

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
FACULTAD DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE
ESCUELA DE SUELOS Y AGUAS

TRABAJO DE DIPLOMA

**EFFECTO DEL COMPOST COMBINADO CON FERTILIZANTE
QUIMICO SOBRE LOS RENDIMIENTOS DEL TOMATE
(*Lycopersicum esculentum L.*) Y LAS PERDIDAS
DE SUELO EN CONDICIONES DE LADERA
SAN ISIDRO DE LA CRUZ VERDE, MANAGUA**

AUTORA: Lilieth Mena Baltodano

ASESORES: Ing. Bismarck Mendoza Corrales
Ing. MSc. Domingo Rivas Cerna

Managua, Nicaragua
Noviembre, 1999

AGRADECIMIENTO

Extiendo mi profundo agradecimiento a las organizaciones e instituciones que hicieron posible la realización de esta tesis. En especial al Proyecto Sustainable Use of Water Resources (SUWaR), que apoyaron con sus recursos económicos en elaboración de la misma. Al conjunto de ingenieros y técnicos de la Universidad Nacional Agraria (UNA), de la Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente, de la Escuela de Suelos y Aguas.

A los Ingenieros Francisco Salmerón, Leonardo García, Rodolfo Munguía, César Aguirre y Gerardo Murillo, que colaboraron como consultores en la realización y redacción de mi tesis.

Expreso mi más sincera gratitud al Ing. Bismarck Mendoza y MSc. Domingo Rivas que me asesoraron y fueron mi guía a lo largo del proceso y preparación de la tesis, por su paciencia y tenue labor, de igual manera al Sr. Santiago Hernández y su familia, por permitirme trabajar con ellos en el campo y compartir sus costumbres socioculturales. Por el apoyo moral e incondicional del Ingeniero Enrique Córdón por apoyarme en la fase de campo y redacción.

A todos ellos mi más sinceras gracias.

DEDICATORIA

Dedico este trabajo en especial a Dios, por permitirme la existencia y fortaleza. A mis hijos Enrique Luis y Ariana, al ser que me dio la vida mi madre Juanita Adela por su integridad y fortaleza, al enseñarme a tener perseverancia y fe, aceptando que todos somos distintos pero con un fin en esta vida de ayudarnos unos (as) con otros (as).

A todos mis hermanos (as) y a mi padre Alfredo José.

A mi patria Nicaragua.

INDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
AGRADECIMIENTO.....	i
DEDICATORIA.....	ii
INDICE GENERAL.....	iii
LISTA DE TABLAS	vi
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE ANEXOS	viii
RESUMEN.....	x
SUMARY	xi
I. INTRODUCCION	1
1.1 Objetivos	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Factores que influyen en la fertilidad para el desarrollo vegetativo de la planta	4
2.2 Factores que influyen sobre los procesos de erosión.....	5
III. MATERIALES Y METODOS	13
3.1 Area de estudio	13
3.1.2 Clima y vegetación	13
3.1.3 Suelos	14
3.2 Análisis estadísticos de datos	16
3.3 Preparación y contenido del Compost hecho por él productor	16

CONTENIDO	PÁGINA
3.4 Tratamientos a evaluar	17
3.4.1 Compost (A).....	17
3.4.2 Compost más fertilizante químico (B).....	18
3.4.3 Fertilizante químico (C).....	18
3.4.4 Testigo (D)	18
3.5 Distribución de los tratamientos	18
3.6 Prácticas agronómicas.....	19
3.7 Variables a evaluar	19
3.7.1 Variables agronómicas del cultivo	20
3.7.2 Pérdida de suelo	21
3.7.3 Relación de las propiedades físicas y químicas iniciales y finales con las pérdidas del suelo	22
IV. RESULTADOS Y DISCUSION	23
4.1 Rendimiento agronómicos	23
4.1.1 Rendimiento total	23
4.1.2 Número de frutos	25
4.1.3 Diámetro Polar y Ecuatorial del fruto	26
4.1.4 Altura de planta.....	27
4.1.5 Diámetro de tallo.....	29
4.1.6 Número de hijos	30
4.1.7 Número de racimos	32
4.1.8 Número de flores.....	33

CONTENIDO	PÁGINA
4.2 Pérdida de suelo.....	34
4.3 Relación de la propiedades físicas y químicas iniciales y finales con las pérdidas del suelo.....	37
V. CONCLUSIONES.....	40
VI. RECOMENDACIONES	41
VII. BIBLIOGRAFIA	42
VIII. ANEXOS	44

LISTAS DE TABLAS

TABLAS	PÁGINA
1. Propiedades físicas y químicas del suelo en el Sitio experimental, San Isidro de la Cruz Verde, 1993	15
2. Tratamientos y dosis aplicada por tratamiento en el sitio experimental, San Isidro de la Cruz Verde, 1993	17
3. Efecto de los tratamientos sobre el rendimiento total del tomate	24
4. Efecto de los tratamientos sobre el número de frutos del tomate	26
5. Comportamiento del diámetro polar y ecuatorial (cm) del tomate	26
6. Pérdidas totales de suelo para los tratamientos Evaluados de Junio – Agosto. San Isidro de la Cruz Verde, 1993	35
7. Análisis químico de suelo en el ciclo productivo de Primera en tomate. San Isidro de la Cruz Verde, 1993	38

LISTAS DE FIGURAS

FIGURA	PÁGINA
1. Precipitación promedio Junio – Agosto, estación meteorológica más cercana al sitio del experimental Villa Fontana, Managua 1993	14
2. Distribución de los tratamientos en el sitio Experimental, San Isidro de la Cruz Verde, 1993.....	18
3. Respuesta de la altura de la planta a las fuentes de fertilización....	28
4. Respuesta del diámetro del tallo a las fuentes de fertilización	30
5. Respuesta del ahijamiento de la planta a las fuentes de fertilización	31
6. Respuesta del número de racimos a los diferentes tratamientos	32
7. Respuesta del número de flores a los diferentes tratamientos	33
8. Estimación de las pérdidas totales por tratamiento	36
9. Distribución de la cobertura total en porcentaje por tratamiento, San Isidro de la Cruz Verde, 1993	36

LISTA DE ANEXOS

ANEXO	PÁGINA
1. Desarrollo de la cobertura vegetal en el cultivo del tomate, San Isidro de la Cruz Verde, 1993.....	44
2. Clasificación de la erosión laminar de acuerdo a las pérdidas de suelo propuesta por la FAO (1980)	44
3. Número de especies por tratamiento, San Isidro de la Cruz Verde, 1993	45
4. Ordenamiento de los cultivos de preferencia, San Isidro de la Cruz Verde, 1993	46
5. Efectos de la fertilización sobre la altura / pta, San Isidro de la Cruz Verde, Managua.....	47
6. Efectos de la fertilización sobre el diámetro de tallo, San Isidro de la Cruz Verde, Managua.	47
7. Efectos de la fertilización sobre el ahijamiento/pta, San Isidro de la Cruz Verde, Managua.....	47
8. Efecto de la fertilización sobre el número de racimos/ pta, San Isidro de la Cruz Verde, Managua.....	47
9. Efectos de la fertilización sobre el número de flores/ pta, San Isidro de la Cruz Verde, Managua.....	48
10. Instrumento para medir cobertura vegetal	48
11. Colocación de los materiales al elaborar compost	49
12. La Microcuenca C con sus principales poblados y vías de comunicación	50
13. La Cuenca Sur con sus cuatro Subcuencas. El área del ensayo estaba ubicada en la Subcuenca II	51
14. La Subcuenca II de la Cuenca Sur del lago de Managua y su subdivisión en Microcuencas	52

RESUMEN

El presente trabajo experimental se estableció en el ciclo de primera 1993, en las parcelas del Sr. Santiago Hernández, en la comarca de San Isidro de la Cruz Verde, Managua, con el propósito de evaluar los efectos compost, combinado con fertilizante químico sobre los rendimientos del tomate (*Lycopersicum esculentum* L.) y las pérdidas de suelo

La siembra en almácigos se realizó el 03 de Mayo y el transplante el 03 de Junio, para el análisis estadístico se utilizó un bloque completo al azar (BCA), siendo los tratamientos a evaluar A: compost, B: compost más fertilizante, C: fertilizante químico y D: testigo.

Los resultados presentaron mayores significancias con un 95% en todas las variables agronómicas (número de frutos, números de hijos, números de flores, número de racimos, altura de planta y diámetro de tallo) siendo superiores en el tratamiento químico. De igual manera el rendimiento fue en el tratamiento con fertilizante químico con 46,944.44 kg/ha, debido a que este los libera más rápidamente los nutrientes, estando estos disponibles a lo inmediato al cultivo.

La mayor protección contra la erosión del suelo la presentó el tratamiento compost (A) con un 42%, comparado con el tratamiento testigo (D) y a un 32% en el tratamiento compost más fertilizantes químico (B) y 30 % en el de fertilizante químico (C), respectivamente.

En el mes de Agosto por la alta erosividad de las lluvias, se presentaron las mayores pérdidas en los tratamientos testigo y fertilizante químico con 57.78 y 43.6 ton/ha, respectivamente, a pesar de presentar en el mismo período el mayor porcentaje de cobertura vegetal, es decir que existen otros factores como la humedad en el suelo y la topografía del terreno y la materia orgánica que podrían estar influyendo.

Es necesario tomar en cuenta la reserva de nutrientes, la eficiencia del fertilizante y la demanda del cultivo para hacer aplicaciones de abonos orgánicos y fertilizantes, integrando estas prácticas con cultivos de mayores coberturas como granos básicos, tomándose en cuenta que son cultivos en ladera con grados de pendiente de 12%.

SUMMARY

This is an experimental work which was done in first cycle crops in 1993 (primera), in Mr. Santiago Hernández's piece of plot, in the region of Sn. Isidro de la Cruz Verde, Managua. With propose to evaluate the effects of the compost, mixes compost plus chemical fertilizer on the tomatoes yield and soil loss.

The planting in sprouts was done may 3rd, and the transplant on June 3rd. The statistical analysis was dicing a complete block of land at random (BCA). The treatments evaluated were: (A) Compost, (B): Compost plus fertilizer, (C): Chemical fertilizer and (D): Specimen.

Here we were evaluating the tomato response (*Lycopersicum esculentum* L.), in high hills to compost, mixing with chemical fertilizer and its effects on the loss of soil.

The results allowed that major significance existed in all agronomic variables, with the chemical fertilizer treatment, because this released more quickly the nutrients, being this immediately available to the crops.

The major loss of soil was presented during the moth of August. Due to, high rainfall erosivity during this month.

I. INTRODUCCION

El tomate (*Lycopersicon esculentum* L.), es una de las hortalizas más ampliamente cultivadas en el mundo, por su variedad de usos, por sus cualidades nutritivas, su fácil adaptación a zonas templadas y cálidas, así como en la producción comercial tiene alto valor por unidad de área (INTA, 1993).

El potencial de producción de tomate en los trópicos es grande, pero solamente el 15% de la producción mundial corresponde a esta zona (INVIERNO, 1976).

En Nicaragua, el tomate representa una fuente importante de materia prima para la industria y para el consumo. Sin embargo, la producción no es óptima por problemas de manejo, uso de fertilización inadecuada, altos costos de producción y la falta de mercado.

Debido a que los agricultores manejan el suelo indebidamente, al llover los poros del suelo son llenados, restringiendo el desarrollo de las raíces y provocando erosiones, bajando las respuestas a los fertilizantes (Lindarte y Benit, 1993).

A nivel de productores comerciales, se ha intensificado el uso de fertilizantes químicos en el cultivo del tomate. Pero experiencias en la zona han demostrado que los incrementos no han sido sustanciales. Estos resultados parecen sugerir investigaciones a estudiar técnicas de fertilización del suelo satisfaciendo dos objetivos: elevar la fertilidad de los suelos y disminuir los riesgos de erosión de los mismos.

La utilización de diversos subproductos orgánicos de diferentes fuentes, pueden ser aprovechadas como abonos orgánicos tales como estiércoles, cachaza, gallinaza, compost. Estos suministran principalmente macronutrientes de forma regular en el tiempo, proporcionándoles a las plantas a lo largo del ciclo (Rastrepo, 1996).

El compost como abonos orgánicos permite el mejoramiento paulatino de la actividad microbiana en el suelo y mejoramiento de propiedades físicas como el aumento de la estabilidad de los agregados, la disminución de la densidad aparente (Da) y la erodabilidad del suelo (Rastrepo, 1996).

