



**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

**ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**Evaluación de Prácticas Agroculturales de  
Conservación de Suelos sobre la Erosión y  
la Producción de Granos Básicos**

**AUTOR: REYNALDO BISMARCK MENDOZA CORRALES.**

**ASESORES: DOMINGO RIVAS, MSc.  
JOHANNES FUSSEL, MSc. For., MSc. Agr.**

**MANAGUA, JUNIO 1994**

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA**

**FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE**

**ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS**

**TRABAJO DE DIPLOMA**

**EVALUACION DE PRACTICAS AGROCULTURALES DE  
CONSERVACION DE SUELOS SOBRE LA EROSION Y LA  
PRODUCCION DE GRANOS BASICOS**

**AUTOR: REYNALDO BISMARCK MENDOZA CORRALES.**

**ASESORES: DOMINGO RIVAS, MSc.**

**JOHANNES FÜSSEL. MSc.For., MSc. Agr.**

**MANAGUA, JUNIO 1994**

## DEDICATORIA.

El presente trabajo se lo dedico a mi madre María M. Corrales, por todo lo que significa ser madre y a mi padre Reynaldo Mendoza R. Quienes condujeron mi formación.

A mis queridos hijos Bismarck y Eduardo por su afecto y razón principal de este trabajo.

A mi esposa Dalila Centeno de quien he recibido mucha paciencia y apoyo en todo momento.

A Pio Corrales y Paulina Rivera (Abuelos), ejemplos de educación, valores morales y humanos.

A mis hermanos Byron, Mayling, Augusto y Heydi, por su apoyo moral.

## AGRADECIMIENTO.

El trabajo de diploma presentado a uds. para graduarme como ingeniero agrónomo, orientación suelos y aguas, representa un esfuerzo de colaboración entre las diferentes unidades académicas de la UNA y el apoyo de entidades nacionales.

Primeramente, quiero agradecer a la Escuela de Suelos y Agua de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, que a través del Dpto. Ing. Agrícola brindó su asesoría y orientación general del trabajo, también al apoyo de las unidades de laboratorio de suelos y agua, centro de computo y biblioteca.

De igual manera nuestro mucho agradecimiento a el Programa Ciencia de las Plantas (PCP) y al Dpto. de Investigación Forestal del Servicio Forestal Nacional (SFN) del MARENA por apoyar con medios y asesoría.

En segundo lugar agradecer a los técnicos-científicos pertenecientes a las entidades: UAP/PASOLAC, PARES y UNA., por sus comentarios y revisión de esta tesis.

Especial mención merecen los asesores que condujeron este trabajo los Ingenieros: Domingo Rivas y Johannes Füssel, los docentes de la UNA que brindaron consejos y apoyo, Ingenieros: Telémaco Talavera, Leonardo García, Rodolfo Munguía, Fredy Alemán, Marina Ulmos, al legendario Ignacio Rodríguez y al Dr. Peter Strauss del proyecto PARES.

Mención especial merecen los que hicieron posible los trabajos experimentales de campo: Colega y Cro. Noel Romero Z., y Juan Antonio Muñoz. Productor responsable de las parcela.

A los cooperantes del proyecto UNICARAGUA, a todos y cada uno de los miembros de la ESA/FARENA y en particular a mi generación de compañeros de estudio que de una u otra manera apoyaron esta labor, muchas gracias.

# INDICE

Contenido	Página
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Indice.....	iv
Resumen.....	vi
Summary.....	vii
Lista de tablas.....	viii
Lista de figuras.....	xi
Lista de anexos.....	xii
1. INTRODUCCION.....	1
2. REVISION DE LITERATURA.....	4
2.1 Importancia de los cultivos anuales en ladera de Nicaragua.....	4
2.2 Erosión hídrica.....	4
2.3 Medidas de conservación de suelo y agua.....	6
2.4 Estudios de conservación de suelos en Nicaragua: parcelas de erosión.....	6
2.5 Pérdidas permisibles de suelo.....	7
2.6 Estimación de la tasa de erosión (EUPS).....	8
2.7 Sistemas de producción.....	10
2.8 Prácticas de conservación más utilizadas en Nicaragua.....	11
2.8.1 Ventajas y desventajas potenciales de las prácticas más promovidas en Nicaragua.....	13
3. MATERIALES Y METODOS.....	16
3.1 Ubicación geográfica.....	16
3.2 Descripción del sitio experimental.....	19
3.3 Descripción del sistema de parcelas de erosión.....	20
3.4 Metodología para calcular pérdidas de suelos y Agua.....	22
3.5 Metodología para estimar factores de la EUPS....	22
3.6 Análisis económico para los sistemas de cultivo.....	25

3.7	Diseño experimental.....	26
3.7.1	Descripción de los tratamientos.....	26
3.7.2	Manejo de los tratamientos.....	27
3.7.3	Variables a medir de los tratamientos...	29
4.	RESULTADOS Y DISCUSION.....	31
4.1	Proceso de erosión.....	31
4.1.1	Pérdidas de suelo.....	31
4.1.2	Pérdidas de agua.....	33
4.2	Factores de la EUPS.....	35
4.2.1	Erosividad de las lluvias (R).....	35
4.2.2	Erodabilidad del suelo (K).....	36
4.2.3	Factor (LS).....	37
4.2.4	Factor uso y manejo de cobertura (C)...	38
4.2.4.1	Porcentaje de cobertura vegetal.....	38
4.2.4.2	Valores de (C).....	39
4.2.5	Factor prácticas de control de erosión...	39
4.3	Resultados agronómicos.....	41
4.3.1	Cultivo de maíz.....	41
4.3.2	Cultivo de frijol.....	42
4.3.3	Cultivo de pasto gamba.....	44
4.3.4	Cultivo de frijol terciopelo.....	44
4.3.5	Efecto de cenosis de malezas en primera..	45
4.3.6	Efecto de cenosis de maleza en postrera..	46
4.3.7	Análisis químicos de suelo.....	47
4.3.8	Análisis físicos de suelo.....	50
4.3.9	Análisis económico de los tratamientos...	50
5.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	52
6.	BIBLIOGRAFIA.....	55
7.	ANEXOS.....	60

## RESUMEN

En el Municipio de Ticuantepe, de la región III Managua, durante la estación lluviosa del año 1993, se establecieron en parcelas de escurrimiento, los siguientes tratamientos: cultivo en contorno, barreras vivas y cultivo de relevo. Para evaluar el efecto de prácticas de conservación de suelo sobre la pérdida de suelo y agua, y su beneficio económico en la producción de granos básicos. Los datos presentados corresponden a un suelo andosol, de la serie San Ignacio, con pendiente de 8%,

Las pérdidas de suelo determinadas fueron de 0.63, 0.93 y 2.37 t/ha/a., por debajo del rango de tolerancia estimado de (8 t/ha/a.), y las pérdidas de agua por escurrimiento 10 veces menos cuando los cultivos se disponen en contorno que a favor de la pendiente según valores obtenidos por Rivas, 1991., las pérdidas por escurrimiento fueron de 3%, 2.89% y 6.25% del agua precipitada. Los períodos de mayor riesgo de pérdida de suelo se presentaron al principio (primera) y posterior a la siembra (postrera) para las pérdidas de agua.

El análisis económico muestra un ingreso neto de C\$ 8,845.9; 6,995 y 9,598.1 por unidad de hectárea para los tratamientos, estos valores relativamente altos fueron determinados por rendimiento de variedades, buen precio del grano de frijol común y alta producción del frijol terciopelo, el tratamiento con frijol terciopelo presentó el mayor beneficio económico, por el no uso de pesticidas y un eficiente control de malezas.

## SUMMARY

In Ticuantepe, Nicaragua, three different treatments; Contour Cropping, Living barriers and sowing in relay were established on run-off plots in order to evaluate the effects of soil and water conservational measures on soil and water losses and its economic benefit for basic grains production. The study was developed on andisol soil conditions with 9% of slope. The study period was during the rainy season of 1993.

The soil losses were 0.63, 0.93 and 2.37 t/ha/y respectively. These data are lower than a tolerable limit of soil losses which is 8 t/ha/y. Moreover, the water losses due to run-off are 10 times lower when contour cropping was used compared to using furrows following the main slope according to values obtained by Rivas (1991). The water losses due to run-off are 3%, 2.29% and 6.25% of the total rainfall.

Moments of major risks of soil losses is at the beginning of the rainy season (primera). Another moment of major risks of water losses is after sowing (postrera).

The Economic analysis presents a net income of C\$ 8,845.9, C\$ 6,965 and C\$ 9,598.1 per hectare respectively. These high values were obtained due to the use of high yielding varieties, good price of beans and high production of *Mucuna pruriens* had the highest economic benefit because the efficient weed control and the absence of using pesticides.

## LISTA DE TABLAS

Tablas	Página
1.- Tolerancia de pérdidas de suelo basado en su profundidad, sin restricciones al desarrollo radicular. (Mannering,1981). . . . .	7
2.- Clasificación de la degradación de los suelos causados por erosión hídrica. (FAO, 1980). . . . .	8
3.- Propiedades físicas y químicas del suelo en el sitio experimental. Ticuantepe, 1993 . . . . .	19
4.- Prácticas de conservación de suelos por tratamientos, en el sitio experimental. Ticuantepe, 1993. . . . .	29
5.- Pérdidas de suelo y agua para los tratamientos evaluados de Junio a Noviembre. Ticuantepe, 1993. . . . .	31
6.- Distribución de precipitaciones (P), número de eventos (E) y su máxima intensidad (Imax) en Ticuantepe, 1993, . . . . .	35
7.- Valores estimados de erodabilidad usando el nomograma y valores de materia orgánica para los tratamientos evaluados. Ticuantepe, 1993. . . . .	37
8.- Determinación del factor P de datos generados de la EUPS en Ticuantepe 1993. . . . .	40
9.- Comportamiento de variables cosecha, crecimiento y desarrollo de maíz durante el ciclo de primera. Ticuantepe, 1993. . . . .	42
10.- Comportamiento de variables crecimiento y desarrollo de frijol durante postrera 1993. . . . .	44
11.- Comportamiento de las variables de rendimiento en frijol de postrera. Ticuantepe, 1993. . . . .	44
12.- Análisis químico del suelo en el ciclo productivo primera y postrera, Ticuantepe 1993. . . . .	48
13.- Análisis económico de los sistemas de cultivo en Córdoba por hectárea. Ticuantepe, 1993. . . . .	51

14.- Intensidades de precipitaciones que causaron pérdidas de suelo y agua de Junio a Noviembre. Ticuantepe 1993. . . . .	60
15.- Desarrollo de la cobertura vegetal en rotación maíz-frijol, durante primera y postrera 1993. . . . .	62
16.- Desarrollo de la cobertura vegetal en cultivo en relevo maíz-terciopelo en 1993. . . . .	62
17.- Valores de C promedio anual para la rotación intra anual maíz-frijol (tratamiento 1 y 2). . . . .	63
18.- Valores de (C) promedio anual para cultivo en relevo maíz-terciopelo (tratamiento 3), durante 1993. . . . .	63
19.- Clasificación de la permeabilidad de los suelos. . . . .	64
20.- Valores de conductibilidad hidráulica en Ticuantepe 1993. . . . .	64
21.- Características del establecimiento y cobertura del pasto gamba, Ticuantepe 1993. . . . .	65
22.- Desarrollo vegetativo del frijol terciopelo ( <i>M. pruriens</i> ). . . . .	65
23.- Análisis de cobertura, diversidad y cenosis de malezas, Ticuantepe 1993. . . . .	66
24.- Costos de producción e ITK por ha., maíz en contorno primera 1993. . . . .	67
25.- Costos de producción e ITK por ha. frijol de postrera, 1993. . . . .	68
26.- Costos de producción e ITK por ha. maíz-terciopelo en 1993. . . . .	68
27.- Costos de producción e ITK para establecer Barreras Vivas de pasto gamba. . . . .	69
28.- ANDEVA. Pérdidas de suelo. Ticuantepe 1993. . . . .	74
29.- ANDEVA. Pérdidas de agua en m <sup>3</sup> . Ticuantepe, 1993 . . . . .	74
30.- ANDEVA. Producción de biomasa en Kg por parcela de malezas ciclo primera. Ticuantepe, 1993. . . . .	74
31.- ANDEVA. Peso de grano de maíz en kg por	

31.- ANDEVA. Peso de grano de maíz en kg por parcela. Ticuantepe, 1993. . . . .	75
32.- ANDEVA. Porcentaje de cobertura en maíz a los 60 dds. Ticuantepe, 1993. . . . .	75
33.- ANDEVA. Porcentajes de cobertura en maíz a los 75 dds. Ticuantepe, 1993. . . . .	75
34.- ANDEVA. Porcentajes de cobertura en maíz a los 30 dds. Ticuantepe, 1993. . . . .	75
35.- ANDEVA. Porcentajes de cobertura en maíz a los 45 dds. Ticuantepe, 1993. . . . .	76
36.- ANDEVA. Altura de planta de maíz en (cm) a los 60 dds. Ticuantepe, 1993. . . . .	76
37.- ANDEVA. Rendimiento grano frijol en kg por parcela. Ticuantepe, 1993. . . . .	76
38.- ANDEVA. Diversidad en malezas a los 15 dds durante el ciclo de primera. Ticuantepe, 1993. . . . .	76
39.- ANDEVA. Diversidad en malezas a los 90 dds durante el ciclo de primera. Ticuantepe, 1993. . . . .	77
40.- ANDEVA. Diversidad en malezas a los 15 dds durante el ciclo de postrera. Ticuantepe, 1993. . . . .	77
41.- ANDEVA. Diversidad en malezas a los 60 dds durante el ciclo de postrera. Ticuantepe, 1993. . . . .	77

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1.- Precipitación promedio 1958-1988., estación meteorológica de Masaya-Casa . . . . .	17
2.- Precipitación promedio de Junio a Noviembre, estación meteorológica parcelas de erosión. Ticuantepe, 1993. . . . .	18
3.- Distribución de tratamientos en el sitio experimental en Ticuantepe, 1993. . . . .	26
4.- Distribución de las pérdidas de suelo de Junio a Octubre. Ticuantepe, 1993. . . . .	32
5.- Comportamiento de las pérdidas de agua anual por tratamiento. Ticuantepe, 1993. . . . .	34
6.- Distribución anual de R. Ticuantepe, 1993 . . . . .	36
7.- Distribución de la cobertura total en porcentajes por tratamiento en Ticuantepe 1993. . . . .	38
8.- Comportamiento de la cobertura total de malezas y cultivo por tratamiento en Ticuantepe 1993. . . . .	39
9.- Comportamiento de malezas (diversidad). Ticuantepe, 1993. . . . .	47

## LISTA DE ANEXOS

Anexo	Página
7.1.- Características de las precipitaciones, en Ticuantepe del 04 de Junio al 30 de Noviembre. Ticuantepe, 1993. . . . .	60
7.2.- Comportamiento de la cobertura vegetal y cálculos de los factores C. Ticuantepe, 1993. . . . .	62
7.3.- Cálculos de permeabilidad del suelo. Ticuantepe, 1993.. . . . .	64
7.4.- Características del establecimiento de las barreras vivas y desarrollo del frijol terciopelo. . . . .	65
7.5.- Comportamiento de cenosis de maleza. Ticuantepe, 1993. . . . .	65
7.6.- Análisis económicos de los tratamientos en Ticuantepe 1993. . . . .	67
7.7.- Descripción de perfil de suelo. . . . .	71
7.8.- Análisis de varianza. . . . .	74
7.9.- Nomograma de erodabilidad . . . . .	78
7.10.-Diseño utilizado para determinar los porcentajes de cobertura.. . . . .	79
7.11.-Gráficas para calcular proporciones de pérdidas de suelo según el desarrollo de la cobertura.. . . . .	80

## 1. INTRODUCCION

Los suelos agrícolas en laderas de nuestro país son importantes debido a que representan el 75% del territorio nacional. La mayor actividad agropecuaria en el país se concentra en unidades pequeñas de 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.) significan 80% y 95% de la producción nacional respectivamente (Possner et al., 1984.). p.21. Algunas actividades agropecuarias han conducido a una baja sostenibilidad de varios sistemas actuales del uso de la tierra debido a: la gran pérdida de bosques por tala y quema, la erosión de los suelos, los patrones predominantes de tenencia de la tierra, la creciente presión demográfica y políticas agropecuarias de corto plazo.

Desde los años 80, varias instituciones gubernamentales, organismos No Gubernamentales (ONG's) y centros internacionales de investigación iniciaron acciones de Agricultura Sostenible en Laderas (ASEL) en Nicaragua, los que tienen como objetivos hacer sistemas de producción más sostenibles. Para tal propósito sus técnicas son dirigidas a determinar: los efectos sobre la producción, la protección de recursos naturales (suelo y agua), y aspectos socioeconómicos.

Datos cuantitativos y confiables del impacto y la extensión de la erosión de suelos en los trópicos son escasos. La observación de los problemas, junto a datos de experimentos de campo son necesarios para que los políticos influyan en las personas para detener la degradación del suelo y de las fuentes de agua, y así desarrollar estrategias apropiadas para el manejo de los recursos naturales (Lal, 1988).

Los factores físicos más importantes que afectan la erosión de suelo son: clima, suelo, cobertura y topografía. Es urgente cuantificar la tasa de erosión causada por estos factores con métodos científicos, y evaluar el impacto de las obras desarrolladas para prevenir o controlar el proceso de erosión.

Young (1989). p.9. Define conservación de suelos como:  
Control de erosión. Mantenimiento de la materia orgánica.  
Mantenimiento de las propiedades físicas del suelo.  
Mantenimiento de los nutrientes. Evitar la toxicidad en el suelo.

Conservación equivale a un mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad del suelo.

La metodología de parcelas de escurrimiento (Wischmeier et al., 1978.), permite cuantificar con más precisión las pérdidas de suelo y agua comparado con otros, p.e. clavos y arandelas. El presente estudio usa, esa metodología para evaluar el proceso de erosión en tierras de uso agrícola con alto riesgo de erosión hídrica, utilizando técnicas de conservación de suelo y agua.

La información generada es preliminar y comprende el primer año de un estudio de tres años de evaluación del proceso de erosión en Ticuantepe por la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente de la Universidad Nacional Agraria.

**Los objetivos propuestos para este trabajo son:**

**Objetivo General:**

Evaluar el efecto de obras de tres prácticas de conservación de suelos sobre el proceso de erosión y su beneficio económico en la producción de granos básicos: Maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y de los cultivos frijol terciopelo *Mucuna pruriens* (L.) DC., pasto gamba (*Andropogon Gayanus* Kunth), para la producción de concentrados y forraje, bajo las condiciones edafoclimáticas en Ticuantepe.

**Objetivos específicos:**

- Medir efecto de 3 prácticas sobre pérdida de suelo y agua.
- Determinar los períodos de mayor riesgo de pérdida de suelo y agua.
- Identificar factores importantes que afectan la tasa de erosión.
- Determinar valores preliminares anuales de los factores de la Ecuación Universal de Pérdidas de Suelos (EUPS).
- Comparar beneficios económicos de las prácticas con relación a sistemas tradicionales de producción.

**Hipótesis planteadas:**

Bajo las condiciones edafo-climáticas del área de estudio, la implementación de medidas de conservación de suelo y agua en la producción de granos básicos en tierras de laderas reduce:

- El riesgo de erosión de la tierra a una tasa menor de las 8 t/ ha/a. y la pérdida de agua por escorrentía a menos de 50% de lo reportado por Rivas (1991), si no existieran practicas.
- Reduce los costos de producción y mantiene el rendimiento de los cultivos.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 Importancia de cultivos anuales en laderas de Nicaragua

Nicaragua es un país agropecuario donde se practica la agricultura de ladera en aproximadamente un 75% del territorio nacional. Lindarte, (1993).pp.89-90. Siendo la actividad agropecuaria de unidades pequeñas la mayor actividad en las laderas. Y corresponde a la producción de cultivos anuales en laderas un 63% del área total.

Los cultivos anuales de mayor importancia para la dieta de los nicaragüenses maíz y frijol, son producidos en laderas (80% y 95%), respectivamente. El área de laderas distribuye su uso en ganadería (63%), cultivos anuales (30%) y cultivos perennes (7%).-(Posner et al., 1984.).

### 2.2 Erosión hídrica

La erosión hídrica es un proceso natural, donde las etapas principales son:

- El desprendimiento y transporte del suelo, causado por el agua, en este caso la lluvia tropical (Hudson, 1982). p.51.
- El desprendimiento es causado por la acción de la gotas de lluvia al impactar sobre los agregados del suelo desnudo y al escurrimiento superficial.
- Una tercera etapa ocurre cuando la capacidad de transporte de la esorrentía disminuye, la sedimentación en los terrenos planos.

