Cuadro 8 Análisis estadístico para la variable rendimiento de frijol para la finca San Marcos, 1998.....	46
Cuadro 9 Análisis económico parcial, para la Finca San Marcos, 1998.....	50
Cuadro10 Análisis de dominancia y tasa de retorno marginal para la Finca San Marcos, 1998.....	51

INDICE DE FIGURAS

		PAG.
Figura 1	Localización del área de estudio.....	25
Figura 2	Descripción de parcelas de escurrimiento.....	30
Figura 3	Disposición esquemática de los tratamientos para la Finca San Marcos, 1998.....	32
Figura 4	Tratamientos finca San Marcos, 1998	34
Figura 5	Precipitaciones para la finca San Marcos 1998.....	37
Figura 6	Pérdidas promedio de suelo para la finca San Marcos, 1998	38
Figura 7	Pérdidas promedio de agua para la finca San Marcos 1998....	40
Figura 8	Pérdidas promedio mensual de suelo por tratamiento para la Finca San Marcos ,1998.....	41
Figura 9	Rendimiento promedio de maíz para la finca San Marcos, 1998.....	44
Figura 10	Rendimiento promedio Frijol para la Finca San Marcos, 1998	47
Figura 11	Curva de beneficio netos para la finca San Marcos, 1998.....	52

DEDICATORIA

A la memoria de mi Papá Gustavo Corrales Pérez

A la memoria de Guadalupe de Morazán

A mi Madre Martha Pérez Corrales

A mis hermanos(as) Luisa Amanda, Marisela, Olimpia, Soledad y José Ángel.

A mis amigos(as)

Agradecimiento

Agradezco a **Dios** creador de todas las cosas y principalmente dador de vida por lo tanto agradezco a el por haberme concedido la vida, sabiduría e inteligencia para seguir adelante en la vida ya que de no haberme dado la misma no hubiera sido posible realizar mis sueños y metas que tengo en la vida.

Agradezco a **Armando Corrales Rodríguez** por apoyarme y por los consejos los cuales me sirvieron de mucho en los momentos difíciles que pase durante mi vida como estudiante.

Agradezco también al **Proyecto de Texas University** por haberme apoyado en la ejecución de la investigación para poder realizar el trabajo de Diploma ya que de no haber sido así este producto no estuviera en sus manos.

Agradezco a mi querida tía **Rosario Rivas Pérez** por su apoyo incondicional durante mis estudios.

Agradezco a mi asesor **Ing. Bismark Mendoza Corrales** por haberme ayudado y asesorado en mi trabajo de investigación orientándome a ser mas competitivo en el desempeño como profesional.

Agradezco a **Teresa Morales** por su confianza brindada y por haberme inculcado a ser cada día mejor y poder salir adelante en un futuro como profesional.

Agradezco a mis compañeros que realizaron junto conmigo mi trabajo de investigación **Juan Robleto Quezada** y **Fátima Mendoza** quienes me apoyaron en toda la fase de Campo y quienes me brindaron una amistad sincera.

Agradezco a la Universidad Nacional Agraria en especial al Departamento de Servicios Estudiantiles al haberme brindado la oportunidad de poder culminar mis estudios y por haberme comprendido durante el lapso que permanecí en la Universidad especialmente a **Idalia, Lucía , Marina y Sergio**.

Agradezco a todas mis amistades y compañeros de clase que me apoyaron de alguna forma para poder salir adelante.

Resumen

La poca información existente sobre la rentabilidad de los sistemas agroforestales, la necesidad de establecer opciones a los productores a fin de que eleven el nivel de aprovechamiento de los recursos que poseen, y la búsqueda de alternativas para sistemas de producción sostenibles, son algunas de las motivaciones del presente trabajo. El año de 1998 fue una catástrofe para la agricultura en Nicaragua, debido a la sequía provocada por el fenómeno del Niño en los meses de Mayo y Junio, que afectó la producción de maíz en primera, y luego el huracán Mitch que perdió la mayor parte de la siembra de postrera. En frijol por ejemplo, hubo reducción en los rendimientos hasta un 89.20% en relación al año 1997.

El objetivo de la presente investigación fue evaluar y comparar el efecto de tres especies de barreras vivas *Gliricía sepium*, *Cajanus cajan* y *Vetiveria* sobre el control de erosión. Para lo cual se establecieron los siguientes tratamientos: barreras vivas de Madero Negro, Gandul y Vetiver con cultivo en contorno de maíz en primera y frijol en postrera y un tratamiento control que consistía en cultivo en contorno de maíz en primera y frijol en postrera sin barrera viva. Para lo cual se desarrollaron los métodos de : Parcelas de escurrimientos con dimensión de 20 x 3 m, análisis de parámetros silviculturales de las tres especies, y el método del presupuesto parcial para el análisis económico.

El presente estudio se realizó en la finca San Marcos, localizada en el Municipio de Diria , Departamento de Granada, entre las coordenadas geográficas 11° 51' 43" Norte y 86° 04'43" Oeste con 380 msnm. De suelos clasificados como Alfic Haplustand, con altos contenido de arcilla y limo lo cual lo hace más susceptible a la erosión hídrica.

El mes de mayor erosividad fue Octubre por el pase de el huracán Mitch. Las prácticas de barreras vivas lograron reducir las pérdidas de suelo y agua de 41.11% y 7.6% respectivamente con relación al tratamiento control (T 4). A demás estas en su área de captación de sedimentos contribuyen a elevar los contenidos de nutrimentos y materia orgánica. Las menores pérdidas de suelo y agua se obtuvieron con el tratamiento 2 con 55.86 t/ha⁻¹/año y 158.8 mm. Los mayores rendimientos promedios en maíz se obtuvieron en el tratamiento 3 con 1598.77 kg/ha⁻¹., rendimientos bajos por la sequía. El cultivo del frijol presentó los más bajos rendimientos de los últimos años, debido al factor humedad antes mencionado.

El análisis económico que presentó los mayores beneficios netos fue el tratamiento 2 con 4274.5 C\$/ha⁻¹. Los costos se elevaron en los tratamientos 1 y 3 debido a que este fue el primer año de establecimiento

SUMMARY

The little information that are about agroforestry systems rentability, the necessity of sep up option to farmer in order to increase the approach level of their own resources, and figure out of alternatives to get sustentable production systems, are some of the motivation in the present work. 1998 was a catastrophe year for the agricultural in Nicaragua, because El Niño phenomena from May to June month affected the corn production in primera cycle, after the hurricane Mitch losse the bean production in postrera cycle. The yield bean for example was reduced to 89.20% compared to 1997 production.

The present work was carried aut in San Marcos farm, localized in Diria town, Granada Departament, El Pital watershed, between 11°51'4~ N and 86°04'43~ W geography coordenater and 380 m of elevation. Soil classified tentetiveble like Alfic Haplustand, with higt clay and silty, so that more susceptible to soil erosion conduced by water.

The objects of the present research was to evaluate and comparing the effect of ther living varriers species(Glericida sepium,Cajanus cajan and Vetiverias) on soil erosion control. For was sep up the following treats:Glerisidia sepium,Cajanus cajan and Vetiverias living barrier with conunfor corn and bean crop in primera and postrera cycle, and one control treat whithin living barrier. The methods used wore: runoff plot of 20 m * 3 m area, silvicula parameter and partial budget for economical analysis.

The more erosibity month was October because hurricane Mitch pass. The living barrier treat reduced to 41.11% the soil loss and 7.6% the runoff compared to control treatment. (T4). In addition in the terrace that are farmed by living barrier catched up nutriment and organic mater. The theat two was the most effective with 55.86 ton/ha/y and 158.8 mm of runoff. The beter yield wore taken from the treatment thre with 1598.77 Kg/ha in corn, yield for by the drought. The bean productionshowed lower yield by high humity during the Mitch hurricane compared with the last year production.

The treat two show better net benefit in the economical analys with 4274.5 C\$/ha/y. The cost increase in treatment one and thre because was the firt year of set up.

1. INTRODUCCION

Los suelos agrícolas en laderas de nuestro país representan el 75% del territorio nacional. La mayor actividad agropecuaria en el país se concentra en unidades pequeñas del tipo familiar. Esta área distribuye su uso en ganadería (63%), cultivos anuales (30%), y cultivos perennes (7%). Entre los cultivos anuales predominan los granos básicos, y la producción en laderas de maíz (*Zea mays L*) y Frijol (*Phaseolus vulgaris L.*) estos significan 80% y 95% de la producción agropecuaria respectivamente (Possner , et al., 1984).

Uno de los principales factores que limitan la producción en los sistemas de producción de pequeños y medianos productores en laderas es la erosión hídrica y el desarrollo en nuestro país de tecnología de conservación de suelos y agua, se ha basado en la aplicación de técnicas en otros países (MAG,1971). A nivel nacional no existe información cuantitativa sobre los efectos que las prácticas de conservación de suelos y agua tienen sobre las pérdidas de suelo y agua y la producción de los mismos.

La mayoría de las áreas cultivadas en laderas de los trópicos, están sujetas a la erosión de suelos, ya que los agricultores que practican los sistemas de cultivos predominantes no adoptan las medidas apropiadas para la conservación de suelos.

Las tierras de laderas están siendo convertidas rápidamente de bosques al uso agrícola, especialmente donde las presiones de población son más severas. Al ser utilizadas para cultivo convencional, las tierras de laderas son susceptibles a tasas altas de erosión, lo que resulta en la reducción progresiva de la productividad de los cultivos (Lal y Stewart, 1990).

La tasa de erosión en laderas es afectada por los patrones de precipitación, las propiedades inherentes del suelo, la topografía, el uso que se le da a las tierras y las prácticas de manejo. Las lluvias de altas intensidad en combinación con la energía de escurrimiento que puede ser generada en pendientes escarpadas contribuye a crear condiciones de alta intensidad (Toness, et al.1998).

En los suelos que no es posible ni practicable contar con una cubierta forestal, pueden usarse barreras vegetales para detener las pérdidas de suelo. La plantación de gramíneas y arbustos de raíz fibrosa como cercos siguiendo la curva a nivel del terreno reduce la velocidad del escurrimiento, desvía el agua, debilita su poder erosivo y la hace depositar su carga de valiosa tierra detrás de los cercos de plantas en hileras. Como resultado de ello, el agua se escurre por la pendiente con suavidad y, si los cercos se han plantado a intervalos verticales correctos, no provoca ulterior erosión (Banco mundial, 1995).

La presente evaluación trata de determinar el efecto de las barreras vivas en el control de la erosión, cuantificando las pérdidas de suelo y agua, determinar los efectos de estas prácticas en los rendimientos de los cultivos maíz y frijol y la generación de beneficios e ingresos económicos a los participantes de la micro cuenca que desarrollaran estas prácticas.

1.1 Objetivo General

1. Evaluar y comparar el efecto de tres especies de barreras vivas de Madero Negro (*Glinicidia sepium*. Jacquin Kunth ex walpers), Gandul (*Cajanus cajan* L. Mills.) y Vetiver (*Vetiveria zizaniodes* L.) en los cultivos de maíz (primera) y frijol en (postrera) en la finca San Marcos, Municipio de Diriomo, en 1998, utilizando parcelas de escurrimiento.

1.2 Objetivos específicos

1. Comparar las pérdidas de suelo y agua por erosión hídrica bajo los diferentes especies y manejos de barreras vivas.
2. Evaluar la producción de maíz y frijol bajo las diferentes especies y manejos de barreras vivas en los diferentes tratamientos evaluados.
3. Evaluar el ingreso económico que generan los sistemas de barreras vivas en parcelas de escurrimiento a través de la metodología del análisis económico del Centro internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT.)

1.3 Hipótesis

- Las barreras vivas de Madero Negro, Gandul y Vetiver tienen un efecto positivo sobre :
 - ◆ El rendimiento de maíz y frijol,
 - ◆ Disminuyen las pérdidas de suelo y agua causada por erosión hídrica, por tanto, hay una mejora en las propiedades del suelo para fines agrícolas.

- Los sistemas de barreras vivas generan un mayor ingreso económico en relación a siembra en contorno sin barrera viva.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. Barreras vivas

2.1.1. Generalidades

Las barreras vivas son franjas angostas de hileras de plantas perennes o de larga duración y crecimiento denso, sembradas en contorno a lo largo de la longitud de la pendiente. Su objetivo es disminuir el poder erosivo del escurrimiento, a través de la disminución de su velocidad y volumen (Paéz, 1989).

Las barreras vivas son plantas herbáceas perennes de crecimiento denso y de sistema de raíces fuertes los cuales son resistentes al flujo de agua sobre la superficie y sirven para detener las partículas de tierras a medida que se mueven hacia abajo sobre la gradiente. Las barreras vivas sirven para controlar la erosión ya que reducen la velocidad de escorrentía, mejorando la tasa de infiltración y reteniendo suelo (LUPE , 1996).

En la Subcuenca el Pital la práctica de barrera viva se ve utilizada en un 37% por productores beneficiarios del proyecto el Pital y un 15% por productores privados sin influencia del proyecto (Somarriba , 1997).

Por lo general el mismo año que se comienza a trabajar en contorno, se debe implementar barreras vivas para darle una mayor permanencia al sistema.

Para obtener buenos resultados el primer año se comienza con una barrera viva de alguna especie herbácea de crecimiento rápido como por ejemplo: Pasto o Gandul, para lograr un beneficio a largo plazo y asegurar la perseverancia de la misma, se pueden sembrar en estas barreras una hilera de árboles; usualmente leguminosas de uso múltiple como por ejemplo Madero Negro o Leucaena.

En terrenos con pendientes hasta del 15% y con suelos profundos, las barreras vivas pueden detener la degradación del suelo a niveles tolerables, siempre y cuando vayan acompañadas de buenas prácticas como por ejemplo cultivos en contorno, coberturas vivas o muertas.

En caso de terrenos con pendientes entre 15% y 60% y en suelos con baja capacidad de infiltración de agua, las barreras vivas necesitan obras de conservación complementarias como por ejemplo terrazas de desviación, acequias de laderas, barreras de piedras, para lo cual se deben sembrar de 20 a 30 cm lado arriba de la obra física con el objetivo de proteger el talud superior de la estructura y aumentar la capacidad de acumulación de sedimentos atrás de las obras.

2.1.2. Ventajas y Desventajas de las Barreras Vivas

2.1.2.1. Ventajas.

- Entre las ventajas de las barreras vivas están el aprovechamiento de los rastrojos, la producción de semillas y protección indirecta de ataque de plagas a los cultivos (Paéz , 1989).
- Utilización de material vegetativo por parte del agricultor, por ejemplo para forraje, materia orgánica, alimento, postes, y otros.
- La siembra de zacate, arbustos y árboles a lo largo de las curvas a nivel es un método común de estabilizar el suelo por medio de las raíces y crear una terraza natural para proporcionar una barrera para la escorrentía y la erosión (Morgan y Richson, 1995).
- La combinación de vegetación con obras físicas de piedras o tierra es muy deseable para reducir el riesgo de deslices de laderas (BOSTID, 1993).

2.1.2.2. Desventajas

- Las barreras vivas presentan un obstáculo para las labores culturales. Se requiere gran cantidad de cepas, las cuales no siempre están disponibles al agricultor (Paéz, 1989).
- En suelos con estructura pobre y donde el largo de la pendiente es grande, la fuerza del flujo laminar de escorrentía puede impedir su establecimiento y en este caso se requieren obras de conservación complementarias.
- En un terreno con topografía irregular habrá puntos donde se pueden formar huecos en la barrera, por lo que se recomienda trazar las líneas en contorno con estacas a una distancia no mayor de 5 m además es indispensable un mantenimiento cuidadoso.
- Las barreras vivas pueden competir por humedad, luz y nutrientes y en algunos casos reducir los rendimientos del cultivo principal.