Tomando en consideración las preferencias de los productores de la zona el cultivar el tomate en laderas con grados de pendientes hasta de un 12%, con apoyo del proyecto Sustainable Use of Water Resources (SUWaR), se realizó el presente estudio durante la época de siembra de primera de 1993, para lo cual se estableció en las parcelas del Sr. Santiago Hernández un ensayo para evaluar la respuesta del cultivo de tomate en laderas a las aplicaciones de compost, combinado con fertilizante químico, así como el efecto que produce sobre las pérdidas de suelo.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- ◆ Evaluar el efecto del compost, combinado con fertilizante químico sobre los rendimientos del tomate (*Lycopersicum esculentum L.*) y las pérdidas de suelo en condiciones de ladera.

1.1.2 Objetivos Específicos

- ◆ Evaluar el efecto de las aplicaciones del abono orgánico (compost) y el fertilizante químico en el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicum esculentum L.*) en laderas.
- ◆ Determinar las pérdida de suelo en el cultivo del tomate (*Lycopersicum esculentu L.*) en ladera con el método de clavos y arandelas (modificado).
- ◆ Valorar el efecto de la fertilización orgánica y química sobre las propiedades físicas y químicas del suelo.

Hipótesis

En condiciones de ladera, la aplicación de compost como abono orgánico en cultivo de tomate, disminuye a un 30% las pérdidas de suelo y aumenta los rendimientos del cultivo en un 20%.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Factores que influyen en la fertilidad para el desarrollo vegetativo de la planta

Existen muchos factores que están ligados al ambiente edáfico o climático, o factores internos ligados al organismo vegetal. Las condiciones agroecológicas que son factores ligados al ambiente, incluye parámetros de suelo y clima.

Las variables del suelo son: propiedades físicas que incluyen la textura, estructura, profundidad efectiva, aireación, compactación, permeabilidad y capacidad de retener agua.

En las propiedades químicas incluyen la fertilidad natural, los cationes de intercambio, el pH, contenido de materia orgánica, saturación de bases, contenidos de macronutrientes como carbono, oxígeno, hidrógeno, nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio y azufre y el contenido de micronutrientes como hierro, cobre cinc, manganeso, molibdeno y cloro (Kass, 1996).

Las propiedades externas del suelo, incluyen la pendiente, el relieve y los proceso erosivos causados por las precipitaciones. La mayoría de las plantas hortícolas para su crecimiento y desarrollo necesitan todos los nutrientes que le proporciona el suelo. En muchos suelos de las áreas tropicales ácidos y pobres en nutrientes, es necesario usar dosis, cada vez más crecientes de fertilizantes industriales que abastecen a las plantas de los nutrientes necesarios.

Esto produce actualmente una crisis económica y de contaminación, siendo necesario crear conciencia en los agricultores y en recomendaciones técnicas en la agricultura, para lo cual se recomienda que:

- ◆ Seleccionar el fertilizante adecuado y complementarlo con los residuos orgánicos de las cosechas, que aportan nutrientes al suelo.
- ◆ Controlar las pérdidas de suelo, por ende el lavado de los nutrimentos en áreas con alta intensidad de lluvias, controlándose con métodos específicos de aplicación de fertilizantes orgánico y químicos para aumentar la Da, incremento en el pH, mayor cobertura vegetal (Kass, 1996).

2.2 Factores que influyen sobre el proceso de erosión

Existen diferentes factores que tienen que ver con el proceso de pérdida de suelo como:

- ◆ **Conocer el tipo de cultivo:** que permite identificar la densidad del sistema de raíces, profundidad que alcanzan para mejorar la eficiencia en la absorción de los nutrimentos. Al crecer y desarrollarse sirve de protectora al suelo impidiendo una erosión excesiva al suelo. Las laderas rara vez están totalmente desprovistas de vegetación al menos que la tierra sean usadas con labranza agrícola, o que sean localizadas en regiones áridas. La tierra desnuda y arable es la más susceptible a la erosión hídrica y se pueden perder grandes cantidades de suelo con una tormenta o durante una estación lluviosa, (Kirby y Morgan, 1980). Según los mismos autores: la cobertura vegetal tiene influencia sobre los rendimientos de los cultivos ya que en el cultivo del maíz el número de plantas, el

número de mazorcas y el rendimiento en granos era considerablemente superior en las parcelas sometidas a cobertura.

- ◆ **Pendientes:** Las pendientes en la región varían en cada formación, con rango de 0 a mayor de 50% (González et al, 1992). Experiencias indican que pendientes con menos del 3% no ocurre erosión (el 3% es llamado iniciación de la erosión), mientras que en terrenos con pendientes superiores al 18% no se pueden implementar cultivos anuales ni siquiera con prácticas de conservación intensivas (el 18% es llamado de arrastre total).

- ◆ **Suelos:** Los suelos volcánicos son fértiles pero muy susceptibles a la erosión principalmente por su alta inestabilidad estructural y que la remoción de la cobertura vegetal para proceder al cultivo el sobrepastoreo excesivo y los incendios, comienza a producir cambios en el suelo. La magnitud del cambio depende de la temperatura, la topografía, las precipitaciones, el suelo y su manejo, (Fassbender, 1987). En los climas cálidos y particularmente cuando se retiran los residuos de la cosecha y el estiércol no se aprovechan como abono, la materia orgánica original se pierde gradualmente.

En ausencia de la materia orgánica la estructura y la fertilidad del suelo se deterioran. La presencia bien marcada del proceso de degradación de un suelo debido a la explotación inadecuada se debe a la ruptura de la estructura del suelo separa una de otra las partículas, acelera la oxidación de la materia orgánica, la preparación del terreno para la siembra en época de lluvias intensa, los nutrientes de la planta y las partículas más finas del suelo son arrastrados de la capa cultivada hacia el horizonte B.

En nuestro país este problema es muy común y el proceso de erosión hídrica es intensivo, debido a que las condiciones topográficas son adversas (> 5%) y no son recomendables para cultivos anuales si no están bajo ningún manejo de conservación de suelo. El manejo del suelo tiene que ver también con la erosión hídrica. Las prácticas tradicionales de agricultura en laderas, han traído consecuencias negativas para los suelos, dado que ha sido un factor de degradación de gran importancia.

◆ **Precipitación:** Una manera fácil de evaluar en parte los riesgos de degradación de suelos es analizando el factor clima, en otras palabras la agresividad de la precipitación pluvial, que es el elemento climático que ejerce mayor influencia sobre la erosión de los suelos (Hudson, 1982). 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).
- El desprendimiento es causado por la acción de las gotas de lluvia al impactar sobre los agregados del suelo desnudo y al escurrimiento superficial.
- La capacidad de transporte de la escorrentía disminuye la sedimentación en terrenos planos.

Según Kirby y Morgan (1980), las gotas de lluvia compactan la superficie del suelo, las salpicaduras y el flujo del agua desprenden partículas del suelo. Estos procesos pueden sellar las superficies con lo que disminuye la tasa de infiltración del agua en el suelo. El alimento de la planta en nuestros suelos está en la materia orgánica el limo y la arcilla, la

materia orgánica está formada por partes de la planta, pero la mayor es ligera, flota fácilmente y está en la superficie del suelo, siendo la primera en volar por las gotas de lluvia y llevada lejos, más aún en cultivos en laderas (Kass, 1996).

- ◆ **Conservación del suelo:** Al conservar un terreno en el campo, se recomienda la incorporación de todas las prácticas apropiadas dentro del sistema de producción para el control efectivo de la erosión. Un sistema de conservación debe consistir en una combinación de obras y medidas agronómicas. Las medidas agronómicas son un complemento que sirve para proteger el suelo, sin embargo su propósito principal es mantener la estructura del suelo y mantenimiento de la capacidad productiva del suelo.
- ◆ **Método para evaluar pérdidas de suelo:** Uno de los métodos más sencillos y fácil de usar para evaluar pérdidas de suelo ocasionadas por la erosión hídrica es el de **clavos y arandelas (modificado)**. Consiste en utilizar varillas de hierro de 3/8 de pulgada de diámetro y 50 cm de largo, se marcan al centro (25 cm) con un anillo rojo de aproximadamente 10 cm de ancho. La varilla marcada se introduce en la tierra hasta la marca de 25 cm, de manera que la parte inferior del anillo toque ligeramente la superficie del suelo, las cuales se colocan a distancias de 5 m formando un transecto (Colegio de postgraduados Chapingo, 1982).

Fórmula para cuantificar las pérdidas: $P = H \times A \times Da$

Dode: P = pérdidas de suelos; A= área medida; H= altura de lámina;

Da= densidad aparente del suelo

Ventajas y desventajas del método:

Ventajas:

- ◆ Sencillo y fácil de instalar.
- ◆ Toma de datos puede ser realizada por el productor.
- ◆ Para cualquier pendiente y terreno.
- ◆ Materiales reutilizables.
- ◆ Se puede combinar con otros métodos.

Desventajas:

- ◆ Terrenos irregulares dificultan la colocación de las arandelas.
- ◆ Las arandelas quedan suspendidas en el aire y no marcan pérdidas de suelo.
- ◆ Dificultad para medir el espesor del suelo.
- ◆ Se debe tener cuidado en el aporqué, dehierbas y pisoteo de animales.

Dentro de estas medidas agronómicas tenemos:

- ◆ **Cobertura vegetal:** El empleo de la cobertura vegetal en laderas disminuye el riesgo de erosión, ya que la escorrentía y la erosión aumentan rápidamente sobre suelos con menos del 70 % de cubierta vegetal (Lindarte y Benit, 1993).
- ◆ **Compost:** La importancia del compost radica en su utilización como abono orgánico y es producto de la digestión aeróbica que realizan distintos microorganismos, dándose la liberación de dióxido de carbono, agua en forma de vapor y energía obteniéndose la formación del humus (Uribe y Tovar, 1987). El humus se considera esencial para el mejoramiento de las propiedades de los suelos, siendo estos beneficiados en las labores culturales, aireación de las raíces solubilidad de los elementos y el aumento de la capacidad de intercambio catiónico. Niveles adecuados del mismo benefician al suelo: mejorando la condición física del suelo, la infiltración de agua, la friabilidad del suelo, disminuyendo las pérdidas de suelo por erosión. Los nutrientes que aporta la materia orgánica contiene cerca del 5% de nitrógeno total, sirviendo como un depósito para el nitrógeno de reserva, pero no se encuentra disponible en forma inmediata para uso de la

planta, debido a que su descomposición por lo general es bastante lenta. Muchas veces, a pesar de que un suelo contenga materia orgánica en abundancia, se necesita fertilizar con nitrógeno para asegurarse que los cultivos no leguminosos tengan una fuente adecuada de nitrógeno fácilmente disponible (Rastrepo, 1996).

Los desechos vegetales mediante el compostaje y su posterior incorporación al suelo, aportan materia orgánica y elementos nutritivos que las plantas necesitan. También incrementan la efectividad de los fertilizantes químicos al disponer al suelo con sustancias orgánicas (Rastrepo, 1996).

El compost a su vez al lograr equilibrio estructural en el suelo permite disminuir las pérdidas por lixiviación y la erosión, ya que mejoran los agregados del suelo a través de la estructura, todos estos factores incurren en obtener mayores rendimientos en los cultivos. La dosis de compost recomendada es influenciada por factores como el tipo de cultivo, cantidad de materia orgánica presente en el suelo, tipo de suelo.

Según Rastrepo (1996), en cereales para mantener un nivel de materia orgánica debe aportarse 20 ton/ha cada tres años y en otros tipos de cultivos de 20-25 ton/ha cada año o 2 años, .

El contenido de macroelementos del compost es muy bajo y los ácidos son altos, sin embargo, su efecto dependerá del estado de la fertilidad y la materia orgánica presente en el suelo, lo que puede indicarnos el aseguramiento de las mejoras de las propiedades físicas de los suelos y por consiguiente la retención de los pocos nutrientes en la capa arable, para que no sean lixiviados ni arrastrados por las escorrentías (Deffis, 1989).

Según el mismo autor, la aplicación del compost deberá realizarse de una manera que permita su distribución homogénea sobre el suelo, una vez que esté incorporado al suelo continúa el curso de la fermentación, movilizándose poco a poco sus reservas de ácido fosfórico y de potasa, actuando así en forma benéfica sobre la nutrición de las plantas.