Según Hudson (1982) p.47., la erosión pluvial resulta de la interacción de dos elementos, el suelo y la precipitación. La magnitud de la erosión que se da en circunstancias determinadas depende de ambos factores, nuestro estudio de los procesos erosivos del suelo se simplifica si consideramos los dos aspectos separadamente.

Sabemos por simple observación que en un mismo suelo una tormenta causa más erosión que otra, y también sabemos que una misma tormenta produce más erosión en un suelo que en otro. El efecto de la lluvia se denomina erosividad y, el del suelo, erodabilidad.

Erosividad: Es la capacidad potencial de la lluvia para provocar la erosión. Es función de las características físicas de la lluvia (intensidad y duración).

Erodabilidad: Es la vulnerabilidad o susceptibilidad del suelo a la erosión. Es función, tanto de las características físicas del suelo como del tratamiento de éste (Hudson, 1982) p.49.

El riesgo natural a la degradación de un área dada está determinada por el equilibrio existente entre agresividad del clima y la resistencia natural de la tierra al ataque de dicha fuerza. La acción del hombre puede aumentar o disminuir esa resistencia natural de la tierra a las fuerzas degradantes. De aquí, que la velocidad actual de degradación sea determinada por la manera en que el uso actual de la tierra modifica el equilibrio entre la agresividad del clima y la resistencia de la tierra. FAO, (1980).pp.1-2.

La sedimentación relacionada con la erosión del suelo en áreas de bajos niveles, causa daños incalculables al cubrir los cultivos en crecimiento, reducir la productividad de la buena tierra agrícola y al reducir la eficacia de los depósitos de agua.

Para América Central, el PASOLAC (1993b) p.4., considera principales causas del deterioro creciente de los recursos productivos en laderas: El uso de tierras de alto riesgo para la agricultura, el uso de prácticas inadecuadas y la descapitalización de los sistemas de producción en laderas. Aspectos influenciados directa o indirectamente por otros entornos socio-económicos, como la tenencia de la tierra.

### **2.3 Medidas de conservación de suelos y agua**

En Nicaragua en los últimos años se ha aumentado el interés por promover la conservación de los suelos y el agua como parte de un conjunto de acciones que conlleven a obtener sistemas de producción sostenibles, PASOLAC, (1993 b), cita la Comisión Brundland que define sostenibilidad como "un desarrollo que satisfaga las necesidades del presente sin comprometer la habilidad de las futuras generaciones para satisfacer las suyas".

Las técnicas de conservación más promovidas en Nicaragua según PASOLAC (1993 a) son:

#### Técnicas de preparación de suelos.

- Labranza en curvas a nivel
- Labranza mínima
- Uso de abonos orgánicos

#### Técnicas tradicionales de siembra.

- Siembra en relevo
- Agroforestería.

### **2.4 Estudios sobre conservación de suelos en Nicaragua: parcelas de erosión**

La cuantificación de erosión en parcelas tipo Wischmeier, (1978), es un diseño que permite cuantificar la erosión actual de los suelos causada por las formas laminar y en surcos de un evento lluvioso determinado, el cual permite hacer uso de la ecuación empírica (Wischmeier et al., 1978), que es el resultado de un diseño específico en los EEUU.

De acuerdo con esta metodología en Nicaragua se desarrollaron los estudios siguientes:

- a. Pacheco, M. 1987. Pérdida de suelos en cultivos agrícolas en microparcels de erosión. Años 1985-1986. Comarca Cristo Rey, Municipio de Telíca, León. IRENA, Región II.

b. Rivas, D. 1992. Factores que afectan la erosión en cultivos de maíz y piña. Años 1990-1992. Municipio de Ticuantepe, Masaya. Facultad de Recursos Naturales y el Ambiente (FARENA) de la Universidad Nacional Agraria (UNA).

## 2.5 La pérdida permisible de suelos (Tolerancia)

Schertz (1983), cita el origen del valor de tolerancia asignado a los suelos de los Estados Unidos de América, en 12 t/ha/a., proviene de la consideración de que un suelo profundo, de textura media, moderadamente permeable y con características del subsuelo favorables para el crecimiento de las plantas, puede tener una tasa de renovación del horizonte superficial de 1 mm/a., para un valor de densidad aparente de 1.2 g/cc.

El producto de la lámina de suelo perdida (0,001 m/año) por los metros cuadrados que tiene una hectárea (10.000 m<sup>2</sup>) daría el volumen de suelo perdido (10 m<sup>3</sup>), el cual al multiplicarlo por la densidad aparente (1.2 t/m<sup>3</sup>) daría el valor de la tolerancia de 12 t/ha/a.

Mannering (1981), desarrolla una tabla para representar los niveles de tolerancia de pérdidas de suelo (T), según la profundidad del suelo sin restricciones al desarrollo radicular.

Tabla 1 Tolerancia de pérdida de suelo basado en su profundidad, (Mannering, 1981).

Profundidad del suelo (cm)	Tolerancia (t/ha/a.)
00 - 25	0 - 4
25 - 50	4 - 8
50 - 100	8 - 12
100 - 150	12 - 16
150 - 200	16 - 20
> 250	> 20

La FAO (1980) a tomando en cuenta la falta de técnicas y metodologías que permitieran comparar los efectos de varios tipos de degradación de los suelos y sabiendo que no es posible su comparación directa desarrolló la presente clasificación.

**Tabla 2 Clasificación de la degradación de suelos causados por erosión hídrica. (FAO, 1980)**

Categoría	Pérdida de suelo	
	t/ha/a.	mm/a.
Ninguna a ligera	< 10	< 0.6
Moderada	10-50	0.6-3.3
Alta	50-200	3.3-13.3
Muy alta	> 200	> 13.3

**2.6 Estimación de la tasa de erosión hídrica: Ecuación Universal de Pérdidas de suelo (E.U.P.S.)**

La EUPS es una ecuación empírica ampliamente utilizada en la planificación conservacionista en los EEUU. La erosión del suelo es el producto de cinco factores principales. Según Wischmeier (1978), la tasa de erosión resulta de multiplicar los valores de los factores obtenidos, y se expresa en la cantidad de suelo perdido por unidad de área y de tiempo (t/ha/a.).

La ecuación se presenta en la forma:

$$A=R.K.L.S.C.P.$$

donde:

**A:** es la pérdida de suelo para el intervalo de tiempo representado por el factor R, expresado en las unidades en las cuales se expresa las pérdidas de suelo en el factor K (usualmente t/ha).

**R:** Factor erosividad de las lluvias; es una medida de la fuerza erosiva de la lluvia y el flujo de escorrentía. Usualmente es igual a los valores locales del índice de erosión del parámetro lluvia EI30, el cual se calcula

comúnmente en términos anuales, a través de la sumatoria del EI30 de las tormentas erosivas individuales. El EI30 es el producto de la intensidad máxima de la lluvia en 30 minutos por la energía cinética total del aguacero, entre 100. Se expresa en (MJmm/ha/h). Wischmeier (1978) define lluvias individuales como eventos que son divididos en un tiempo de 6 horas, con lluvias de 0.0 mm.

- K: Factor erodabilidad del suelo; un número que refleja la propensión del suelo a sufrir un tipo de erosión. Las unidades dependen de la cantidad del suelo perdido por unidad de erosividad (R), producida en una parcela de 22 m de longitud y 9% de pendiente. Puede medirse en condiciones de topografía diferente y ajustarse a las condiciones de topografía estándar con una fórmula para evaluar el efecto de la pendiente. K también puede computarse como una función de las propiedades físicas y químicas del suelo (Wischmeier et al., 1971; Páez y Pla, 1993), se tomará como punto de referencia el monograma de erodabilidad y se expresa en (t/ha/a/MJmm/ha/h).
  
- L: Factor longitud de la pendiente; una relación que compara las pérdidas de suelo con la de un campo experimental de longitud especificada (22.1 m).
  
- S: Factor pendiente; una relación que compara la pérdida de suelo con la de un campo experimental de pendiente (9%) especificada (adimensional).
  
- C: Factor de cobertura y manejo de cultivo; es la relación resultante al comparar las pérdidas de suelo ocurridas en áreas con cobertura vegetal protectora y varias prácticas de manejo con las correspondientes pérdidas en la misma área bajo continuo barbecho y cultivada en el sitio de la pendiente a intervalos regulares. El factor C considera

el tipo y densidad de cobertura vegetativa del suelo y todas las prácticas de manejo relacionadas (control de maleza, labranza, riego, fertilización, etc.) (Donahue et al., 1983) (adimensional).

**P:** El factor P es adimensional e indica la relación entre las pérdidas de suelo que resultarían en un terreno con labranza en contorno, barreras vivas, terrazas de drenaje y aquella producida con la labranza en sentido de la pendiente. El factor P tiene un valor máximo de 1 el cual tiende a ser reducido por las prácticas de conservación (adimensional).

## **2.7 Sistemas de producción**

Según Rosnay (1975) citado por Groppo (1991), un Sistema de Producción es considerado un conjunto de elementos en interacción dinámica, organizados en función de un objetivo. Se consideran componentes de un sistema de producción el conjunto de sistemas de cultivo.

Sebillote (1986), define un sistema de cultivo como un conjunto de modalidades técnicas utilizadas sobre parcelas tratadas de manera homogénea, que se define por la naturaleza de los cultivos con su orden de sucesión.

Los Itinerario Técnico (ITK) consisten en una sucesión lógica de acciones culturales y técnicas aplicadas a cada sistema de cultivos. A partir de los cuales es posible comparar en términos económicos sus beneficios netos.

En caso de las asociaciones de cultivos, el cálculo económico se deberá efectuar en base al conjunto de sistemas de cultivos, ya que numerosas labores son comunes y no hay posibilidad de afectar los costos correspondientes a una u otra labor de los cultivos de la asociación.

Dentro de las metodologías de análisis económico, una de las más aplicadas es la descrita por Groppo (1991) denominada "Resultados económicos y criterios de eficiencia de los rubros y sistemas de producción". La cuál comprende cinco etapas importantes para los cálculos económicos, los que se definen a continuación:

- a. **Itinerario Técnico de los cultivos (ITK):** Describen las actividades en los sistemas de cultivo y sus costos de producción.
- b. **Producción bruta o beneficios (P.B.):** Es la suma de la producción agrícola incluyendo las ventas o autoconsumo.
- c. **Costos monetarios proporcionales anuales (C.M.P.A.):** Son los costos diferenciados anuales de: Insumos, servicios, fuerza de trabajo y mantenimiento de infraestructura.
- d. **Margen bruto (M.B.):** Es la diferencia entre el producto bruto y los costos monetarios proporcionales anuales.
- e. **Beneficio neto o margen neto (M.N.):** Es la diferencia entre el margen bruto y las amortizaciones de los equipos e infraestructura.

## **2.8 Practicas de conservación más utilizadas en Nicaragua**

Las actividades inadecuadas del hombre al explotar el recurso suelo incrementan la tasa de erosión. Un sistema de producción con practicas de conservación de suelos tendrían un mayor efecto si previo a su establecimiento, se destinará el uso del recurso suelo de acuerdo a su capacidad productiva, algo no muy común debido a la situación socio-económica de los productores.

Las practicas de conservación de suelos son medidas implementadas dentro de un sistema de producción con el fin de lograr sostenibilidad en términos de fertilidad de suelos, producción y menores costos económico. Se pueden clasificar en agronómicas (biológicas y de manejo), y mecánicas.

Las dos primeras tienen como objetivos los de proteger el recurso suelo del impacto de las gotas de lluvia (coberturas vivas o muertas) y el de incrementar la resistencia del suelo (abonos orgánicos, labranza). Las mecánicas en cambio tratan de controlar, reducir la velocidad y cantidad de escurrimiento superficial, conducirlos fuera de los terrenos sin causar erosión.

El inventario de las técnicas de conservación realizado por PASOLAC (1993a) p.1., mediante la contratación de tres consultorias, nos brinda las técnicas que se aplican de forma representativa en la región (Guatemala, Honduras y Nicaragua). Las técnicas de conservación más utilizadas en Centro América resultaron ser: Barreras vivas, abonos orgánicos, labranza a curvas a nivel, la agroforestería<sup>1</sup> y la reforestación<sup>2</sup>.

El mismo inventario, indica que para la selección de especies y variedades de plantas a utilizar en las obras biológicas de conservación de suelos y agua, se prioriza los criterios de disponibilidad de material vegetal (p.e. semillas y estacas). Pero a criterio personal la prioridad de selección son las plantas útiles y las especies conocidas.

La combinación de técnicas de conservación de suelos de menor costo pueden ser una alternativa para sistemas que requieren agroquímicos, viable para los pequeños y grandes productores de la región centroamericana. Por ejemplo el cultivar en contorno, uso de barreras vivas y cultivos de cobertura en asociación.

<sup>1</sup> a criterio personal es la práctica más antigua

<sup>2</sup> no es actividad agropecuaria

## **2.8.1 Ventajas y desventajas potenciales de las prácticas más promovidas en Nicaragua.**

**. Plantas de cobertura (Leguminosas):** Füssel (1990). pp.7-9.

### **1 Ventajas potenciales:**

- Incrementan el contenido de nitrógeno del suelo (Joachim, 1931).
- Reducen la temperatura del suelo (Prihar, 1979; Budelmann, 1989a).
- Conserva la humedad del suelo (Joachim, 1931) por increment de la capacidad de retención de agua y disminuye la tasa d evaporación (Mutea, 1980; Davies, 1975).
- Conserva el suelo por la cobertura de la superficie, construcción de agregados del suelo, incrementa la infiltración del agua (Falayi Lal, 1979; Davies, 1975).
- Controla malezas (Kahnt, 1983) y ahorra labor (Joachim, 1931).
- Control de insectos por hospedaje de insectos benéficos depredadores y parásitos (Altieri, 1887).
- Son albergues de insectos benéficos.
- Crean variedad de organismos del suelo que compiten con organismos patógenos como los nematodos.

### **a.2 Potenciales Desventajas:**

- Compiten por el agua, luz y nutrientes con el cultivo principal.
- Dificultades en la evaluación económica para el productor.
- Pérdida de nutrientes por cosecha e impedimento de la mecanización, para algunos manejo en los cultivos.

## **b. Abonos orgánicos**

**b.1 Ventajas potenciales:** La materia orgánica en la superficie del suelo reduce el impacto de las gotas de lluvia y favorecen la infiltración lenta del agua. La escorrentía y la erosión se reduce, habiendo mayor cantidad de agua aprovechable para el desarrollo de las plantas. Ortiz, (1990).pp.135-137.

b.2 Desventajas potenciales: en muchos casos aumenta la presencia de nematodos en el suelo y actinomisetos, atraídos por ella, el transporte de los materiales es complicado y en algunos casos costoso.

**c. Cultivo múltiple:**

c.1 Ventajas potenciales: El cultivo múltiple se define como la utilización de la tierra con más de un cultivo en el año. Sin embargo, la modalidad más interesante de este sistema de explotación es de intercalar varios cultivos en una unidad de terreno. Esta modalidad se conoce como cultivos asociados. Es conveniente que los cultivos a intercalar presenten rangos amplios de variabilidad en sus períodos de crecimiento, permitiendo un uso más eficiente del tiempo, facilitando el escalonamiento de la siembra y la cosecha, además de proporcionar una cobertura permanente del suelo. Conviene seleccionar cultivos que difieran en sus características botánicas, fisiológicas y exigencias culturales, a fin de utilizar mejor el espacio y disminuir los riesgos de plagas y enfermedades (Delgado 1987).

c.2 Desventajas potenciales: esta práctica requiere de mucha mano de obra familiar.

**d. Barrera Viva:**

d.1 Ventajas potenciales: 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. Páez, M. (1989)p.48. Entre sus ventajas encontramos el aprovechamiento de sus rastrojos, la producción de semillas y protección indirecta de ataque de plagas a los cultivos.

d.2 Desventajas potenciales: Las barreras presentan obstáculos para las labores culturales.

## e. Rotación de cultivos (intra-anual):

e.1 Ventajas potenciales: La rotación de cultivos es el cambio sistemático de cultivos para ayudar a evitar la erosión y el agotamiento del suelo, sus ventajas son:

- Las leguminosas en rotación pueden utilizar el nitrógeno atmosférico e incrementar el contenido de nitrógeno en el suelo.
- Las enfermedades de las plantas, insectos y malas hierbas se controlan más fácilmente.
- La tierra se mantiene continuamente bajo cultivo reduciendo así la erosión del suelo y la pérdida de nutrientes ocasionada por la lixiviación.
- La mano de obra se distribuye mejor.
- Por efecto de varios de los factores anteriores se obtiene mayor rendimiento por unidad de terreno.

e.2 Desventajas potenciales: La rotación ocupa cierto tiempo sin poderse cultivar otra cosa y aumento de mano de obra.

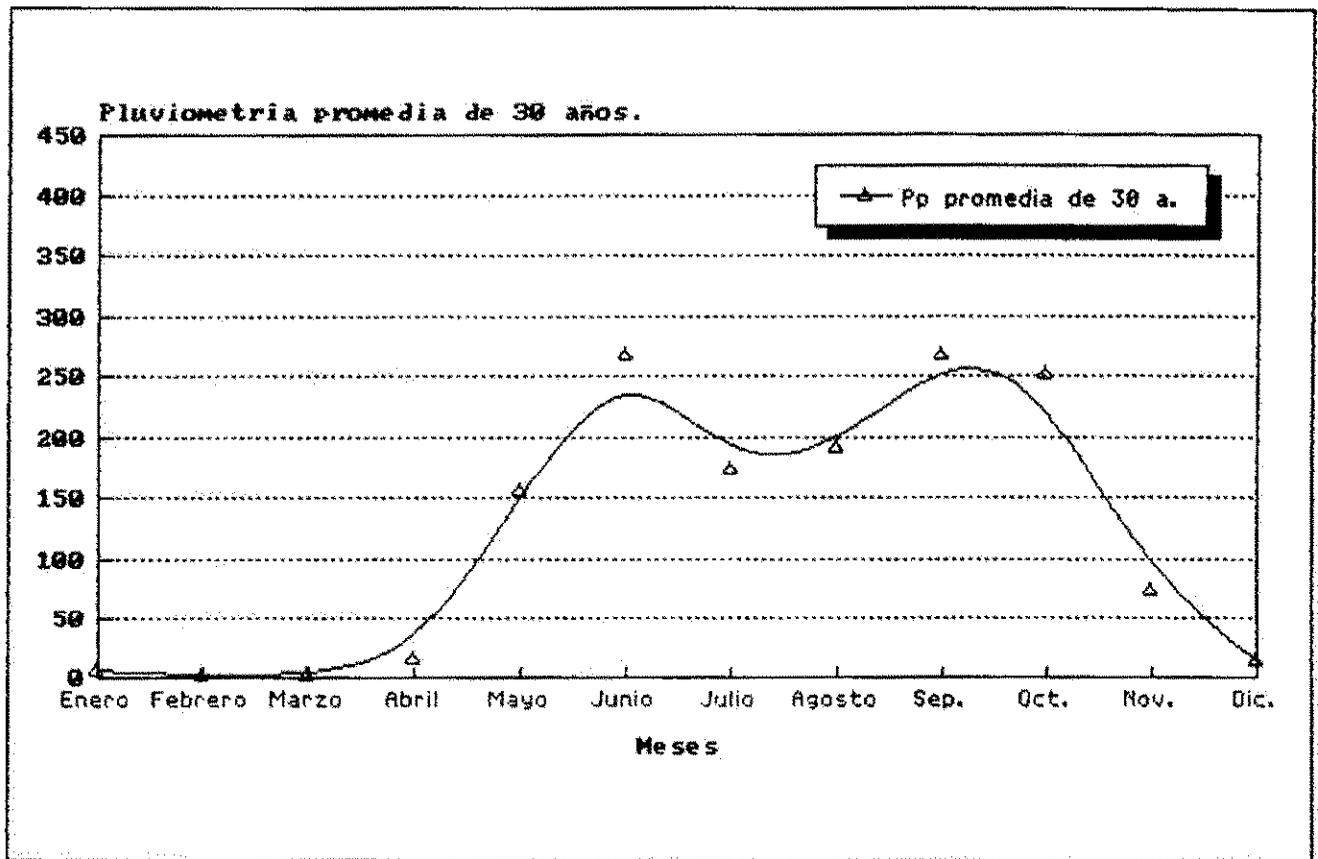
### 3. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1 Ubicación geográfica del área de estudio

El área de estudio se ubica entre las coordenadas 12°01' latitud Norte y 86°13'26" longitud Oeste. Localizado en la zona baja del pie de monte en la Cuenca Sur del Lago de Managua, sub-cuenca IV (IRENA, 1993). El área de la estación experimental es propiedad personal de un cooperante del Servicio Forestal Nacional- MARENA, ubicada a 2 km al Nor-Oeste del pueblo de Ticuantepe, Departamento de Managua, Región III. La altura corresponde a 280 msnm. El paisaje es ondulado y la gradiente de la pendiente del terreno es entre 8% y 10%.