2.1.3. Características de las plantas utilizadas como Barrera Vivas

- Las plantas que se utilizan como barreras vivas deben poseer las siguientes características.
- Los árboles mas adecuados para estabilizar terrazas deben de tener raíces absorbentes profundas, mejorar los nutrientes del suelo, preferiblemente tener otros usos benéficos, tal como forraje ó madera y ser capaz de dar nuevos brotes después de una poda severa (Toness , et al. 1998).
- Ser perennes, semi perennes, o arbóreas y de crecimiento denso.
- No necesita de mucho requerimiento de agua y nutrientes.
- Tener un costo relativamente bajo del cultivo y dar otros productos útiles como: frutas, plantas medicinales, flores, forrajes, materia orgánica para incorporarse al suelo o a la abonera, leña, y otros.

A continuación se mencionaran algunas especies utilizadas en Nicaragua .

Vetiver	<i>Vetiveria zizanioides</i> L.
Gandul	<i>Cajanus cajan.</i> L. Mills.
Leucaena	<i>Leucaena leucocephala.</i>
Madero Negro	<i>Gliricidia sepium.</i> Jacquin Kunth ex Walpers.
Pasto Taiwan	<i>Pennisetum purpureum.</i>

2.1.4. Establecimiento

Las barreras vivas se forman metiendo las estacas en hoyos ó surcos dejando una distancia corta entre cada uno (10 cm) pero si las plantas no abundan, se puede dejar hasta 20 cm entre medio, aunque los setos tardaran mas en cerrarse (BOSTID, 1993). Se debe podar el zacate cuando alcanza una altura de 75 cm a 1 m (LUPE, 1996).

Un segundo método de siembra es por caña corrida, en el cual se corta la caña en estacas de 4 nódulos.- Una vez la raíces y tallos empiezan a brotar, estos pueden ser transplantados al sitio.

La forma de propagación de una barrera viva varia según la especie de planta a sembrar y el tipo de material vegetativo disponible

Vetiver y otros tipos de zacates se propagan principalmente por cepas y estacas (LUPE, 1996). Sin embargo existen otras formas de siembra para el establecimiento de barrera vivas tales como: Cañas, Bulbos, Estacas o Esquejes, Macollas o Cepas y Semillas. Cualquier unidad que se utilice como método de propagación de una barrera viva debe estar sano, sin daños de insectos, ni señales de enfermedad.

2.1.5. Distanciamiento

Generalmente se recomienda un distanciamiento de siembra de 5-7 m entre filas de árboles y 25-50 cm entre árboles individuales en una fila pero en zonas mas áridas una distancia de 7-10 m puede ser efectiva (Leonard , 1992).

2.2. Botánica y Ecología (*Gliricidia sepium*. Jacquin Kunth ex Walpers.)

Es un árbol de porte pequeño a mediano, alcanza de 10 a 15 m de altura y generalmente 40 cm o menos de diámetro. Sus hojas son compuestas imparipinadas, alternas, y deciduas (CATIE, 1986).

Las flores son zigamórficas, papilionadas en forma de guisantes de 2 a 2.5 cm de largo. La germinación es alta y uniforme, generalmente mayor del 90%. El árbol es nativo de las zonas bajas de México y América Central, ha sido introducido en muchas zonas tropicales y naturalizados en el norte de América del Sur, hasta Brasil, el Caribe , Hawai, en el Oeste de África ,India , Sureste de Asia incluyendo Tailandia ,Filipinas ,Indonesia y Australia (CATIE, 1986).

El sistema radicular de las plantas provenientes de semillas es profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudo respecto de la raíz principal mientras que en plantas provenientes de estacas las raíces son superficiales. En zonas con una estación seca pronunciada el árbol pierde casi completamente las hojas cuando florecen América Central la época de floración se da durante la estación seca, de Diciembre a Marzo. En las zonas húmedas la floración, fructificación y pérdida de hojas es variable entre años (CATIE , 1986).

La fertilidad natural no es un factor limitante para esta especie pues se desarrolla bien en suelos pobres. Prefiere suelos con una profundidad efectiva mayor de 30 cm (Hagges y Quiros, 1985), aunque se le encuentra en suelos rocosos sin estratos definidos. La especie no crece bien en suelos con poca retención de humedad, aparentemente su crecimiento se ve afectado en sitios con mas de 8 meses de déficit hídrico, o en áreas con menos de 600 mm anuales en suelos sobrepastoreados o con problemas de inundaciones periódicas debido al mal drenaje (CATIE ,1986).

El Madero Negro es una especie excelente en comparación con otras, debido a su gran adaptabilidad a condiciones secas y húmedas. Es de fácil propagación por siembra directa, por estacas, y plantas en bolsas producidas en viveros. Tiene capacidad de fijar

Nitrógeno y otros elementos nutritivos también es utilizado en otros sistemas como cercos vivos, sombra para café y cacao (MARENA, 1997).

2.3. Vetiveria (*V. zizanioides* L.).

De las diez especies de gramíneas ordinarias y perennes que se encuentran en las regiones tropicales del viejo mundo y que pertenecen a la familia Andropogoneae, Vetiveria ha demostrado ser ideal para la conservación del suelo y la humedad (Banco mundial, 1995).

V. zizanioides(L.) nash(2n=20) khus, vetiver, gramínea perenne de tupidos penachos, carente de aristas, resistente y glabra, que se produce con dificultad y se considera estéril fuera de su hábitat natural de tierras pantanosas. No tiene rizomas ni estolones y se propaga mediante divisiones radiculares o haces enraizados. La planta crece en grandes macollas a partir de una masa radicular muy ramificada y esponjosa y sus tallos erguidos alcanzan una altura de entre 0.5 y 1.5 m. Las hojas son relativamente rígidas, largas y angostas. Tienen hasta 75 cm de largo y no mas de 8 mm de ancho. La panícula tiene entre 15 y 40 cm de largo. Las espiguillas son angostas, agudas, y apretadas y sin aristas. Una de las espiguillas es sésil, hermafrodita y algo aplastada lateralmente con espinas cortas y agudas.

Tanto xerófita como hidrófita, la especie *V. zizanioides* es capaz de soportar sequías extremas tal vez debido al alto contenido de sal de la sabia de sus hojas. Así como inundaciones por largo periodos se han comprobado hasta 45 días en el terreno. Tiene variación excepcionalmente ampliada parecer es capaz de crecer en cualquier tipo de suelo con prescindencia de la fertilidad de este y se ha comprobado que no la afectan las temperaturas de hasta -9° C *V. zizanioides*_no produce semillas que germinan en condiciones desfavorables.

2.3.1. Cercos Vegetales de Vetiver

Una vez establecidos los cercos no necesitan mantenimiento y protegerán a la tierra contra la erosión durante años, al formar terrazas naturales. El método vegetal de conservación de suelos y la humedad hace uso de la naturaleza para su propia protecciones el sistema utilización del Vetiver, solo se deja fuera de producción una faja de 50 cm, es decir una décima parte de lo que ocupan los terraplenes o diques de tierras. Debido a que los pedazos radiculares de la gramínea se plantan en un surco arado único, se remueve solo una cantidad pequeña de tierra. Y en tanto que para la construcción de terraplenes es necesario utilizar topadoras o contratar mano de obra, el sistema vegetal no requiere herramientas especiales ni mas mano de obra de la que un agricultor tendría normalmente. Lo que sucede con el correr del tiempo con el sistema vegetal : el agua que se escurre deja atrás su carga de tierra, la hierba hecha retoños a través del limo que es arrastrado por la esorrentía y se crea una terraza natural (Banco mundial, 1995).

La terraza luego se convierte en una característica permanente del paisaje, en una barrera protectora que conservara su eficacia por decenas de años, incluso siglos. Cuando el escurrimiento llega hasta los cercos vegetales, se hace mas lento, se esparce, se desprende de su carga de limo y fluye a través de las hileras de cercos; entretanto, gran parte de la tierra penetra en la tierra. No hay pérdida de suelo y tampoco hay pérdida de agua debido a la concentración del escurrimiento en zonas determinadas. El sistema no requiere de obras de ingeniería y los agricultores pueden realizar el trabajo ellos mismos (Banco mundial , 1995).

Para que los cercos no se ensanchen, sencillamente aran la tierra que circundan las hileras de cercos cada vez que aran el resto del campo para la siembra. En esa forma los cercos se mantienen en perfectas condiciones y ofrecen protección permanente contra la erosión (Banco Mundial , 1995).

2.4. Características del frijol Gandul (*Cajanus cajan L. Mills*)

El frijol Gandul es una planta de origen de la India o Africa Oriental es leñosa , erecta y perenne. Es un arbusto de dos a cuatro metros de altura, raíces pivotantes tallos vellosos a menudo leñosos por abajo, con costillas prominentes, hojas trifoliadas, foliolos oblongos - elípticos a estrechamente lanceolados (4 a 9 cm de largo),pubescentes , foliolo central cortamente peciolado, haz verde oscuro, envés plateado pálido o grisáceo, Inflorecencias en panículas terminales sobre pedúnculos erguidos, hasta 10 cm de largo; flores amarillas a veces con estrías pardas o rojas , 2 cm de largo; fruto comprimido , con una depresión en diagonal, semillas 4-6, globosas y algo aplastadas , 6 mm de diámetro, de color grisáceo café, rojo, negro o crema , a veces con manchas oscuras. El rango de temperatura oscila entre 16 - 35 ° C , la optima es de 18 -28 ° C , el rango de precipitación (mm/año) es de 530 -4030 , la optima es de 700 -2000 , y la altura (msnm) donde se encuentra es de 0 -2000 y la optima es 0 -800 (Binder, 1997).

Cuadro 1. Tolerancia de Gandul(*Cajanus. Cajan L. Mills*) a :

SEQUÍA	INUNDACIÓN	SOMBRA	QUEMA
Excelente	Poca	Buena	Poca

Fuente: Manual de leguminosas de Nicaragua, 1997.

Crece en suelos pobres y con poco contenido de P, pH 4.5-8.4 (optimo 5.0 -7.0) , Textura arenoso -Franca a arcillosa .Algunas variedades toleran salinidad.

Rendimiento de semilla:12.5 - 30 quintales por manzana. Una poda de planta a una altura de 0.8 - 1 m aumenta el numero de vainas y la producción de semillas. Presenta un contenido de humedad del 11 %, proteína 20.8, grasas 0.8, fibra 9.4 y ceniza 3.8 (Binder, 1997).

Utilización:

Alimentación humana: Las semillas se utilizan en la alimentación humana tienen un gran contenido de lisina y metionina. Se preparan sopas ,papillas y harina. Las vainas y semillas sin madurar se usan para la preparación de ensaladas y conservas.

Alimentación animal: Las semillas se utilizan como pienso para el ganado. En raciones para las aves puede constituir hasta el 30%, asimismo, las vainas tiernas y las hojas pueden ser un excelente forraje. Además el Gandul se siembra como en cultivo en callejones, arbusto de sombra, en cortinas rompe vientos y en barreras vivas.

Cuadro 2. Composición química del tejido en estado de floración y formación de vainas.

CARACTERIZACIÓN DE LA MUESTRA	NUTRIENTES EN % DE M.S						RELACIÓN C/N
	N	P	K	Ca	Mg	C	
150, días, Brasil	2.61	0.14	2.61	1.79	0.45	56.30	21.57

Fuente: Manual de leguminosas de Nicaragua 1997.

Potencial como planta forrajera: El potencial como forraje es moderado .Produce hasta tres cortes por año y persiste 3 -4 años. Los cortes al igual que los pastoreos ,se realizan cuando las primeras vainas comienzan a madurar. El Gandul no resiste al meterlo a un pastoreo intenso.

Para asegurar la persistencia puede dejarse crecer hasta unos 125 cm de altura y cortarse hasta unos 60 -80cm de la superficie del suelo. En estas condiciones se puede obtener hasta tres cortes al año con un rendimiento promedio de 45 -60 quintales por manzana de materia seca, o sea,235 -310 quintales por manzana de materia verde por corte. Nunca se debe cortar al ras del suelo porque las plantas no se recuperan. Cortes a una altura menor de 0.8m reducen la sobre vivencia de la planta.

Cuadro 3. Contribución al mejoramiento del suelo:

INCREMENTO DE N.	CONTROL DE COMPACTACIÓN	CONTROL DE EROSIÓN	CONTROL DE HIERBAS INVASORAS
Alto a Moderado 65 – 435 lbs/mz/año	Alto a Moderado	Moderado a bajo	Moderado a Bajo

Fuente: Manual de leguminosas de Nicaragua, 1997.

Es un cultivo que aporta gran cantidad de Nitrógeno, ya que su capacidad de fijación de Nitrógeno es alta. Hojas, tallos y raíces leñosas aumentan el contenido de carbono orgánico y mejoran la estructura del suelo.

2.5. Conservación y mejoramiento de los suelos

La característica agronómica más importante de las leguminosas es su carácter de plantas mejoradoras del terreno. Tienen capacidad de restablecer la fertilidad de los suelos y mejorar sus propiedades físicas. Son plantas pioneras porque actúan de las siguientes formas:

1. Las hojas bien desarrolladas ejercen una protección del suelo por cobertura y mejora de esta manera la condición física, o sea, la estructura, capacidad de retención de agua, infiltración, permeabilidad y resistencia a la erosión.
2. Especies con raíces pivotantes son arados vegetales y se utilizan para remedios para suelos compactados por su extenso y profundo sistema de raíces, que mejoran la porosidad y aireación del suelo.
3. Especies con raíces extensas, profundas y efectivas son bombas de nutrientes porque con facilidad extraen del suelo nutrientes pocos solubles y de capas mas profundas.
4. Las bacterias *rhizobium* en los nódulos de las raíces fijan Nitrógeno atmosférico.
5. Los residuos de cosecha enriquecen el suelo de materia orgánica (Binder, 1997).

2.6. Características de las leguminosas en Nicaragua

Unos de los problemas actuales mas agudos es precisamente el déficit proteico de la alimentación de millones de habitantes de las regiones de clima cálido. En este sentido la incorporación de la agricultura y ganadería por medio de las leguminosas muy ricas en proteínas y enriquecedoras del suelo, podría ocupar un lugar especial en el desarrollo agrícola del futuro. Existen miles de especies en los trópicos en donde existe la mayor diversidad cuyo potencial alimenticio no ha sido descubierto e investigado todavía (Binder, 1997).

Las Leguminosas, además de ser fuente importante de proteínas y minerales para el ganado, al mismo tiempo mejora el suelo y son una fuente económica de Nitrógeno para otros cultivos. A través de su aporte incrementan la producción de materia seca de las gramíneas asociadas. Muchas leguminosas son relativamente resistentes a la sequía por su sistema radicular pivotante y profundo que les permite explorar un volumen grande de suelo y resistir periodos largos de sequía. Particularmente resistentes son: Gandul (*Cajanus cajan*) Frijol blanco (*Phaseolus acutifolius*), Caupi (*Vigna unguiculata*), Canavalia (*Canavalia ensiformis*) y otras (Binder, 1997).