El suelo está constituido de diferentes horizontes orgánicos en la superficie y minerales cuando se desciende hacia la roca madre, podemos decir que el suelo crece por los dos lados, por la base que forma la roca madre y por la superficie constituida por el manto.

Las constantes prácticas de la agricultura de hortalizas en laderas, en la mayoría de los casos destruyen su horizonte orgánico, lugar donde se realiza la humificación del manto bajo la acción microbiana.

Las prácticas de incorporación de materia orgánica al suelo evita el desequilibrio mencionado anteriormente, el cual debe ser manejado por el agricultor a todos los niveles de la relación: suelo, organismos vivos y plantas, esto es no podemos contentarnos con la simple restitución de tres elementos comerciales de fórmulas estandarizadas nitrógeno, fósforo y potasio para mantener la fertilidad del campo a largo plazo. La práctica de incorporar abono orgánico contribuye a la fermentación con calor pasteurizando la materia orgánica evitando el desarrollo de microorganismos patógenos (Rastrepo, 1996).

La siembra continua del cultivo de tomate en un mismo lugar no es recomendable debido a la existencia de condiciones climatológicas favorables para el desarrollo de enfermedades fungosas, las que al mismo tiempo causan grandes pérdidas en los cultivos de los tomates.

Los cultivos precedentes recomendados para tomates son; calabaza, pepino, melón, frijol, col y las plantas de raíces carnosas. Otros cultivos previos convenientes son también las hierbas perennes, la caña de azúcar, malanga y maíz (Guenkov, 1974).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Area de estudio

El estudio se desarrolló durante el período de primera comprendido de Mayo a Agosto de 1993, en las parcelas de tomate del Sr. Santiago Hernández, miembro de la Cooperativa "Casimiro Sotelo" ubicada en la comarca de San Isidro de la Cruz Verde que se ubica en la microcuenca C de la sub-cuenca II del Lago de Managua (ver anexo Figura 13). Localizado entre las coordenadas geográficas 12° 17' latitud Norte y 86° 29' longitud Oeste, a una elevación de 300 msnm.

El terreno tiene una pendiente de 12% y se encontraban en un sistema de acequias de laderas que fueron construidas a curvas de nivel por el proyecto de control de erosión de la cuenca sur del lago de Managua.

3.1.1 Clima y vegetación

Las zonas de clima y vegetación según las clases climáticas de Koppen son clasificadas como Trópico Sub - Húmedo y de Sabana, respectivamente (SUWaR, 1993).

Según SUWaR (1993), la precipitación media anual es de 1,100 mm. Durante el experimento lo precipitado fueron 181.8 mm., siendo los meses más secos, Febrero, Marzo y los de mayor precipitación Septiembre, Octubre con 250 mm, existiendo una relativa época seca dentro de la época lluviosa en los meses de Julio y Agosto, la cual se conoce

como canícula, donde el área sólo recibe la mitad de la precipitación promedio para los meses de lluvia. En la Figura 1, se puede visualizar la distribución de la precipitación mensual en el período de estudio, en la estación más cercana al ensayo, localizada en Villa Fontana, Managua.

Las temperaturas en los meses de Abril y Mayo son de 28°C, disminuyendo sustancialmente en el mes de Junio y aproximadamente 0.7°C, por mes durante los meses subsecuentes. La humedad relativa promedio anual es de 78%, según el grado de vegetación.

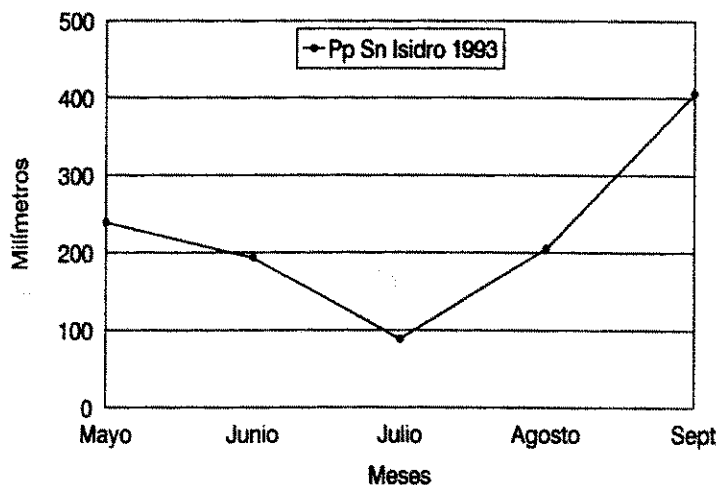


Figura 1. Precipitación promedio Junio-Agosto, estación meteorológica más cercana al sitio del experimento Villa Fontana, Managua, 1993

3.1.2 Suelos

Según el Catastro (1971), son suelos de textura franco-arenosa perteneciente a la serie Nejapa (*Nj*); constituida por el Cuaternario Volcánico Holocénico (*QVH*) constituida por los materiales de las Calderas de Nejapa (*Nj*), con afloramientos rocosos constituidos por piroplastos y depósitos de cenizas que se convirtieron en material parental del suelo,

siendo clasificados como *Duric Haplustolls*, según el sistema USDA, es moderadamente profundo.

Estos suelos se encuentran sobre estratificaciones de cenizas volcánicas que están a profundidades considerables, tienen un contenido de materia orgánica bajo en la capa superficial (3.5% a 3.6%) y de muy bajo a bajo (1.86% a 1.30 %) en el subsuelo, presentan un horizonte de talpetate o estrato endurecido, con su límite superior dentro de un metro de superficie (Catastro, 1971).

Tabla 1. Propiedades físicas y químicas del suelo en el sitio experimental. San Isidro de la Cruz Verde, 1993

Propiedades	Unidad	Valor	Método
Textura	—	Franco arenosa	Pipeta de Robinson
Estructura		Granular	—
PH	—	5.8	Potenciómetros de agua
M.O	(%)	3.8	Walkley Black
N total	(%)	0.20	
Fósforo	Potasio	14.3	Olsen modificado
	(meq/100g)	0.8	" "
Calcio	(meq/100g)	21.0	Solución Ext. Cloruro de potasio
Magnesio	(meq/100g)	4.94	" "

El estado inicial que el suelo antes del establecimiento del cultivo (ver Tabla 1), presentó un pH medianamente ácido, su contenido de materia orgánica, fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg) son medios, respectivamente, con textura franco arenosa, estructura granular y densidad aparente (Da) 1.21 g/cm³.

3.2 Análisis estadísticos de datos

Para análisis de los datos se estableció un diseño de un Bloque Completo al Azar (BCA), con 3 réplicas y 4 tratamientos, dando un total de 12 parcelas de 25 m², para un área total de 300 m² (ver Fig. 2). El análisis estadístico se hizo a través de un ANDEVA y la separación de medias a través del método de DUNCAN con un grado de confianza de 0.05 %.

3.3 Preparación y contenido del compost hecho por el productor.

Los materiales utilizados para el reciclaje de materiales orgánicos fueron: broza de frijol, estiércol de ganado bovino, tierra y agua. Dichos materiales fueron obtenidos del área cercana a la finca del productor, elaborándose en el período de Febrero a Abril de 1993. La dosis aplicadas para el experimento fueron las utilizadas por los agricultores de la zona (5.9 ton/ha).

La pila del compostaje tuvo una altura de 1.5 m, 1 m de ancho por 1 m de largo, luego se colocó una base de - 20 cm de tierra para evitar encharcamiento y favorecer la aireación, posteriormente material vegetal (broza de frijol) de 10 cm, seguido de 60 cm de estiércol de ganado bovino y finalmente otra capa de tierra de 0.5 cm de espesor, colocándose agua en

cantidad de 206.28 L. Se protegió con un plástico para ayudar a la fermentación, aumentando la temperatura, presentando según análisis químico hecho por el laboratorio de Suelos y Agua (UNA, 1993): 0.19% de nitrógeno, 0.018 meq/100g de fósforo y 2.55 ppm de potasio, los contenidos de nitrógeno y potasio se consideran como medios, pero el contenido de fósforo es relativamente bajo.

3.4 Tratamientos a evaluar

A: Compost

B: Compost más fertilizante químico

C: Fertilizante químico

D: Testigo

Tabla 2. Tratamientos y dosis aplicadas por tratamiento en el sitio experimental. San Isidro de la Cruz Verde, 1993

Tratamientos	Dosis de compost (kg/ha)	Dosis de Completo (kg/ha)	Dosis de UREA (kg/ha)
A	5,999.40	---	---
B	5,999.40	181.80	90.90
C	---	181.80	90.90
D	---	---	---

3.4.1 Compost (A)

Se incorporó al suelo un total de 5,999.40 kg/ha, aplicándose en la primera fertilización 132 kg/ha al momento del trasplante en los surcos, tapándose luego la plantúla, y la segunda fracción alrededor de la planta de tomate al aporcar.

3.4.2 Compost más fertilizante químico (B)

El compost se aplicó igual al tratamiento A. Se agregó una dosis de fertilizante químico de 181.80 kg/ha de completo (10-30-10) en la primera fertilización y 90.90 kg/ha de urea (46 %) en la segunda fertilización. Ambas fuentes de fertilizante se aplicaron al mismo tiempo en los dos momentos.

3.4.3 Fertilizante químico (C)

Se aplicó fertilizante químico 181.80 kg/ha de completo (10-30-10) en la primera fertilización y 90.90 kg/ha de urea (46 %) en la segunda fertilización.

3.4.4 Testigo (D)

Sin ninguna aplicación de fertilizante orgánico ni químico.

3.5 Distribución de los tratamientos

La distribución de los tratamientos corresponde al ciclo de primera, como se presenta en la figura 2.

		TRATAMIENTO			
BLOQUES		D	B	A	C
I		D	B	A	C
II		C	D	B	A
III		B	A	C	D

Figura 2. Distribución de los tratamientos en el sitio Experimental, San Isidro de la Cruz Verde, 1993

3.6 Prácticas agronómicas

La preparación del suelo lo hizo el productor con yunta de bueyes y arado egipcio y consistió en dos pases de arado siguiendo las curvas de nivel paralelas a la acequia.

Para la siembra del cultivo del tomate, se utilizó la variedad Romo Redondo (*VF*), los que se pusieron el 03 de Mayo de 1993 en almácigos de 30 cm de alto por 2 m de largo por 1 m de ancho y el trasplante se realizó del 03 de Junio.

El manejo del cultivo se desarrolló de acuerdo a las prácticas que realiza el productor. Para el control de maleza se realizó uno al momento del aporque (15 ddt) y dos fertilizaciones una al momento del trasplante, otra al momento del aporque (ver Tabla 2), la metodología de aplicación fue alrededor de la plántula cubriéndose luego con tierra.

Durante el control de maleza se observó ataque del Tizón temprano (*Alternaria solani*) 30 ddt, esto debido a las precipitaciones (ver Figura 1), provocando entre los surcos que las raíces quedarán al aire libre, por lo que se le aplicó Ridomil a razón de 350g/100 litros agua.

3.7 Variables a evaluar

- a) Variables agronómicas
- b) Pérdida de suelo
- c) Relación de las propiedades físicas y químicas iniciales y finales con las pérdidas de suelo.

3.7.1 Variables agronómicas del cultivo

En el cultivo de tomate) se tomaron en cuenta los siguientes factores: rendimientos totales (ton/ha), número de frutos/pta, diámetro polar y ecuatorial del fruto (cm), altura de planta(cm), diámetro del tallo (cm), número de hijos/pta, número de flores/pta, número de racimos/pta,.

- 1) **Rendimiento total:** Se realizó al momento de la cosecha (ton/ha).
- 2) **Número de frutos por planta:** Se contabilizo en una muestra de 10 plantas por parcela a los 40 y 56 ddt.
- 3) **Diámetro ecuatorial y polar del fruto (cm):** Se realizó al momento de la cosecha con una cinta métrica.
- 4) **Altura de la planta:** Se realizaron mediciones de altura de la planta a los 16, 23, 30, 37, 44 y 56 ddt tomándose 10 plantas al azar de cada parcela, las que fueron medidas a partir del cuello de la raíz hasta el último meristemo apical del tallo principal, por medio de una cinta métrica.
- 5) **Diámetro del tallo:** Medido con un vernier (pie de rey) a la altura del primer nudo de la planta a los 16, 23, 30, 37, 44 y 56 ddt.
- 6) **Número de hijos:** Realizado en 10 plantas al azar por parcela, contabilizando los hijos por cada planta a los 23, 30, 37, 44, y 56 ddt.