Clima: Las zonas de clima y vegetación, según las clases climáticas de Köppen son clasificadas como trópico sub-húmedo y sabana respectivamente (Young, 1989). El mes más caliente es Abril, con una temperatura mensual promedio de 29.8 °C y Diciembre el más frío con 25°C. Las temperaturas promedio anual son de 27.5°C. La evapotranspiración potencial promedio es 2300 mm en el área de Ticuantepe. El mes con evaporación potencial más alta es Abril con 312 mm y Octubre es el más bajo con 132 mm. La humedad relativa del área varía marginalmente dentro del año en la zona: La humedad promedio varía entre 67.9% en Marzo y 85.9% en Octubre (SUWaR, 1992). La velocidad del viento promedio para el área de Ticuantepe es 3.4 m/s (12 Km/h). El mes con velocidad del viento más alta es Marzo con 4.7 m/s (17 Km/h) y la velocidad del viento más baja es Octubre con 2 m/s (7 Km/h).

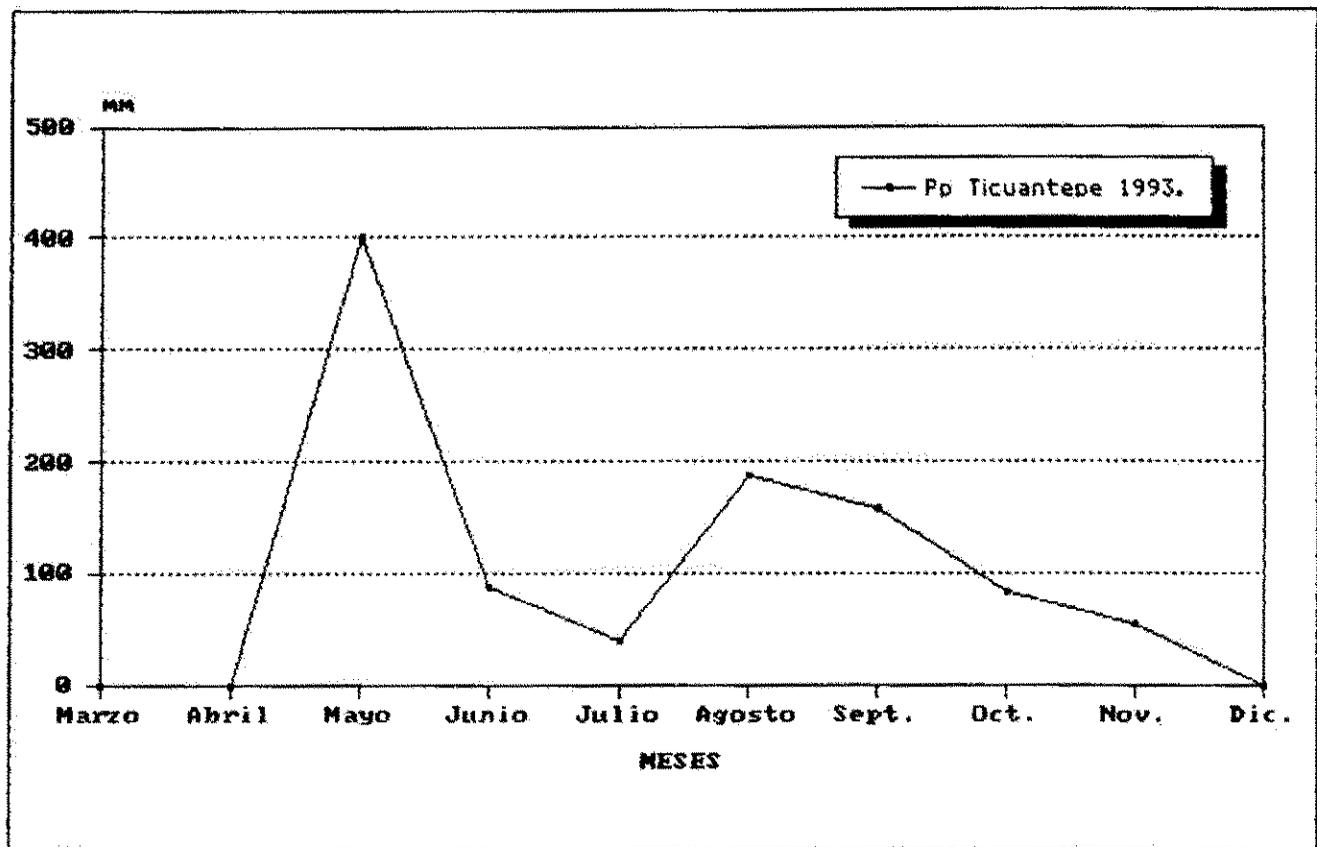
Precipitación (P): La estación lluviosa usualmente empieza en Mayo y termina en Octubre. Durante este período del 85% al 97% de la precipitación anual ocurre. Un período seco relativamente corto (aproximadamente un mes), llamado canícula, corta el período lluvioso de la mitad de julio a la mitad de agosto. IRENA, (1983) reportó una precipitación promedio anual para la zona de Ticuantepe de 1350 mm.



**Figura 1 Precipitación promedio 1958-1988, estación meteorológica Masaya-Casa.**

La distribución mensual promedio de la precipitaciones registradas durante los últimos 30 años, muestran una distribución bimodal con dos picos, uno en junio y otro en Septiembre-Octubre.

Las precipitaciones en 1993, según figura 2, se comportan diferente a los picos bimodales de los últimos treinta años producto de trastornos ecológicos y variabilidad climática.



**Figura 2** Precipitación promedio Abril-Diciembre, estación meteorológica, parcelas de erosión. Ticuantepe, 1993.

Geología e hidrología: La zona de Ticuantepe pertenece geológicamente al área llamada "Cuaternario volcánico Masaya". Los materiales volcánicos de la actividad del volcán Masaya fueron flujos piroclásticos, que son masas frías de cenizas, pómez y de cenizas aéreas volcánicas que fueron dispersadas de la región volcánica. El grosor de la capa de depósito de ceniza se convirtió en material parental del suelo, restaurando ó mejorando la fertilidad del suelo. Los suelos aluviales ocupan los fondos de los valles, mientras que las pendientes y cuevas de las colinas, son Andosoles superficiales de color café, generalmente con una capa endurecida llamada talpetate en el perfil del suelo. CATASTRO (1971).

## 3.2. Descripción del sitio experimental

### 3.2.1 Propiedades del suelo

Del levantamiento de suelos en el sitio experimental se encontró que la profundidad del suelo estaba limitada por una capa de toba brechosa (espesor de 25 cm) a una profundidad entre 20 y 90 cm, en el anexo 8.6 se describe la clasificación del perfil. La gradiente principal de la pendiente es de 8.5% con sentido Oeste-Este.

Las propiedades físicas y químicas del suelo en el sitio experimental mostradas en la tabla No.3., se obtuvieron a través de la metodología de muestreo de suelos por Díaz R. 1978, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y los métodos físicos los describe El manual de laboratorio de Medrano, X; Umaña, E; Vogel 1991.

**Tabla 3 Propiedades físicas y químicas del suelo en el sitio experimental. Ticuantepe, 1993.**

Propiedades	Unidad	Valor	Método
textura	-	franco-A	Pipeta de Robinson
estructura	-	granular	Observación
pH en agua	-	5.90	Potenciómetros relación 1:2.5
MO	(%)	4.99	Walkley Black
N total	(%)	0.249	" "
Fosf.	(mg/kg)	17.6	Olsen Modificado
Potac.	(meq/100gs)	1.043	" "
Calc.	"	21.63	Solución Ext. Cloruro de Potasio
Mg	"	6.12	" " " "

Uso de la tierra: La zona de Ticuantepe utiliza 1,644.4 ha. (2,335 mz), que representan un 31.13%, de las tierras, para la producción de granos básicos, del cual un 50% es destinado para la rotación intra-anual maíz-frijol. (Departamento de Desarrollo Rural, 1993; no publicado). Donde se ubicaron las parcelas experimentales se cultivó plátano (1980-1986) y frijol (1986-1992).

### 3.3 Descripción del sistema de parcelas de erosión

El sitio experimental consiste en 6 parcelas de escurrimiento o erosión para medir pérdidas de suelo y agua. Cada parcela de erosión tiene los siguientes componentes:

- Área de escurrimiento y erosión.
- Canal interceptor.
- Tubo conductor.
- Foso de tanques.
- Sistema de tanques de almacenamiento.
- Canal de desviación.

Durante un evento lluvioso una cantidad de suelo y de agua abandona el área de erosión ( $22.1 \text{ m} * 4.0 \text{ m} = 88.4 \text{ m}^2$ ) en forma de sedimento y escorrentía superficial. Estos son receptados pendiente abajo por un canal interceptor, colocado transversal a la pendiente. El canal colecta sedimento y conduce escurrimiento hacia el primer tanque de almacenamiento por medio de un tubo conductor. Los tanques son dos colocados en secuencia dentro del foso, en el primer tanque su función es la de almacenar el total de la carga de sedimento transportada y parte del escurrimiento superficial. Un exceso de escorrentía proveniente del área de erosión es muy probable por las características intensidad y duración de las tormentas en el país, para poder almacenar este exceso el primer tanque tiene un sistema de drenaje en la parte superior, donde hay el número de 17 salida con igual caudal. Esto permite conectar una de esas salidas al siguiente tanque, que almacena 1/17 del total proveniente del primer tanque, el volumen del tanque colector es de  $0.8702 \text{ m}^3$ , equivalente a 870.2 l.

Toma de muestras de sedimentos y escurrimiento: En dependencia de la cantidad de suelo transportado y de el volumen de escurrimiento se realizan dos tipos de muestreo:

1. Muestreo A: Consiste en recolectar muestras de 1 l. en los tanques que almacenaron escorrentía que no superaban los 5 cm.
2. Muestreo B: Consiste en recolectar muestras de 1 l. en los tanques que almacenan más de 5 cm de altura de sedimentos y escorrentía. Los pasos del procedimiento de muestreo son:

a. Altura total (AT): Se registra la lectura total del depósito de sedimento y escurrimiento del primer tanque, posteriormente se drena la escorrentía a través de un sifón de manguera, y se detiene el drenaje hasta llegar a casi tocar el límite superior del volumen de sedimento y se anota la lectura de altura de los sedimentos (AS).

b. Muestras de sedimentos: Después que se elimina el agua sobre los sedimentos, se procede a tomar las muestras. El muestreador se introduce en los tanques y comienza agitar enérgicamente la masa de agua y sedimentos con los pies hasta alcanzar una mezcla homogénea. Dos muestras de sedimentos, de un litro de volumen cada una, son tomadas por tanque. Los recipientes de muestra son introducidos en el momento que se siente que la mezcla alcanza el punto de homogeneidad máxima, estas muestras son marcadas y llevadas al laboratorio para su determinación de contenido de agua y suelo seco por análisis gravimétrico. Es importante señalar que este tipo de muestreo no posee una escala milimétrica que podría disminuir los errores por apreciación.

c. Por diferencia de AT y AS se obtiene la lectura de altura de escurrimiento parcial 1 ( $AA_1$ ).

$$AA_1 = AT - AS$$

e. La altura del escurrimiento parcial ( $AA_2$ ): Se obtiene de anotar la lectura en la escala del segundo tanque, se supone sin sedimento.

### Cálculo de volumen de escorrentía y sedimentos

$$V = AA_1 + AA_s * \pi * r^2$$

Donde:  $AA_1$ : altura del escurrimiento parcial o agua drenada del tanque 1 y 2 .

$AA_s$ : altura de sedimento

$r^2$ : radio del tanque

V: volumen

Los datos de agua se expresan en metros cúbicos y el suelo en toneladas por hectáreas.

### Análisis en el laboratorio:

Una vez trasladados los recipientes de las parcelas se les mide el volumen real de la muestra y se depositan en un horno para determinar el peso de suelo seco por muestra, haciendo uso del método gravimétrico. Posterior al laboratorio los datos se transfieren a relaciones de volúmenes y hectáreas.

## **3.4 Metodología para calcular pérdidas de suelo y agua**

Determinación de pérdida de suelo (A): La cantidad en peso seco de las partículas sólidas de suelo de cada área de erosión recolectada después de cada evento lluvioso, se expresa (t/ha/a.).

Determinación de pérdida de agua (Ag): La cantidad de agua perdida por escorrentía superficial de cada parcela de erosión se obtiene de la sumatoria de los volúmenes parciales ( $AA_1 + AA_2 + AA_3$ ).

## **3.5 Metodología para estimar los factores de la EUPS**

Determinación del factor erosividad de las lluvias (R) anual: El valor de la erosividad de la lluvia se calcula como el producto de la energía cinética del evento (MJmm/ha) y su intensidad (mm/ha). Su valor se obtiene mediante la siguiente ecuación (Wischmeier, 1978.):

$$R = \sum EI_{30}$$

Donde:

**E:** Energía total para un evento de precipitación, expresa con la siguiente formula:  $E_c = 0.0119 + 0.00873 \log_{10} I$ . (MJmm/ha), ( $E_c$  = Energía cinética y su ecuación se obtiene de la velocidad de las gotas de lluvia y de el tamaño de estas).

**I30:** es la sumatoria de intensidad máxima para cada intervalo de un evento en 30 minutos.

Para el registro de las intensidades de lluvias se empleó la estación meteorológica automatizada del tipo Datalogger, (Li-32), que cuenta con un sistema de sensores, entre los cuales está el sensor tipo Quantum; Li-190SA (Li-Cor), el cual registra las precipitaciones por minuto. Se encuentra ha 600 metros fuera de las parcelas experimentales y pertenece al Servicio Forestal Nacional.

Determinación del factor erodabilidad del suelo (K): La evaluación de este factor se determino a través del nomograma de erodabilidad (Foster, 1981), aplicado en Nicaragua por Murillo (1990). Su estimación se realizara determinando los valores de:

- Textura: Método de la Pipeta de Robinson... (bibliografía)
- Materia orgánica: Método de combustión húmeda de Walkley-Black.
- La estructura del suelo se determinó por simple observación.
- La permeabilidad se infirió de las pruebas de infiltración que se realizaron con la metodología de "doble cilindros".

Determinación del sub-factor longitud de la pendiente (L):

Este factor fue calculado mediante la siguiente fórmula:

$$L = (x/22.13)^m \text{ Donde:}$$

x = longitud de la pendiente expresada metros.

m = exponente que refleja la relación entre la pendiente y el grado de erosión.

El exponente "m" toma valores en función de la gradiente (g) de la pendiente: 0.2 si  $g < 1$ ; 0.3 si  $1 < g < 3$ ; 0.4 si  $3 < g < 5$ ; 0.5 si  $5 < g < 10$ ; y 0.6 si  $g > 10$  (Wischmeier, 1978).

Determinación del sub-factor gradiente de la pendiente (S): El factor de gradiente de la pendiente fue calculado a través de la siguiente fórmula:

$$S = 0.065 + 0.045s + 0.0065s^2 \text{ Donde:}$$

S = es la caída vertical por 100 unidades

porcentuales a lo largo de la superficie del terreno.

Determinación del factor uso y manejo de cobertura vegetal (C):

a. Determinación de cobertura vegetal (porcentaje): Un marco de vista fue construido para determinar el porcentaje de cobertura vegetal. El marco de vista consiste de dos travesaños paralelos uno superior e inferior, con 10 orificios espaciados cada 10 cm. Cada vista por un orificio que observe cobertura vegetal representa un 10% de cobertura. Para el muestreo de la cobertura vegetal se colocaban 20 veces por parcela para un total de 200 observaciones por parcela. Los recuentos se realizaron cada 15 días desde la siembra para los cultivos en desarrollo (ver anexo 8.9).

b. Determinación de valores de C:

Para obtener valores de C confiables, se logran definiendo las etapas de desarrollo, ED, en el tiempo, de los cultivos, con su manejo específico, luego se evalúa las proporciones de pérdidas de suelo, PPS, por cultivo y etapa, el cual es estimado a partir tablas de cobertura (ver anexo No 9), cuyo valor máximo es (1) cuando la cobertura es nula. Posteriormente se determina el índice de erosividad anual PR de un determinado período y se deriva de una "curva de distribución anual de R".

Determinación del factor prácticas de conservación (P): Se determinó mediante un cálculo matemático de tanteo, multiplicando los valores de la Ecuación Universal de pérdida de Suelo EUPS, (R, K, L, S, C), entre sí, y asignando valores a P que permitieran ajustar los valores estimados de pérdida de suelo de la ecuación a las pérdidas de suelo cuantificadas durante el año.

### 3.6 Análisis Económico para los Sistemas de Cultivos.

Para el análisis económico se seleccionó la metodología de Dumazert, P. y Levard, L. (1989). **Resultados económicos y criterios de eficiencia de los rubros y sistemas de producción.** Adaptado a condiciones experimentales, la que implica determinar los siguientes parámetros:

- Descripción de itinerarios técnicos.
- Cálculo de producción bruta.
- Cálculo de costos monetarios proporcionales anuales.
- Cálculo de margen bruto y margen neto (beneficio neto).

#### a. Descripción de los itinerarios técnicos (ITK).

El ITK, consiste en describir las actividades desarrolladas en un cultivo a través de un formato que contiene fechas de labor, número de días hombres por labor, nombre técnico de agroquímicos, formas de realizar las labores y los costos en moneda nacional de dichas actividades o labor de cultivo. La información económica se obtuvo directamente en el mercado local y a través de entrevistas hechas al productor que labora en las parcelas.

#### b. Cálculo de los costos monetarios proporcionales anuales (C.M.P.A.), se determinaron a partir de entrevistas.

#### c. La producción bruta (P.B.) se calculó mediante la fórmula siguiente:

$$P.B = VP - CP + Au + \text{Variación de inventarios.}$$

Donde: VP =ventas de producción, CP =compra de productos y  
Au =autoconsumo.

d. Cálculo del margen bruto (M.B)

Se calculó por la diferencia entre el (P.B) y los (C.M.P.A.), su formula es:  $M.B. = (P.B) - (C.M.P.A.)$ .

e. Cálculo del beneficio o margen neto (M.N)

Se calculó por la diferencia entre el (M.B.) y las amortizaciones de los equipos e infraestructura. La formula es:  $MN = M.B. - eq - inf$ .

Donde (eq)= equipos y (inf) = infraestructura.

### 3.7 Diseño experimental

El diseño que se implementó en el sitio experimental fue un Diseño completamente al azar (DCA), compuesto de 3 tratamientos con 2 repeticiones para un total de seis sistemas de parcelas de erosión.

#### 3.7.1 Distribución de los tratamientos

La distribución de los tratamientos corresponde a una secuencia determinada para los ciclos agrícolas: primera y postrera, como se presenta en la figura 2.

		TRATAMIENTO					
CICLOS DE CULTIVOS		1	3	2	1	3	2
Primera							
Postrera							

Fig. 3 Distribución de tratamientos en el sitio experimental en Ticuantepe, 1993.

### 3.7.2 Descripción y manejo de los tratamientos por ciclo productivo: primera y postrera. Ticuantepe, 1993.

#### a. Tratamiento 1

Primera: Cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en contorno (tres labranzas).

La preparación del suelo se realizó con azadón a los 15 días antes de la siembra y al momento de la siembra (03-06-93), la variedad de maíz sembrada NB-6, la fertilización se aplicó fragmentada, la fórmula completa NPK (18-46-0) en dosis de 90.90 kg/ha al momento de siembra y urea 46% a razón de 90.90 kg/ha a los 30 días después de la siembra (dds). La distancias de siembra fueron de 80 cm entre surco y 30 cm entre planta, con dos semillas por golpe, siendo la densidad poblacional de 83,333 plantas/ha. El control de malezas fue con azadón a los 15 dds y el aporque se realizó a los 30 dds. Para control de gallina ciega (*Phylophaga* sp.) y de gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda* L.) se aplicó Lorsban granulado (*Chlorpyrifos*) a razón de 18 kg/ha.

Postrera: Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en contorno (una labranza).