Hay una serie de leguminosas que tienen pocos requerimientos en cuanto a fertilidad del suelo. Gandul, Frijol terciopelo, y otras se desarrollan en suelos pobres y se pueden utilizar para recuperar suelos. Por su simbiosis con las bacterias *Rhizobium*, las leguminosas son capaces de fijar Nitrógeno. Por ende, a pesar del elevado contenido de Nitrógeno en las hojas y granos, el requerimiento de este elemento para las leguminosas es pequeño, debido a que gran parte del Nitrógeno necesario lo reciben como resultado de la actividad de las bacterias fijadoras. Del Nitrógeno del suelo solo consumen durante los primeros 15 -25 días de desarrollo, hasta que la formación de nódulos en las raíces permite a las bacterias desarrollares (Binder, 1997).

La mayoría de las leguminosas necesitan mucho Fósforo en el suelo, en comparación con los cereales. Sin embargo, las leguminosas aprovechan el contenido de fósforo del suelo con mayor facilidad que otras plantas, ya que sus raíces producen un elevado grado de acidez, disolviendo de esta manera formas insolubles del Fósforo. Además lo asimilan mejor, debido a su mayor superficie de absorción radicular (Binder, 1997).

2.7. Erosión de suelo

La causa principal de la erosión de suelo y del exceso del escurrimiento del agua de lluvia es la remoción de la capa vegetativa del suelo que llevan acabo las poblaciones humanas y de ganado y que es una de las graves consecuencias de nuestra constante y creciente sobre utilización de los recursos de la tierra en el mundo (Banco Mundial, 1995).

La erosión de suelo es verdaderamente un problema mundial y la necesidad de conservarlo ha cobrado importancia critica en muchos países. Por ejemplo, más de la mitad de las tierras cultivables de la India están perdiendo productividad debido a que la capa arable esta siendo arrastrada por las aguas y el viento con mas rapidez de lo que tardan las fuerzas naturales en reponerla. La reducción de la capa arable significa que las plantas tienen menos acceso a los nutrientes esenciales del suelo y del agua (Banco Mundial, 1995).

2.7.1. Tolerancia a la pérdida de suelo

La tolerancia de pérdida de suelo es la tasa máxima de erosión de suelo que permite que se sostenga un alto nivel de productividad (Kirby y Morgan ,1984).

Por lo general a los suelos profundos de textura media, moderadamente permeables y que tienen características de subsuelo favorables para el crecimiento de las plantas se les asignaron tasas de tolerancias de 1.1 kg./m/año. A los suelos con una zona radicular superficial u otras características de detrimentos se les asigna tolerancias inferiores.

La tolerancia de suelo para un suelo específico se utiliza como una guía para la planificación en la conservación de suelos. La ecuación universal de pérdidas de suelo (EUPS) se utiliza para estimar la pérdida de suelo real y para evaluar como los cambios en las prácticas puede aplicarse para reducir las pérdidas de suelo bajo el nivel de tolerancia (Kirby y Morgan, 1984).

2.8. Parcelas de Escorrentía

2.8.1. Cuando se ha de utilizar parcelas de escorrentía

Uno de los mejores usos de las parcelas de escorrentía es la demostración, cuando la finalidad es demostrar hechos conocidos. Entre otros ejemplos, para mostrar a los agricultores que se está produciendo una erosión grave o mostrarles que la erosión es mucho menor en una parcela que está cubierta de vegetación que una parcela desnuda. En este caso las magnitudes reales de la erosión no son importantes por lo que no es necesario proceder a repeticiones ni recurrir a sistemas colectores complicados que tratan de captar toda la pérdida de suelo.

Otra utilización válida está en los estudios comparativos, por ejemplo para probar o demostrar o tener una indicación aproximada del efecto en la escorrentía o en la erosión de una simple comparación como la existencia o no de una cubierta del suelo o la cuantía de la escorrentía en la cima y en la base de una ladera.

Un tercer uso posible es para obtener datos que se van emplear para construir o para validar un modelo o ecuación destinado a predecir la escorrentía, o la pérdida de suelo. El ejemplo clásico es la ecuación universal de las pérdidas de suelo, que de hecho no es en absoluto universal puesto que solo es aplicable a la mitad oriental de los Estados Unidos (FAO, 1997).

2.8.2. Los problemas relacionados con las parcelas de esorrentía.

1. Las parcelas de esorrentía tienen altos costos de construcción, de mantenimiento y funcionamiento.
2. Emplear una gran cantidad de tiempo de personal de diferentes niveles. Existe mucho trabajo manual no calificado en el trabajo con las parcelas, en la aplicación de los tratamientos y el vaciado de las cisternas, toda esta actividad tiene que revisarse escrupulosamente o los resultados serán erróneos. Los intentos de capacitar personal no experimentado o agricultores locales para que efectúen las mediciones o realicen algunas actividades suelen no dar éxito incluso cuando el programa de capacitación parezca ser el adecuado.
3. Hacen falta servicios e instalaciones de apoyo así como un personal disponible en forma inmediata. Son necesarios laboratorios para analizar las muestras, y también hay que efectuar reparaciones del equipo eléctrico y mecánico.
4. Las parcelas de esorrentía tienen todos los problemas y dificultades de los ensayos agronómicos, a lo que se agregan los problemas muchos mas difíciles de la recolección, captura y registros del suelo y el agua (FAO, 1997).

2.9 Características del maíz NB-6 y frijol criollo

2.9.1. Maíz NB-6

Es una variedad mejorada de maíz tolerante al achaparramiento (lapeado), entre sus características morfológicas y agronómicas estás (INTA, 1995).

Familia	gramínea
Tipo de variedad	polinización libre
Días a flor	56
Altura de planta	235 cm
Color del grano	Blanco
Cobertura de mazorca	Buena
Rendimiento qq/mz	60 a 70
Días de madurez fisiológica	110

Madurez relativa	Intermedia
Origen	Nicaragua

Se recomienda para siembra de riego, primera, postrera, y postreron.

2.9.2. Frijol criollo.

El frijol criollo se caracteriza (Tapia y Camacho, 1988.)

Familia	Leguminosa
Días a madurez fisiológica	56 a 70
Color del grano	Negro hasta Rojo
Forma del grano	largas ariñonadas, alargada ovoides
Rendimiento qq/mz	7 a 12
Fruto	Vaina
Origen	México y la zona central de Sur América.

Las variedades criollas están adaptadas a condiciones de infertilidad de suelo caracterizada por Ph ácidos y carencia de fósforo asimilable.

2.10. Análisis Económico

2.10.1. Evaluación Económica

La formulación de las recomendaciones para los agricultores debe ser tan eficiente como sea posible. Las condiciones en que viven y trabajan los agricultores difieren en casi todos los aspectos imaginables, pues poseen distintas cantidades y clases de tierras, diferentes recursos económicos diversas actitudes hacia el riesgo, acceso variable a la mano de obra, distintas oportunidades de comercializar sus productos, etc. Aún cuando muchas de estas diferencias pueden influir en la respuesta del agricultor a las recomendaciones, resulta imposible formular una recomendación distinta para cada agricultor (CIMMYT, 1988).

Desde el punto de vista práctico, los investigadores deben identificar grupos de agricultores cuyas circunstancias son lo suficientemente semejantes como para que una sola recomendación resulte adecuada.

En relación con el riesgo deberán generar tecnologías nuevas no solo más productivas en rendimientos e ingresos, sino también, que no incrementen los riesgos de pérdidas en los años desfavorables en comparación a las tecnologías tradicionales. Las tecnologías que cumplan con esta condición tendrán, obviamente, una mayor capacidad de ser adoptadas por los productores de subsistencia (Volke, 1986).

Se considera que una tecnología es viable solo si los ingresos que producen son suficientes para cumplir completamente los costos de inversión y de operación requeridos durante el ciclo productivo, o sea, que la tecnología debe proporcionar suficientes retornos para conservar y motivar la permanencia en producción de diversos recursos como tierra, mano de obra, e incluso el mismo productor (CATIE, 1985).

En las circunstancias actuales el análisis económico y financiero es una de las principales herramientas necesarias en los procesos de decisión. Ninguna técnica de producción deberá considerarse validada si el interés económico de aquella no ha quedado clara perfectamente y el riesgo inherente debidamente medido. Esta consideración es generalmente aceptada por las entidades que desarrollan y tecnología, sin embargo la ausencia de este componente es una constante en la mayoría de las entidades que han realizado actividades de validación de tecnología en Nicaragua. (PASOLAC - COSUDE, 1993).

Ante la importancia que tendría el riesgo en la actividad agropecuaria y la adopción de tecnologías nuevas por los productores de subsistencia, para su adopción no solo se habrán de generar tecnologías que sean superiores a las tecnologías tradicionales en

cuanto a ingreso, sino que sean menos riesgosas per se para que puedan ser preferidas por los productores aversores al riesgo (Volke , 1986).

Un proyecto de inversión evaluado adecuadamente debe de medir los costos de invertir en este proyecto o la alternativa de inversión, para poder comparar tales resultados con los criterios básicos prefijados y con los resultados obtenidos del mismo proceso en las otras alternativas de inversión, que se consideran como opciones o alternativas a la que esta siendo evaluada (Aguirre , 1985).

El elemento mas importante que se añade a la incertidumbre ecológica y socioeconómica del negocio agropecuario es el uso alternativo de los fondos de inversión, por lo cual es necesario que sus evaluaciones tomen en consideración el valor del dinero y el efecto del tiempo sobre el mismo (Aguirre, 1985).

Desde el punto de vista del producto nacional bruto, la importancia económica de las pequeñas fincas no es directamente proporcional a su importancia numérica, debido a la baja productividad de las actividades que desarrollan y al estilo productivo que las caracteriza. Se plantean las siguientes características (CATIE - PRONORTE, 1989).

1. Objetivo principal el proveer alimentos para la familia del campesino.
2. Proveer dinero en efectivo para cubrir las necesidades de la familia que no son satisfechas por la actividad de la finca.
3. Las actividades de las fincas se caracterizan por las características del autoconsumo, lo que implican que las mismas no están enfocadas hacia la producción para el mercado. En la comprensión de los sistemas de producción de estos agricultores, la seguridad de obtener la cosecha indispensable es crucial y esa preocupación define y explica las múltiples actividades que realizan en la finca.
4. Los cultivos en su mayoría en topografía inclinada propician la degradación y agotamiento de los suelos.

A partir de esta realidad, es imperativo el estudio, análisis y comprensión de estos sistemas, a fin de formular alternativas para alcanzar mayor nivel de eficiencia.

En un estudio de evaluación socioeconómica de tres manejos de barreras vivas de *Gliricidia sepium*. Jacquin Kunth ex Walpers, en parcelas de escurrimientos en tres sitios de la cuenca el Pital, el análisis económico demostró que las mejores opciones de retorno económico para los productores la brinda la práctica de barrera viva, poda sin bordo de infiltración. Además concluye que la situación de la familia campesina, define la disposición de mano de obra tanto a las tecnologías evaluadas como al patrimonio de los agricultores, resultando un factor importante en el comportamiento de los rendimientos (Díaz, 1996).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Localización

Este experimento se localiza en la finca San Marcos microcuenca Diriomo , Subcuenca el Pital, entre las coordenadas geográficas 11° 51' 43" Latitud Norte y 86° 04' 43" Longitud O este, Departamento de Granada, Municipio de Diria, comarca los Jirones, a 49 km al Sur Este de la ciudad de Managua, a unos 380 msnm aproximadamente. El área total de la finca son de 10 ha y dedican el 100% a la producción de granos básicos.(Figura 1)

La familia de la finca San Marcos está compuesta por 11 personas, poseen escritura privada a nombre del señor Justo Denis Barrios y tienen un área de 10 ha

3.2. Características del sitio experimental

3.2.1. Geología:

El área de la subcuenca del Pital forma parte del flanco Sur - Occidental de la depresión de Nicaragua, constituye un área de origen predominantemente volcánico en la cual las características geomorfológicas varían desde las planicies hasta la montaña abrupta.

La mayoría de los afloramientos rocosos del área están constituidos por piroclastos relacionados a un vulcanismo bastante antiguo, que ha dado lugar a la formación de potentes depósitos. El área de estudio está situada en las proximidades de algunas de las estructuras geológicas más sobresalientes de Nicaragua.

Sobresale fuera del área, en el borde Norte y Este la estructura levantada por la cordillera volcánica cuaternaria joven, formada por la laguna de Apoyo y el volcán Mombacho, perteneciente a la prolongación de la cordillera de los Maribios.

Esta línea de volcanes se formó durante el hundimiento de la depresión nicaragüense, a lo largo de la falla Occidental.

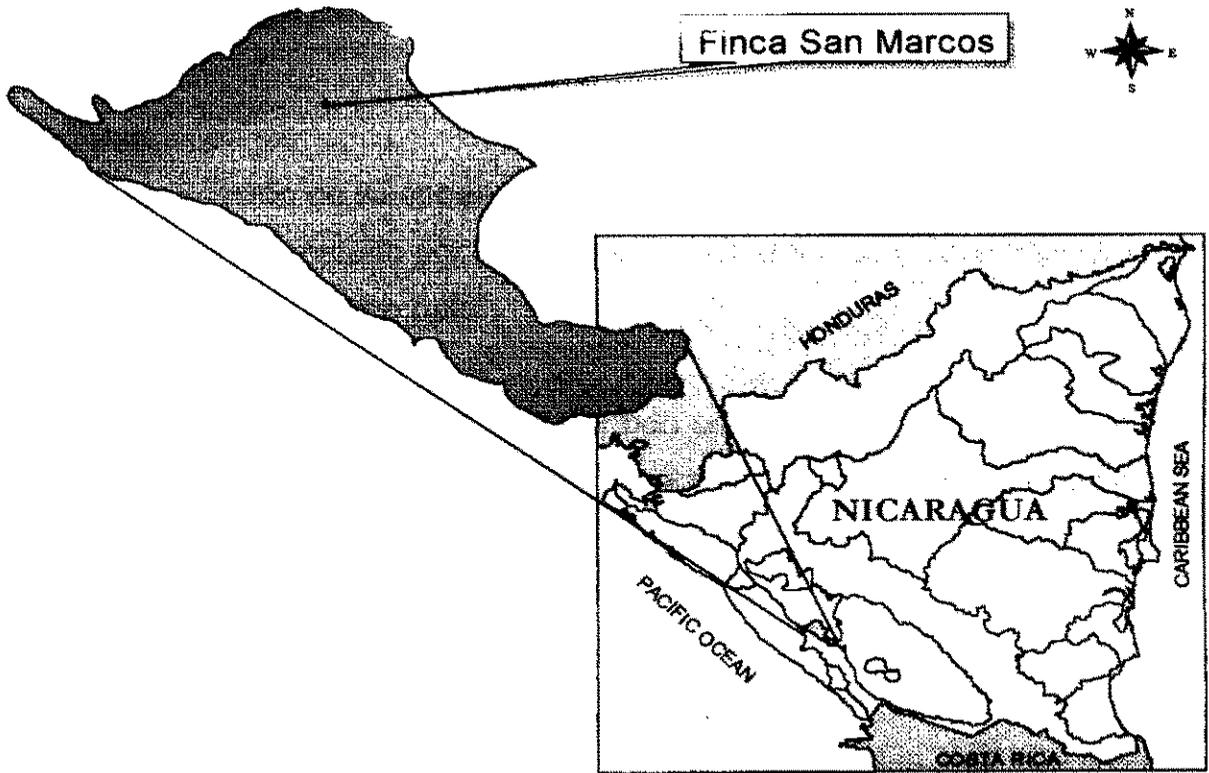


Fig. 1 Localización del área de estudio.