7) **Número de flores por planta:** Se muestreo es 10 plantas al azar por parcela, contabilizando las flores por cada planta a los, 44 y 56 ddt.

8) **Número de racimos por planta:** Se muestreo en 10 plantas por parcela a los 37, 44 y 56 ddt.

3.7.2 Pérdidas de suelo

Se estimó la pérdida de suelo mediante la utilización del método de clavos y arandela (modificado). Consiste en utilizar clavos con arandelas, colocados a lo largo de un transecto a intervalos regulares, la arandela se coloca de manera que descansa sobre la superficie del suelo, con el propósito de marcar los cortes en el terreno ocasionados por erosión (Colegio de postgraduados Chapingo, 1982). Se distribuyeron 5 arandelas en una superficie de 25 m², con una separación de 1.6 m entre arandelas. Se dejó una altura de la cabeza a la superficie del suelo de 5 cm y las mediciones se realizaron acumulativas después de cada evento lluvioso.

Para determinar la pérdida de suelo en ton/ha, se promedia la altura de las arandelas por parcela, y se registran en milímetros. El valor promedio de altura se utiliza para el cálculo de suelo perdido se utilizó la siguiente fórmula: $P = H * A * Da$

Donde:

P = Peso del suelo (ton/m³)

A = Area del terreno (m²)

H = Altura de la capa de suelo removida (m)

Da. = Densidad aparente (g/cm³)

3.7.3 Relación de las propiedades físicas y químicas del suelo

Para lograr identificar la relación entre las propiedades físicas y químicas del suelo, se realizaron análisis químicos y físicos (textura, estructura y Da) al inicio del estudio y al final del mismo por tratamiento.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimientos Agronómicos

4.1.1 Rendimiento total

Los rendimientos de un cultivo pueden bajar debido a diversos factores ambientales como: falta de humedad, altas temperaturas, efecto de las malezas, problemas edáficos, las prácticas culturales que tradicionalmente realizan los productores. La planta es muy exigente en lo que respecta a la nutrición, absorbe grandes cantidades de nitrógeno y potasio, por ello resulta necesario realizar un abonado adecuado al terreno, (Graetz, 1990).

Guenkov (1974), explica que el nitrógeno tiene gran importancia para el crecimiento normal de la planta de tomate, su fructificación; solamente de cultivos bien provistos de nitrógeno pueden obtenerse grandes cosechas; no obstante es importante que la cantidad de nitrógeno se regule con la presencia del fósforo y el potasio en el suelo y también con la fase de desarrollo del cultivo.

Con lo planteado anteriormente se obtuvo diferencias significativas en todos los tratamientos, los mayores rendimientos los alcanzó el tratamiento con fertilizante químico con un total de 148,132 frutos/ha y un peso de 46,944.44 kg/ha, seguido del compost más fertilizante químico con un total de 111,332 frutos/ha y un peso de 31,967.59 kg/ha, finalmente tenemos los tratamientos de compost con 82,132 frutos/ha teniendo un peso de 29,263.88 kg/ha y el testigo con un total de 57,468 frutos/ha y un peso de 18,467.00 kg/ha (Tabla 3).

Tabla 3. Efecto de los tratamientos, sobre el rendimiento total del tomate

TRATAMIENTO	NUMERO DE FRUTOS/ha	PESO DE FRUTOS kg/ha
Compost	82,132 ab	29,263.88 ab
Compost + FQ	111,332 ab	31,967.59 ab
FQ	148,122 a	46,944.44 a
Testigo	57,468 b	18,467.00 b
ANDEVA	*	*
CV (%)	4.68	10.35

Según Biocyclaje Publication (1993), las cantidades de abono orgánico (compost) recomendable para aplicar en cultivos no leguminosas es de 20-25 ton/ha, es probable que este haya sido un factor influyente a que no se obtuvieran mayores rendimientos en el tratamiento de compost más fertilizante químico y en el tratamiento de compost, ya que sus aplicaciones fueron en cantidades menores (5.99 ton/ha). Dicha dosis es la usada localmente por los agricultores del área.

De manera general las pocas lluvias con alta erosividad incidieron en los rendimientos ya que causaron ligeras pérdidas por los cambios en la humedad relativa, dando paso al ataque de enfermedades. Considerando los rendimientos del experimento en condiciones de laderas (12% de pendiente), los rendimientos pueden considerarse buenos, si los comparamos con rendimientos de pequeños productores que cultivan en terrenos planos, los cuales oscilan entre 40 ton/ha (INTA, 1993).

4.1.2 Número de frutos

El fruto del tomate es una baya de forma y tamaño variable, dependiendo del número de lóculos que van desde 1 a 10 (Avendaño, 1984)). Para obtener una buena fructificación además de las condiciones edafoclimáticas, debe tener una óptima nutrición el cultivo (Pedroza, 1984).

Los análisis hechos nos indican que hubo diferencia significativa con respecto a los 4 tratamientos, dándose en el tratamiento donde se aplicó fertilizante químico el mayor número de frutos con 12 frutos/pta , seguido del fertilizante más compost con 9 frutos/pta. , lo que nos indica que el número de flores está estrechamente relacionado con el número de frutos a esperarse (ver Tabla 4).

Debido a que el nitrógeno está de manera más disponible en el tratamiento que se aplicó sólo fertilizante químico, en tanto no lo encontramos de manera tan inmediata disponible a la planta en el tratamiento de compost, pero combinado permite que la planta lo tenga más disponible dado que el compost libera más tardíamente.

Las altas precipitaciones que se presentaron, influyeron en el ataque de enfermedades como el Tizón tardío, plagas como es *Spodoptera frugiperda* lo que disminuyó en la fructificación de las plantas, por ende en los rendimientos.

Tabla 4. Efecto de los tratamientos, sobre el número de frutos del tomate

TRATAMIENTO	NÚMERO DE FRUTOS POR PLANTA
Compost	7 b
Compost + FQ	9 a
FQ	12 a
Testigo	6 b
ANDEVA	*
CV (%)	2.86

4.1.4 Diámetro polar y ecuatorial del fruto

El diámetro polar y ecuatorial son los que tiene mayor relación con el peso de los frutos (D.G.T.A, 1978).

Tabla 5. Comportamiento del diámetro polar y ecuatorial (cm) del tomate

TRATAMIENTO	DIAMETRO POLAR (cm)	DIAMETRO ECUATORIAL (cm)
Compost	5.59	6.43
Compost + FQ	5.62	6.50
FQ	5.53	6.52
Testigo	5.37	6.10
ANDEVA	NS	NS
CV (%)	2.66	3.25

Los análisis realizados nos muestran que el diámetro polar y ecuatorial fueron no significativos para todo los tratamientos. En los resultados se determinó que el mayor diámetro polar lo obtuvo el tratamiento compost más fertilizante químico con 5.62 cm, seguido del compost y fertilizante químico con 5.59, 5.53 cm respectivamente, finalmente el tratamiento testigo con 5.37 cm. En lo que respecta al diámetro ecuatorial, el mayor diámetro lo alcanzó el tratamiento con fertilizante químico con 6.50 cm, seguido del compost más fertilizante químico 6.50 cm y compost con 6.43 cm y por último el tratamiento testigo con 6.10 cm, respectivamente (ver Tabla 5). Tanto el diámetro polar como el ecuatorial están influenciados aunque de manera no significativa por el nitrógeno.

4.1.4 Altura de la planta

Se pudo observar diferencias significativas en la altura de la planta entre los diferentes tratamientos, manifestándose a los 37 días después del transplante (ddt) en donde se determinó diferencia significativa entre los tratamientos de fertilizantes. La aplicación de fertilizante presentó la mayor altura con 38.77 cm, seguido del compost más fertilizante con 35.77 cm, y finalmente el tratamiento del compost y la parcela testigo muestran similares resultados con menores alturas 33.0 y 32.6 cm, respectivamente.

En la Figura 3, se observó que desde los 16 y 23 ddt existe un incremento acelerado en la altura de planta. Luego se mantiene constante hasta los 37 ddt, sin embargo el crecimiento más acelerado se observa hasta los 44 ddt. Es relevante destacar que los tratamientos con fertilizante y compost más fertilizante alcanzan similar y mayor altura hasta los 44 ddt. El mayor promedio en altura le corresponde al tratamiento con fertilizante con 54.07 cm, siendo el tratamiento cero con la menor altura de 44.63 cm.

Si interpretamos la respuesta del tomate en términos de altura, en función de los contenidos de nutrientes aplicados, cabía esperar que las respuestas mayores se obtuvieran con las combinaciones de compost más fertilizante químico. Pimavesi (1984) y Trinidad (1987), quienes afirman que el abono orgánico libera durante su descomposición sustancias promotoras del crecimiento, es posible sugerir que el abono orgánico estimula el desarrollo vegetativo. Pero su contenido de nitrógeno se encuentra en compuestos orgánicos, y por lo tanto no está disponible en forma inmediata para uso de la planta, debido a que su descomposición por lo general es bastante lenta, (THE POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE, 1988).

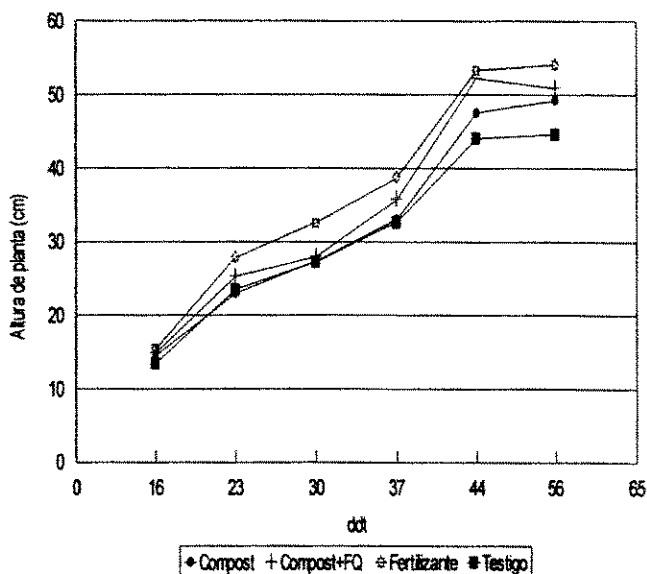


Figura 3. Respuesta de la altura de la planta a las fuentes de fertilización

En tanto la respuesta al fertilizante químico sólo causó mayor efecto, debido a que su contenido de nitrógeno está disponible en forma inmediata y se solubiliza más rápido, permitiendo que la planta de una mayor respuesta en cuanto a subdesarrollo vegetativo (Graetz, 1990).

4.1.5 Diámetro del tallo

En el presente estudio se encontró diferencias significativas en todo el ciclo del cultivo en cuanto al diámetro del tallo al comparar los diferentes tratamientos, presentando el fertilizante y el compost más fertilizante los mayores promedios de diámetro de tallo con 1.48 y 1.36 cm, respectivamente. Los tratamientos compost y testigo, presentaron los menores valores promedios con 1.25 y 1.09 cm, respectivamente.

En la Figura 4, se muestra el aumento en diámetro mostrando el fertilizante químico y el compost más fertilizante químico similares diámetros hasta los 37 ddt en donde el compost más fertilizante químico tiende a aumentar levemente de diámetro, al momento de la cosecha, el compost más fertilizante químico tiende a disminuir el diámetro de tallo debido a que los nutrientes se desvían hacia el fruto, en cambio el fertilizante químico tiende a mantener su ritmo.

Con respecto al tratamiento con compost, mantiene ritmos intermedios en cuanto al diámetro de tallo, en cambio el tratamiento sin fertilizante siempre mantiene los diámetros durante todo el ciclo del cultivo.

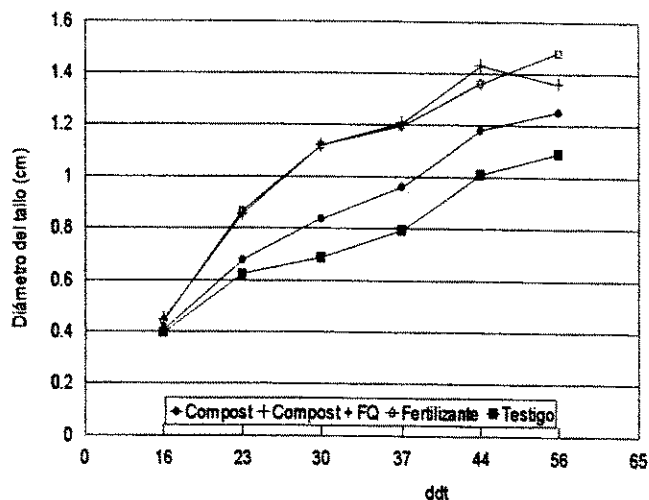


Figura 4. Respuesta del diámetro de tallo a las fuentes de fertilizantes

4.1.6 Número de hijos

El ahijamiento es una característica varietal agroecológica adecuada para que los cultivares manifiesten su verdadero potencial (Alemán, 1993). Para las variedades de crecimiento determinado, es de mucha importancia que alcancen el mayor número de hijos posible, ya que esto garantiza el aumento en el número de ramas laterales, (Padilla y Peralta, 1994).