La preparación del suelo se realizó con azadón a los 8 días antes de la siembra y al momento de la siembra. La variedad utilizada DOR-364. La distancias de siembra fueron 40 cm entre surco de y 10 cm entre planta con 1 planta por golpe, con una densidad poblacional de 250,000 plantas/ha. No se aplicó fertilizantes, el control de maleza fue con azadón 15 dds. No se aplicó plaguicidas.

#### b. Tratamiento 2

Primera: Cultivo de maíz (*Zea mays* L.) en contorno, con barreras vivas de pasto Gamba (*Andropogon gayanus* Kunth) una distancia de 11 m (tres labranzas).

El manejo del maíz similar al tratamiento 1. La barrera viva fue sembrada manualmente a las tres semanas de sembrado el maíz, utilizando material vegetativa. Se resebró a los 30 dds y a los 60 dds, se podó a los 50 dds, 100dds y 200 dds.

Postrera: Cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en contorno con barreras vivas de pasto Gamba (*Andropogon gayanus* K.) a una distancia de 11 m (una labranza).

En términos de manejo fue similar a postrera del tratamiento 1, y para las barreras vivas el manejo consistió en podas para el rebrote.

### c. Tratamiento 3

Primera: Asocio de cultivo de maíz (*Zea mays* L.) y frijol Terciopelo (*Mucuna pruriens* L.) en contorno con barreras vivas de pasto Gamba (*Andropogon gayanus* K.) a una distancia de 11 m (una labranza).

El manejo del cultivo de maíz es similar al tratamiento 1: postrera. El cultivo de frijol terciopelo, fue sembrado a las tres semanas de sembrado el maíz. La distancias de siembra fueron 80 cm surcos y 30 cm entre planta con una densidad poblacional de 83,333 plantas/ha. No se aplicó fertilización mineral y el control de malezas fue manual con azadón al momento de siembra. La labor de corte de las guías del frijol terciopelo se efectuó a los 45 dds.

Postrera: Cultivo de frijol Terciopelo (*Mucuna pruriens* L.) en contorno con barreras vivas de pasto Gamba (*Andropogon gayanus* Kunth) a una distancia de 11 m (sin labranza). No se realizó ninguna labor cultural al cultivo y su cosecha se realizo en febrero de 1994.

**Tabla 4 Prácticas de conservación de suelos por tratamientos, en el sitio experimental. Ticuantepe, 1993.**

Tratam.	Primera	Postrera	Epoca Seca	Práctica
1	M	F	-	Contorno Rotac.-Intraanual Aporque (contor.)
2	M BV	F BV	BV	Contorno Rotac.-Intra A Aporque (contor.) Barrera viva Quema (primera)
3	M mFT BV	FT BV	BV	Contorno Cultivo en relevo Barrera viva

M = Maíz      FT = Frijol terciopelo      mFT = maíz + FT  
F = Frijol      BV = Barrera viva

### 3.7.3 Variables a medir de los tratamientos

#### 1. Proceso de erosión

- A = Las pérdidas de suelo, expresada en t/ha/a.  
V = Las pérdidas de agua, expresadas en m<sup>3</sup>/ha/a.

#### 2. Variables a medir de los factores de la EUPS:

- C = El factor uso y manejo de la cobertura vegetal.  
- Porcentaje de cobertura vegetal.  
- Valor del factor C.  
K = El factor erodabilidad del suelo.  
P = El factor práctica de conservación de suelos.  
L = Longitud de la pendiente.

### 3. Variables Agronómicas

#### a. Cultivo de maíz:

- Crecimiento y desarrollo: Altura de planta, número de hojas y cobertura.  
- Cosecha: Rendimiento de grano y la biomasa.

b. Cultivo de frijol común:

- Crecimiento y desarrollo: altura de planta, número de hojas por planta, longitud del tallo, número de nudos, longitud total de la planta.

- Cosecha: Rendimiento de grano, biomasa

c. Pasto gamba: Altura de planta, número de hojas.

d. Cultivo de frijol Terciopelo:

- Crecimiento y desarrollo: Altura de planta, número de hojas, cobertura.

- Cosecha: Rendimiento de grano.

4. **Malezas:** Cobertura (maleza \* m<sup>2</sup>), diversidad y biomasa.

5. **Suelo:**

- Contenido de materia orgánica, contenido de nitrógeno.

6. **Económicos:**

- Beneficio neto o Margen Neto (M.N.).

#### 4 RESULTADOS Y DISCUSION

##### 4.1 Proceso de erosión

##### 4.1.1 Pérdidas de suelo

Durante el período de estudio con lluvias naturales de Junio a Noviembre, se obtuvieron pérdidas de suelo generales, inferiores al nivel de Tolerancia, de acuerdo a la metodología de Mannering (1981) y Schertz (1983). (ver Tabla 1 p.8 ).

Las pérdidas de suelo totales para los tratamiento 1, 2 y 3 (Ver Tabla 5) presentan durante el ciclo de lluvia valores promedios de 0.63, 0.93 y 2.37 t/ha/a. respectivamente.

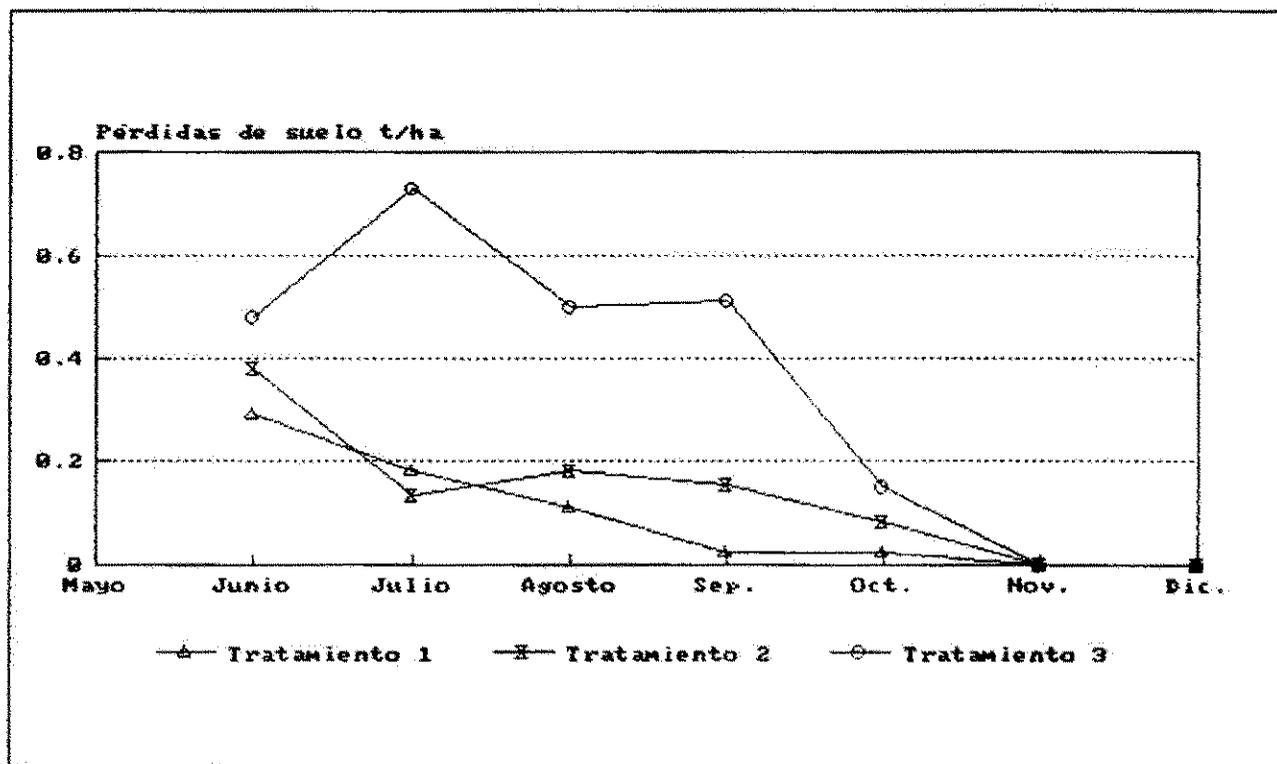
Tabla 5 Pérdidas de suelo y agua para los tratamientos evaluados de Junio a Noviembre, Ticuantepe 1993.

Tratamiento	Pérdida de Suelo (t/ha/año)		Pérdida de Agua (m <sup>3</sup> /ha/año)	
1	0.63	b	185.19	b
2	0.93	b	177.92	b
3	2.37	a	383.74	a
ANDEVA	*		**	
CV	25.55		7.96	

El análisis estadístico muestra que el tratamiento 3 tiene diferencia significativa respecto a los tratamiento 1 y 2, a un nivel de 5% en pérdidas de suelo y 1% en pérdidas de agua. Las mayores pérdidas de suelo se obtuvieron en el tratamiento 3 desde Junio a Septiembre, siendo igual su pérdida al tratamiento 2 en el mes de Octubre, (ver figura 3).

El tratamiento 1 presentó las menores pérdidas de suelo, siendo mucho menores en la época de postrera que en primera, en primera se evidencia una declinación de la pérdida de suelo a medida que se desarrolla el cultivo.

Las mayores pérdidas de suelo fueron en Junio para los tratamientos 1 y 2 con valores de 0.294 t/ha y 0.381 t/ha respectivamente, aunque el tratamiento 3 presentó una pérdida de suelo de 0.48 t/ha para este mismo mes, su mayor pérdida fue en el mes de Julio con 0.73 t/ha (Ver Fig. 4 y el anexo 1).



**Fig. 4 Distribución de pérdidas de suelo de Mayo a Octubre. Ticuantepe, 1993.**

La práctica de cultivar en contorno resulta ser muy eficiente dentro de las condiciones de este año, como única medida de conservación de suelos a pendientes de menos del 10%.

Pacheco (1986), determinó pérdidas de suelo en pendientes de 9% (Cristo Rey) 62.5 t/ha/a. y 53.8 t/ha/a. en maíz y frijol respectivamente, y con 4% (Las Varas) obtuvo 6.43 t/ha/a. para maíz. cuando se cultiva la tierra a favor de la pendiente.

Por otro lado, Rivas (1992) obtuvo similares resultados con maíz sembrado a favor de la pendiente de 78.9 t/ha/a. y 1071.9 m<sup>3</sup>/ha/a. a una pendiente del 15%. Sin embargo al emplear el cultivo en contorno de piña redujo las pérdidas de suelo y agua a 2.4 t/ha/a. y 285.1 m<sup>3</sup>/ha/a.

#### 4.1.2 Pérdidas de agua

Los tratamientos presentaron rangos de pérdidas de agua por escorrentía superficial, entre 177.9 m<sup>3</sup>/ha/a. y 383.7 m<sup>3</sup>/ha/a. En la Tabla 5, se observa que las pérdidas de agua fueron altamente significativa a un nivel de 1% en el tratamiento 3 respecto a los tratamientos 1 y 2, presentando el tratamiento 3 mayores pérdidas (383.7 m<sup>3</sup>/ha/a). Los tratamientos 1 y 2 mostraron valores similares (185.2 y 177.9 m<sup>3</sup>/ha/a.).

El ciclo de lluvia, manifestó un tendencia similar a las pérdidas de agua mensuales. Para todos los tratamientos, las mayores pérdidas de agua fueron en el mes de Septiembre, con valores de 77.51 m<sup>3</sup>/ha, 68.6 m<sup>3</sup>/ha y 149.4 m<sup>3</sup>/ha para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente (Ver Fig. 4).

Fautino, J. et. al. (1987).p.42. menciona que algunos tipos de hojas muertas (árboles en cafeto) impermeabilizan el suelo generando menor infiltración y mayor escorrentía. También las condiciones de humedad en las parcelas probablemente inciden en la capacidad de infiltración.

Rivas (1992) determinó, para la estación lluviosa de 1991, en una pendiente del 15%, pérdidas de agua ligeramente mayores para la plantación de piña en contorno (285.1 m<sup>3</sup>/ha) y 1071.9 m<sup>3</sup>/ha para maíz a favor de la pendiente. Durante los dos primeros meses de establecimiento el maíz presentó el 70% de las pérdidas del ciclo.(manejado a favor de la pendiente).

Los tratamientos 1 y 2 durante el año recibieron 3 prácticas de preparación de suelo en contorno, contrario al tratamiento 3 que obtuvo 1 práctica, lo cual permitió presentar protección al escurrimiento y retener escorrentía superficial en las pequeñas depresiones entre los surcos. Eventos lluvioso ocurrido después de estas labores, tienen un efecto menor sobre las pérdidas de suelo y agua.

## 4.2 Factores de la EUPS

### 4.2.1 Erosividad de las lluvias (R)

Los eventos lluviosos durante 1993, registraron 1,013.6 mm de precipitación total para los meses de Mayo a Noviembre. El valor de la erosividad del período fue de 1,523.2 MJ/mm/ha/h. Dos tormentas tropicales afectaron la zona: Bret (11-08-93) y Gert (15-09-93).

**Tabla 6 Distribución de precipitación (P), número de eventos (E) y su máxima intensidad (Imax), en Ticuantepe 1993.**

Mes	P (mm)	E	EI30 (MJmm/ha/h)	Imax (mm/hr)
Mayo	400.0	15	-	>70
Junio	87.0	15	84.2	20.0
Julio	40.0	12	7.4	12.0
Agosto	189.0	14	722.0	26.0
Sep.	159.6	23	620.2	33.0
Oct.	84.0	14	5.9	20.0
Nov.	54.0	5	89.4	9.0
<b>TOTALES</b>	<b>1013.6</b>	<b>98</b>	<b>1,523.2</b>	

El registro de datos de la estación no incluye valores para el mes de Mayo. La tabla 6 demuestra que los meses que presentaron mayor erosividad fueron Agosto y Septiembre. Rivas (1990) obtuvo valores de erosividad para la zona de 2000 MJ/mm/ha/h.

En la figura 6, se presenta la curva de distribución de la erosividad durante 1993, durante los primeros meses de registro (Junio-Julio) se alcanzó un 6% de la erosividad total del año, ocurriendo el período de mayor erosividad de Agosto a Octubre con un aproximado de 94% del total.

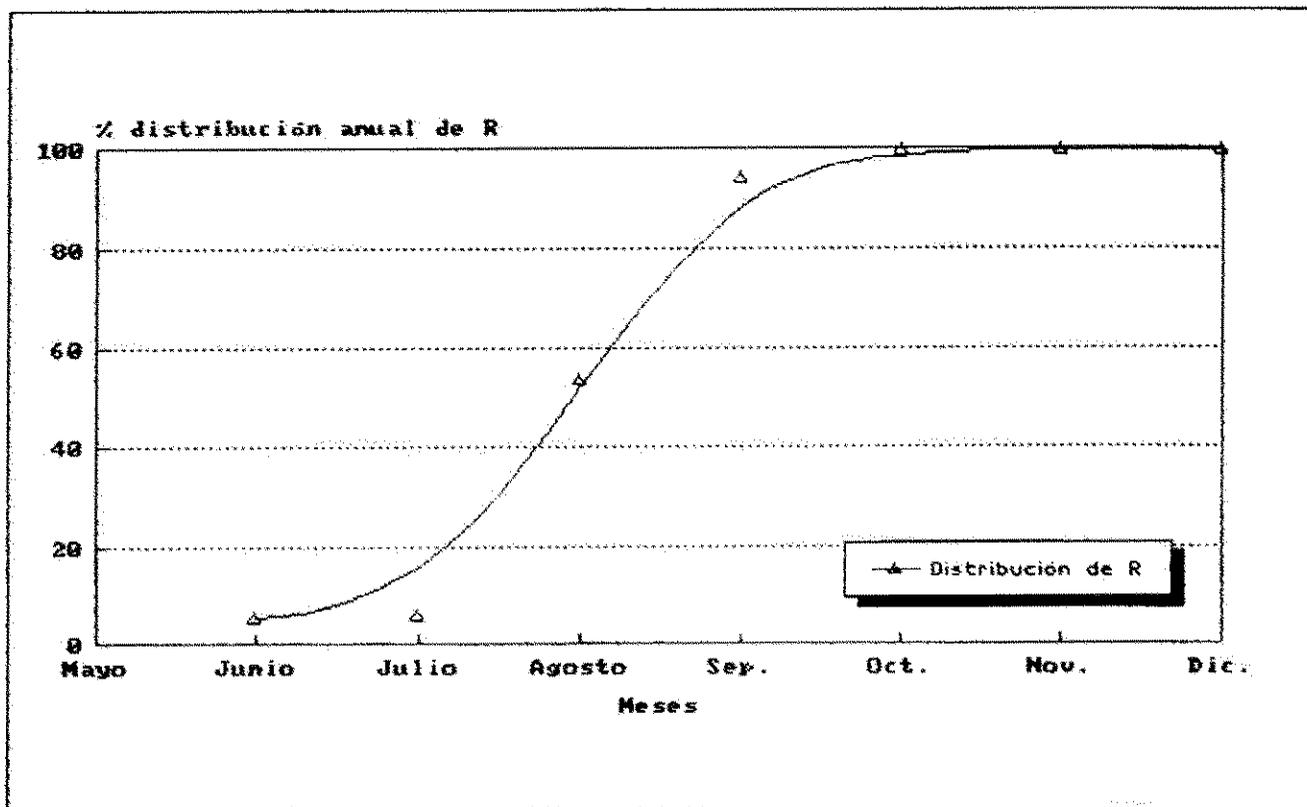


Fig. 6 Distribución anual de R, Ticuantepe 1993.

#### 4.2.2 Factor erodabilidad del suelo (K)

El nomograma de erodabilidad dio valores de K entre un rango de 0.038 a 0.047 t/ha/a/MJmm/ha/h, (ver tabla 7). En general, se presentó una tendencia decreciente de los valores de K desde Mayo a Septiembre para todos los tratamientos, por un efecto del contenido de materia orgánica.

**Tabla 7 Valores estimados de erodabilidad usando el nomograma (t/ha/a/MJmm/ha/h) y de materia orgánica para los tratamientos evaluados en Ticuantepe, 1993.**

Fecha Tratamiento	28-05-93		04-08-93		11-09-93	
	Factor K	M.O (%)	Factor K	M.O (%)	Factor K	M.O (%)
1	0.047	4.9	0.042	3.96	0.041	4.10
2	0.047	4.9	0.048	3.28	0.038	3.42
3	0.047	4.9	0.038	4.44	0.038	5.00

Existe un aumento considerable de la materia orgánica durante el mes de Septiembre, originado por la deposición de materiales de residuos vegetales en la madurez previa cosecha, condición importante para una mayor resistencia del suelo (ver pág.48 muestreo). Se observa en la tabla 7, que el tratamiento 3 presenta valores relativamente mayores de contenido de materia orgánica (5%).

Para la misma zona de Ticuantepe, Rivas (1992) determinó un valor de erodabilidad estimado con el nomograma de erodabilidad para un suelo en barbecho desnudo de 0.054 t/ha/a/MJmm/ha/h.

#### **4.2.3 Factor pendiente (LS)**

##### **4.2.3.1 Longitud de la pendiente (L)**

El factor longitud de la pendiente (L) tiene un valor de 0.99, para una longitud de 22.10 m con un valor de exponente de 0.5% a un 8% de pendiente para condiciones tropicales propuesta por Hudson et al (1959). No evaluandose la Barrera viva como factor cortante de ésta, dado que se comportó como un surco más durante este año de establecimiento.

##### **4.2.3.2 Gradiente de la pendiente (S)**

El valor obtenido fue de 0.84 para una pendiente promedio de 8%.

#### 4.2.4 Factor uso y manejo de cobertura vegetal (C)

##### 4.2.4.1 Porcentajes de cobertura vegetal

La cobertura total (%) para cada tratamiento fue compuesta de cobertura de cultivo (%) y cobertura de malezas (%). Los tratamientos 1 y 2 presentaron durante el año una distribución bimodal que corresponde a las etapas de desarrollo para cada ciclo de producción: primera y postrera. En cambio el tratamiento 3 presentó un incremento de la cobertura hasta aproximarse al 100% en los últimos 5 meses del año.