3.2.2. Suelos

Estos suelos pertenecen a la serie Diriomo, profundos, bien drenados, levemente erosionados, relieve plano a muy ligeramente ondulado con pendiente de 0% - 8%, desarrollado a partir de cenizas volcánicas sobre materiales pómez. Para la finca San Marcos de esta serie de suelos, el perfil se clasificó como Alfic Haplustands.

Los suelos de la serie Diriomo, presentan mayor contenido de arcilla y limo con mayor susceptibilidad a la erosión hídrica, por el hecho de reducirse la infiltración de agua y tener partículas más livianas como limo.

3.2.3. Clima

Según la clasificación de Koeppen, el clima pertenece al tropical sub húmedo bimodal (Aw2), viéndose influenciado por las corrientes ecuatoriales y tropicales que afectan la parte Sur - Oeste de nuestro país.

La estación lluviosa se presenta en el periodo comprendido entre los meses de Mayo y Octubre, representando el 90% de las precipitaciones anuales. Esta etapa es afectada por un periodo seco llamado canícula que se extiende desde el 15 de Julio al 10 o 15 de Agosto, siendo utilizada para la recolección de granos de la siembra de primera. Los meses de mayor precipitación son Julio, Septiembre y Octubre. La precipitación promedio en la zona es de 1500mm, según mapa de isoyetas del periodo comprendido entre 1970-1990. Estas también reflejan altas variaciones de un año a otro con fluctuaciones que van desde los 500mm a los 1900mm.

La temperatura promedio es de 25°C, valor que disminuye hacia el Este, dada la elevación del volcán Mombacho. Debido a que la cobertura de las estaciones es muy deficiente se utilizó el método de aeronáutica civil, la cual tomó como parámetro que por cada 100 m de elevación la temperatura sufre una variación de 0.55°C.

La evaporación promedio anual corresponde a 1931 mm siendo los meses de mayor evaporación Mayo y Abril y los meses de menor evaporación Octubre y Noviembre.

Los vientos que predominan en la zona son los vientos Alisios, provenientes del Nor Oeste manteniéndose durante todo el año. Los valores medios mensuales en km/h, obtenidos de las estaciones próximas y utilizadas para los vuelos de fumigación fueron los siguientes:

Cuadro 4. Valores medios mensuales de la velocidad del viento en km/h, registrada para los 12 meses.

EN.	FBR.	MRZ.	ABL.	MAY.	JUN.	JUL.	AGT.	SPT.	OTB.	NOV.	DIC.
9.6	11.8	11.6	13.2	9.7	7.5	13.2	11.4	9.0	5.6	6.9	11

La humedad relativa promedio registrada entre 1964-1990 fue de 80%. Esta humedad relativa ha sufrido trastornos a consecuencia de las alternativas ecológicas ejercidas en la zona.

3.4. Establecimiento del experimento

3.4.1. Cultivo de maíz (*Zea mays L.*) de primera en contorno

El Maíz se sembró el 7 de Junio de 1998, la preparación del suelo se realizo manual, con azadón a los 15 días antes de la siembra y al momento de la siembra, la variedad de maíz utilizada fue NB-6, con una distancia de siembra de 80 cm entre surcos y 30 cm entre planta, con dos semillas por golpe, siendo la densidad poblacional de 41,666 ptas/ha⁻¹ para los tratamientos sin barrera viva (T4) y 38,333 ptas/ha⁻¹ para tratamientos con barreras vivas (T1, T2,T3) para la finca San Marcos, que pierde el 8% de su área total por barrera viva. El control de maleza se realizo con azadón a los 15 días y el aporque a los 30 dds.

3.4.2. Cultivo de Frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), en postrera, en contorno

El Frijol se sembró el 10 de Octubre de 1998, la preparación de suelo se realizó, manual con azadón, a los 8 días antes de la siembra y al momento de la siembra. La variedad que se utilizó para la siembra fue Frijol criollo, la distancia de siembra fue de 40 cm entre surcos y 10 cm entre planta, con dos semillas por golpe, con una densidad poblacional de 250,000 ptas/ha⁻¹, en tratamientos sin barrera viva (T4) y 230,000 ptas/ha⁻¹ para tratamientos con barrera viva (T1, T2, T3) donde se pierde el 8% de su área total para la finca San Marcos. El control de maleza fue manual con azadón 21 dds.

3.4.3. Barreras Vivas

Las barreras vivas de madero negro hay que señalar que tenían tres años de establecidas y fueron sembradas a una distancia de 20 cm con respecto a las barreras vivas de Gandul y Vetiver que se establecieron dos meses antes que se estableciera el cultivo de maíz en contorno, además la distancia de siembra del Gandul fue de 18 semillas por metro lineal; pero el Vetiver se sembró a una distancia de siembra de 15 cm entre macolla.

3.5. Toma de datos de cosecha

Para la toma de datos de campo se cosechó un área útil de 32 m² para tratamientos con barreras vivas y 40 m² para tratamientos sin barrera viva y luego se extrapola los rendimientos a una hectárea. Para el caso de la producción de barreras vivas (biomasa, leña, estacones) en la cual se cosechó 3 m lineales y para transformar estos datos a ton/ha⁻¹ se utilizó el dato de pendiente para la finca en estudio para obtener el distanciamiento de las barreras vivas por una hectárea tomando para este caso 100 m lineales por 100 m de ancho (10000 m²)

3.6. Cálculos para determinar los rendimientos de maíz y frijol

Después de cosechado el maíz y frijol por surco y por parcela, se procedió al secado y desgrane, obteniendo el peso promedio por tratamientos, para un área útil de 32 m²

en parcela con barrera vivas y 40 m² en parcelas sin barreras vivas, que posteriormente se transfirió a kg/ha⁻¹.

3.7. Componentes del sistema de parcelas de erosión

El área experimental esta conformada con 8 parcelas de escurrimiento, con un área de 66.3 m², donde su sedimentos y escurrimientos son canalizados en un sistema donde se almacena su volumen y consistencia.

Está constituido por: Bordes, Canal interceptor, Tubo conductor, Sistema de barriles de almacenamiento, Canal de desviación y Bordes de infiltración.

3.8. Cálculo para determinar pérdidas de suelo y agua

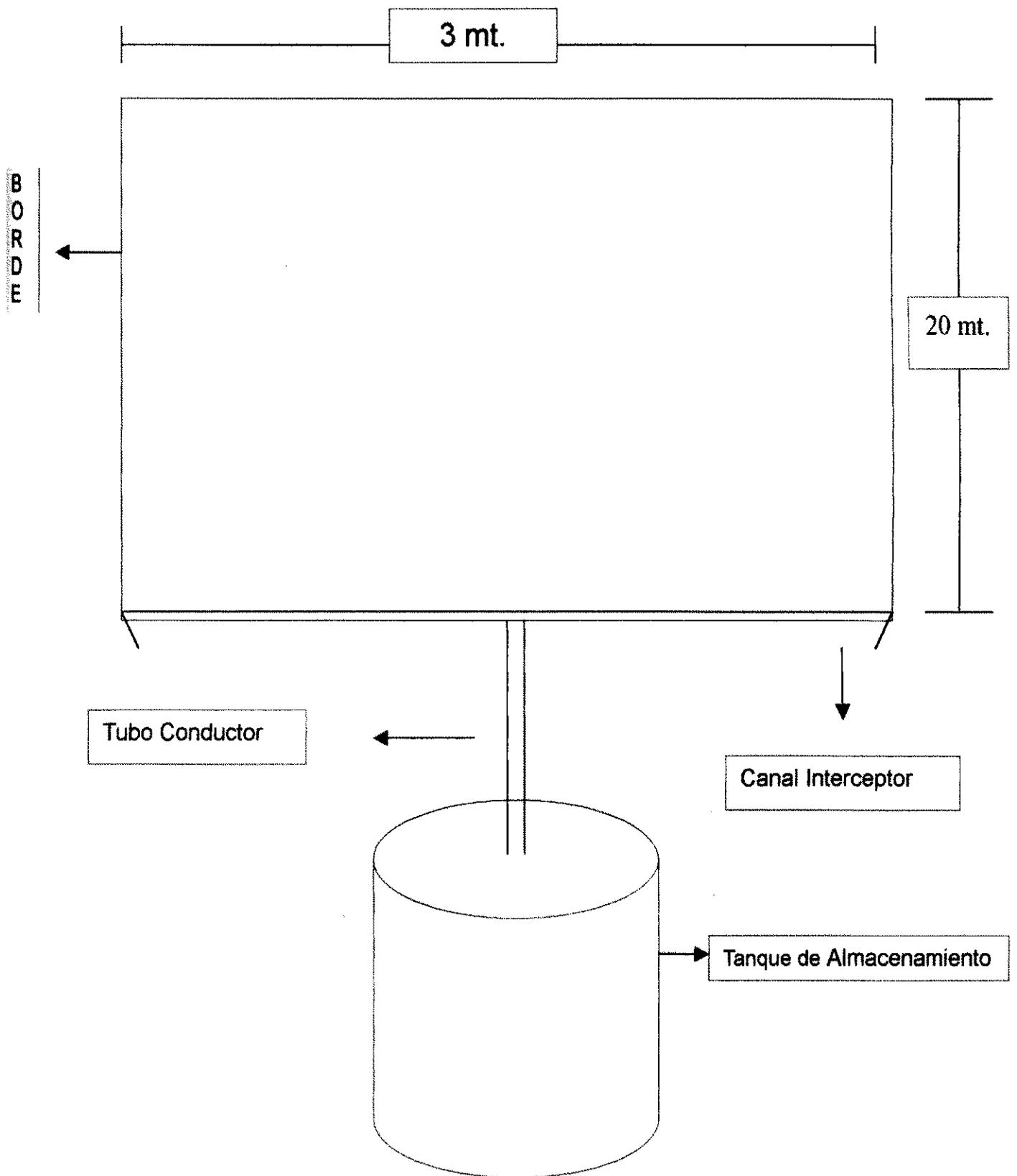
3.8.1. Monitoreo del sistema

Consiste en recolectar las muestras de suelo y agua que son arrastradas por la escorrentía producto de la erosión hídrica, la que se obtienen del tanque recolector de la parcela de escurrimiento después de ocho horas ocurrida la lluvia, en la cual posteriormente se procede a efectuar una lectura total, la lectura del lodo después de drenada el agua y posterior sacar una muestra homogénea en dos tarros de un litro, en dicho tarro se escribe la fecha de colecta, el N° de tratamiento y nombre del productor que toma los datos y posteriormente son trasladados al laboratorio.

3.8.2. Análisis en el laboratorio

Una vez trasladados los recipientes de las parcelas, se les mide el volumen real de las muestras en un beaker y se depositan en un horno a 60°C por 48 horas para determinar el peso de suelo seco por muestra. Donde posteriormente se obtiene su peso seco en gramos por volumen de lodo, este resultado se multiplica por el volumen de lodo total que se obtuvo en el tanque recolector de la parcela de escurrimiento que corresponde a 60 m² posteriormente este dato se transfiere a ton/ha⁻¹ para pérdida de suelo. En lo que corresponde a escurrimiento de agua se toma el volumen total (agua + lodo) de la lectura del estanque de la parcela que también corresponde a 60 m² el cual este resultado se expresa en m³/ha⁻¹ o mm.

Figura 2. Descripción de sistema de parcelas de escurrimiento



Cuadro 5. Cálculo de pérdida de suelo.

Nº DE PARCELA	PESO SECO G.	VOL. LODO LT. LABORATORIO	VOLUMEN. LODO LT PARCELA	PÉRDIDA DE SUELO G. 60 M ²	PÉRDIDA SUELO TON/HA ⁻¹
1	1402	2	80	56080	9.37

Cuadro 6. Cálculo para pérdida de agua:

Nº DE PARCELA	VOLUMEN TOTAL CM	VOLUMEN (LT)	VOLUMEN (LT/ HA ⁻¹)	VOLUMEN. M ³ /HA ⁻¹
1	165	435	72500	72.5

3.9. Cálculo para registro de datos de precipitación

Los registros de precipitación fueron obtenidos a través de un pluviómetro el cual se encontraba ubicado a una distancia de 200 m Sur O este de las parcelas de escurrimiento donde se llevo a cabo el ensayo. Los datos fueron recopilados por el productor, el cual recolectaba el dato después de 8 horas ocurrido el evento lluvioso.

3.10. Análisis estadístico

Referente a los rendimientos totales del cultivo de Maíz y Frijol se aplico un Diseño de Bloques Completamente al Azar (B.C.A) tomando como Bloque 1 la parte alta de la barrera viva y Bloque 2 la parte baja de la barrera viva. Además cabe señalar que el tratamiento que no presentaba barrera viva (testigo), se hizo referencia de los limites de los tratamientos con barreras vivas para delimitar los bloques. Posteriormente a los resultados obtenidos en los rendimientos se le aplico una prueba de separación de medias DMS al 0.05 %.

Ya una vez obtenidos los resultados de pérdidas de suelo y agua expresados en ton/ha⁻¹/año y mm/año respectivamente, y los rendimientos de maíz y frijol expresados en kg./ha, por cada tratamiento con su replica, se utilizó la estadística descriptiva (barras y lineas) para el análisis de estos datos y obtener una mayor visualización de las diferencias entre tratamiento si es que existe.

Sin embargo solo los análisis de pérdidas de suelos y agua, fueron basados a través de la media por tratamiento, las otras variables como precipitación fueron basadas por los datos de registros de campo.

3.11. Descripción de los tratamientos

Tratamiento 1: Barrera viva de Gandul.(*Cajanus cajan. Jacquin Kunth ex Walpers*), con una poda, y cultivo en contorno de Maíz en primera y Frijol en postrera.

Tratamiento 2: Barrera viva de Madero Negro, con poda y extracción de estacones, con cultivo en contorno de Maíz en primera y Frijol en postrera.

Tratamiento 3: Barrera viva de Vetiver, con poda, con cultivo en contorno de Maíz en primera y Frijol en postrera.

Tratamiento 4 (control): Consiste en cultivo en contorno de Maíz en primera y Frijol en postrera sin barrera viva.

TRATAMIENTOS

T1	T2	T4	T1	T2	T3	T3	T4
∩∩	∩∩		∩∩	∩∩	∩∩	∩∩	

∩: Barrera viva

Figura 3. Disposición esquemática de los tratamientos para la finca San Marcos, 1998.

La disposición y la ubicación de cómo se encontraban distribuidos los tratamientos en las parcelas de escurrimiento se observa en la figura 2.

3.12. Cálculo de producción de biomasa de Madero Negro

Para obtener datos de producción de biomasa de Madero Negro para 1998 se procedió de la siguiente manera: Se realizaron podas en los meses de Octubre y Diciembre para la finca San Marcos. Una vez colectadas dichas podas se procedió a pesar el material verde (hojas y ramas) en kg/m en cada parcela donde se evaluaba como barrera viva al Madero Negro, posteriormente se hizo uso de un coeficiente de conversión de materia verde a material seco que es de 0.36 para hojas y 0.54 para ramas (Mendoza, 1996) donde se obtuvo un peso seco en kg/m tanto de ramas como de hojas.