Al comparar el efecto de los diferentes tratamientos se encontró diferencias significativas durante todo el período del cultivo, determinándose diferencias significativas entre los tratamientos de fertilizante químico y compost más fertilizante químico. La aplicación de fertilizante químico presentó el mayor número de ahijamiento a los 56 ddt con 9 hijos/pta, seguido del compost con 7 hijos/pta y la parcela testigo (sin fertilizante) presentó diferencia de 6 hijos/pta, con relación a los otros tratamientos.

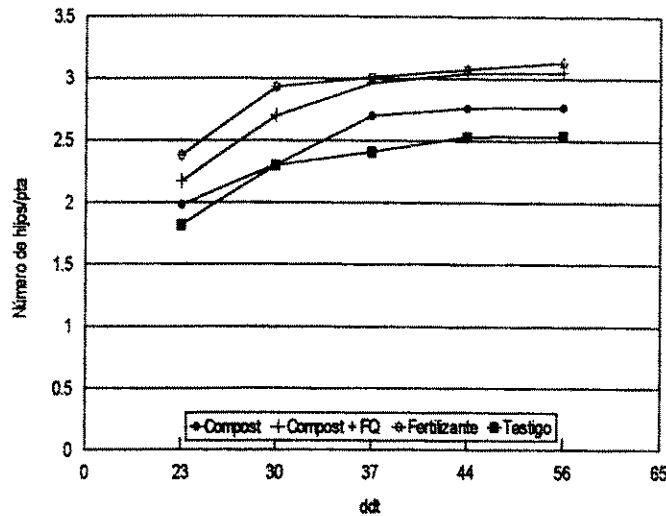


Figura 5. Respuesta del ahijamiento de la planta a las fuentes de fertilización

Como se observa en la Figura 5, el ahijamiento presenta una tendencia de similar entre los tratamientos de fertilizantes químicos y compost más fertilizante químico a los 44 ddt alcanzando el mayor número de hijos a los 56 ddt. Con respecto al tratamiento de compost alcanzo el mayor número de ahijamiento a los 56 ddt como se puede observar fue menos, comparado con los otros dos tratamientos, la parcela testigo alcanzo similar número de ahijamiento, esto debido a que el nitrógeno no se encuentra de manera inmediata disponible a la planta (THE POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE, 1988).

Podemos atribuir que el incremento del ahijamiento observado donde se incorporó compost más fertilizante químico, similar al tratamiento con fertilizante químico, puede atribuirse a la liberación de sustancias promotoras del crecimiento, como sugieren (Primavesi, 1984 y Trinidad, 1987).

4.1.7 Números de racimos

En el tomate el número de racimos es un indicativo de los rendimientos esperados. Los análisis hechos nos muestran que hubo diferencia significativas en todos los tratamientos, presentándose el mayor número de racimos a los 56 ddt, siendo el tratamiento con mayor número de racimos el fertilizante químico con 15 racimos/pta, seguido del compost más fertilizante químico con 15 racimos/pta. y por último el compost y testigo con 11, 7 racimos/pta, respectivamente.

Es posible apreciar en la Figura 6, una tendencia similar de los tratamientos fertilizante químico y compost más fertilizante químico a los 44 ddt y 56 ddt, debido probablemente a la cantidad de fertilizante químico que para ambos fue igual.

Es posible que los fertilizantes químicos están más asimilables a la planta en su fase de crecimiento y desarrollo vegetativo que los abonos orgánicos, por su misma constitución orgánica, les hace estar asimilable a la planta más tardíamente y con una aplicación continua de 2 ó 3 años para tener mejores efectos en las plantas (Pérez , 1994).

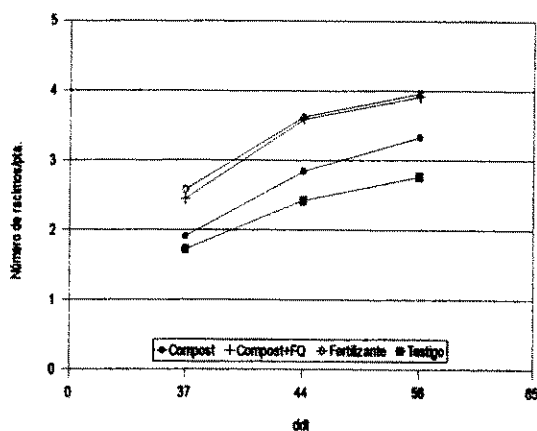


Figura 6. Respuesta del número de racimos a los diferentes tratamientos

4.1.8 Número de flores

El tomate, cuando la siembra es en almácigo y luego se trasplanta, el inicio de la floración se da entre los 25-30 días después del transplante (ddt), la etapa reproductiva (floración y fructificación) se extiende por unos 32-40 días antes de la cosecha (INTA, 1993).

Según análisis estadísticos hechos nos reflejaron que hubo diferencias significativas hasta los 56 ddt, alcanzando su máxima floración a los 56 ddt, el promedio mayor de floración lo presentó el tratamiento fertilizante químico con 46, seguido siempre del compost más fertilizante químico con 44, el compost y el testigo presentaron menores promedios con 25 y 18, respectivamente.

En la Figura 7 se observa, una tendencia similar en los tratamientos con fertilizante químico y compost más fertilizante químico, a los 37 ddt, 44 ddt y diferencias a los 56 ddt con los otros tratamientos que su número de flores por planta es menor, este es un indicativo para la cantidad de frutos esperados. Probablemente la floración responde mejor al nitrógeno aplicado mediante la fertilización química.

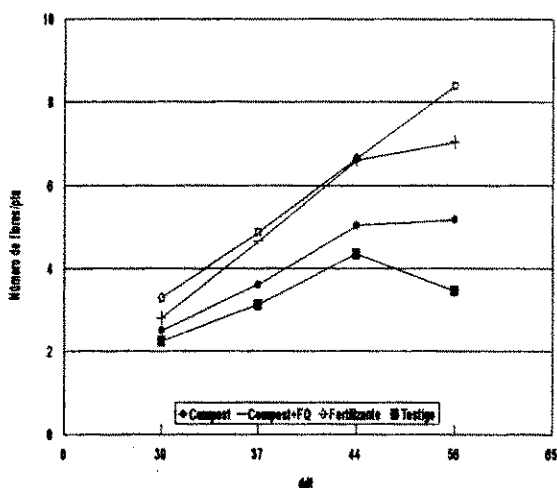


Figura 7. Respuesta del número de flores a los diferentes tratamientos

4.2. Pérdidas de suelo

Las pérdidas de suelo obtenidas en cada tratamiento fueron moderadas a altas, según clasificación de FAO (1980) (Ver Anexo 2).

Las pérdidas de suelo totales para el ciclo fueron 66.29, 97.09, 94.40 y 113.56 ton/ha para los tratamientos A, B, C y D, respectivamente. Estas pérdidas muestran que el tratamiento compost (A), logro reducir las pérdidas de suelo en un 42% comparado con el tratamiento testigo (D), a la vez reduce a un 32% comparado con el tratamiento de compost más químico (B) y en un 30% comparado con el tratamiento químico (C).

Somarriba (1989), cuantificó pérdidas de suelo con el método de clavos y arandelas en parcelas con rangos de pendientes de 2 - 15%, en suelos de origen volcánico, los rangos oscilaron entre 13.7 y 70 ton/ha/año, para los cultivos de maíz, yuca, plátano, en frutales el suelo perdido fue de 0 ton/ha/año, en cambio en maíz de 136 ton/ha/año.

Estudios realizados por Mendoza (1994), en la Cuenca Sur del lago de Managua con el mismo método, determinando pérdidas de suelo en pendientes que oscilaron 16 - 35% con cultivos de piña, plátano y maíz en primera las pérdidas fueron de 2.22 y 6 ton/ha/año, concluyendo que el método de clavos y arandelas es efectivo para cuantificar pérdidas de suelo en terrenos ladera con cultivos agrícolas.

La distribución de las pérdidas de suelo observada en la Figura 8, muestran que en el mes de Agosto se presentaron los eventos de mayor erosividad, por tanto fue el mes con mayores pérdidas de suelo. En esta distribución mensual los tratamientos presentaron

similar tendencia a las pérdidas totales de suelo por ciclo (ver Tabla 6). Esto implica que la tasa anual actual de erosión hídrica en las condiciones de estudio son extremadamente altas, por cuanto el periodo estudiado sólo comprendió la época de primera.

Tabla 6. Pérdidas totales de suelo para los tratamientos evaluados de Junio a Agosto, San Isidro de la Cruz Verde, 1993

Tratamiento	Perdidas de suelo (ton/ha)			ton/ha/ciclo
	Junio	Julio	Agosto	
Compost	20.76	22.08	23.45	66.29
Compost + FQ	29.6	27.86	39.63	97.09
FQ	26.85	23.95	43.6	94.40
Testigo	24.53	31.25	57.78	113.56

Los efectos del compost sobre las pérdidas de suelo (ver Figura 8), muestran aparte de ser el tratamiento con menos pérdida de suelo, ser el tratamiento más estable en términos de protección contra la erosión hídrica. Relacionado a su efecto positivo en las propiedades físicas y químicas del suelo, como son: la estabilidad estructural, aumento de la porosidad y la agregación en el suelo entre otros.

El mes con menores pérdidas de suelo fue Junio a pesar de presentar mayores precipitaciones comparado con Julio (ver Figura 1 y 8), dicho fenómeno puede estar asociado a lluvias con mayor erosividad en Julio o las condiciones de humedad del suelo eran mayores en Julio, que permitieron saturación de agua y escorrentía superficial con lluvias de menor intensidad y precipitaciones.

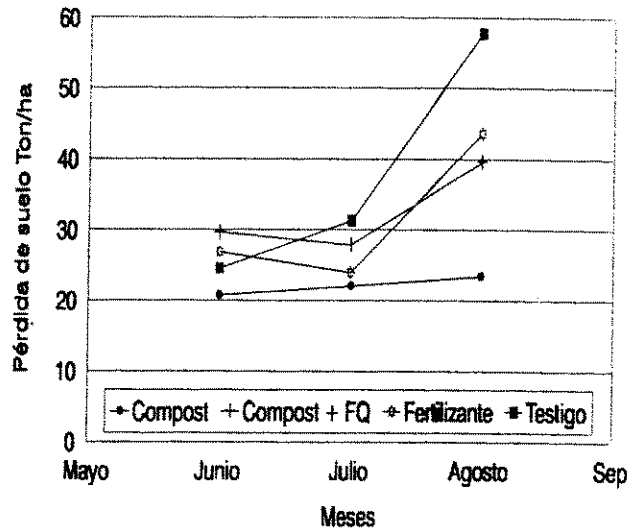


Figura 8. Estimación de pérdidas totales por tratamiento

La cobertura vegetal, sirve como protectora del suelo de las gotas de lluvia, siendo removido el suelo donde quiera que las gotas de lluvia golpeen al suelo desnudo y no hay diferencia alguna si la superficie esta nivelada o en pendiente (Kass, 1998).

Para el mes de Agosto existió un pico (aumento) de precipitación de hasta 200 milímetros (ver figura 1). La máxima cobertura vegetal que osciló entre 56 y 59% para todos los tratamientos también se presentó en el mes de Agosto (ver Figura 9). Esto significa que el factor principal que determinó mayores pérdidas de suelo para este mes fue la erosividad de la lluvia.