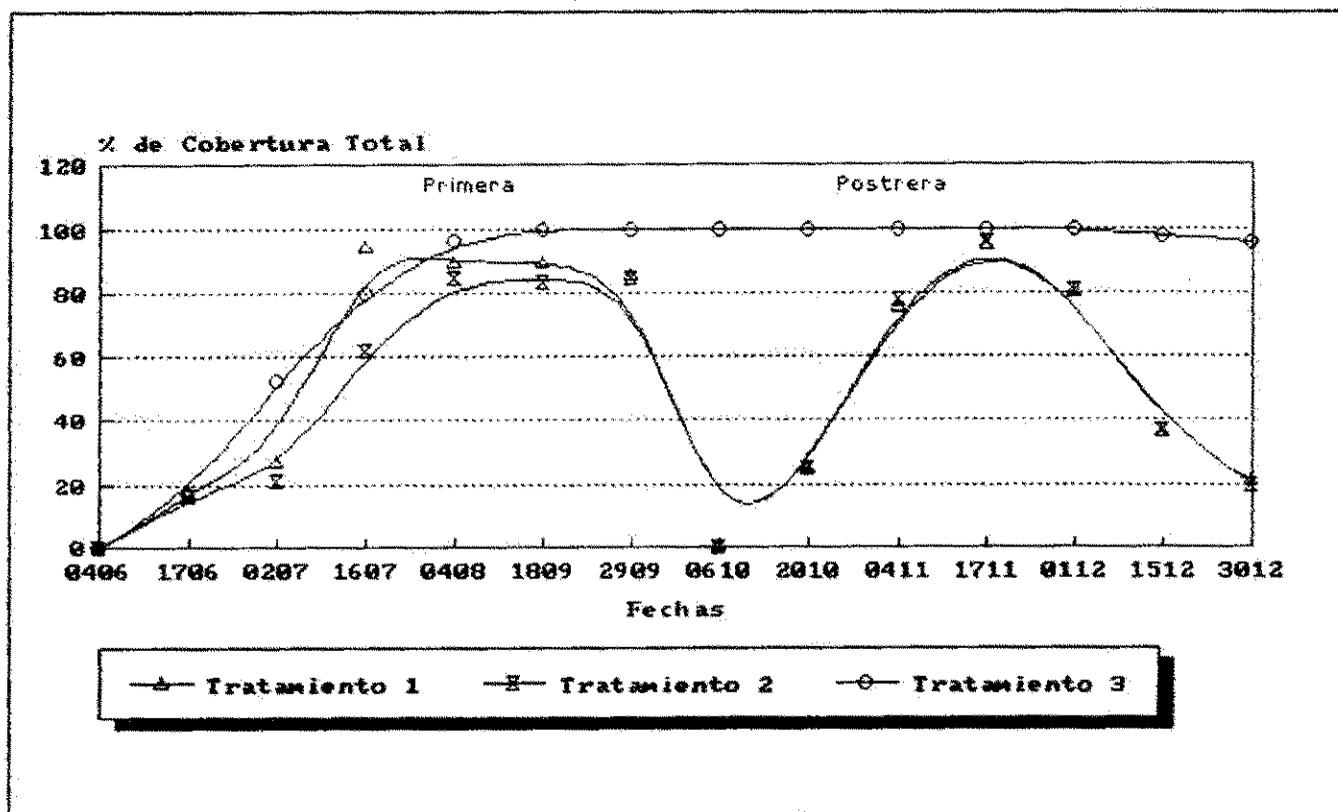


Fig. 7 Distribución de la cobertura total en porcentaje por tratamiento en Ticuantepe, 1993.

El tiempo en días para alcanzar el 50% de cobertura total para los tratamientos 1 y 2 fue de 42 días en primera y 18 días para postrera, esto se debe principalmente a las diferencias fisiológicas de los cultivos y la agresividad de las malezas. En general, la mayor cobertura proporcionada por el cultivo de maíz y terciopelo fue a los 60 días después de su siembra. Las malezas proporcionan una mayor cobertura en cultivos en hileras

alcanzando hasta un 24% a los 90 dds del maíz. En el cultivos de frijol común, las malezas presentan menor competitividad por espacio, alcanzando sólo un 8% a los 60 dds. En cambio a los 75 dds, las malezas alcanzaron un porcentaje de cobertura del 7%.

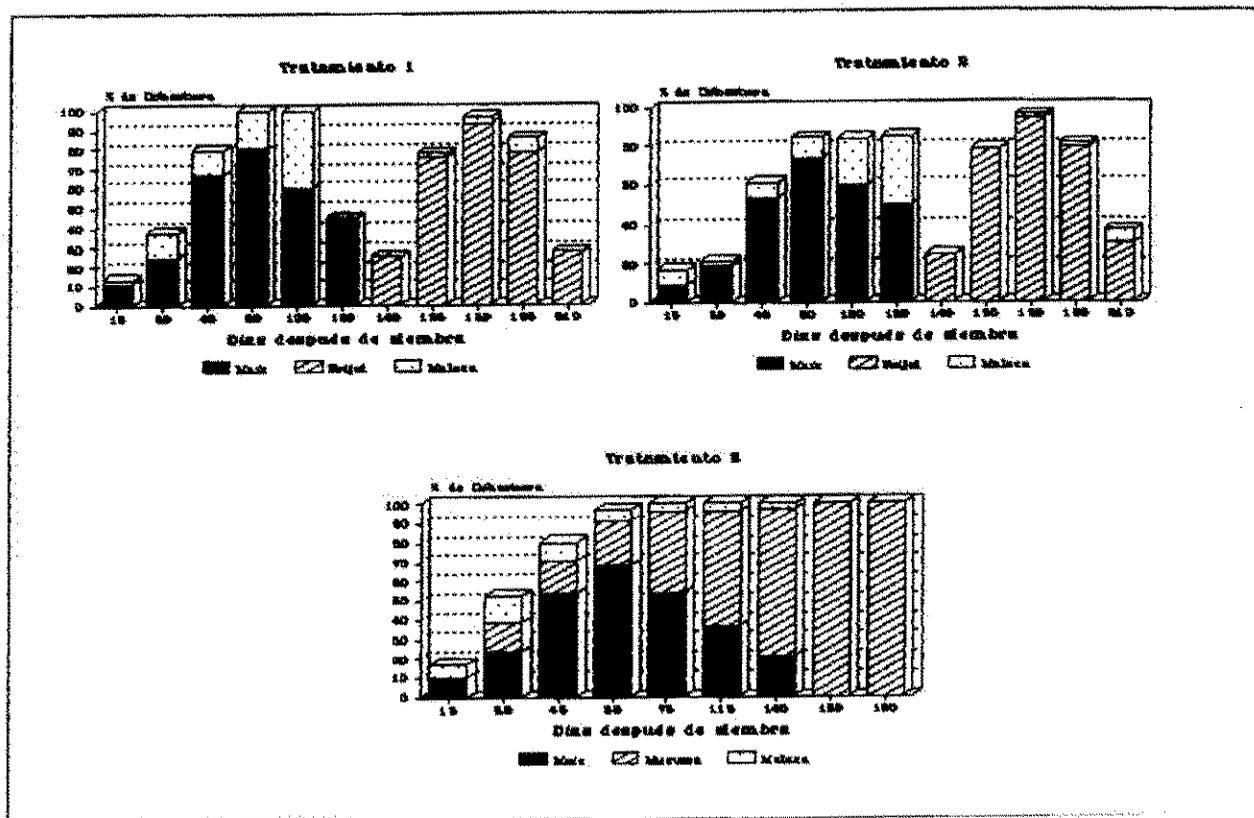


Fig. 8 Comportamiento de la cobertura total de maleza y cultivos por tratamientos en Ticuantepe, 1993.

#### 4.2.4.2 Valores del factor C

Los valores promedios anuales de C calculados fueron para los tratamientos 1, 2 y 3 de 0.38, 0.40 y 0.14 respectivamente. Mostrando el tratamiento 3 un 75% menor con respecto a los otros, correspondiente a una mayor cobertura ofertada por el terciopelo.

#### 4.2.5 Factor prácticas de control de erosión (P)

Los valores de P estimados para los tratamientos fueron de 0.04, 0.05 y 0.38 respectivamente expresados en la tabla 6.4

**Tabla 8 Determinación del factor P de datos generados de la EUPS en la zona de Ticuantepe, 1993.**

Trat.	A (t/ha/a)	R (MJmm/ha/h)	K (t/ha/a/MJmm/ha/h)	L	S	C	P
1	0.63	1523.18	0.042	0.99	0.84	0.38	0.032
2	0.94	1523.18	0.042	0.99	0.84	0.40	0.044
3	2.37	1523.18	0.038	0.99	0.84	0.14	0.38

**ANDEVA**

La tabla 8 muestra valores de (R, K, LS, C) anuales, para usar la EUPS, y obtener valores de P, asumiendo un A cuantificado para 1993.

El valor de P es el mayor para el tratamiento 3, sin embargo su factor de cobertura es el menor. Por lo tanto se puede argumentar que en estas condiciones, la práctica de conservación basado en cobertura tiene un efecto menor sobre la disminución de pérdidas de suelo que la disposición del cultivo en contorno. Esto se debe principalmente a la alteración que sufre el suelo por labores culturales como el aporque y la preparación de suelo para postrera, que para los tratamiento 1 y 2 representan cuatro y dos labores para el tratamiento 3.

Estos valores de P calculados para un año y comparados con las tablas internacionales son pequeños, por lo que se necesitan validar.

### **4.3 Resultados y discusión Agronómica**

#### **4.3.1 Cultivo de maíz (Zea mays L.)**

##### **a. Crecimiento y desarrollo del cultivo**

###### Altura de planta

La variable altura de planta, presenta diferencia significativa a un 5% entre los tratamientos 1 y 2 a los 60 dds, no mostrando diferencias el tratamiento 3 respecto al tratamiento 1 y 2, las alturas alcanzadas a esta fecha corresponden a 196 cm, 161 cm y 182 cm para los tratamiento 1, 2 v 3 respectivamente. (ver tabla 36, p.79).

###### Número de hojas

Los análisis estadísticos no mostraron diferencias significativas de la variable número de hojas, presentándose el mayor número de 12 hojas a los 60 dds, (ver tabla 8, p.47) .

###### Cobertura de maíz

El desarrollo de la cobertura vegetal del maíz a lo largo de su período vegetativo refleja una diferencia significativa a los 60 dds. a un nivel de 5% entre el tratamiento 1 respecto a los tratamientos 2 y 3, siendo los valores promedios de cobertura vegetal de 81.5%, 74.25%, y 68% para los tratamientos 1,2 y 3 respectivamente. A los 75 dds el tratamiento 1 presentó diferencia estadística con respecto a los tratamientos 2 y 3 a nivel de 5%, con valores de cobertura promedios de 65.5%, 58% y 52.5% respectivamente.

##### **b. Cosecha**

###### Rendimiento de grano

El análisis estadístico de la variable rendimiento en grano del cultivo de maíz para los tratamientos evaluados no presento diferencia estadística. Los promedios son 4,740 kg/ha, 3,998 kg/ha, y 3,667 kg/ha, para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente.

###### Biomasa de residuos de cosecha

Se entiende por este termino el peso seco del rastrojo después de la cosecha por unidad de área. El análisis de este parámetro no reflejó diferencias estadísticas a niveles de

confianza de 5% entre los tratamientos, siendo sus promedios 10,404.4 kg/ha, 6,406.67 kg/ha y 9,445.7 kg/ha., respectivamente. La explicación del bajo rendimiento del segundo tratamiento (fertilizado), se debe a que la parcela número 6 fue atacada fuertemente por el viento, produciéndose daños severos por acame.

**Tabla 9 Comportamiento de variables cosecha, crecimiento y desarrollo de maíz de primera, en Ticuantepe, 1993.**

Tratam.	Altura de P.(cm).				No.de Hojas			Grano (kg/ha)	Biomás. (kg/ha)
	15dd	30dds	45dds	60dds	30dds	45dds	60dds		
1	8.25a	26.90a	86.60a	196.0a	6.90a	11.0 a	12.6 a	4740.0a	10,404.4a
2	8.57a	21.15a	57.20a	161.4b	5.90a	10.05a	11.2 a	3998.6a	6,406.7a
3	7.18a	22.44a	64.15a	182.2ab	7.15a	11.15a	12.05a	3667.0a	9,445.7a
ANDEVA	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS
CV	8.99	22.6	15.91	4.11	12.17	10.4	3.81	16.89	18.8

#### 4.3.2 Cultivo de frijol postrera

##### a. Crecimiento y desarrollo del cultivo

##### Altura de planta

El análisis estadístico de la variable altura de las plantas de frijol presentó diferencias significativa únicamente a los 15 dds con valores promedios de 17.9 cm y 18.88 cm para los tratamientos 1 y 2 (ver Tabla 10.).

**Tabla 10 Comportamiento de las variables, crecimiento y desarrollo de Frijol durante postrera. Ticuantepe, 1993.**

Tratamiento	Altura de P. (cm).			No.de Hojas		
	15 dds	30 dds	45 dds	15 dds	30 dds	45 dds
1	17.91a	37.55a	50.8a	3.80a	9.75a	17.80a
2	18.88b	43.30a	50.8a	3.89a	9.25b	17.00b
ANDEVA	*	NS	NS	NS	*	*
CV	0.71	3.85	1.64	1.84	0.74	0.81

### **b. Cosecha**

#### Número de hojas

Para esta variable los tratamientos mostraron diferencias estadísticas a nivel de 5% hasta los 30 y 45 dds, siendo sus promedios 9.75 hojas y 9.25 hojas en el primer caso.

#### Número de vainas

El análisis de datos del número de vainas muestra una diferencia significativa a nivel de 5% a los 60 dds, registrándose valores promedios de 7.6 y 8.9 vainas por planta, resultado que esta relacionado a daños causados por el viento en la parcela lateral del tratamiento 2.

#### Rendimiento de grano

Este parámetro mostró diferencias estadísticas significativa a nivel de 5% entre el tratamiento 1 y 2 con promedios de 1833 kg/ha y 1688 kg/ha respectivamente. Dado la presencia de vientos que causaron daños en algunas parcelas.

#### Biomasa de rastrojo

Los análisis estadísticos no mostraron diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo sus valores promedios 4,449.6 kg/ha y 4,421.9 kg/ha. La biomasa o materia seca de frijol común u otras leguminosa, es importante por su aporte de nitrógeno al suelo expresado en materia orgánica (5%) de esta y por la fácil descomposición por parte de los microorganismos del suelo.

**Tabla 11 Comportamiento de variables rendimiento en frijol de postrera. Ticuantepe, 1993.**

Tratamiento	Rendimiento (Kg/ha)	Biomasa (kg/ha)	Número de vainas		
			45dds	60dds	75dds
1	1,833 a	4,449.6 a	4.3 a	7.6 b	10.6 a
2	1,688 b	4,921.9 a	4.0 a	8.9 a	10.2 a
ANDEVA	*	ns	ns	*	ns
CV	2.57		5.38	1.71	2.15

#### **4.3.3 Barrera Viva de Pasto Gamba (*Andropogon gayanus* Kunth.)**

Para este año se evaluó el aspecto agronomico de la barrera viva. Su establecimiento fue muy lento y no desarrolló el obstáculo físico esperado por falta de manejo adecuado de la especie.

Las barreras vivas presentaron 10 macollas promedio a lo largo de 4 metros lineales y una altura 200 cm. El principal problema agronómico en el establecimiento del pasto fue la selección de macollas adultas, criterio usado para el establecimiento del pasto vetiver, causando desagregación y menor resistencia a las raíces.

#### **4.3.4 Cultivo de frijol terciopelo (*Mucuna pruriens* L.)**

##### **a. Desarrollo vegetativo**

El cultivo de frijol terciopelo presentó valores de 168 cm de altura de planta, 29.3 número de hojas y 40.6 % de cobertura a los 75 dds.

##### **b. Cosecha**

El rendimiento del grano fue de 2647.05 kg/ha. El rendimiento de la vaina rastrojo (biomasa) fue de 1488.68 kg/ha. En los tratamientos estudiados el *Mucuna* aportó el nitrógeno básico para el rendimiento del maíz y logró ser un

eficiente controlador biológico de malezas.

#### **4.3.5 Efecto de cenosis de malezas en los cultivos**

##### **a. Efecto de cenosis de malezas en primera**

##### **Cobertura de malezas**

El análisis estadístico a un nivel de 5%, la cobertura de maleza mostró diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos 1, 2 respecto al 3, con valores promedios a los 30 dds (0.5%, 0% y 7.5%) y a los 45 dds (4.5%, 5.5% y 10% para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. A los 90 dds los tratamiento 1, 2 muestran diferencias estadísticas con respecto al tratamiento 3, con promedios de 41%, 32% y 4.5% respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3. Evidenciándose el completo control del *Mucuna* como control biológico de maleza con respecto a los otros tratamientos.

Lazo, M. y Martínez, F.J.S., (1994.), determinaron valores similares de cobertura en malezas para maíz de postrera en 1993, a los 20 dds (13% de malezas), con labranza mínima en la finca "Las Mercedes", Managua, con suelos ubicados a 56 m.s.n.m., en ciclos diferentes de manejo.

##### **Diversidad de malezas**

Este parámetro no mostró diferencias significativas estadísticas para el número de especies de malezas determinadas para cada tratamientos, pero si presenta una tendencia a reducir su número a medida que se desarrolla el ciclo de producción, siendo sus promedios de 9 esp, 8 esp y 7 esp a los 15 dds; 8 esp, 7 esp y 8 esp a los 60 dds y 6 esp, 5 esp y 4 esp a los 90 dds para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente.

Lazo, M.; Martínez, F.J.S., (1994.), determinaron valores similares de diversidad en malezas para maíz de postrera 1993, a los 20 dds y 80 dds, valores de 14 esp/m<sup>2</sup> y 10 esp/m<sup>2</sup> respectivamente de malezas, con labranza mínima en Managua, con suelos ubicados a 56 m.s.n.m.

#### 4.3.6 Efecto de cenosis de malezas en postrera.

##### Cobertura

Esta variable presentó diferencias estadísticas significativas a un nivel de 5%, entre el tratamiento 1 respecto de los tratamientos 2 y 3 a los 60 dds con promedios de 8%, 5% y 3% respectivamente, puede observarse una tendencia de disminución de la cobertura por malezas en postrera con respecto a primera, siendo el tratamiento 3 el que de forma general presenta la menor cobertura durante casi todo el ciclo.

Palma O.R., (1990.), en el centro experimental La Compañía determinó valores de cobertura para frijol en postrera, sin cultivo antecesor de 58% a los 15 dds y 24% a 33 dds., valores que muestran el efecto positivo del cultivo antecesor del maíz en primera para controlar las malezas.

##### Diversidad

Los análisis estadístico para la variable diversidad de maleza presentó diferencias significativas a niveles de 5%, entre los tratamientos 1, 2 respecto al tratamiento 3, a los 15 y 60 dds con número de esp promedios de 9 esp, 8 esp y 5 esp y 4 esp, 4 esp y 2 esp respectivamente para los tratamientos 1, 2 y 3.

Las especies con mayor presencia durante el año fueron: *Melampodium dibaricatum*, *Ixophorus unisetum*, *Amarantus sp* Y la *Digitaria ciliaris* que apareció únicamente en postrera.

Palma, R.O., (1990). En el centro experimental "La Compañía a 480 m.s.n.m. encontró valores de diversidad en frijol de postrera, sin cultivo antecesor (15 esp/m<sup>2</sup>.), valores divorciados a los obtenidos en Ticuantepe 1993, manifestándose el efecto positivo de la rotación, usando el maíz como cultivo antecesor.