3.13. Cálculo de Nitrógeno aprovechable

Se determinó en el campo el peso promedio del material foliar producido por tratamiento en el año, la producción lineal fue extrapolada a 1 ha , bajo el supuesto de presentar una pendiente uniforme y por tanto el mismo distanciamiento entre barreras. Para el cálculo de Nitrógeno obtenido de la biomasa de Madero Negro consideramos el criterio de Nair, 1984. La biomasa del Madero Negro contiene un 3.7 % de Nitrógeno. Dada que en área de estudio no se registran balances de fertilidad de suelos consideramos asumir un 50% de Nitrógeno asimilable del total aportado por la biomasa del Madero Negro, considerando recomendación Wever,(1996) ,quien señala que entre un 75% y 50% de nitrógeno liberado por algunas leguminosas se pierde por lixiviación, competencia, extracción, volatilización por tal razón es mejor pensar en un 50% de nitrógeno disponible o aprovechable por los cultivos.

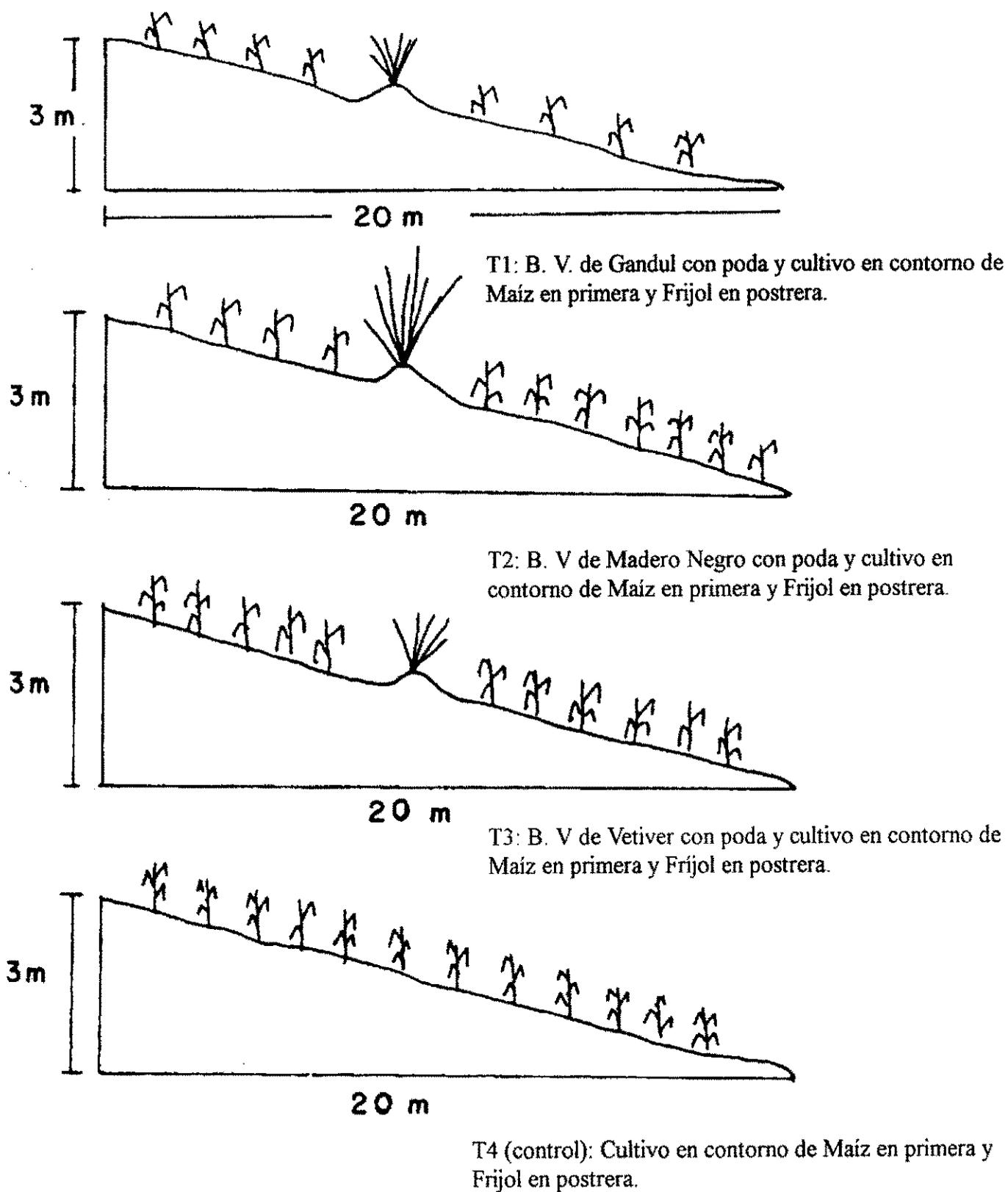


Figura 4. Tratamientos finca San Marcos, 1998.

3.14. Metodología del Análisis económico

La evaluación económica se realizó a través de la metodología del CIMMYT(1998). El cual presenta una serie de procedimientos para realizar el análisis económico de los resultados obtenidos en los ensayos en fincas, que los científicos agrícolas podrán utilizar al formular recomendaciones para los agricultores a partir de datos agronómicos. Utilizando el presupuesto parcial y análisis marginal lo que implica conocer:

1. **Presupuesto parcial:** Este es un método que se utiliza para organizar los datos experimentales con el fin de obtener los costos y los beneficios de los tratamientos alternativos.
2. **Rendimientos medios por tratamientos kg./ha^{-1} :** Cantidad de producto obtenido por tratamiento.
3. **Rendimiento ajustado kg./ha^{-1} :** Es el rendimiento medio reducido en un cierto porcentaje con el fin de reflejar la diferencia entre el rendimiento experimental y el que el agricultor podría lograr con ese tratamiento.
4. **Beneficio bruto de campo:** Valora el rendimiento ajustado para cada tratamiento. Para calcular el beneficio bruto de campo es necesario conocer el precio de campo del producto. El precio de campo es el valor de un kg. del producto para el agricultor.
 $\text{BBC} = \text{Precio de campo} * \text{Rendimiento ajustado}$.
5. **Costos que varían $\text{C\$/ha}^{-1}$:** Son los costos por hectárea relacionados con los insumos comprados, la mano de obra, maquinaria que varía de un tratamiento a otro.
6. **Precio de campo por insumo $\text{C\$/ha}^{-1}$:** Es el valor que se sacrifica para usar una unidad adicional del insumo en la parcela.

El precio de campo se expresa en términos de unidades físicas de venta (Por ejemplo C\$ por kg. de semilla, por litro de herbicidad, por día de trabajo u hora de trabajo con tractor.)

7. **Costos de campo de insumo $\text{C\$/ha}^{-1}$:** Es el precio de campo multiplicado por la cantidad de unidades físicas de un insumo que se necesita en un área determinada.
8. **Total de costos que varían (CTV) $\text{C\$/ha}^{-1}$:** Es la suma de todos los, costos que varían para un determinado tratamiento.

9. **Beneficios Netos (BN) C\$/ha⁻¹:** Se obtienen restando el total de costos que varían de los beneficios brutos de campo de cada tratamiento.
10. **Análisis de dominancia:** Se efectúa, primero, ordenando los tratamientos de menores a mayores totales de costos que varían. Se dice entonces que un tratamiento es dominado cuando tiene beneficios netos menores o iguales a los de un tratamiento de costos que varían más bajos.
11. **Curva de beneficios netos:** Cada tratamiento, se identifica con un punto según sus beneficios netos y el total de costos que varían. Las alternativas que no son dominadas se unen con una línea.
12. **Tasa de retorno marginal:** Beneficio neto marginal (es decir, el aumento en beneficios netos) dividido por el costo marginal (aumento en costos que varían), expresada en un porcentaje.
13. **Análisis marginal:** O sea el procedimiento por el cual se calculan las tasas de retornos marginales entre los tratamientos no dominados (comenzando con el tratamiento de menor costo y procediendo paso a paso a los que le sigue en escala ascendente) y se comparan esas tasas de retornos con la tasa de retorno mínima aceptable para el agricultor.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Erosión hídrica

La erosión hídrica es un problema principalmente en las tierras de laderas donde generalmente viven los pequeños y medianos productores los cuales generalmente no tienen acceso a ningún tipo de tecnología por lo que el fenómeno de erosión se vuelve un grave problema.

La Figura 4, muestra valores altos de precipitación en Septiembre y anormales en Octubre, producto del huracán Mitch. El mes de menor precipitación fue Junio, en cual ocurrió el fenómeno de sequía llamado EL Niño. En este particular se observa un aumento ascendente de las precipitaciones excepto en Junio y Noviembre que fueron los meses de menor precipitación. Además la gráfica muestra que el mes de mayor precipitación fue el mes de Octubre por presentarse en este mes el desastre natural conocido como el Mitch.

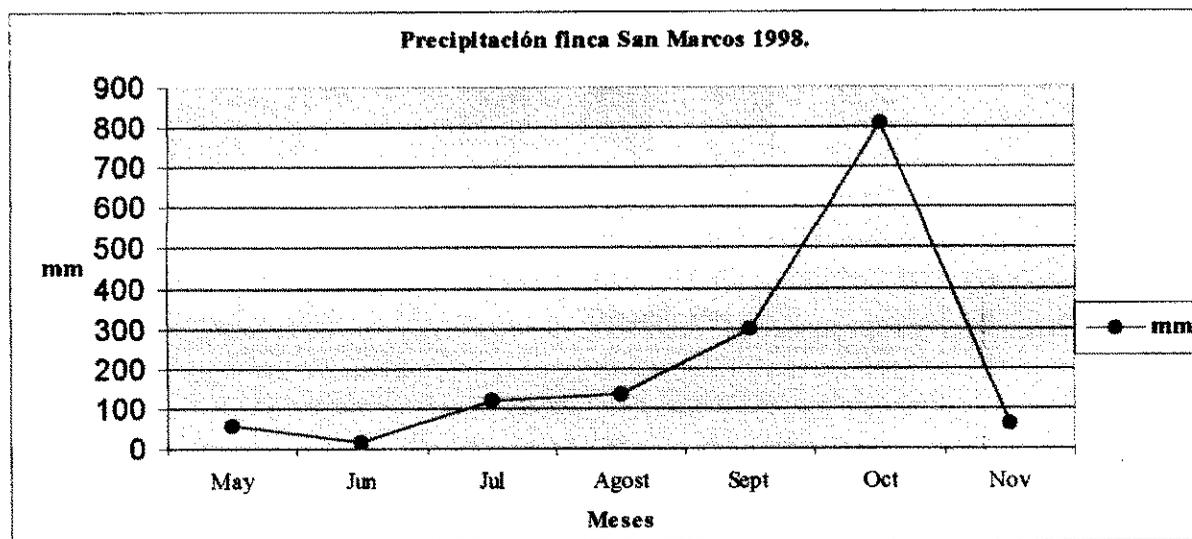


Figura 4. Precipitación finca San Marcos, 1998

Cabe señalar que el factor precipitación afecta los rendimientos del cultivo cuando las lluvias no son distribuidas uniformemente durante el desarrollo del cultivo, además

cuando las lluvias son muy intensas afecta las pérdidas de suelo y agua, destruye las propiedades físicas del suelo principalmente cuando el suelo no presenta ningún tipo de cobertura que intercepte las gotas de lluvias para disminuir el impacto de las mismas. de cuando las lluvias son muy intensas.

4.1.1. Pérdidas de suelo

Durante el año de 1998 con presencia de precipitaciones irregulares y presencia de desastres naturales como el Mitch se acentuó más el proceso de erosión hídrica registrándose pérdidas de suelo mayores a la tolerancia propuesta por Mannering (1981), de 4 a 8 t/ha⁻¹/año.

En la Figura 5, se observa que el tratamiento 4 fue el que presenta las mayores pérdidas de suelo con 100.81 ton/ha⁻¹/año, debido a que este tratamiento no presenta barrera viva.

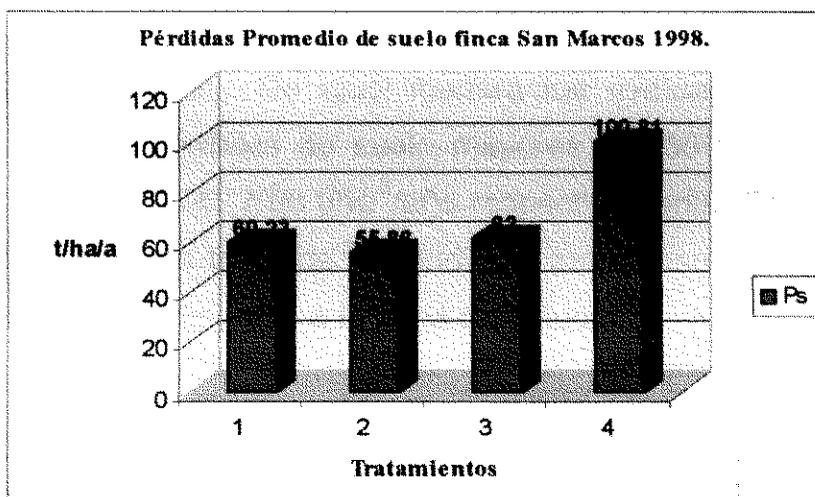


Figura 5. Pérdidas promedio de suelo finca San Marcos, 1998

Es importante señalar que las menores pérdidas promedio de suelo se obtuvieron con los tratamientos 3, 1, y 2 con 62.0, 60.23, y 55.86 t/ha⁻¹/año respectivamente. Una posible razón de este comportamiento es que la barrera viva del tratamiento 2 tenía tres años de establecida en relación a las barreras vivas del tratamiento 1 y 3 que tenían un año de establecida hecho que tuvo que ver con las pérdidas promedio de suelo que se obtuvieron por tratamientos.

Debido a que el sistema radicular de las barreras vivas que tenía un año de establecida no había alcanzado su máxima profundidad en relación con el sistema radicular de la barrera viva de Madero Negro.

Además las pérdidas de suelo son elevadas debido a la presencia del desastre natural como fue huracán Mitch, aunque se observa que las barreras tuvieron una tendencia a disminuir las pérdidas promedio de suelo a un 41.11% con relación al tratamiento 4 (sin barreras vivas). Resumiendo los resultados el tratamientos 1, 2 y 3 redujeron las pérdidas de suelo a 40.25%, 44.58% y 38.49 % respectivamente comparado con el tratamiento testigo. Por tanto el tratamiento 2 fue el que redujo mas las pérdidas de suelo aunque similar a los tratamientos 1 y 3 respectivamente.

(Mendoza , 1997), en el mismo sitio y el mismo tratamiento 2, evaluado durante tres años obtuvo pérdidas de suelo de 2.80, 8.01, 2.10, $t/ha^{-1}/año$ para los años 1994, 1995 y 1996 respectivamente. De igual manera fue evaluado el tratamiento 4 o control, el cual presentó pérdidas de suelo mayores al 100% con respecto a las barreras vivas de 16.18, 19.06, 7.00 $t/ha^{-1}/año$ respectivamente. Con la variante que éste tratamiento se manejó a favor de la pendiente estos resultados se presentaron con inviernos normales con respecto a la zona de estudio.

(Pineda y Aguilera ,1998), reportan en las mismas finca y en mismo tratamiento 2, pérdidas de suelo de 7.9 $t/ha^{-1}/año$ y para el tratamiento 4 , el cual consistía en curvas a nivel sin barrera viva se obtuvo pérdidas de suelo de 38.97 $t/ha^{-1}/año$, determinándose que tratamiento 2 era uno de los que se obtenía menores pérdidas de suelo en relación al tratamiento 4 que se obtuvieron las mayores pérdidas de suelo por ser el testigo.