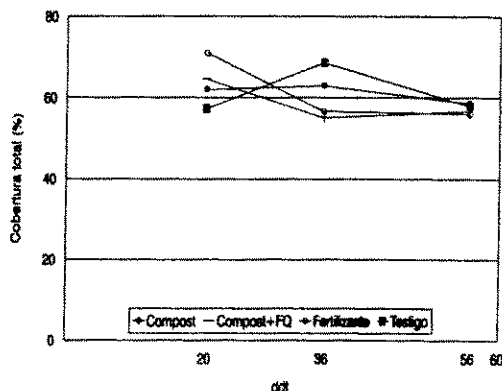


Figura 9. Distribución de la cobertura total en porcentaje por tratamiento, San Isidro de la Cruz Verde, 1993

Consecuentemente existe un riesgo mayor de erosión en la etapa de cenecencia del cultivo. Sin embargo el porcentaje de cobertura total de forma equilibrada en todo el transcurso del cultivo lo presentó el tratamiento de compost (A), que fue el que presentó menos pérdida de suelo en todo el transcurso del cultivo (ver Tabla 6).

En cuanto al número de especies de maleza determinada para cada tratamiento, mostró una tendencia a reducir su número a medida que se desarrollo el cultivo, siendo sus promedios por tratamiento a los 20 ddt de 36, 78, 81 y 87 para los tratamientos de compost (A), compost más fertilizante químico (B), fertilizante químico (C) y testigo (D), a los 56 ddt presentó una disminución de 19, 48, 49 y 41 para los mismo tratamientos (ver Anexo 3).

4.3 Relación de las propiedades físicas y químicas iniciales y finales con las pérdidas de suelo

Según análisis químicos hechos al suelo (ver Tabla 7), después de haber aplicado la fertilización, se observa un incremento del valor del pH desde 5.8 a 6.6 en los tratamientos Compost (A), y Compost más fertilizante químico (B), siendo menor en los tratamientos de Fertilizante químico (C) y testigo (D) con 6.38 y 6.2, respectivamente, esto debido a la incorporación de materia orgánica como abono.

Para las mediciones de Agosto, se observó una disminución de 6.6 siendo no muy representativo en los tratamientos (A) y (B) a 6.35 y 6.25 de igual manera para los tratamientos (C) y (D) a 6.3 y 6.19, respectivamente, ya que la materia orgánica se empezó a mineralizar. La disminución del pH para la época del ensayo estuvo asociada a la ocurrencia de mayores precipitaciones, lo que provoca un lavado mayor de bases

intercambiables, sea por lixiviación o por escorrentía junto con las partículas de suelo (ver Figura 1).

Los valores de K, Ca, Mg, fueron comportándose de manera relativa a la materia orgánica presente en el suelo y los valores relativos del pH. La materia orgánica (Ver Tabla 7), presentó un incremento después que se le aplicó el compost, esto debido al efecto de los microorganismos, los cuales se ven estimulados en términos de actividad, esto lo podemos relacionar y acreditar al crecimiento y desarrollo del cultivo.

Tabla 7. Análisis químicos de suelo en el ciclo productivo de primera, San Isidro de la Cruz Verde, 1993

Fecha	Trata Miento	pH	MO (%)	N (%)	P (meq/100g)	K (meq/100g)	Ca (meq/100g)	Mg (meq/100g)
Mayo	-	5.8	3.8	0.2	14.3	0.8	21.0	4.94
Julio	A	6.6	5.4	0.27	14.3	2.8	24.6	7.35
	B	6.6	4.8	0.24	14.3	3.07	25.2	6.94
	C	6.38	3.6	0.18	14.2	3.02	21.0	6.3
	D	6.2	1.4	0.07	13.0	1.67	20.0	6.3
Agost	A	6.35	4.1	0.21	14.2	1.9	20.5	6.2
	B	6.25	3.8	0.14	14.3	1.5	22.5	6.3
	C	6.3	2.8	0.09	14.0	1.26	15.2	6.05
	D	6.19	1.5	0.08	13.0	1.23	15.0	6.05

Rastrepo (1997), plantea que la aplicación de abonos orgánicos (compostaje), ofrecen ventajas a los suelos como aumento de la infiltración, aporta nutrientes al suelo, da vida a la actividad microbiana del suelo, disminuye la densidad aparente.

Para el caso del nitrógeno, se observa variaciones para los tratamientos evaluados, en el mes de Mayo con 0.20% de (N) total en el suelo, en julio hubo un aumento en los tratamientos (A) y (B) con 0.27% y 0.24% debido a las mismas aplicaciones de abono orgánico, lo contrario en los tratamientos (C) y (D), donde la materia orgánica presente era producto de los desechos vegetales, dándose una disminución a 0.18% y 0.07%.

Para el mes de Agosto en los tratamientos (A) y (B) disminuyó considerablemente a 0.21% y 0.14% lo que nos indica que la planta utilizó todo el que estaba disponible en el suelo y parte del incorporado, en los tratamientos (C) al cual no se les aplicó abono orgánico disminuyó considerablemente 0.09, debido probablemente a que los fertilizantes inorgánicos están de forma inmediata disponible a la planta.

En cuanto al fósforo encontrado, no se observó mayores variaciones para los tratamientos evaluados. En términos generales los tratamientos aumentaron los contenidos de (P) en el suelo respecto al testigo, correspondiendo los valores más altos al mes de Agosto.

Los datos muestran un aumento de la materia orgánica en el suelo de 3.8% al inicio del establecimiento del cultivo a 4.1% al final del ciclo en el tratamiento de compost (A) y la reducción de ésta en los otros tratamientos.

V. CONCLUSIONES

1. El tratamiento con fertilización química presentó los mejores rendimientos con 46,944 kg/ha comparado con los otros tratamientos a un 95% de diferencias estadísticas, debido a que los fertilizantes inorgánicos liberaron más rápidamente los nutrientes y los dispone a lo inmediato al cultivo a diferencia de los orgánicos.
2. Los parámetros agronómicos (número de frutos, número de hijos, número de flores, número de racimos, altura de planta y diámetro de tallo) fueron mayores en el tratamiento químico, con un 95% de diferencias estadísticas significativas, lo que fue un indicador para los rendimientos obtenidos, comparados a los otros tratamientos.
3. El tratamiento con aplicación de compost (A), presentó la mayor protección contra la erosión del suelo disminuyendo estas a un 42% comparado con el tratamiento testigo (D) y a un 32 y 30%, respectivamente a los tratamientos (B) y (C), siendo una de las mejores alternativas sostenible para los agricultores del área.
4. El factor lluvia que se presentó mayor precipitación en el mes de Agosto provocó el pico de erosión más alto del ciclo. A pesar de presentarse en el mismo periodo el mayor porcentaje de cobertura vegetal, por tanto existen otros factores como la humedad en el suelo, la topografía del terreno que podrían estar influyendo en este fenómeno.
5. El aumento de la materia orgánica en el suelo de 3.8% al inicio del establecimiento del cultivo a 4.1% al final del ciclo en el tratamiento de compost (A) y la reducción de está en los otros tratamientos fue la causa principal que permitiera reducir las pérdidas de suelo en la presente evaluación.

VI. RECOMENDACIONES

1. Por el efecto residual del compost, es recomendable continuar este trabajo de investigación por 2 ó 3 años más, estudiándose sus efectos sobre las pérdidas de suelo y su influencia en las propiedades físicas y químicas del suelo.
2. Es necesario tomar en cuenta la reserva de nutrientes, la eficiencia del fertilizante y la demanda del cultivo para hacer aplicaciones de abonos orgánicos y fertilizantes (5.9 ton/ha) a (20-25 ton/ha), considerando que es un cultivo no leguminoso.
3. Es recomendable realizar las aplicaciones del compost 15 días antes del transplante del cultivo, para que los nutrimentos esten más disponibles al vegetal.
4. Es necesario integrar estas práctica del empleo de abonos orgánico (compost), combinado con fertilizantes químicos en cultivos de mayores coberturas como granos básicos, tomándose en cuenta que son cultivos en ladera con grados de pendiente de un 12%.

VII. BIBLIOGRAFIA

- Alemán, F., 1993. Manejo e identificación de malezas. Universidad Nacional Agraria, (Folleto mimeografiado). Managua, Nicaragua.
- Arzola et al, 1986. Suelo planta y abonado. Instituto Cubano del libro. La Habana, Cuba.
- Avendaño, S., 1984. El cultivo del tomate, (Folleto mimeografiado) F.C.C.A - UNAN. Managua, Nicaragua.
- Biocycle Publication. 1993. Compost Science & Utilization. Vol.1, No.1. USA. pp. 2-99
- CATASTRO E INVENTARIO DE RECURSOS NATURALES DE NICARAGUA. 1971. Levantamiento de Suelos de la Región del Pacífico de Nicaragua. Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG). Vol.I y II. Managua, Nicaragua.
- Colegio de postgrados Chapingo. 1982. Manual de conservación de suelo y del agua. Segunda edición, Dirección de Conservación del Suelo y agua. Colegio de postgrados, Chapingo, México. p. 17
- Deffis, A., 1989. La Basura es la Solución. Edit. Concepto. México D.F, México.
- D.G.T.A, 1978. Tomates, (Serie de manuales para la educación agropecuaria). Managua, Nicaragua.
- FAO 1980. La erosión del suelo por el agua; Algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Roma.
- Fassbender, H.W.; Bornemisza, Elener. , 1987. Química de Suelos con énfasis en Suelos de América Latina. Instituto de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José, Costa Rica. pp. 45-110
- González, H.; Gámez, W.; Umaña, E.; Calderón, V.; Aburto, F.; Saborío, A., 1992. Proyecto Inventario diagnóstico y Evaluación de los Sistemas de Riego en Nicaragua Etapa I. Universidad Nacional Agraria, Facultad de Recursos Naturales y del Medio Ambiente, Managua, Nicaragua.
- Guenko Guenkov, 1974. Fundamentos de la horticultura Cubana. Instituto Cubano del libro. La Habana, Cuba.
- Graetz, H., A., 1990. Suelos y Fertilización. Editorial Trillas. México, México. Pp 80
- Hudson, N., 1982. Conservación del suelo. Editorial Raverté S.A, Barcelona, España. pp 135
- INVIERNO, 1976. Paquetes Tecnológicos para la Producción de Hortalizas. Managua, Nicaragua. pp. 8-13
- INTA, 1993. Guías tecnológicas del cultivo de tomate. Managua, Nicaragua.
- Kirby, M.J.; Morgan, R.P.C., 1980. Erosión de Suelos, School of Geography University of Leeds National College of Agricultural Engineering Bedford.

- Kass, D., 1996. Fertilidad de suelos. EUNED, San José, Costa Rica.
- Lindarte, E.; Benit, C., 1993. Sostenibilidad y Agricultura de Ladera en América Central. Cambio Tecnológico y Cambio Institucional. Documento del programa No.33 IICA. San José, Costa Rica.
- Mendoza, M.E. 1994. Evaluación de pérdidas de suelos en diferentes cultivos y pendientes. MARENA, SFN, PASOLAC. Managua, Nicaragua. p. 49 - 51
- Padilla M., Z.A.; Peralta H., I.G., 1994. Influencia de la Fertilización Nitrogenada y Densidad de Siembra en el Rendimiento Agronómico e Industrial del Tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) Variedades UC-82 y Topacio en el Valle de Sébaco. Trabajo de diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. pp. 8-34
- Pedroza, H., 1984. Influencia de la Fertilización Nitrogenada y la Densidad de Siembra sobre el Crecimiento, Desarrollo y Rendimiento del Tomate Industrial. Trabajo de diploma. F.C.C.A - UNAN. Managua, Nicaragua. 58 p.
- Pérez J., M.A., 1994. Efecto del Compost sobre Propiedades Físico-Químicas de un Suelo Vitrandepts y la respuesta del Maíz (*Zea mays* L.). Trabajo de Diploma. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. 59 p.
- Primavesi, A., 1984. Manejo ecológico del Suelo. La Agricultura en Regiones Tropicales. 5a Edic. Buenos Aires, Argentina. pp. 94-122
- Rastrepo, R., D., 1996. Agricultura Orgánica. Ciudad de México, México.
- Somarriba, M. 1989. Planificación conservacionista de la finca El Plantel. Trabajo de Diploma. Instituto Superior de Ciencias Agropecuarias. Managua, Nicaragua. p. 40
- SUWaR, 1993. Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) de la Microcuenca "C" de Cuenca Sur del Lago de Managua. Informe No. C10. Managua, Nicaragua.
- Tisdale, S. & W. Nelson, 1975. Soil Fertility and Fertilizer. 3ed. Macmillan Publishing, Co. New York. pp 189-242
- THE POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE, 1988. Manual de Fertilidad de Suelos. Georgia, USA. 85 p.
- Trinidad, S.A., 1987. El uso de Abonos Orgánicos en la Producción Agrícola, (Serie de cuadernos de edafología). Colegio de posgraduados. Chapingo, México. 45 p.
- Uribe, G.; Tovar, J.L.; Nuñez, R., 1987. Uso del Abono Orgánico (Estiércol bovino) como Reductor de la Erosión. Sociedad Mexicana de Ciencia del Suelo. Memorias del XX Congreso de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, México.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Desarrollo de la cobertura vegetal en el cultivo de tomate en primera, San Isidro de la Cruz Verde