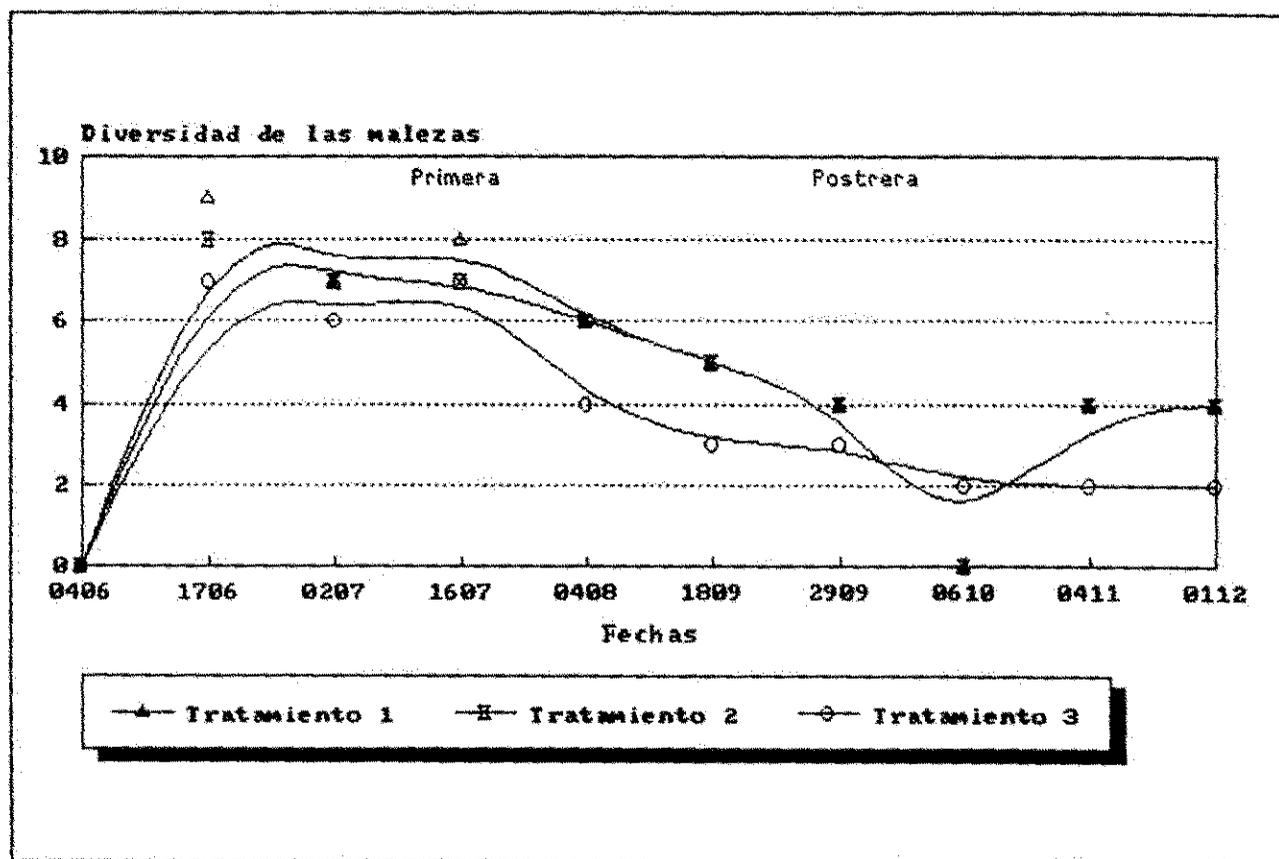


Fig. 9 Comportamiento de malezas (diversidad). Ticuantepe, 1993

#### 4.3.7 Análisis químicos de suelo

Para el análisis químico del suelo, se realizaron 5 muestra por parcela, con 2 repeticiones por tratamiento durante los meses de Mayo, Agosto y Diciembre, (ver tabla 12). En la cual se observa un incremento del valor del pH desde 5.9 a 6.7 en los tratamientos 1 y 2, y hasta 6.8 en el tratamiento 3, se obtenidas para las mediciones de Agosto.

**Tabla 12 Análisis químicos de suelo en el ciclo productivo primera y postrera. Ticuantepe, (1993)**

Fecha	Tratamiento	pH	MO (%)	P (mg/kg)	K (meq/100g de S)	Ca	Mg
Abril		5.9	4.99	17.6	1.04	21.63	6.12
Agosto	1	6.7	3.96	17.6	2.08	27.70	8.30
	2	6.7	3.28	16.6	2.51	30.20	9.70
	3	6.8	4.44	19.2	2.48	28.05	9.70
Diciembre	1	6.35	3.38	19.6	2.10	20.87	5.27
	2	6.25	3.42	16.2	2.11	20.50	5.27
	3	6.32	3.75	18.2	1.96	21.33	5.30

Este incremento en el valor del pH se debió probablemente a la incorporación de materia orgánica vegetativa, la cual ayudo a disminuir la pérdida de suelo y con ello el de las bases intercambiables. Para la mediciones del segundo ciclo (Diciembre), se observó una disminución de 6.7, 6.7 y 6.8 a 6.35, 6.25 y 6.32 para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente, la disminución en los valores de pH para esta época, estuvo asociada a la ocurrencia de mayores precipitaciones, lo que provoca probablemente un lavado mayor de bases intercambiables, ya sea por lixiviación o por arrastre junto con las partículas de suelo.

a. Según la misma tabla los valores de Ca, Mg y K, aumentaron en todos los tratamientos, respecto del testigo para la época Abril-Agosto, sin embargo las disminuciones de estos mismos elementos para la época Agosto-Diciembre fueron proporcionales a los valores de pH para los tratamientos a prueba. Debe señalarse sin embargo que las disminuciones del valor de pH, Ca, Mg y K fueron mayores para la época de primera (Abril-Agosto) que para la segunda (Agosto-Diciembre) debido a la incorporación de MO, la cual favoreció la agregación del suelo y con ello aumentó la resistencia a la erosión.

b. La materia orgánica según la misma tabla muestra disminución de 4.99% en Abril a 3.96%, 3.28% y 4.44% en los tratamientos para Agosto. Esto se debe posiblemente al efecto de los microorganismos, los cuales se ven estimulados en términos de actividad con la incorporación para actuar sobre un volumen mayor de M.O. Sin embargo el tratamiento 3 mostró mayor acumulación de materia orgánica respecto de los otros tratamientos, debido al efecto positivo del mucuna. Para Diciembre se observaron disminuciones en los valores de M.O de 3.38, 3.42 y 3.75 para los tratamientos 1, 2 y 3 respectivamente. El proceso de disminución de la M.O. durante el segundo ciclo se debió más que al efecto erosivo de las precipitaciones de Agosto y Septiembre (fueron más intensas, con menores intervalos), a los mayores valores de M.O degradada por la actividad constante de la flora microbiana. Los porcentajes más altos de Materia orgánica durante el ciclo correspondieron siempre al tratamiento 3.

c. Para el caso del Fósforo (P) no se observaron mayores variaciones para los tratamientos evaluados. En términos generales los tratamientos aumentaron los contenidos de (P) en el suelo respecto al testigo, los valores más altos, correspondieron a la época (Agosto-Diciembre). Este comportamiento del P, lo explica la poca movilidad de éste elemento en el suelo. Un hecho interesante, resulta ser que los tratamientos en que se obtuvieron los mayores valores de pH para ambas épocas, fueron los que mayor cantidad de P disponible mostraron, esto al parecer indica, que el P pudiera estar asociado al Aluminio libre (Abundante en estos suelos) y que cualquier aumento, en el valor de pH, rompe tal asociación, liberando al P y poniéndolo disponible para los cultivo.

Todos estos elementos tienen sus propias características o comportamientos dentro de un año. Generalmente se puede decir que los valores de materia orgánica, pH, y elementos nutricionales son influenciados por la presencia de plantas como también la posibilidad de una actividad de los microorganismos que dependen de las condiciones del clima y del suelo.

#### 4.3.8 Análisis físico de suelos

Los valores determinados de densidad aparente con un número de 6 muestras y 2 repeticiones por tratamiento fueron de 1.08 g/cm<sup>3</sup> para el mes de Abril, en Diciembre los valores fueron 1.015 g/cm<sup>3</sup> para los tratamientos 1 y 2, para el tratamiento 3, el valor fue 1.038 g/cm<sup>3</sup>. Los datos muestran un aumento de la densidad aparente producto de los aumentos relativos de materia orgánica. El tratamiento 3 presentó valor por debajo de los tratamientos 1 y 2, lo cual tiene que ver con el efecto de la labranza en los suelos, que logra remover la materia orgánica.

#### 4.3.9 Análisis económico

La tabla 13 presenta los resultados de los análisis económicos con prácticas de conservación de suelo donde se observa que el tratamiento 3 presentó ligeros aumentos de beneficios netos con respecto a los tratamientos 1 y 2 con valores de 8,845.9, 6,965 y 9,598.1 córdobas, además se muestra que el cultivo de frijol común aportó mayores ingresos que el maíz, aspecto relacionado al precio del grano en el mercado local.

El cultivo de frijol mucuna es el de mayor producción bruta, pero también se sabe que su comercio es limitado por que su consumo es para concentrados. La Barrera Viva mostró ser un sistema que aumenta los costos de producción durante el primer año por las características del establecimiento.

Tabla 13 Análisis económico de los sistemas de cultivo en  
córdobas por hectárea. Ticuantepe, 1993

Tratam.	Cultivo	P.B.	C.M.P.A.	M.B.	Amortz.	IR	M.N.
1	Maíz	5,278.4	3,771	1507.4	40	100	1,467.4
	Frijol	9,602.5	2,124	7478.5			7,378.5
Sub-total							8,845.9
2	Maíz	4,495	3,771	724	40	100	684.0
	Frijol	9,280	2,124	7156			7,056.0
	Gamba	450	1,225	-775			-775.0
Sub-total							6,965.0
3	Maíz	4,070	3,056.7	1013.4	40	100	973.4
	Tercp.	11,624	2,124.3	9499.7			9,399.7
	Gamba	450	1,225	-775			-775
Sub-total							9,598.1

## 5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

- 1 - Las practicas de conservación de cultivo en contorno, barreras vivas y cultivo de relevo reducen las pérdidas de suelo a valores por debajo del rango de tolerancia estimado de (8 t/ha/a.) bajo las condiciones de estudio en el año 1993.
- 2 - Las pérdidas de agua por escurrimiento en cultivo de granos básicos en contorno fueron 10 veces menos si se compara con los datos obtenidos por Rivas (1991), cuando se colocan a favor de la pendiente.
- 3 - Los períodos de mayor riesgo de pérdidas de suelo bajo sistemas de conservación de suelo fueron principalmente en la fase de siembra para cada época, sin embargo las mayores pérdidas de suelo se presentan en la época de primera.
- 4 - Se reduce con los sistemas evaluados la pérdida de agua hasta un valor menor al 5% de la precipitación total, comportandose de similar tendencia a la distribución de las lluvias.
- 5 - La erodabilidad del suelo estudiado corresponde a un valor medio erodables de 0.035 (t/ha/a/MJmm/ha/h). El uso del nomograma de erodabilidad presenta problemas de uso para suelos con valores mayores de 4% de materia orgánica por que proviene de EEUU.
- 6 - La práctica de conservación basados en cobertura tiene un efecto relativamente menor sobre la disminución de pérdida de suelo que la disposición del cultivo en contorno.

- 7 - Las prácticas de conservación de suelos agroclturales muestran ser medidas efectivas de control de la erosión a pendientes menores del 10%, siendo para este año el tratamiento 1 el de mayor eficiencia.
- 8 - Las prácticas agroclturales influyen sobre la fertilidad del suelo con un mantenimiento relativo de la materia orgánica independiente al grado erosivo de las lluvias durante 1993.
- 9 - Los rendimientos de cultivos de granos básicos pueden ser similares bajo un sistema de conservación de suelo al compararlos con sistemas que utilizan insumos de agroquímicos.
- 10 -El control de las malezas en sistemas agroclturales de conservación redujo su cobertura v diversidad.
- 11 - El terciopelo aportó aproximadamente 22 t/ha/a de materia orgánica, lo que representa 1,080 kg/ha/a. nitrógeno total, y la producción de maíz fue similar que con el uso de agroquímicos, representando un ahorro aproximado de 22 kg de nitrógeno disponible al cultivo.
- 12 - El tratamiento de cultivo en relevo obtuvo el mayor beneficios económicos, por el no uso de pesticidas, control de maleza y el alto rendimiento obtenido.
- 13.- El establecimiento de barreras vivas aumenta los costos de producción en el primer año, no provocando efecto sobre la longitud de la pendiente, por comportarse como surco.

## RECOMENDACIONES

- 1 - Es aconsejable establecer un patrón de referencia absoluto para comparación, p.e. barbecho natural.
- 2 - Conclusiones definitivas del comportamiento de estas prácticas requieren de al menos dos años de estudio posteriores, por su bajo número de repeticiones .
- 3 - Es recomendable dar a conocer la información del estudio como ayuda para su implementación en áreas de extensión.
4. Las barreras vivas de pasto gamba deben ser establecidas con material joven (plantas), para reducir costos económicos y de establecimiento.
5. Realizar estudio de humedad y temperatura en el suelo, para dar confiabilidad al efecto negativo de la cobertura del mucuna sobre la erosión hídrica.
6. Difundir los resultados de esta tesis a los productores de Ticuantepe.

## 6 BIBLIOGRAFIA

- Aguilera C, M.; Martínez E.R., 1986. Relación Agua Suelo Planta Atmósfera. Tercera edición Universidad Autónoma de Chapingo. Chapingo, Edo. de México, México. pp.63-106.
- Alemán, F., 1993. Manejo e identificación de malezas. Universidad Nacional Agraria., (folleto mimeografiado). Managua, Nicaragua. pp.8.
- Altieri, M.A., 1987. Agroecology. Thy Scientific Basis of alternative agriculture. Westview Press, London. pp.227.
- Carballo, D.J., 1993. Gramineas forrajeras. Folleto mimeografiado de la Facultad de ciencia Animal. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. pp.1-17.
- Catastro, 1971. Levantamiento de suelos de la Región Pacífica de Nicaragua . Ministerio de Agricultura y Ganadería. Vol. 2. Managua, Nicaragua.
- Cortez, G.V.M.; Oconitrillo, Q.L.G.; Brenes, Q.L.G., 1987. Cálculos de tasas de erosión hídrica en COT y Tierra Blanca de Cartago. Universidad de Costa Rica, ciudad universitaria, Godrigo Facio, Costa Rica. pp. 50-126.
- Dumazert, P.;Levard, L., 1989. Elaboración de materiales didácticos de agrosocioeconomía. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias, (folleto mimeografiado). Managua, Nicaragua.pp.12.
- Delgado, F., 1987. Prácticas agronómicas de conservación de suelos. CIDIAT. Merida, Venezuela.pp. 1-70.
- Departamento de Desarrollo Rural, 1993. Prediagnóstico de la zona de Ticuantepe para la validación de indicadores socioeconómicos para reforma agraria y desarrollo rural., (no publicado). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua.
- Díaz, R., 1978. Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejidos vegetales e investigación en invernaderos. Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza. (CATIE). Turrialba, Costa Rica. pp.1-28.
- Falayi, O.;Lal, R., 1979. Effect of aggregate size and mulching erodibility, crusting, and crop emergence. In: Lal & Greenland, 1979: pp.87-93.

- FAO, 1977. Guía para la descripción de perfiles de suelo. Dirección de fomento de tierras y agua. Via delle terme di caracalla, Roma, Italia.
- FAO, 1980. Metodología Provisional para la evaluación de la degradación de los suelos. Roma, Italia. pp.86.
- Fautino, J.; Suer, E.; Laats, H., 1987. Establecimiento de parcelas de escorrentías en la finca "La selva cuenca del río Tuis", Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Proyecto Regional de manejo de cuencas, Turrialba, Costa Rica. pp.55.
- Füseel, J., 1990. Leguminous green manuring crops for agroforestry systems a review. Department of Forestry and Wood Science University college of North Wales Bangor, UK. pp.45.
- Groppo, P., 1991. Diagnostico de Sistemas Agrarios: Una metodología operativa. (tres estudios de caso en Chile). Cap.(1). Oficina Regional para América Latina y el caribe. Santiago, Chile. pp.15-27.
- Hillel, D., 1980. Fundamentals of soil phisicis. Cap.(9). Departament of plant and soil Sciences University of Massachusetts. Amherst, Massachusetts. pp.195-232.
- Hudson, N., 1982. Conservación del suelo. (cap.1,2,3, 4, 5, 6, 9, 10,11). Reverté, S.A. Barcelona, España. pp.335.
- IRENA, 1993. Plan de Ordenamiento y manejo. Planificación de cuencas hidrográficas. Vol. 1. Cuenca Sur del Lago de Managua y su región de referencia. Managua, Nicaragua.
- Joachim, A.W., 1931. Section I. The principles of green manuring and their application in ceylon. Tropical Agriculturist (Ceylon) 74 (1): 4-32.
- Kahnt, G., 1983. Gründüngung. DLG Verlag Frankfurt/M. 146 pp.
- Kauricher, I.S.; Panov, N.P.; Stratonóvich, M.V.; Grechin, I.P.; Sávich, V.I.; Ganzhara, N.F.; Mershin, A.P., 1990. Prácticas de edafología. Editorial MIR, México, México. pp.110-113.
- Lal, R., 1985. Soil erosion and its relation to productivity in tropical soil. En Soil erosión and conservation (eds) El Swaify, Moldenhauer & Lo. (SCSA). Ankeng, Iowa. P.337-349.
- Landon, J.R., 1984. Booker Tropical Soil Manual. Cap.6. Booker Agriculture International Limited. London, England. pp 58-78.

- Lazo, M.Y.O., 1994. Efecto de labranza, rotación y control de malezas sobre la cenosis de las malezas y el crecimiento, desarrollo y rendimiento del Maíz (*Zea mays*, L.) sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) y oca (*Abel moschas esculentus*, L.). Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. pp.30-50.
- López, R A., 1987. Curso sobre conservación de suelos agrícolas. CIDIAT (Centro Interamericano de Desarrollo Integral de Aguas y Tierras), Mérida, Venezuela.pp.100.
- Lindarte, E. Benit, C., 1993. Sostenibilidad y agricultura de ladera en América Central. Cambio tecnológico y cambio Institucional. Documento de programa N°33 IICA. San José, Costa Rica. pp.119.
- MAG (Ministerio de Agricultura y Ganadería de Nicaragua)., 1971. Levantamiento de suelos de la Región Pacífica de Nicaragua. Vol. 2. Managua, Nicaragua.
- MAG, 1991. Guía técnica EL MAÍZ, Centro Nacional de Investigación en Granos Básicos (CNIGB), Managua, Nicaragua.pp.36.
- MAG, 1993. Variedades e híbridos recomendados en los cultivos de granos básicos, oleaginosas, forrajeras, café y hortícolas para el ciclo agrícola 1993/1994, Managua, Nicaragua. pp.24.
- 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.
- Metealfe, Dorrel, S. Elkins, Donald M., 1987. Produccion de cosechas fundamento y prácticas. Cap.(13-14), LIMUSA, Edo. México, México. pp.265-303.
- Murillo, G.U., 1990. La erodabilidad de cuatro series de suelo determinada por el mini-simulador de lluvia y el nomograma de Wischmeier. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. pp.31.
- Mutea, J. et al., 1980. The effect of various types of mulches on soil moisture in a coffee field at Kabete-Kenya. In: FAO, 1980a: 129-44.
- Ortiz, V.B.; Ortiz, S.C.A., 1990, Edafología. Universidad Autónoma Chapingo. Departamento de suelos. Edo. de México, México.pp.394.

- Pacheco, M.A., 1987. Pérdidas de suelo en cultivos agrícolas colocados en microparcelas de erosión. Proyecto control de Erosión de Occidente. IRENA, región II. León, Nicaragua. (no publicado).
- Páez, M.L., 1989. Diseño de prácticas de conservación con la Ecuación Universal de Pérdida de Suelos. CIDIAT. Mérida, Venezuela. pp.1-125.
- Palma, O.R. 1993. Influencia de diferentes métodos de control de malezas y espaciamiento entre surcos sobre la cenosis y el crecimiento y rendimiento del frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) C.V. Revolución 79-A. En el ciclo de postrera 1990. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. pp.17-24.
- PASOLAC (a)., 1993. Inventario de entidades que trabajan en agricultura sostenible en ladera en Nicaragua. Documento No 8, anexo III. Managua, Nicaragua. pp.3-18.
- PASOLAC (b)., 1993. Plan operativo de fase 1-1-94 - 31-12-96. Documento No 10, anexo III. Managua, Nicaragua. pp.9-17.
- Pla, I., 1981. Soil characteristics and erosion risk assessment of some agricultural soil in Venezuela. En Morgan (ed.) Soil conservation: problems and prospects. Wiley. pp.123-138.
- Potasa., 1989. Su Necesidad y Uso en Agricultura Moderna. Saskatchewan, Canadá.
- Posner. et al., 1954., citado por Proyecto CAM 90/002-PNUD/OPS. 1990. pp.100-105.
- Prihar, S.S. et al., 1979. Response of crops to soil temperature changes induced by mulching and irrigation. In: Lal & Greenland 1979: 305-15.
- Proyecto CAM 90/002-PNUD/OPS., 1990. Guía para la presentación uniforme de los perfiles de proyectos de inversión del sector Agrícola de Centro América. Consejo regional de cooperación agrícola CORECA. Grupo Interinstitucional del sector agrícola GISA. San José, Costa Rica. p.21-105.
- Rivas, C.D.A., 1992 (a). Design and field construction of erosion plot system in Ticuantepe, Nicaragua. Soil Sciences Department, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. pp.69.