4.1.2. Pérdidas de agua

El registro de las precipitaciones como se observa (Ver figura 4.) el mes de Octubre fue donde las precipitaciones fueron mas altas producto del huracán por ende los volúmenes de agua de escurrimiento principalmente en tierras de laderas fueron altos y aun mas elevados en laderas que no presentaba ninguna practica de conservación de suelo y agua.

En la Figura 6, se observa que las mayores pérdidas promedio de agua se obtuvieron en el tratamiento control (4) con 173.41 mm/año. Las menores pérdidas promedio de agua se obtuvieron en los tratamiento 2, 3, y 1 con 158.8, 159.57, y 161.98 mm/año. Las pérdidas promedio de agua para tratamientos con barreras vivas están dentro del rango de 150 - 162 mm/año con un promedio de 160.11 mm mostrando que los tratamientos con barreras vivas tienen la tendencia a disminuir las pérdidas de agua promedio en un 7.6% en relación al tratamiento sin barrera viva. Los tratamientos con barreras vivas T₁, T₃ y T₂ lograron reducir las pérdidas de agua en 6.59%, 7.98% y 8.42% respectivamente. Estas diferencias fueron mínimas por que los sistemas recién establecidos de barreras vivas no lograron retener los escurrimientos anormales provocados por el huracán Mitch, durante el cual cayeron 700 mm en tres días.

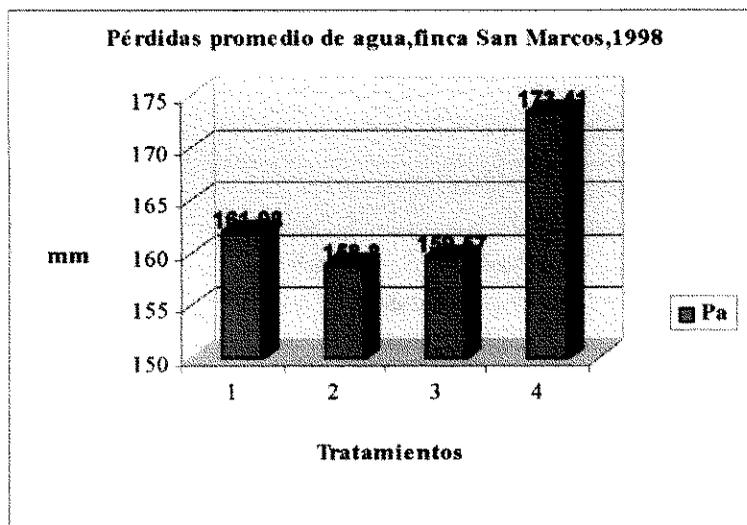


Figura 6. Pérdidas promedio de agua finca San Marcos, 1998.

Hay que destacar que las barreras vivas del tratamiento 2 tienen 3 años de establecida lo que permitió que los escurrimientos fueran menores debido a las terrazas naturales que se forman con el tiempo en las barreras vivas, en cambio las barreras vivas del tratamiento 1 y 3 solo tenían un año de establecidas, pero aún así se observa que los escurrimientos del tratamiento 3 fueron 0.77 mm mayor que el tratamiento que obtuvo las menores pérdidas, esto debido a la capacidad de retención de suelo producto del macollamiento y proliferación de sus raíces que tiene el Vetiver, lo cual contribuye a disminuir el filtrado del agua por la barrera.

4.1.3. Pérdidas de suelo promedio mensual por tratamiento.

En la Figura 7, se muestra que las pérdidas de suelo por tratamiento presentaron la misma tendencia que presentaron las precipitaciones, observándose además que las mayores pérdidas de suelo se dieron en el mes de Octubre con precipitación de 809.4 mm esto fue debido a la presencia del desastre natural, teniendo efectos negativos en las características físicas, químicas y biológicas del suelo, lo que por ende afectó gravemente la producción en este caso de granos básicos.

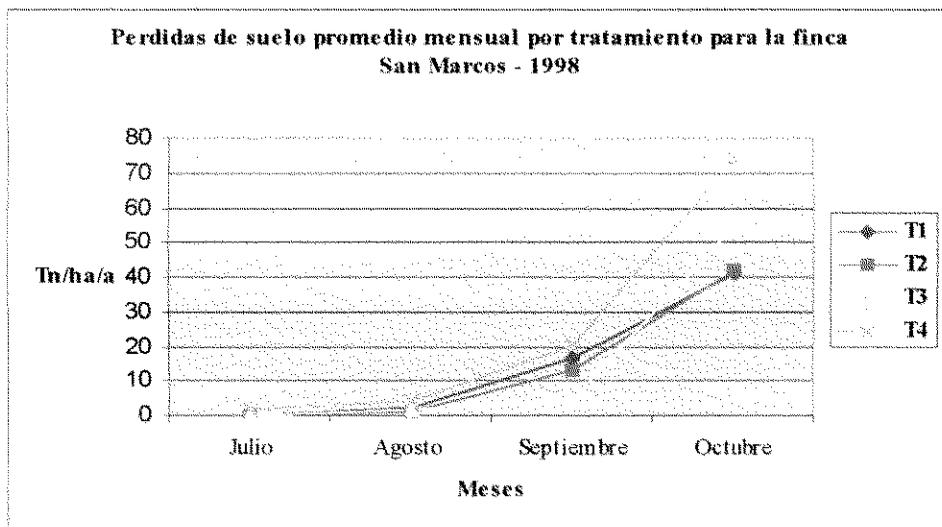


Figura 7. Pérdidas de suelo promedio mensual por tratamiento para la finca San Marcos, 1998.

Además se observa que el tratamiento 4, durante toda la época presentó las mayores pérdidas de suelo comparado a los tratamientos con barreras vivas.

4.2. Rendimientos de Cultivos

4.2.1. Rendimientos de maíz

En el presente ciclo agrícola, los rendimientos de maíz fueron bajos principalmente por la sequía prolongada en los meses de Mayo y Junio (El Niño).

El análisis estadístico presentado en la Cuadro 7, muestra que los mayores rendimientos promedios en maíz se obtienen en el tratamiento 3 con 1598.77 kg./ha¹, además los menores rendimientos se obtuvieron en los tratamientos 1, 4, y 2 con 696.75, 720.82, y 914.47 kg./ha¹ respectivamente aún cuando las barreras vivas del tratamiento 2 tenía tres años de establecida con relación a las otras barreras viva que solo tenía un año de establecida. La causa principal de la reducción de los rendimientos fue la sequía de El Niño que afectó el área experimental, donde únicamente precipitaron 16 mm de agua durante el mes de establecimiento del cultivo de maíz.

Hay que destacar que los rendimientos promedios de maíz para La finca San Marcos fueron de 982.7 kg./ha¹, significando una reducción del 30.99% comparado con los rendimientos de 1997 que fueron de 1424.20 kg./ha¹.

Cuadro 7. Análisis estadísticos y separación de medias para la variable rendimientos de maíz para la finca San Marcos, 1998.

FUENTE DE VARIACIÓN	ANDEVA		MEDIA DE REND. POR TRATAMIENTOS. KG/HA	SEPARACIÓN DE MEDIAS DMS A 0.05
	Fcal.	F tab.		
Tratamientos			T1 = 696.75	T3 A
			T2 = 914.47	T2 B
	26.35	0.011 *	T3 = 1598.77	T4 B
			T4 = 720.82	T1 B
Bloque	104.63	0.002 *		
C.V	11.83%			DMS= 363.74

Según datos presentados en la Cuadro 7 se observa que existen diferencias estadísticas entre los tratamientos evaluados, según la prueba de DMS utilizando $\alpha = 0.05$ demuestra que solamente el tratamiento 3 presenta rendimiento significativamente diferentes al compararlo con el testigo (T4) por lo que se obtuvieron dos categorías estadísticas A y B.

Por otra parte los rendimientos de maíz del tratamiento 1 y 2 presentan rendimientos no significativo, es decir estadísticamente menor al rendimiento que presentó el testigo. Además el tratamiento 3 se destaca por sus altos rendimiento colocandose como categoría A.

Con respecto al bloque resulto significativo lo que indica que el bloqueo fue efectivo, es decir contribuyo significativamente a reducir la magnitud del error experimental.

Además se observa que se obtuvo una alta eficiencia relativa, indicativo del éxito del bloqueo.(Pedroza, 1993). Confirma que tomar tambien en cuenta que tal efecto significativo puede ocurrir tanto por una heterogeneidad captada por el bloqueo en la parcela experimental, como por la interaccion entre tratamientos y bloques, un indicativo de esto se muestra cuando la diferencias entre bloques son extremadamente grandes.

Lo anteriormente dicho se observa en la parcela experimental que los rendimientos de maíz de la parte de arriba de la barrera son superiores a los de la parte de abajo de

dicha barrera debido en gran parte a la gradiente natural de fertilidad. (Anexo 8.12) En la Figura 8, se observa claramente que los mayores rendimientos se obtuvieron en el tratamiento 3 con 1598.77 kg/ha¹ a pesar de que la barrera viva de Vetiver solo tenia un año de establecida. Hay que destacar que el Vetiver no produce efecto de sombra con relación al Madero Negro por tener una altura aproximada de 1.5-2 m cuando se desarrolla bien; aunque también hay que realizarle siempre una poda a los 75-100 cm lo cual ayuda a eliminar el efecto de sombra.

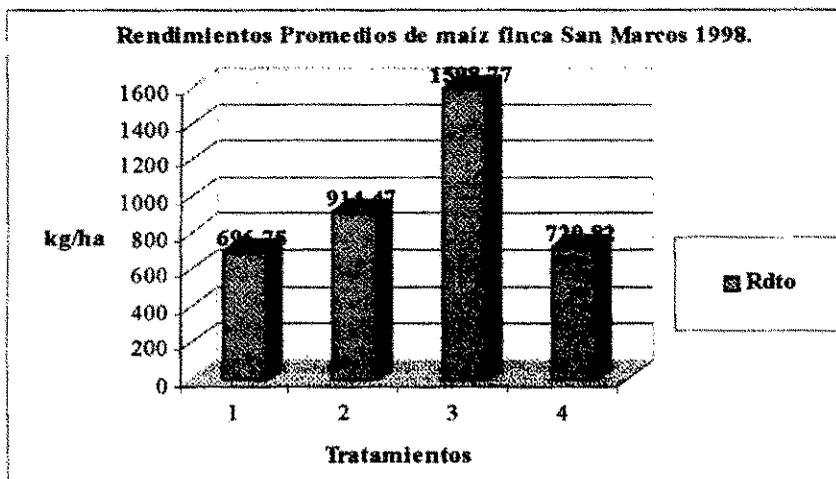


Figura 8. Rendimientos promedios de maíz finca San Marcos, 1998.

Grimshaw (1994). Confirma que el Vetiver muestra una distinta mejoría en su eficiencia cuando los setos envejecen y son más densos.

(Kass et al, 1989). Señala que los rendimientos del maíz son sensiblemente bajos en la época de menor lluvia, a pesar de que el factor luz, es considerado decisivo para algunos investigadores.

Rapidel y Maraoux (1990). Afirman que el cultivo de maíz al alcanzar sus fases llamadas críticas (floración) durante un déficit de alimentación hídrica le provoca efecto depresivos importantes sobre los rendimientos.

Pineda y Aguilera (1997.). Determinaron rendimientos en maíz en la misma finca para los tratamientos 2 y 4 de 1636.37 kg./ha⁻¹ y 668.25 kg/ha⁻¹ para cada tratamiento respectivamente. Los que ya presentaron reducción por efectos de sequía, sin embargo estos son aún superiores a los obtenidos en 1998.

4.2.2. Rendimientos de frijol

Hay que señalar que para el presente estudio año, la producción para la siembra de Postrera fue afectada por las condiciones ambientales que causo el huracán Mitch, tales como: Exceso de humedad, pérdida de la luz solar, excesos de escorrentía, vientos con altas velocidades todos en conjunto afectaron gravemente los rendimientos en este caso para el frijol afectando por tanto los ingresos económicos a la economía campesina.

Según Cuadro 8, el análisis estadístico no presentó diferencias significativas entre tratamiento por lo antes mencionado por lo tanto no se realizo la prueba de separación de media DMS aunque el bloqueo fue significativo.

Además se observa que los mayores rendimientos promedios en frijol fueron para el tratamiento 4 con 88.91 kg./ha⁻¹ seguidos de los tratamientos 3, 1, y 2 con 84.95, 70.44, y 48.73 kg./ha⁻¹ respectivamente, pero el que obtuvo los más bajos rendimientos fue el tratamiento 2.

En el mismo cuadro se observa que los mayores rendimientos promedios en frijol fueron para el tratamiento 4 con 88.91 kg./ha⁻¹ seguidos de los tratamientos 3, 1, y 2 con 84.95, 70.44, y 48.73 kg./ha⁻¹ respectivamente, pero el que obtuvo los más bajos rendimientos fue el tratamiento 2.

Cuadro 8. Análisis estadístico para la variable rendimientos de frijol para la finca San Marcos, 1998.

FUENTE DE VARIACIÓN	ANDEVA		MEDIA DE REND. POR TRATAMIENTOS. KG/HA
Tratamientos	F cal.	F tab.	T1 = 70.44
	0.89	0.537 NS	T2 = 48.73
			T3 = 84.95
			T4 = 88.91
Bloques	7.86	0.066 *	
C. V	37.18 %		

Uno de los problemas del análisis estadístico se le atribuye en gran parte al fenómeno del Mitch y el poco número de repeticiones que se estableció por tratamiento, lo cual no contribuyó a mejorar la precisión del experimento porque no redujo el error estándar del promedio de los tratamientos. (FAO, 1997). Basado en la experiencia con el método de parcelas de escurrimiento, se sugiere que para el trabajo en las parcelas se cuente siempre con un mínimo de tres repeticiones y mejor aun de cuatro o cinco. Con respecto a los coeficientes de variación que se obtuvieron de acuerdo al ANDEVA, se observa que son altos.

Oñoro, (1994). Afirma que en general los coeficientes de variación de rendimientos de cultivos pueden ser menores que 30%, para los tamaños de parcelas que normalmente se emplean en monocultivos. Al emplear sistemas agroforestales las parcelas son de mayor tamaño y, por tanto, se quedan esperar coeficientes de variación de parcelas de arboles empleadas en experimentos agroforestales, usualmente son superiores a 30%. El coeficiente de variación nos indica hasta cierto punto el grado de buena técnica experimental.

Sin embargo a pesar que el análisis estadístico no presentó diferencias estadísticas, en la figura 9 los rendimientos reflejan diferencias pero hay que agregar que estadísticamente no existe diferencias, se observa que el tratamiento 4 obtuvo mayores rendimientos con $88.91 \text{ kg./ha}^{-1}$ con respecto a esto se señala que el tratamiento 4 no presenta barrera viva y que presenta una mayor densidad poblacional con 76391 plantas/ha por no perder área por barrera viva en cambio los tratamientos con barrera viva tienen una densidad poblacional de 500000. Además, el cultivo de frijol es altamente susceptible a la humedad, y seguramente las barreras vivas lograron retener mayor humedad que afectaría significativamente los rendimientos.