DDT	TRATAMIENTO (A)			
	TOMATE (%)	MALEZA (%)	TOTAL (%)	DESC.(%)
20	26.0	36.0	62.0	38.0
36	20.0	43.0	63.0	37.0
56	16.0	42.0	58.67	42.0
	TRATAMIENTO (B)			
20	29.3	35.3	64.6	35.4
36	23.7	31.4	55.1	44.9
56	14.0	42.67	56.67	43.3
	TRATAMIENTO (C)			
20	33.0	36.0	71.0	29.0
36	26.0	30.66	56.67	43.33
56	12.67	43.3	56.0	44.0
	TRATAMIENTO (D)			
20	20.0	37.3	57.3	42.7
36	15.3	53.3	68.6	31.3
56	11.0	47.0	58.0	42.0

Anexo 2. Clasificación de la erosión laminar de acuerdo a las pérdidas de suelo propuestas por la FAO (1980)

Grado	Pérdida de suelo (Ton/ha/año)	Denominación de la erosión
1	< 0.5	Normal
2	0.5 - 5.0	Ligera
3	5.0 - 15.0	Moderada
4	15.0 - 50.0	Severa
5	50.0 - 200.0	Muy severa
6	> 200.0	Catastrófica

Anexo 3. Número de especies, por tratamiento, San Isidro de la Cruz Verde, 1993

ddt	Tratamiento (A) Especie #	Tratamiento (B) Especie #	Tratamiento (C) Especie #
20	Cyperus r. 21 M. divaric. 12 2 Eleusine i. 1 Digitaria s. 1	Cyperus r. 65 M. divaric. 11 Ageratum c. 1 Commelina d. 1 Eleusine i. 1	Cyperus r. 67 M. divaric. 8 Ageratum c. 1 Eleusine i. 4
36	Cyperus r. 25 M. divaric. 12 Commelina d. 1 Momordica ch. 2 Eleusine i. 2 Digitaria s. 1 Amaranthus sp. 1	Cyperus r. 57 M. divaric. 13 Commelina d. 1 Momordica ch. 2 Digitaria s. 1 Amaranthus sp. 1	Cyperus r. 75 M. divaric. 14 Ageratum c. 1 Commelina d. 1 Momordica ch. 1 Eleusine i. 2
56	Cyperus r. 12 M. divaric. 6 Eleusine i. 1	Cyperus r. 40 M. divaric. 8 Ageratum c. 1 Commelina d. 1	Cyperus r. 41 M. divaric. 6 Ageratum c. 2 Commelina d. 1
Ddt	Tratamiento (D) Especie #	-----	-----
20	Cyperus r. 78 M. divaric. 6 Ageratum c. 1 Eleusine i. 2 Digitaria s. 1	-----	-----
36	Cyperus r. 88 M. divaric. 8 Commelina d. 2 Momordica ch. 1 Eleusine i. 3	-----	-----
56	Cyperus r. 32 M. divaric. 7	-----	-----

Anexo 4. Ordenamiento de los cultivos de preferencia, San Isidro de la Cruz Verde, (SUWaR , 1993)

Criterio	Cultivo					
	Tomate	Maíz	Frijol	Pipían	Cebolla	Plátano
Alimentación	4	3	1	5	6	2
Venta	2	5	4	6	1	3
Ataques de Plagas	6	4	3	2	5	1
Costo de Producción	5	3	3	1	6	4
Requiere más Mano de obra	5	3	3	1	6	2
Mejor mercado	1	4	3	5	1	2
Mayor Vigilancia	3	4	2	1	5	6
Mayor demanda de insecticida	5	3	4	2	6	1
Mayor demanda de fertilizante	5	3	4	1	6	2
Calidad de Suelos	2	3	4	5	1	6
Resistencia a la sequía	4	2	5	6	1	3
Totales	43	37	36	36	44	35
Categoría	5	4	2	3	6	1

Anexo 5. Efecto de la fertilización sobre la altura de la planta, San Isidro de la Cruz Verde, Managua

Altura de la planta (cm)						
Trat\DDT	16	23	30	37	44	56
A	14.55 a	22.97 a	27.33 a	33.00 a	47.50 a	49.20 a
B	14.92 a	25.27 a	27.97 a	35.77 ab	52.23 a	50.93 a
C	15.42 a	27.87 a	32.50 a	38.77 b	53.50 a	54.07 a
D	13.45 a	23.47 a	27.20 a	32.60 a	44.07 a	44.63 a
ANDEVA	NS	NS	NS	*	NS	NS
C.V %	14.69	9.99	8.82	7.03	9.64	10.70

Anexo 6. Efecto de la fertilización sobre el diámetro de tallo, San Isidro de la Cruz Verde, Managua

Diámetro de tallo (cm)						
Trat\DDT	16	23	30	37	44	56
A	0.41 a	0.68 a	0.84 a	0.96 ab	1.19 a	1.25 ab
B	0.45 c	0.85 b	1.12 b	1.21 b	1.43 c	1.36 bc
C	0.44 bc	0.87 b	1.12 b	1.20 b	1.36 b	1.48 c
D	0.40 a	0.62 a	0.69 a	0.79 a	1.01 a	1.09 a
ANDEVA	*	*	*	*	*	*
C.V %	4.53	10.69	8.73	13.38	3.96	6.24

Anexo 7. Efecto de la fertilización sobre el ahijamiento/pta, San Isidro de la Cruz Verde, Managua

Ahijamiento por planta					
Trat\DDT	23	30	37	44	56
A	3.46 ab	4.86 a	6.83 ab	7.17 ab	7.20 ab
B	4.25 ab	6.87 ab	8.33 b	8.83 b	8.90 b
C	5.20 a	8.13 b	8.60 b	8.97 b	9.30 b
D	2.90 a	4.81 a	5.30 a	5.93 a	5.97 a
ANDEVA	*	*	*	*	*
C.V %	11.04	7.94	8.97	8.00	7.47

Anexo 8. Efecto de la fertilización sobre el número de racimos/pta, San Isidro de la Cruz Verde, Managua

Número de racimos/pta			
Trat\DDT	37	44	56
A	3.17 ab	7.60 a	10.67 b
B	5.67 bc	12.40 b	14.93 a
C	6.23 c	12.77 b	15.23 a
D	2.50 a	5.40 a	7.20 c
ANDEVA	*	*	*
C.V %	13.31	9.27	5.70

Anexo 9. Efecto de la fertilización sobre el número de flores/pta, San Isidro de la Cruz Verde, Managua

Número de flores por planta				
Trat\DDT	30	37	44	56
A	5.79 a	12.70 ab	24.90 a	25.03 a
B	7.46 ab	21.97 bc	43.17 b	43.60 b
C	10.50 b	23.40 c	44.23 b	45.96 b
D	4.59 a	9.27 a	18.47 a	17.58 a
ANDEVA	*	*	*	*
C.V %	11.22	14.76	9.05	22.97

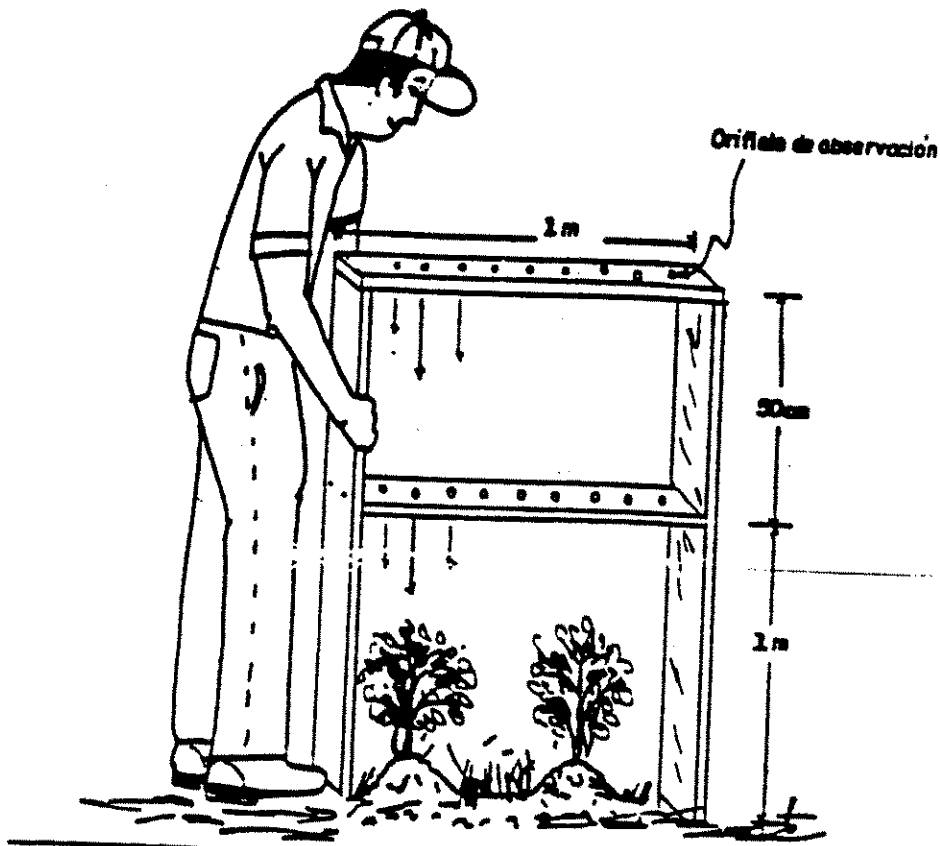
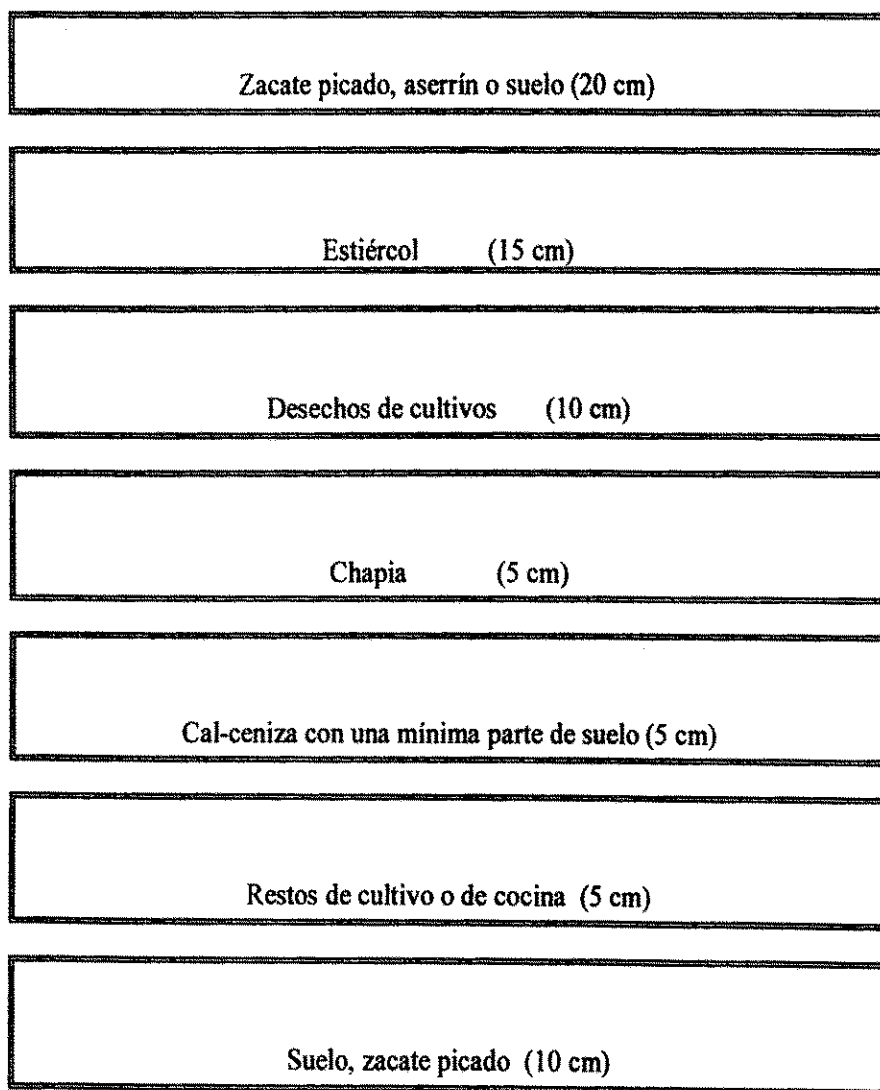