- Rivas, C.D.A., 1992 (b). Factors affecting soil erosion in maize (*Zea Mays*, L.) and pineapple (*Ananas comosus*, L.) stands in Ticuantepe, Nicaragua. A preliminary evaluation of the Universal Soil Loss Equation using data from erosion plots. Thesis of Master of Sciences. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala, Suecia. pp.60.
- Rosnay, J., 1975. Le Macroscôpe. Paris. Ed. du Seuil. p.107.
- Schertz, D.L., 1983. The basis for soil loss tolerances. *J. Soil Water Cons*: 38(1): 10-14.
- Sebillotte M., 1974. Agronomie et agriculture. Essai d'analyse des taches de l'agronome. Paris. Cahiers Ortom Série Biologie n. 24: p.3-25.
- Siigfried, L., 1990. Curso control de erosión. Managua, en Nicaragua. (no publicado).
- Soil survey staff, 1990. Keys to soil Taxonomy. Traducción del Centro de Edafología del colegio de posgraduado. Montecillo, México.
- Somarriba, Ch.M.A., 1989. Planificación conservacionista de finca El Plantel. Trabajo de Diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. pp.20-40.
- SUWaR, 1992. Plan de proyecto 1991/94 Nicaragua. Real Universidad Politécnica de Estocolmo (CITEC), Suecia. pp. 50-54.
- Tapia, B.H.; Camacho H.A., 1988. Manejo Integrado de la Producción de Frijol Basado en Labranza Cero. Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (G T Z), Managua, Nicaragua. pp.181.
- Vaunchel, (1988). Pérdidas de suelos en la cuenca sur. Managua, Nicaragua.
- Wischmeier, W. H. and D.D Smith, 1978. Predicting rainfall erosion losses a guide to conservation planning. US Dept. Agric. Handbook Nº 537.
- Wischmeier, W. H., 1976. Use and misuse of the Universal soil equation. *J. Soil Water Cons*. 31: 5-9.
- Young, A. 1989. Agroforestry for soil conservation. C.A.B. Internacional. LTD. Exeter GB. pp.276.

## 7 ANEXOS

### 7.1 Características de precipitaciones, en Ticuantepe del 04 de Junio al 30 de Noviembre de 1993.

Tabla 14 Intensidades de precipitaciones que causaron pérdidas de suelo y aguas de Junio a Noviembre. Ticuantepe, 1993.

Fecha	Hora	Lámina (mm)	Tiempo (min)	I (mm/h)	EC (MJmm/ha)	EC Total	Pérdidas de suelo (t/ha)			Pérdidas de agua (m3/ha)		
							Tratamientos			Tratamientos		
							(1)	(2)	(3)	(1)	(2)	(3)
13-06	19:18											
	19:35	6	17	20.17	0.235	1.408						
	20:00	8	25	19.20	0.231	1.847						
<b>Total</b>						<b>3.255</b>						
29-06	13:29											
	13:42	6	13	27.69	0.245	1.469	0.94	0.381	0.477	58.371	65.859	76.809
	15:11	1	39	1.53	0.135	0.135						
<b>Total</b>						<b>1.604</b>						
01-07	17:49						0.156	0.072	0.636	7.466	5.542	65.72
	17:55	4	6	40.00	0.259	1.035						
03-07	11:16											
	11:54	3	38	4.73	0.178	0.534	0.029	0.064	0.094	6.900	6.108	28.28
	16:44											
	23:15	4	6:19	38.77	0.258	1.030						
<b>Total</b>						<b>1.564</b>						
11-08	00:46											
	1:27	2	41	2.93	0.160	0.319	0.068	0.030	0.288	22.148	14.932	42.760
	2:45	3	78	2.31	0.151	0.452						
	3:01	5	16	18.75	0.230	1.150						
	3:33	8	32	15.00	0.222	1.773						
	3:46	8	13	36.92	0.256	2.046						
	4:02	6	16	22.52	0.237	1.422						
	4:20	11	18	36.66	0.255	2.810						
	4:35	8	15	32.00	0.250	2.002						
	4:55	7	20	21.00	0.234	1.640						
	5:07	3	12	15.00	0.222	0.665						
	6:00											
	6:51	2	51	2.35	0.151	0.303						

7:33					
7:56	4	23	10.43	0.208	0.831
8:13	9	17	31.76	0.250	2.250
8:35	1	32	2.73	0.157	0.157
9:06	1	31	1.93	0.144	0.144
9:39	3	33	5.45	0.183	0.550
12:12	4	153	1.57	0.136	0.544
12:29	2	17	7.06	0.193	0.386
13:39	1	70	0.86	0.113	0.113
14:46	2	67	1.79	0.141	0.282
19:07	1	261	0.23	0.063	0.063
					19.901

---

14-08	20:53											
	21:02	1	9	6.67	0.191	0.191	0.041	0.152	0.21	5.656	6.334	10.972
	21:34	2	32	3.75	0.169	0.338						
	21:53	6	19	18.95	0.214	1.286						
	22:22	7	29	14.48	0.220	1.542						
	23:00	4	38	6.31	0.189	0.756						
	23:31	3	31	5.80	0.186	0.557						
	0:00	2	29	4.14	0.173	0.345						
	0:10	1	1	60.00	0.274	0.274						
	0:37	1	36	1.67	0.138	0.138						
						5.427						

---

14-09	15:31											
	15:36	3	5	36.00	0.255	0.764	0	0	0	4.524	5.09	7.792
	16:19	1	43	1.39	0.132	0.132						
	16:34	7	15	28.00	0.245	1.717						
						2.612						

---

17-09		30					0.013	0.067	0.403	63.800	54.072	99.209
-------	--	----	--	--	--	--	-------	-------	-------	--------	--------	--------

---

27-09	14:28											
	14:42	10	14	44.00	0.262	2.866	0.011	0.087	0.108	9.049	12.271	42.420
	14:57	17	15	68.57	0.279	4.467						
	14:59	6	2	180.00	0.255	1.529						
	15:38	5	39	7.74	0.196	0.786						
	15:54	1	16	3.75	0.169	0.169						
	17:09	2	75	1.60	0.137	0.273						
						10.110						

---

13-10	20:56											
	21:02	1	8	7.50	0.195	0.195	0.021	0.084	0.151	6.560	7.692	9.728
	21:24	1	22	2.72	0.157	0.15						
	21:46	4	22	10.90	0.209	0.838						
	22:00	6	14	25.71	0.242	1.452						
	22:16	3	16	11.25	0.211	0.632						
	22:39	3	23	7.83	0.197	0.591						
	23:00	2	21	5.71	0.185	0.370						
	23:44	4	44	5.45	0.183	0.733						
						4.968						

7.2 Comportamiento de cobertura vegetal y cálculos de los factores Cobertura. Ticuantepe 1993.

Tabla 15 Desarrollo de cobertura vegetal en rotación Maíz-Frijol durante primera y postrera. Ticuantepe, 1993.

Fecha	Tratamiento No 1.			Tratamiento No 2.		
	Maíz (%C)	Maleza (%C)	Total (%C)	Maíz (%C)	Maleza (%C)	Total (%C)
170693	11.2	6.5	17.7	9.5	7.3	16.8
020793	25.2	2.25	27.45	19.0	2.5	21.5
160793	66.7	12.3	94.7	53.2	8.5	61.7
040893	81.5	13.2	90.0	74.25	10.5	84.75
180993	67.0	23.0	90.0	60.0	24.0	84.0
290993	45.0	41.0	86.0	50.0	35.0	85.0
	Frijol (%C)	Maleza (%C)	Total (%C)	Frijol (%C)	Malezas (%C)	Total (%C)
201093	25.5	0.0	25.5	25.25	0	25.25
041193	75.75	0.0	75.75	78.25	0	78.25
171193	93.5	2.0	95.5	94.0	2.0	96.0
011293	78.0	3.0	81.0	79.0	2.5	81.5
151293	28.0	8.0	36.0	30.0	7.0	37.0

Tabla 16 Desarrollo de cobertura vegetal en cultivos de relevo Maíz-Terciopelo. Ticuantepe, 1993.

Fecha	Maíz (%C)	Maleza (%C)	Terciopelo (%C)	Total (%C)
170693	9.7	7.5	0.0	17.2
020793	23.7	13.2	15.3	52.2
160793	53.5	10.0	17.0	80.5
040893	68.0	5.6	23.4	96.5
180893	54.0	4.2	41.8	100.0
290993	36.0	4.0	60.0	100.0
201093	21.0	3.0	76.0	100.0

Tabla 17 Valores de C promedio anual, en rotación intra-anual Maíz-Frijol (tratamiento 1 y 2). Ticuantepe, 1993.

Cultivo	Fecha	ED	PPS	*	PR	C eD
Maíz	04-06-93	1	1.0	0.0		0.0
	17-06-93	2	0.80	0.0552		0.04416
	02-07-93	3	0.85	0.0024		0.00206
	16-07-93	4	0.48	0.0024		0.00117
	04-08-93	5	0.36	0.4739		0.17060
	18-09-93	6	0.35	0.0377		0.01319
	29-09-93	7	0.29	0.3694		0.10712
Frijol	06-10-93	1	1.0	0.0		0.0
	20-10-93	2	0.81	0.0587		0.04754
	04-11-93	3	0.54	0.0		0.0
	17-11-93	4	0.21	0.0		0.0
	01-12-93	5	0.34	0.0		0.0
	15-12-93	6	0.56	0.0		0.0
TOTAL					1.0	0.385

Tabla 18 Valores de (C) promedio anual para cultivo en relevo Maíz-Terciopelo (tratamiento 3). Ticuantepe, 1993

Cultivo	Fecha	ED	PPS	*	PR	C eD
Maíz-Ter	04-06-93	1	1.00	0.0		0.
	17-06-93	2	0.84	0.04416		0.03709
	02-07-93	3	0.48	0.00206		0.00099
	16-07-93	4	0.35	0.00117		0.00041
	04-08-93	5	0.29	0.17060		0.04947
	18-09-93	6	0.30	0.01319		0.003957
	29-09-93	7	0.31	0.10712		0.033207
	20-10-93	7(mucu)	0.32	0.04754		0.015212
TOTAL					1.0	0.140

ED: Etapas de desarrollo del cultivo.

PPS: Proporción de pérdidas de suelo, por cultivo y etapa tomado de tabla (ver fig. ).

PR: Índice o por ciento de erosividad anual, el cual se deriva de la curva de distribución anual de "R".

C: Factor cobertura anual, es el producto de multiplicar PR \* PPS, en unidades adimensionales.

### 7.3 Cálculos de Permeabilidad del suelo, para Ticuantepe 1993.

La permeabilidad de el suelo se define como la capacidad de éste para conducir aire y agua. No debe confundirse con la tasa de infiltración, que es la velocidad a que el agua penetra en el suelo superficial.

Tabla 19 Clasificación de permeabilidad de suelo.

Descripción	Caudal	Símbolo y descripción EEUU
Muy lenta	menos 0,05	1 (relatimt-impermeable)
Lenta	0.05 a 0,20	2 (severante-compactada)
Moderadamente lenta	0.20 a 0,80	3 (modermt-limitada)
Moderada	0,80 a 2.50	4 (ligeramt-limitada)
Moderadamente rápida	2.50 a 5,00	5 (buena permeabilidad)
Rápida	5,00 a 10,0	6 (arena)
Muy rápida	más de 10,0	7 (arenón)

Caudal en pulgadas por hora, a través muestras saturadas, de forma cilíndrica, recubierta por 0.5 pulgadas de agua

#### Cálculos de Conductibilidad hidráulica (Kfs)

$$\text{Formula } Kfs = V \frac{Z}{h + Z}$$

Donde:

Z: profundidad de la zona de transmisión bajo infiltrómetro.

h: altura de proporción de pérdida de agua.

V: velocidad de infiltración básica (cm/h).

Tabla 20 Valores de Conductibilidad hidráulica. Ticuantepe, 1993.

Código	Altura de agua (h)	Profundidad de perfil (Z)	Velocidad infiltrac. (V)	Conductibilidad hidráulica (K)
Alta	0.079 m	0.94 m	2.70 cm/h	2.48 cm/h
Interm.	0.060 m	0.60 m	3.12 cm/h	2.81 cm/h
Promedio				2.64 cm/h

#### 7.4 Características del establecimiento de barreras vivas y desarrollo del frijol terciopelo

Tabla 21 Características del establecimiento y cobertura del pasto Gamba. Ticuantepe, 1993

Tratam.	Alt.P.(cm).	No.Macoll. (%)	de "C"	BV.Pérd.(m).	DDS
2	63.50	6.65	10.40	9.60 (60%)	30
					45
	109.00	12.85	20.28	60	
	168.36	18.11	29.00	75	
	175.16	26.05	31.50	90	
3	60.35	7.12	13.22	6.80 (42.5%)	30
					45
	114.85	13.55	26.32	60	
	161.08	18.81	35.00	75	
	181.04	17.90	35.40	90	

Tabla 22 Desarrollo vegetativo del Terciopelo (*M. pruriens*).

No.Recut.	DDS	Altura de P.(cm).	No.de Hojas	Valor C
1	15	30.0	3.50	9.21
2	30	73.40	8.40	22.10
3	45	95.50	14.50	35.84
4	60	147.50	21.00	38.80
5	75	168.00	29.30	40.60

#### 7.5 Comportamiento de cenosis de malezas en Ticuantepe 1993

Cenosis: Alemán, F. (1993), define cenosis como el comportamiento de las malezas entre si, su organización, situación dinámica etc. (abundancia, cobertura, biomasa y la diversidad de las malezas).

Tabla 23 Análisis de Cobertura, diversidad, y cenosis de malezas, Ticuantepe, 1993.

dds	Tratamientos		Tratamientos		Tratamiento	
dds	(1 y 2)	(3)	(1 y 2)	(#)	(3)	(#)
	(%)	(%)	esp		esp	
15	6.9	7.0	<i>M. divaricatum.</i>	9	<i>M. divaricatum.</i>	8
			<i>I. unisetus.</i>	4	<i>I. unisetus.</i>	3
			<i>D. ciliaris.</i>	8	<i>D. ciliaris.</i>	4
					<i>Echinochloa colurium.</i>	2
					<i>Sida a.</i>	1
			<i>Amarantus sp.</i>	5		
			<i>E. colurium.</i>	3		
			<i>Sorghum halepense.</i>	22		
			<i>Peperonea pellucida.</i>	2		
			<i>Kalistræmia máxima.</i>	1		
			<i>Sida a.</i>	1		
30	2.3	13.2	<i>M. divaricatum.</i>	4	<i>M. divaricatum.</i>	3
			<i>I. unisetum.</i>	4	<i>I. unisetum.</i>	3
			<i>D. ciliaris.</i>	5	<i>D. ciliaris.</i>	1
			<i>Amarantus sp.</i>	4	<i>E. colurium.</i>	6
			<i>E. colurium.</i>	6	<i>P. pellucida.</i>	1
			<i>S. halepense.</i>	8	<i>S. halepense.</i>	2
			<i>Portulaca oleracea.</i>	1		
45	10.4	10.0	<i>M. divaricatum.</i>	4	<i>M. divaricatum.</i>	5
			<i>I. unisetum.</i>	3	<i>I. unisetum.</i>	6
			<i>Cynodonodon d.</i>	2	<i>D. ciliaris.</i>	6
			<i>Amarantus sp.</i>	1	<i>E. colurium.</i>	9
			<i>E. colurium.</i>	4	<i>S. halepense.</i>	3
			<i>S. halepense.</i>	5		
60	14.8	5.1	<i>M. divaricatum.</i>	2	<i>M. divaricatum.</i>	1
			<i>I. unisetus.</i>	3	<i>I. unisetus.</i>	2
			<i>D. ciliaris.</i>	4	<i>D. ciliaris.</i>	3
			<i>Amarantus sp.</i>	1	<i>E. colurium.</i>	2
			<i>E. colurium.</i>	1	<i>Sida sp.</i>	1
			<i>Elytraria imbricato.</i>	2	<i>Argemone mexicana.</i>	2
			<i>Rulecine indica.</i>	1	<i>E. imbricato.</i>	4
			<i>Argemone m.</i>	1		
75	17.5	4.6	<i>M. divaricatum.</i>	5	<i>M. divaricatum.</i>	1
			<i>I. unisetus.</i>	1	<i>I. unisetus.</i>	2
			<i>D. ciliaris.</i>	3	<i>E. colurium.</i>	2
			<i>Amarantus sp.</i>	1	<i>E. imbricato.</i>	3
			<i>E. imbricato.</i>	3		
			<i>P. pellucida.</i>	3		
90	23.5	4.2	<i>M. divaricatum.</i>	2	<i>M. divaricatum.</i>	3

<i>D. ciliaris.</i>	2	<i>D. ciliaris.</i>	1
<i>Amarantus sp.</i>	1	<i>E. imbricato.</i>	2
<i>E. imbricato.</i>	2		
<i>A. mexicana.</i>	1		

POSTRERA.

30	3.0	2.0	<i>M. divaricatum.</i>	4	<i>M. divaricatum.</i>	3
			<i>I. unisetus.</i>	3	<i>E. imbricato.</i>	2
			<i>E. imbricato.</i>	2		
			<i>A. mexicana.</i>	1		30
630	8.0	5.0	<i>M. divaricatum.</i>	5	<i>M. divaricatum.</i>	4
			<i>I. unisetus.</i>	2	<i>E. imbricato.</i>	2
			<i>E. imbricatum.</i>	2		
			<i>A. mexicana.</i>	1		

7.6 Análisis económico de los tratamientos.

Itinerarios técnico de los cultivos.

Tabla 24 Costos de producción e ITK por ha., maíz en contorno primera. Ticuantepe, 1993.

Labor	dds	Fecha.	Días/h.	Como	Costo	Observa.
Tierra					1000	
Rosa		200593	8	Manul	120	
Arado		280593	2	Trac.A	200	
Siembra	0	030693	4	Manual	210	
Contrl.Q		030693	4	Manual	290	(Lorsban)
de sul.	0					
Ira.Fert.	0	030693	1	Manual	185	90.90 kg/ha de Completo(18-46-0)
Resiemb.	7	100693	2	"	30	
Contr.Mlz	15	180693	6	"	120	
Aporque	28		2	Trac.A	100	
2da.Fert.	28		1	Manual	153	90.90kg/ha Urea 46%)
Desborde	15		7	"	100	
Contrl.Q	30		4	"	290	(Lorsban)
Chiloteo	60	030893	2	"	30	
Dobla	90		4	"	60	
Tapisca	126		8	"	120	
Desgrane	131					
Transporte			6	Trac.A	348	
<b>TOTAL</b>			<b>61dh/Mz.=87dh/ha.</b>		<b>\$3,008/Mz.=</b>	<b>C\$4,271 /ha.</b>

Tabla 25 Costos de producción e ITK por ha., frijol de postrera. Ticuantepe, 1993.

Labor	dds	Fecha	Días/h	Como	Costo	Observa.
Rosa		011093	8	Manual	120.0	
Quema		021093	2	"	30.0	
Arado		031093	1	Trac.A	100.0	
Siembra.		061093	4	Manual	460.0	
Desbord.	10		7	Azadón	100.0	
Arranca.	67		4	Manual	60.0	
Aporreo.	70		6	"	90.0	
Soplado.	70		2	"	30.0	
Transporte			1	Trac.A	144.0	
<b>TOTAL</b>			<b>35dh/Mz.=50dh/ha.</b>		<b>\$1,144/Mz.=\$1,624.5/ha.</b>	

Tabla 26 Costos de producción e ITK por ha., maíz-terciopelo. Ticuantepe, 1993.

Labor	dds	Fecha	Días/h	Como	Costo	Observ.
Tierra					1000.00	
Rosa		200593	8	Manual	120.0	
Arado		280593	2	"	200.0	
Siemb-Maíz		030693	4	"	210.0	
ControlQ.						
Resiemb.Maíz	7		2	"	30.0	
Aporque	20		1	Trac.A	100.0	
Siemb-Mucu.		240693	4	Manual	300.0	
Cont.Cogolle.	30		4	"	290.0	
Chiloteo	60	030893	2	"	30.0	
Desenrredo	30y50		8	"	120.0	
Dobla-Míz	90		4	"	60.0	
Tapisca-Míz	119		8	"	120.0	
Desgrane-Míz	124		10	"	378.0	
Cosech-Mcu.				"	164.0	
Arranca-Muc.	240		10	"	270.0	
Aporreo-Muc.	250		4	"	60.0	
Transporte (164muc+140M)				6		204.0
<b>TOTAL</b>			<b>62dh/Mz.=88dh/ha.</b>		<b>\$3,656/Mz.=\$5,191.5/ha.</b>	

Tabla 27 Costos de producción e ITK para establecer Barreras Vivas de pasto Gamba. Ticuantepe, 1993.