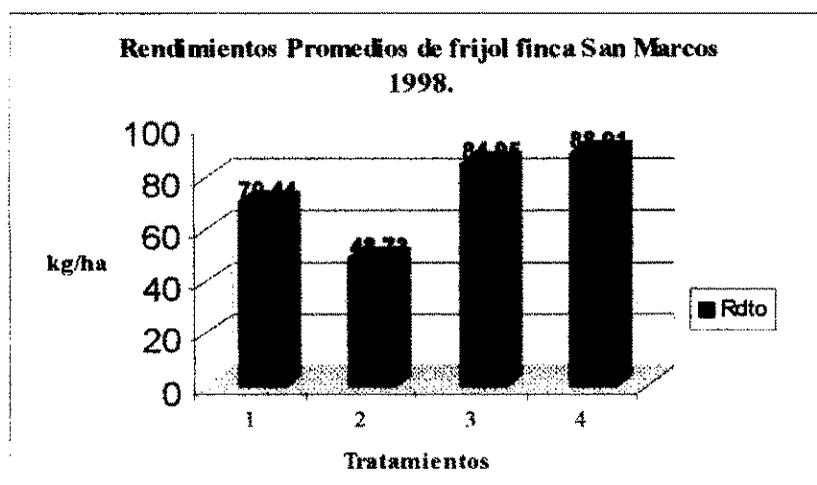


Figura 9. Rendimientos promedios de frijol finca San Marcos, 1998.

Los rendimientos promedios de frijol para 1998 fueron de $73.25 \text{ kg./ha}^{-1}$ resultando menores que los del año de 1997 que fueron de $678.59 \text{ kg./ha}^{-1}$ Diaz,(1997) Aquí la producción de Frijol fue afectada por factor natural antes mencionado disminuyendo los rendimientos en un 89.20% con relación a los rendimientos del año de 1997.

Según resultados presentados en la figura 9 se refleja que los rendimientos son muy bajos por factores antes mencionados si estos se comparan con los rendimientos obtenidos por (Pineda y Aguilera,1997) en la misma finca de estudio donde se

estableció el ensayo y además evaluando el tratamiento 2 y 4 se obtuvieron rendimientos de frijol de 746.87 y 511.25 kg./ha⁻¹ para los tratamientos respectivamente, obteniéndose una reducción de 93.47% y 82.60% con relación a los rendimientos de los tratamientos 2 y 4 del año de 1998.

Algo muy importante de destacar es que para cuando se presentó el fenómeno del Mitch el cultivo del frijol tenía de 20 a 30 días de establecido lo que los excesos de escurrimientos en las parcelas provocó el arrastre de plantas y lesiones al cultivo.

4.3. Análisis Económico Finca San Marcos, 1998

Generalmente los análisis económicos son una herramienta importante para determinar el nivel de ingreso o si el uso de una determinada tecnología es rentable económicamente. En este particular la agricultura esta sujeta a muchos riesgos y a adversos factores ambientales respecto a lo antes expuesto para este año se ocasionaron daños por el fenómeno del Mitch el que afecto no solo la economía de nuestros productores sino también la del país.

Según información ilustrada en la Cuadro 9, en el análisis económico parcial para la finca San Marcos para 1998, se observa que los mayores rendimientos de maíz se obtuvieron con el tratamiento 3 con 1598.47 kg/ha⁻¹, superando a los tratamientos 1, 4, y 2 en un 56.39%, 54.9%, y 42.8% respectivamente, por lo tanto, el beneficio bruto fue mayor en el tratamiento 3 con relación a los demás tratamientos evaluados.

Para el ciclo de postre los rendimientos de frijol fueron muy bajos por causas ya mencionadas, además producto de la escasez de grano en la zona hizo que se elevara el precio de campo del grano de frijol el cual fue alto (13.20 C\$/ha), para nuestro caso como la mayor parte de la producción se perdió, no hubo aporte en lo que respecta a ingresos económicos para el agricultor particularmente para los de la finca de San Marcos.

Los costos totales que varían que se muestran en la Tabla 9 son mayores en el tratamiento 3 con 333.32 C\$/ha los cuales fueron altos debido a que era el primer año de establecimiento de la barrera en este caso de Vetiver además que el precio del material de siembra era alto y se necesita mas material para la siembra con relación a la barrera de Gandul. Sin embargo el tratamiento que generó mayor beneficio neto fue el tratamiento 2 con 4274.5.C\$/ha, debido a producción de biomasa, leña y extracción de estacones. Estos beneficios fueron mayores a pesar de que los rendimientos en maíz fueron superados por el tratamiento 3 en un 42.7%.

Referente a los rendimientos en frijol el aporte que hicieron respecto al beneficio neto fue muy bajo, por factores antes mencionados. Además el beneficio neto del tratamiento 2 fue mayor que el beneficio neto de los tratamientos 4,1 y 3 superando en un 40.51%, 27.9% y 7.19% respectivamente.

Los beneficios netos fueron menores en el tratamiento 4 con 2421.51 C\$/ha⁻¹ ya que no presenta barrera viva y no se obtiene ningún subproducto de la barrera. Y el segundo beneficio neto más bajo fue el del tratamiento 1 con 2935.13 C\$/ha⁻¹.

La producción de biomasa fue baja en el presente año, debido a la sequía que se presentó en la zona de estudio, reduciéndose los aportes de Nitrógeno vía biomasa, y por tanto no ayudo a incrementar aún mas los beneficios netos del tratamiento 2.

Fassbender (1984). Con la disminución de precipitación pluvial decrece la biomasa y la producción de hojarasca. Generalmente el régimen hídrico resulta limitante de la producción vegetal y determina el ecosistema y la materia orgánica del suelo.

Díaz (1996). Reporta para la misma finca y experimento, en el tratamiento 2, mayores beneficios netos (8855.47C\$/ha⁻¹) producto de la mayor producción de biomasa (11610.65 kg/ha⁻¹), a pesar de que en ese año no se realizo extracción de estacones para el mercado.

Cuadro 9. Análisis económico parcial, finca San Marcos ,1998.

CRITERIO	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄
Rdto Prom. maíz (kg/ha)	696.75	914.47	1598.77	720.82
Rdto. Ajustado (kg/ha)	592.23	777.37	1358.95	612.69
Precio campo maíz (C\$/kg)	2.2	2.2	2.2	2.2
Beneficio Bruto (C\$/ha)	1302.9	1710.2	2989.6	1347.9
Rdto. Prom. frijol (kg/ha)	70.44	48.73	84.95	88.91
Rend. Ajustado (kg/ha)				
Precio campo frijol(C\$/kg.)	13.20	13.20	13.20	13.20
Beneficio Bruto Frijol(C\$/ha)	929.80	643.23	1121.34	1173.61
Resiembra de maíz & Frijol C\$/ha				100
Biomasa total de madero negro (kg/ha)		2397.42		
Nitrógeno total madero negro (kg/ha/a)		88		
Rend. Ajustado de Nitrógeno disponible (kg/ha/a)		44.35		
Precio de campo Nitrógeno (C\$/kg.)		3.5		
Beneficio bruto del Nitrógeno (C\$/ha)		146.35		
Producción de leña (manejo/ha)		127.3		
Rendimiento ajustado de leña (manejo/ha)		108.2		
Precio de campo (C\$/manejo)		5		
Beneficio bruto de leña (C\$/ha)		541		
Producción de estacones		1805.45		
Rend. Ajustado de estacones		1534.6		
Precio de campo		1		
Beneficio bruto de estacones		1534.6		
Poda de Madero Negro (C\$/ha)		154.85		
Rend. Promedio de Gandul	122.72			
Rend. Ajustado (kg/ha)				
Precio de campo frijol (C\$/kg)	6.6			
Beneficio bruto frijol (C\$/ha)	809.95			
Cant. semilla para establecer B.V de Gandul (lb/C\$/ha)	24.19			
Mano de obra para Gandul (C\$/ha)	83.33			
Semilla de cepa de Vetiver (C\$/ha)			166.66	
Mano de obra para Vetiver (C\$/ha)			166.6	
Costos totales que varían (C\$/ha)	107.52	154.85	333.32	100
Beneficio neto (C\$/ha)	2935.13	4274.5	3777.62	2421.51

Cuadro 10. Análisis de dominancia y tasa de retorno marginal para finca San Marcos, 1998.

TRAT.	CANT. SEMILLA C\$/HA	M.O C\$/HA	PODA C\$/HA	RESIEMBRA MAÍZ/FRIJOL C\$/HA	C.T.V C\$/HA	B.N C\$/HA	T.R.M %
4				100	100	2421.5	
1	24.19	83.33			107.5	2935.1	6848%
2			154.85		154.85	4274.5	2828%
3	166.66	166.6			333.32	3777.6 D	

4.3.1. Análisis de Dominancia y tasa de retorno marginal.

Según datos presentados en la Cuadro 10, se observa que el tratamientos 3 fue dominado por el tratamiento 2 debido a que los costos totales que varían (C.T.V) del tratamiento 3 fueron mayores que los C.T.V del tratamiento 2, generando un mayor beneficio neto éste, en relación al tratamiento 3 que presento C.T.V. altos. Realmente el establecimiento de las barrera viva de Vetiver, implicó aumento de los costos por mano de obra y insumo (semilla) para el establecimiento en relación al tratamiento 2, donde el Madero Negro tenía 3 años de establecida. Producto de esto el tratamiento 3 resultó ser dominado por el tratamiento 2.

Para este año el tratamientos 3 no obtuvo sub productos de la barrera viva (Vetiver). Sin embargo, como se observa en la cuadro 9 del análisis parcial, el tratamiento 3 obtuvo los mayores rendimientos comparado con los otros tratamientos evaluados, pero esto no fue suficiente para superar los beneficios netos que se obtuvieron del tratamiento 2 los cuales fueron altos a causa de los subproductos de la barrera viva de Madero Negro (biomasa, leña, y estacones).

Según la tasa de retorno marginal (TRM) presentada en la cuadro 10, se observa que si un agricultor desea pasar de la tecnología tradicional (T4) a la tecnología de barrera viva de Gandul (T1) el puede obtener una TRM de 6848%, lo que significa que por cada C\$1 invertido obtiene el C\$1 invertido y C\$68.48 adicionales. En el caso que se quisiera cambiar de la tecnología de barrera viva de gandul a la tecnología de barrera viva de Madero Negro, el agricultor obtendría una TRM de 2828% en la que se recupera el córdoba invertido con C\$28.28 adicional

4.3.2. Curva de Beneficios Netos

La Figura 10 muestra que durante el año 1998, el tratamiento 2 obtuvo los mayores beneficios netos con $4274.5 \text{ C\$/ha}^{-1}$, principalmente por los altos aporte o beneficios brutos que aportaran las barreras de Madero Negro por biomasa en concepto de Nitrógeno, producción de leña y estacones, que fueron de 146.35, 541, y $1534.6 \text{ C\$/ha}$, respectivamente. Estos subproductos de las barrera viva se obtuvieron después de 2 o 3 años de establecida estas. Sin embargo el tratamiento 3 ocupó el segundo lugar con beneficio neto de $3777.62 \text{ C\$/ha}^{-1}$, debido al alto beneficio bruto de frijol y maíz por obtenerse ls mayores rendimientos.

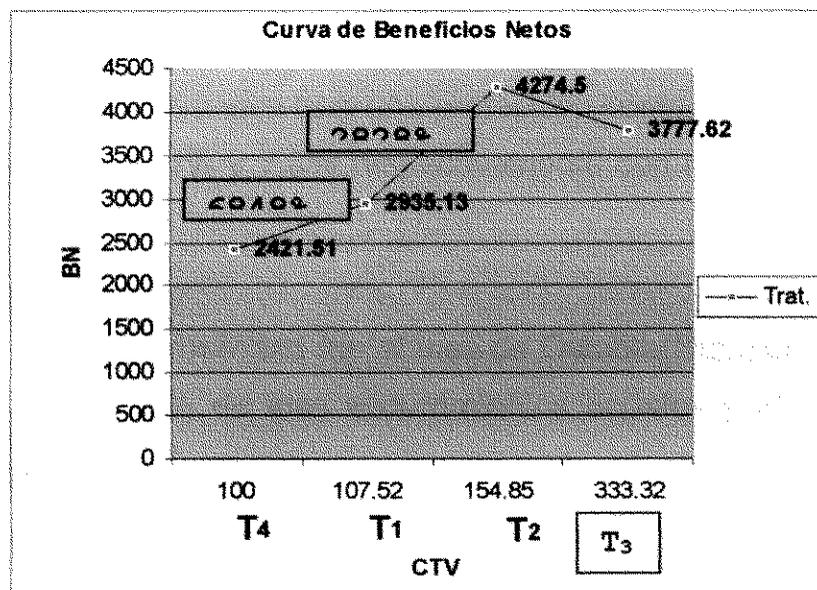


Figura 10. Curva de beneficios netos para la finca San Marcos, 1998.

Resultados observados en la Figura 10, refleja que los cambios de pendiente son las equivalencias de cambiar de una tecnología a otra. Estas equivalencias representadas de acuerdo a la tasa de retorno marginal (Cuadro 10).

Como podemos apreciar en la Figura 10, el tratamiento que presenta mayor beneficio neto es el tratamiento 2, además que hay un aumento en los mismo al cambiar de la tecnología tradicional (T4) a la tecnología de barrera viva de Madero Negro (T2).

V. CONCLUSIONES

- ✓ Las menores pérdidas de suelo se obtuvieron en el tratamiento 2 con 55.86 Ton /h⁻¹/a, significando una reducción del 44.58% en relación al tratamiento control que obtuvo 100.81 Ton /h⁻¹/a.
- ✓ Las menores pérdidas de agua se obtuvieron en el tratamiento 2 con 158.8 mm reduciendo la escorrentía en un 8.42% con respecto al tratamiento control que obtuvo 173 mm para la finca San Marcos.
- ✓ La practica de barrera viva tuvo una protección contra las pérdidas de suelo y agua en un 41.11% y 7.6% respectivamente con relación al tratamiento control(T4).
- ✓ El mes de mayor erosividad fue el mes de Octubre(Huracán Mitch), el cual presentó un 53.93% de los escurrimientos anuales y el 75.77% de las pérdidas anuales.
- ✓ Los mayores rendimientos promedios en maíz se obtuvieron con el tratamiento 3 con 1598.77Kg/ h⁻¹ para la finca San Marcos.
- ✓ La baja producción del cultivo del maíz fue por la fuerte sequía en los meses de Junio ,Julio, y Agosto, y el frijol fue debido al exceso de precipitaciones en el mes de Octubre(Mitch) en los periodos de desarrollo del cultivo.
- ✓ El cultivo del frijol presentó los mas bajos rendimientos de los últimos años y no presentó diferencias estadísticas por los excesos de humedad causados por el huracán Mitch

VI. RECOMENDACIONES.

- ✓ Hacer un estudio de los subproductos que se pueden obtener de la barrera viva y si existen posteriormente realizar un análisis económico y determinar si esos subproductos contribuyen a los ingresos económicos de la finca.

- ✓ Realizar el mismo estudio para determinar si realmente se debería recomendar el tratamiento 2 si tomamos en cuenta que las barreras vivas de Gandul y Vetiver tenían un año de establecidas agregando los fenómenos de sequía y el huracán Mitch.

- ✓ Una vez terminado el estudio publicar los resultados y principalmente con los productores, además hacer un taller con los productores de la zona de estudio y exponer los resultados de dicho estudio con la ayuda de instituciones de la zona que atiendan al sector agropecuario.