Figura 10. Instrumento para medir cobertura vegetal

Figura 11. Colocación de los materiales al elaborar compost (Rastrepo, 1996)



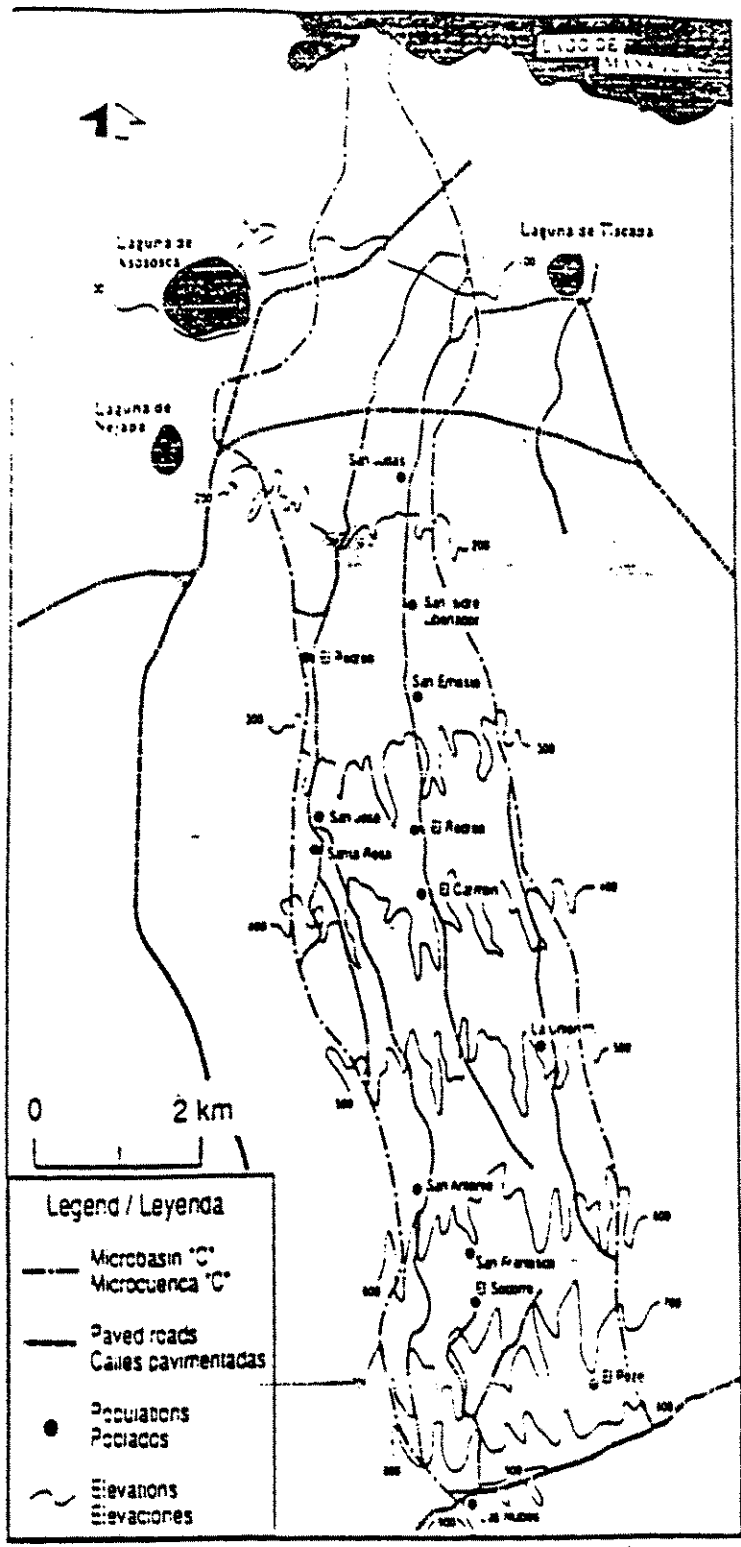


Figura 12. La Microcuenca C con sus principales poblados y vías de comunicación.

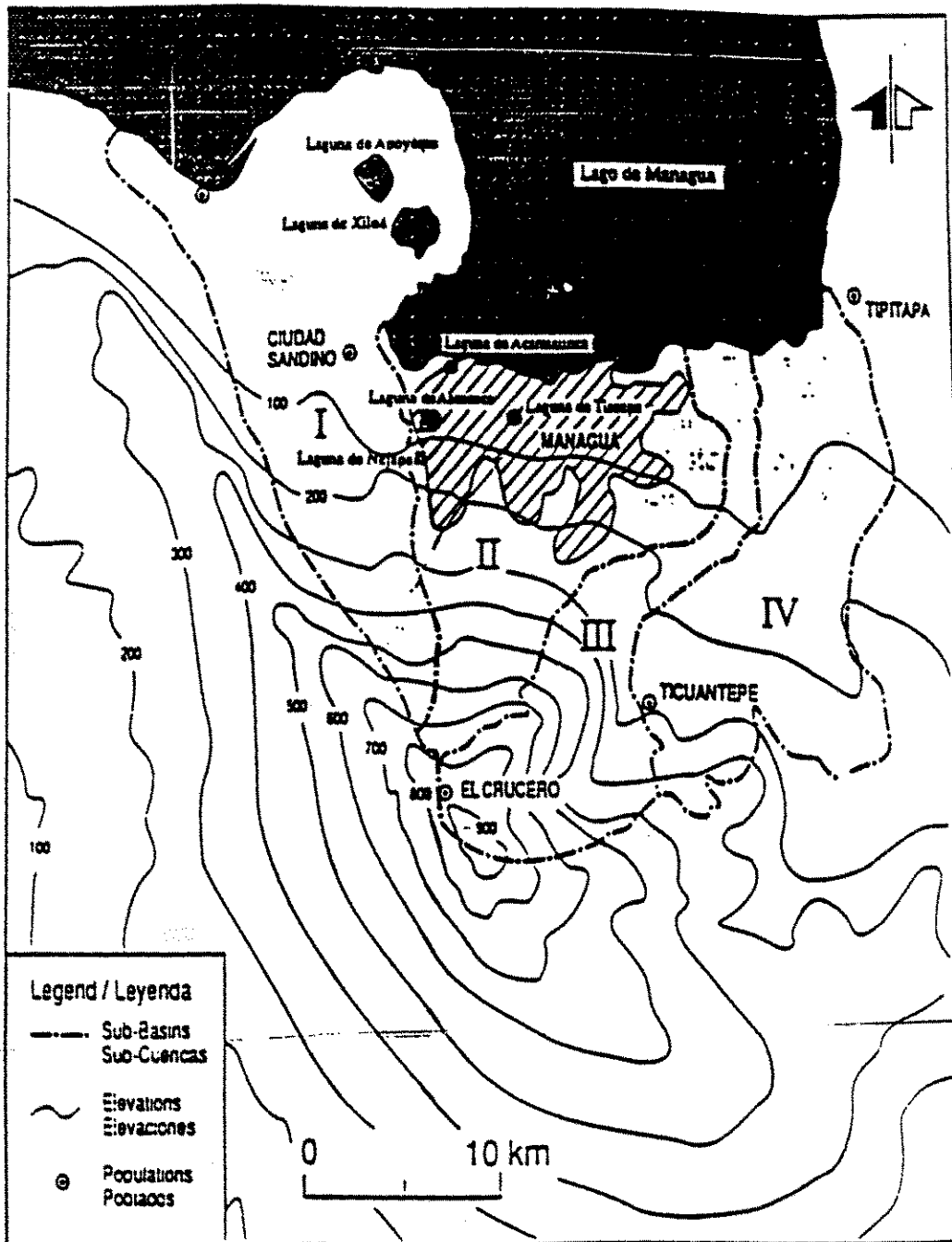


Figura 13. La Cuenca Sur, con sus cuatro Subcuencas. El área del ensayo estaba ubicada en la Subcuenca II

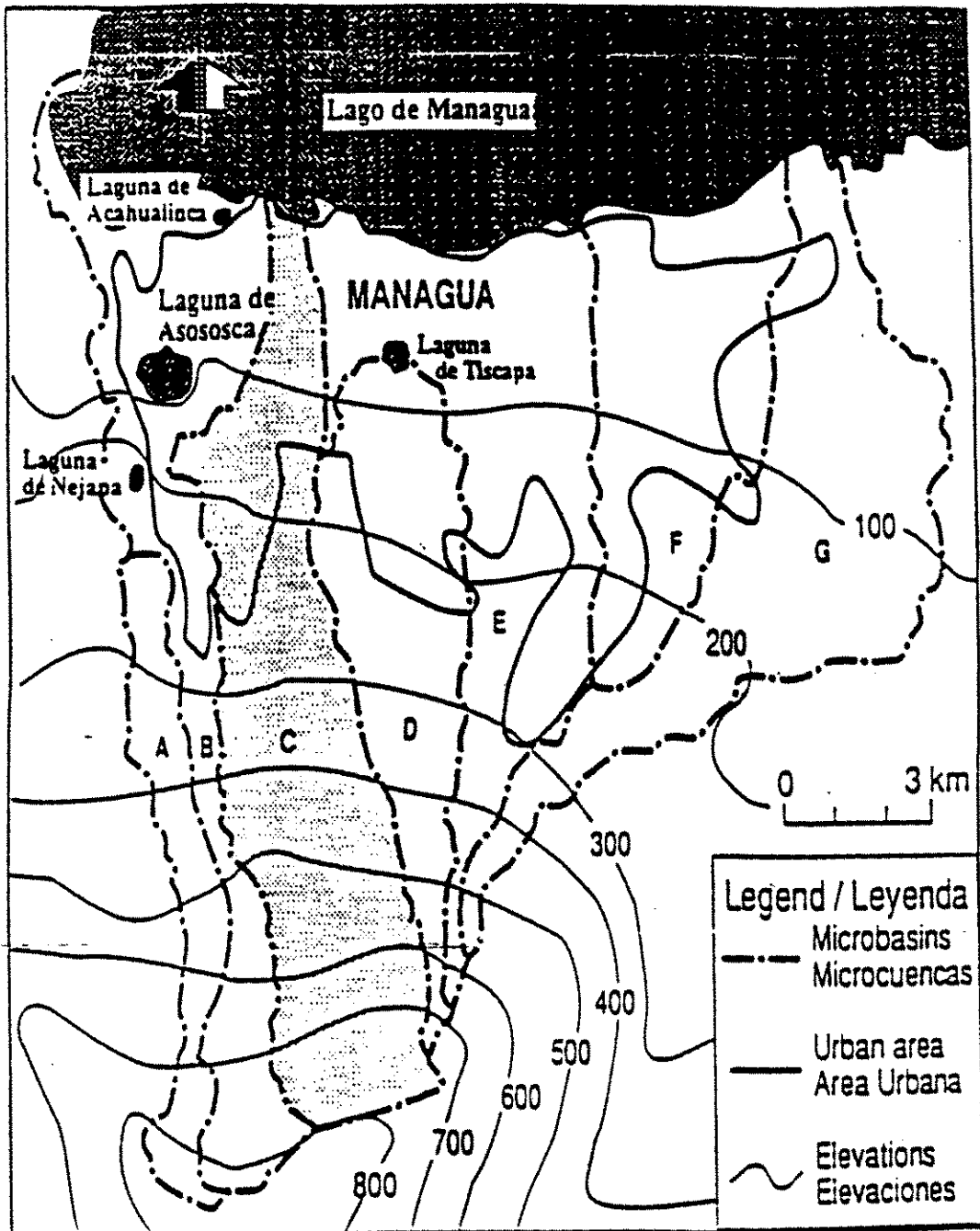


Figura 14. La Subcuenca II de la Cuenca Sur del Lago de Managua y su subdivisión en Microcuencas