Labor	dds	Fecha	Díaz/h	Como	Costo	Observ.
Rosa		200593		Manual		
Arado		280593		Trac.A		
Siembra		030693	8	Manual	720	
1ra.Resiemb.	90		3	"	45	
2da.Resiemb.	120		3	"	45	
3ra.Resiemb.	180		3	"	45	
1ra.Poda	120		2	"	30	
Cosecha de S.	120		10	"	300	
Transport.			2	Trac.A	40	
<b>TOTAL</b>			<b>31dh/Mz.=44dh/ha.</b>		<b>\$1,225/Mz.=</b>	<b>\$1739.5/ha.</b>

#### Datos generales:

Insumos: Completo C\$ 85.00, Urea 46% C\$ 69.00, Semilla de siembra maíz C\$ 300.00, Frijol C\$ 400.00, semilla de gamba C\$ 600 el quintal, semilla de tercio pelo C\$ 200 el quintal, Lorsban C\$ 263.00 para 37.6 lbs. que requiere 1 mz.. Mano de obra= C\$ 15.00

- Transporte en carreta (1 a 2 km) C\$ 20.00 el viaje.
- Transporte motorizado Ticuantepe-Managua= C\$ 2.00/qq.
- Costo de un machete = C\$ 24.00, Costo de un azadón = C\$ 20.00
- Costo de una Lima = C\$ 15.00
- Valor de cambio actual C\$ 6.00/Dólar.

#### Impuestos:

- IR = C\$ 100.00/Mz.
- Alquiler de la tierra o valor de la tierra para recuperar el costo de inversión de la misma.= C\$ 1000.00/mz., equivalente al 8.33% de interés. En Ticuantepe la mz. vale U\$ 2,000.0 (dos mil dólares), equivalente a C\$ 12,000.00 (doce mil córdobas).

### **Rendimiento de Maíz Primera**

El Tratamiento (1) Maíz rindió 4,740 kg/ha.= C\$5,005.44.0

El Tratamiento (2) Maíz-Barrera, Rindió 3,998.2 kg/ha =  
C\$4,222.08.0

El Tratamiento (3) Maíz-Terciopelo Rindió 3,667 kg/ha.=  
C\$3,872.16.0

### **Rendimientos Frijol Postrera**

El Tratamiento (1) Frijol rindió 38.41 qq/ha.=\$9,602.50

El Tratamiento (2) Frijol-Barrera V. 37.12 qq/ha.=\$9,280.0

### **Rendimiento del frijol terciopelo**

El Tratamiento (3) Frijol Terciopelo-BV. 2.642 kg/ha.=  
C\$11,624.0

### **Rendimiento del pasto Gamba**

Producción bruta del Gamba = C\$ 50.0 por semilla.

Producción de materia seca = C\$ 20 t/ha, para 1,200 m<sup>2</sup>  
equivalente a 12 barreras vivas por ha. la producción es:

2.4 t/ha.. Asumimos un valor de materia seca de 1/5 del valor  
de 1 qq (C\$ 70) de concentrado para ganado, si la UG consume 29  
qq por año, el gamba representa C\$ 400 del costo total.

#### **Valor de la producción**

Precio de 45.45 kg de: Maíz = C\$48.0, Frijol=C\$250.0'

Terciopelo = C\$200.0.

45.45 kg de semilla de Pasto Gamba = C\$600.0.

1 doc. de chilotes = C\$ 1.00

#### **Valores de Amortizaciones**

La vida útil de los tres implementos se considero de tres

años para un valor total C\$ 120.00 utilizando 2 implementos por manzana. El valor amortizado es C\$ 100.00

## 7.7 Descripción de perfiles de suelo

### I. Información acerca del sitio de la muestra

- a. Número de perfil: 1
- b. Nombre del suelo: Serie San Ignacio.
- c. Clasificación a nivel de generalización amplia:  
USDA: mollic durustand.
- d. Fecha de la observación: 19 de Marzo de 1994.
- e. Autores: Reynaldo B. Mendoza C. Ignacio Rodríguez.
- f. Ubicación: 100 metros al norte de la casa hacienda de la cooperativa Bernardino Díaz Ochoa, Ticuantepe, municipio de Masaya, Nicaragua. Aproximadamente en la coordenada 12°01'0" latitud norte y 86°13'26" longitud oeste.
- g. Altitud: 280 msnm.
- h. Forma del terreno:
  - i) posición fisiográfica: en pendiente convexa, cerca del pie de la elevación.
  - ii) forma del terreno circundante: fuertemente ondulado.
- i. Pendiente donde el perfil está situado: inclinado (6-13%).
- j. Uso de la tierra: Al tiempo de la observación el terreno se encontraba cubierto de escasos rastrojos de (6-13%).

cosecha y barreras vivas de pasto Gamba. El terreno se utiliza para cultivar Maíz, Frijol y Piña en los alrededores. Se utilizan pequeñas cantidades de fertilizantes. Se ara con bueyes desde hace 10 años y se usa la rotación de cultivos.

- k. Clima: La estación lluviosa empieza en mayo y termina en octubre, con precipitación promedio anual de 1350 mm, con un período seco pronunciado de 6 meses. El mes más caliente es Abril con promedio de 29.8 °C y Diciembre el más frío con 25 °C.

## II. Información general acerca del suelo

a. Material originario: Aparentemente derivado "in situ" de tobas volcánicas en estado de brecha con presencia de arcillas. Pero posiblemente influenciado por depósitos de cenizas volcánicas.

Drenaje: clase 4 bien drenado. Húmedo por debajo de los 30 cm. Profundidad de la capa freática Desconocida, pero casi seguramente mayor de 15 metros, sin influencia en el perfil. Ninguna presencia de piedra en el perfil o afloramiento rocoso. Evidencia de erosión hídrica laminar, en surco y en cárcavas en campos adyacentes. Sin presencia de sales o álcalis. Influencia humana muy ligera, confinada a la capa arable.

### III Breve descripción del perfil de la parte alta

0-21 cm.- Color en húmedo 10 YR 2/1, en seco 10 YR 4/3. Textura franco arenoso limoso. Estructura granular en superficie y luego blocosa. Consistencia en húmedo friable. Abundantes poros pequeños y finos. Abundantes raíces grandes, medias y finas. Clasificación (A1p).

21-40 cm.- Color en húmedo 10 YR 2/2, en seco 10 YR 4/3. Textura franco arenosa. Estructura bloques subangulares. Consistencia en seco ligeramente friable, en húmedo muy friable. Abundantes poros finos, medios y grandes. Abundantes raíces medias y finas. Clasificación (A2).

40-66 cm.- Color en húmedo 10 YR 3/3, en seco 10 YR 5/4. Textura franco arenosa, con 30% de arena gruesa. Estructura bloques subangulares. Consistencia en seco ligeramente duro, en húmedo muy friable. Abundantes poros finos, medios y grandes. Pocas raíces finas. Clasificación (Bw).

66-94 cm.- Color en húmedo 10 YR 3/2, en seco 10 YR 5/4. Textura franco arenosa, con abundante grava (30%). Estructura bloques subangulares. Consistencia en seco blanda, en húmedo muy friable. Abundantes poros finos y grandes. Pocas raíces finas. Clasificación (C).

94-104 cm.- Toba brechosa  
Clasificación: (tentativa)

Orden: Andisol, Sub-Orden: Ustands, Gran Grupo: Haplustand.

Sub-Grupo: typic Haplustan, Familia: Palen Haplustand.

Serie: tentativa Nindirí.

## 7.8 Análisis de varianzas al 5%

**Tabla 28 ANDEVA. Pérdida de suelo. Ticuantepe, 1993.**

Fuente	S C	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Tratam	3.12563	2	1.5628	15.615	0.025	3	2.25	a *
Error	0.300	3	0.1000			2	0.85	b
						1	0.61	b
<b>TOTAL</b>	<b>3.42588</b>	<b>5</b>		<b>CV = 25.55</b>				

**Tabla 29 ANDEVA. Pérdida de agua en m<sup>3</sup>. Ticuantepe, 1993.**

Fuente	S C	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Trat.	53254.8	2	26627.41	72.352	0.002	3	373.95	a **
Error	1104.0	3	368.03			1	178.35	b
						2	170.1	b
<b>TOTAL</b>	<b>54358.9</b>	<b>5</b>		<b>CV = 7.96</b>				

**Tabla 30 ANDEVA. Producción de biomasa en Kg por parcela de malezas ciclo primera, 1993.**

Fuente	S C	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Trata.	311.36	2	155.68	27.225	0.012	2	17.50	a *
Error	17.15	3	5.71			1	15.19	a
						3	1.19	b
<b>TOTAL</b>	<b>328.520</b>	<b>5</b>		<b>CV = 11.25</b>				

**Tabla 31 ANDEVA. Peso de grano de maíz en kg por parcela durante primera. Ticuantepe, 1993.**

Fuente	S C	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Trata.	27.342	2	13.67	1.8626	0.297	1	18.50	a ns
Error	22.019	3	7.33			2	15.19	a
						3	19.93	a
<b>TOTAL</b>	<b>49.361</b>	<b>5</b>		<b>CV = 16.89</b>				

**Tabla 32 ANDEVA. Porcentaje de cobertura en maíz a los 60 dds, en primera. Ticuantepe, 1993.**

Fuente	S C	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Trata.	182.583	2	91.291	9.914	0.047	1	81.50	a *
Error	27.625	3	9.208			2	74.25	ab
						3	68.00	ab
<b>TOTAL</b>	<b>210.208</b>	<b>5</b>		<b>CV = 4.06</b>				

**Tabla 33 ANDEVA. Porcentaje de cobertura en maíz a los 75 dds, en primera. Ticuantepe, 1993.**

Fuente	SC	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Trata.	170.333	2	85.166	23.227	0.014	1	65.50	a *
Error	11.000	3	3.666			2	58.00	b
						3	52.50	b
<b>TOTAL</b>	<b>181.333</b>	<b>5</b>		<b>CV = 3.26</b>				

**Tabla 34 ANDEVA. Porcentaje de cobertura de maleza a los 30 dds, en primera. Ticuantepe, 1993.**

Fuente	SC	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Trata.	75.00	2	37.5	25.0	0.013	3	7.50	a *
Error	4.50	3	1.5			2	0.00	b
						1	0.50	b
<b>TOTAL</b>	<b>79.50</b>	<b>5</b>		<b>CV = 19.01</b>				

Tabla 35 ANDEVA. Porcentaje de cobertura en maleza a los 45 dds, en primera. Ticuantepe, 1993.

Fuente	S C	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Trata.	34.333	2	17.16	17.16	0.228	3	10.00	a *
Error	3.000	3	1.00			2	5.50	b
						1	4.50	b
<b>TOTAL</b>	<b>37.333</b>	<b>5</b>						<b>CV = 13.96</b>

Tabla 36 ANDEVA. Altura de planta de maíz en (cm) a los 60 dds, en primera. Ticuantepe, 1993.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Trata.	1209.80	2	604.90	11.052	0.413	1	196.0	a *
Error	164.18	3	54.72			3	182.0	ab
						2	161.4	b
<b>TOTAL</b>	<b>1373.988</b>	<b>5</b>						<b>CV = 4.11</b>

Tabla 37 ANDEVA. Rendimiento de grano frijol en kg por parcelas postrera. Ticuantepe, 1993.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Trata.	1.8906	1	1.890	26.769	0.035	1	11.00	a *
Error	0.1412	2	0.070			2	9.62	b
<b>TOTAL</b>	<b>2.0318</b>	<b>3</b>						<b>CV = 2.57</b>

Tabla 38 ANDEVA. Diversidad en malezas a los 15 dds durante el ciclo de primera. Ticuantepe, 1993.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Diver.	4	2	2	1	0.46	1	9	a ns
Error	6	3	2			2	8	a
						3	7	a
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>							<b>CV = 17.68</b>

Tabla 39 ANDEVA. Diversidad en malezas a los 90 dds durante el ciclo de primera. Ticuantepe, 1993.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Diver.	4	2	2	0.5	0.64	1	6	a ns
Error	12	3	4			2	5	a
						3	4	a
TOTAL	16							CV = 40

Tabla 40 ANDEVA. Diversidad en malezas a los 15 dds durante el ciclo de postrera. Ticuantepe, 1993.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Diver.	17.33	2	8.66	2.16	0.26	1	9	a ns
Error	6	3	2			2	8	a
						3	5	a
TOTAL	29.33							CV = 19.28

Tabla 41 ANDEVA. Diversidad en malezas a los 60 dds durante el ciclo de postrera. Ticuantepe, 1993.

Fuente	SC	GL	CM	Fc	P	#trat.	Med.	Rgo.D.
Diver.	5.33	2	2.66	4	0.1	4	4	a ns
Error	12	3	4			2	4	a
						3	2	a
TOTAL	7.33							CV = 60

## 7.9 Nomograma de Erodabilidad

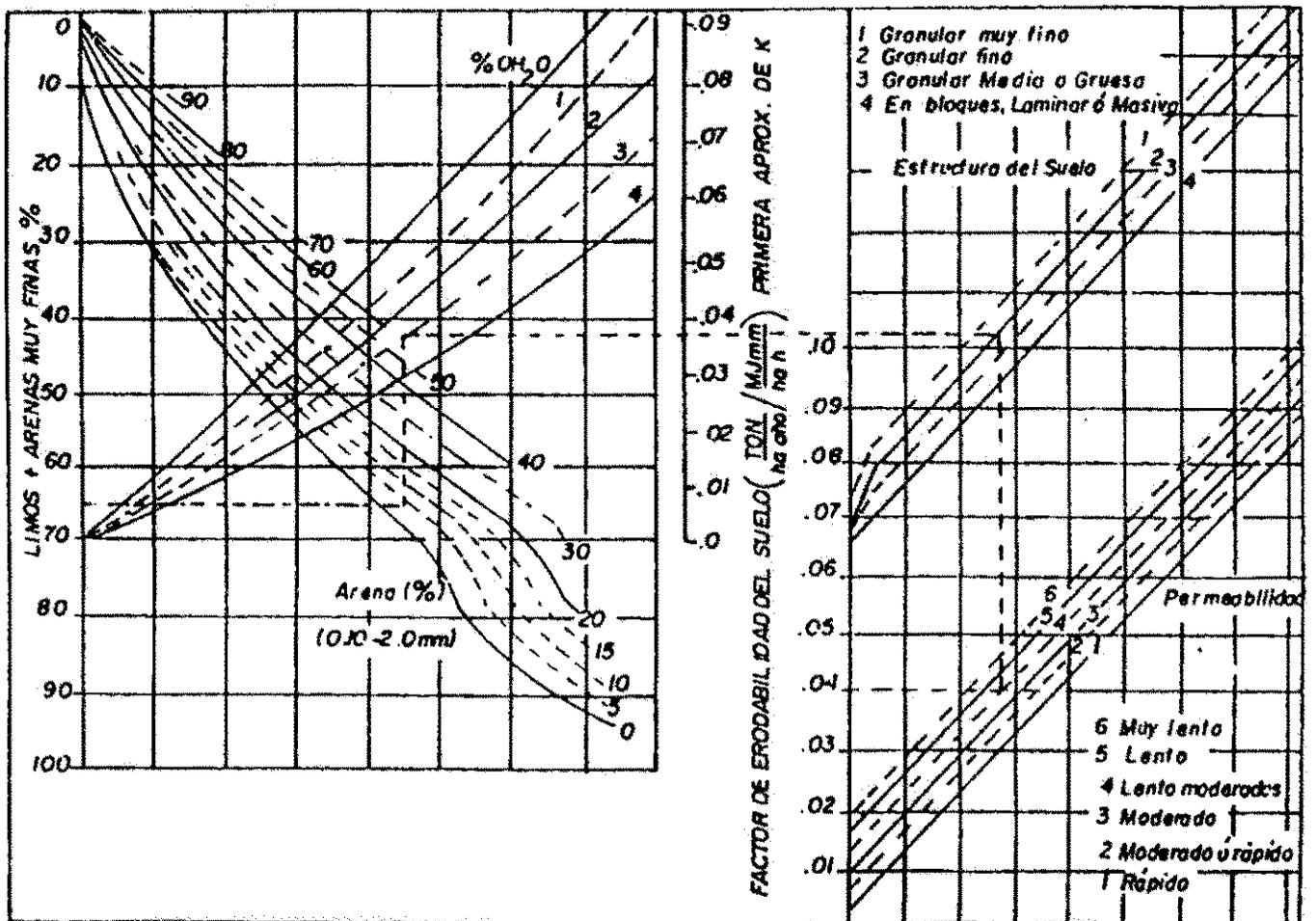
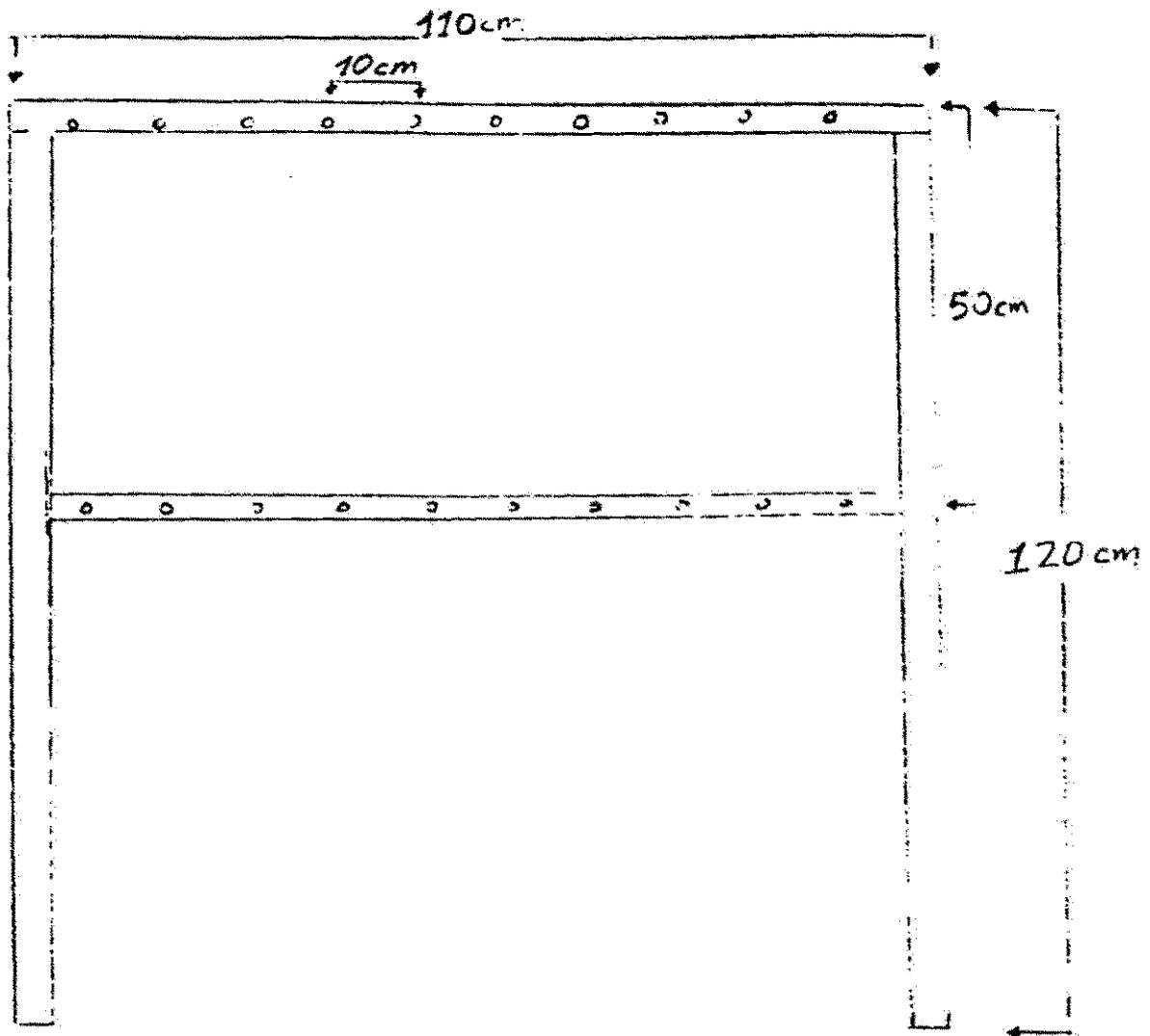


FIG.1 NOMOGRAMA PARA LA DETERMINACION DEL VALOR DE K (WISCHMEIER et al 1971)  
MODIFICADO POR FOSTER et al (1981)

7.10 Instrumento para medir cobertura vegetal en Ticuantepe, 1993.



7.11 Gráficas de cobertura para determinar las Proporciones de Pérdidas de Suelo. Ticuantepe, 1993.