VI. Bibliografía

- Aguilera , M & Martínez R, 1990. **Relaciones Agua, Suelo, Planta y Atmósfera.** Departamento de enseñanza Investigación y Servicio en Irrigación, Chapingo, México, Pag. 256.
- Aguirre, J, A, 1985. **Introducción a la evaluación económica y financiera inversiones agropecuarias.** Manual de instrucción programada, primera edición, San José, Costa Rica, IICA, Pag. 22.
- Araya, J ,1986. **Efecto del Madero Negro (*Gliricidia sepium* Jacq. Steud) como abono verde de un sistema de maíz (*Zea mays* L.) frijol (*Phaseolus vulgaris* L.),** Puriscal, San José, Costa rica, Pag 108.
- Binder, U. 1997. **Manual de leguminosas de Nicaragua.** Escuela de agricultura de Estelí (EAGE) ,tomo I y II, primera edición, Marzo 1997, Estelí, Pag 69-117.
- Baez, A & Corrales,E,1997. **Análisis de rentabilidad económica de sistemas agroforestales.** Universidad Nacional Agraria. (U.N.A.). Facultad de Educación a Distancia y Desarrollo Rural.(F.E.D.R.), Managua, Nicaragua, Octubre, Pag. 24-42.
- Banco mundial, 1995. **Vetiver la barrera contra la erosión,** primera edición, Diciembre, Washington D, C, Pag. 4-45.
- Board on science and technology for internacional development (BOSTID), National Research Council, 1993. **Vetiver Grass: a thin green line against erosión.** National Academy Press, Washington D C.
- Boyle, et al ,; 1989. **The influence of organic matter on soil agregation and water infiltration.** Journal of production agriculture.Pag. 290-299.

- Cajina, A & Miranda,B,1993. **Metodología de validación de técnicas agropecuarias.** Programa de agricultura sostenible en laderas de América Central PASOLAC/COSUDE, Julio 1993,Pag. 59.
- CONIF (Corporación Nacional de Investigación y Fomento forestal) 1986. **Barreras vivas de *Gliricidia sepium (jacq.) steud (matarraton)* y su efecto sobre las pérdidas de suelo en terrenos en colinas bajas, Uraba (Colombia),** Editora Guadalupe, Diciembre ,1986, Bogotá, Colombia, Pag. 11
- Cairo, P. 1995. **La fertilidad física del suelo y la agricultura orgánica en el trópico.** Curso de post grado, Central de las Villas Cuba. Pag. 250.
- CIMMYT (Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo.),1988. **La formulación de recomendaciones a partir de datos agronómicos: Un manual metodológico de evaluación económica,** Edición completamente revisada, México D.F, Pag. 79.
- Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE) 1991. **Madreado *Gliricidia sepium jacquin kunth ex walpers,* Especies de Uso Múltiple en América central.** CATIE. Turrialba, Costa Rica.
Pg. 79-83.
- Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE) 1986. **Silvicultura de especies primosorias poara la producción de leña en América Central.** Resultados de cinco años de investigación. Serie técnica, Informe técnico N° 86, Pag. 227.
- CATIE-PRONORTE, 1989. **Identificación y caracterización de los sistemas predominantes y dominio de recomendación del trópico seco de la región I,** Nicaragua, Turrialba , Costa Rica, Diciembre, Pag. 102.

- Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE), 1985. **Alternativa de Manejo para el sistema maíz - frijol y tomate - frijol**, Matagalpa, Nicaragua, informe técnico N° 59, Costa Rica Pag. 74.
- Diaz,J,A,1997. **Evaluación Socio económica de tres manejos de barreras vivas de madero negro (*Gliricidia sepium*. J. en parcelas de escurrimientos , cuenca el Pital - Masaya, Managua, Nicaragua, Pag.28-54.**
- Haggis, CH. ; R. Quiros Q, L. M. 1985. ***Gliricidia sepium*. Dirección general forestal (C. R.). Documento de trabajo N° 22 , Pag. 10.**
- Organización de naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO), 1984. **Directrices para el control de degradación de los suelos .Roma, Italia ,Pag.38.**
- Organización de naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) 1967. **La erosión del suelo por el agua. Algunas medidas para combatirlas en las tierras de cultivos, Roma, Italia , Pag. 207.**
- Organización de naciones unidas para la agricultura y la alimentación (FAO) 1997. **Medición sobre el terreno de la erosión de suelo y de la escorrentía. Roma, Italia , Boletín de suelos N° 68 Pag.147.**
- Fassbender, H. 1984. **Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto interamericano de cooperación para la agricultura(IICA), , primera edición 1975, San José, Costa Rica, Pag.398.**
- Fassbender, H. 1987. **Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. Departamento de recursos naturales renovables, Centro agronómico tropical de enseñanza y investigación(CATIE), Turrialba , Costa Rica, Pag.530.**

- Grimshaw, R. 1994. **El papel del pasto Vetiver en el sostenimiento de la productividad** Artículo presentado en el congreso Internacional sobre suelos que se llevo acabo en Acapulco, México, Julio, Pag 1-5
- Hudsón, N, W, 1997. **Medición sobre el terreno de la erosión del suelo y de escorrentía**, Boletín N° 68, FAO, Roma, Pag 29-23,
- Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), 1995. **Guía tecnológica N°1**, Managua, Nicaragua, Pag. 5-9.
- Kirby, M.J, R.P.C. Morgan, 1984. **Erosión de suelo**. Editorial. Limusa. 1ra Edición México , pag. 375.
- Kass et al,1989. **Resultados de seis años de investigación de cultivos de callejones (Alley cropping) , la Montaña, Turrialba, Costa Rica, el chasqui**, boletín informativo sobre recursos naturales N°19.
- Lal, R & Stewart, A; 1990. **Soil degradation**. Springer Verlag, New York.
- Lal, R, 1990. **Soil erosión in the tropics: principles and management**. Mc Graw-Hill, Inc.;New York.
- Leonard, D, 1992. **Guía técnica: Cultivo en callejones**, LUPE, Tegucigalpa, Honduras.
- Land Use Productivity Enhancement Project(LUPE), 1996. **Las barreras vivas**. Programa de extension LUPE-CARE/ONG's. Tegucigalpa, Honduras, Febrero, 1996.
- MARENA,1997. **Proyecto de Investigación en sistemas agroforestales Como alternativas del uso de la tierra en Nicaragua**. Managua, Nicaragua, pag 1-9.

- Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG), 1971. **Levantamiento de suelo de la región pacífica de Nicaragua**. Vol 2 , Managua , Nicaragua.
- Morgan, R.P.C & R, J, Richson, 1995. **Slope stabilization and erosion control: a bioengineering approach** E & F N spon publishers, London.
- Mendoza,B,1996. **Informe anual de parcelas de escurrimiento con el proyecto agroforestal El pital**. Facultad de recursos Naturales y del Ambiente. Universidad Nacional Agraria, Managua, Nicaragua, Pag. 71.
- Mannering, J.V, 1981. **The use of soil loss tolerances as a strategy for soil conservation**. En Morgan (ed) soil conservation: problems and prospects. Wiley. Chich Eng, pp-337-349.
- Maraux, F& Rapidel,B,1990. **La simulación del balance hídrico**, Turrialba, Costa Rica, Pag.31.
- Nair,P,K,1984. **Soil productivity aspects of agroforestry**. Ciencia and practice of Agroforestry,1, Nairobi, Kenya, ICRAF, Pag. 85.
- Posner. et al., 1954., **Citado por proyecto CAM 90&002-PNUD&OPS**. 1990.PP.105.
- Paéz, M,L; 1989. **Diseños de practicas de conservación con la ecuación universal de pérdidas de suelo**. CIDIAT , Mérida, Venezuela Pag. 125.
- Pineda, O & Aguilera,A,1999. **Evaluación del efecto de barrera viva de Madero Negro (*Gliricidia sepium. J.*), sobre la erosión de suelos y la producción de granos básicos, en parcelas de escurrimientos, cuenca el Pital, Managua, Nicaragua, Pag. 76.**
- Pedroza , H. 1993. **Fundamentos de experimentación agrícola**. Editorial Arte. Managua Nicaragua, Pag. 264.

- Oñoro, P. 1994. **Notas sobre diseño de experimentación en Agroforestería.** Proyecto de arboles fijadores de nitrógeno. CATIE/SAREC, Julio 1994, Pag. 6.
- Somarriba, M, 1997. **Soil erosion and conservation as affected by land use and land tenure, el Pital watershed,** Nicaragua, December, Pag. 95.
- Thurow, T et.; 1998. **Manejo sostenible de terrazas de laderas tropicales. Un análisis de terrazas con una tecnología para la conservación de suelos y agua.** Agencia para el desarrollo internacional. Programa colaborativo de manejo de suelos de la Universidad de Texas A & M. Departamento de la Ecología y Manejo de los terrenos de pastos Texas A & M University. Departamento de Agronomía. Boletín N° 98-1, Abril 1998, Pag. 52.
- Tapia, B. H. Y Camacho, A. H. 1988. **Manejo integrado de frijol basado en labranza cero.** Managua Nicaragua Pag. 83.
- Volke, H, V, 1986. **Generación de tecnología bajo riesgo para la agricultura de subsistencia.** Primera edición, 1986, Colegio de posgraduados Chapingo , México, Pag. 35.

VIII. ANEXOS

Anexo 1 Datos generales.

Costo de 1qq de Urea C\$ 150.

En un d/h se realiza mantenimiento de bordo de infiltración a razón de 100 m.

En un d/h se realiza la poda de rebrote a razón de 75 m.

En un d/h se realiza la poda con estacon a razón de 75 m.

Costo de un d/h es de C\$ 20.

Precio de campo de frijol 13.20 C\$/kg.

Precio de campo de maíz 2.2 C\$/kg.

Tasa de cambio con respecto al dólar C\$13 por U\$ 1.

1 qq de frijol C\$ 600.

1 qq de maíz C\$ 100.

Precio de campo de la Urea C\$/kg. 3.3.

Precio de un estacon C\$ 1.

Precio de manojo de leña C\$ 5.

1 manojo de leña son 36 lbs.

1 lb de semilla de Gandul para sembrar 100 ml.

1 lb. de Gandul C\$ 3.

1 cepa de Vetiver para sembrar 10 ml.

1 cepa de Vetiver C\$ 2.

En un d/h se siembra 100 ml de Vetiver.

En un d/h se siembra 200 ml de Gandul.

1 qq de Gandul C\$ 300.

Anexo 2. Pérdidas de suelo promedio por mes kg/ha por tratamiento con su replica(parcelas) en la finca San Marcos, 1998.

MES	TRATAMIENTO 1.			TRATAMIENTO 2.			TRATAMIENTO 3.			TRATAMIENTO 4.		
	P1	P4	Pm	P2	P5	Pm	P6	P7	Pm	P3	P8	Pm
Jul	0.25	0.20	0.22	0.19	0.18	0.19	0.22	0.28	0.25	3.15	0.30	1.73
Ago	1.4	3.26	2.33	1.26	1.22	1.25	1.89	2.22	2.05	6.02	2.58	4.30
Sep.	20.5	12.7	16.6	20.3	5.42	12.9	3.86	5.94	4.9	30.5	10.4	20.51
Oct.	40.9	32.0	41	47.3	35.69	41.53	55.0	54.57	54.78	77.9	70.5	74.26

Anexo 3. Pérdidas de agua promedio por mes mm/mes por tratamiento con su replica (parcelas) en la finca San Marcos, 1998.

ME S	TRATAMIENT O 1			TRATAMIENT O 2			TRATAMIENTO 3			TRATAMIENTO 4		
	P 1	P 43	Pm	P 2	P 5	Pm	P 6	P 7	Pm	P 3	P 8	Pm
Jul	2.45	3.57	3.01	1.78	2.68	2.23	2.01	2.45	2.23	3.12	3.12	3.12
Ago	4.82	7.81	6.31	4.69	5.58	5.14	5.13	4.91	5.02	8.48	7.59	8.04
Sep	2.59	4.69	3.64	23.4	23.9	23.7	5.35	24.1	14.7	28.4	32.9	30.7
Oct	12.8	14.6	13.7	128	127	127.5	146.9	128.1	137.5	132.6	136.4	131.5

Anexo 4. Producción de biomasa verde en finca experimental San Marcos 1998.

Totales por tratamiento con su parcela(replicas) de dos podas realizadas para el mes de Octubre y Diciembre.

MES	TRATAMIENTO	PARCELA	PESO EN LB.	KG/833.3ML(HA)
Octubre	2	2	27	3408.9
		5	18	2272
Diciembre	2	2	23	2903.9
		5	15	1893.8

Anexo 5. Producción de leña en sitio experimental San Marcos,1998.

MES	TRAT.	PARCEL A	PRODUCCIÓN DE LEÑA LBS	PRODUCCIÓN DE LEÑA/833.3 ML(HA)	MANOJOS DE LEÑA/HA
Oct	2	P2	27	7499.7	208.3
		P5	6	1666.8	46.3

Anexo 6. Producción de estacones en sitio experimental San Marcos,1998.

MES	TRAT.	PARCELA	PRODUCCIÓN DE ESTACONES	PRODUCCIÓN DE ESTACONES/833.3 ML(HA)
Oct.	2	P2	6	1666.6
		P5	7	1944.3

Anexo 7. Datos de precipitación para la finca San Marcos, 1998.

Día	MESES DE PRECIPITACIÓN EN MM.						
	May.	Jun.	Jul.	Agost.	Sep.	Oct.	Nov.
1	0	0	0	0	15	0	0
2	0	0	0	0	8.1	0	0
3	0	0	0	0	0	9.1	0
4	0	0	0	0	19.2	0	6
5	0	0	0	5	4	0	0
6	10	0	29	17	0	10.2	0
7	0	0	70	0	25.2	0	33
8	0	3	0	12	6	0	0
9	0	0	0	10	0	20	0
10	0	0	0	0	0	0	10
11	0	0	0	0	2	10.1	0
12	0	0	0	0	40	27	0
13	0	0	0	0	20	0	0
14	0	0	0	0	3.3	15	8
15	0	0	0	0	22	18	0
16	0	0	6	0	0	40	0
17	0	0	0	0	0	11	0
18	0	0	0	40	23	27	0
19	0	0	0	13	0	30	0
20	0	0	0	0	1	0	0
21	0	0	0	0	0	31	0
22	0	13	0	0	34	50	5
23	0	0	0	0	25.5	30	0
24	36	0	0	0	17	2	0
25	10	0	0	0	0	28	0
26	0	0	0	20	18	40	0
27	0	0	0	0	0	31	0
28	0	0	0	0	0	110	0
29	2	0	0	0	0	120	0
30	0	0	0	10	15	150	0
31	0	0	0	11	0	0	0
Total	58	16	119	138	298.3	809.4	62

Anexo 8. Rendimientos de frijol para la finca San Marcos, 1998.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	
	I	II
1	69.85	71.05
2	7.67	89.81
3	43.35	126.56
4	64.15	113.67
RENDIMIENTOS	kg	Kg.

Anexo 9. Rendimientos de maíz para la finca San Marcos, 1998.

TRATAMIENTOS	BLOQUES	
	I	II
1	298.8	1094.7
2	446.8	1382.15
3	1097.6	2099.95
4	405.4	1036.25
RENDIMIENTOS	kg	Kg.

Anexo 10. Rendimientos de maíz para la finca San Marcos, 1997.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO KG/HA
1	1280.62
2	1636.37
3	2111.56
4	668.25

Anexo 11. Rendimientos de frijol para la finca San Marcos, 1997.

TRATAMIENTO	RENDIMIENTO KG/HA
1	710.94
2	746.87
3	745.31
4	511.25

Anexo 12. Pérdidas promedio de suelo (t/ha a) y agua (m³/ha/a) finca San Marcos 1997.

TRATAMIENTO	PERDIDAS DE SUELO	PERDIDAS DE AGUA
1	12.78	100.05
2	9.44	178.80
3	6.05	148.39
4	34.38	241.39