



**FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

JUNTA DIRECTIVA

Ing. Agr. Efraín Medina Guerra
DECANO

Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy
SECRETARIO

Vocal I: Ing. Agr. Maynor Estrada Rosales
Vocal II: Ing. Agr. Waldemar Nufio
Vocal IV: Br. Elías Raymundo Raymundo
Vocal V: P. Agr. Francisco Rafael Ibarra

COMITE EDITORIAL

Ing. Agr. Candelario Méndez (Coordinador)
Dr. José de J. Castro Umaña
Ing. Agr. Hugo Cardona
Pdsta. Dennis Escobar Galicia.

DIGITALIZADO

CONTENIDO

MANEJO DE CUENCAS

Priorización de Subcuencas del Río Achiguate, en Guatemala Centroamérica.....01

Hugo Tobias
Claudio Cabrera
Carlos Quezada
Candelario Méndez

Propuesta de manejo de las Areas Críticas de la Cuenca de la laguna "El Pino"..... 07

Marco Antonio Hidalgo Aguilar
Luis Ortiz Castillo

CONSERVACION DE SUELOS

Evaluación de tres prácticas de Conservación de Suelos en la Subcuenca del Río Pensativo, Sacatepéquez17

Maxdelio Herrera
Hugo Tobias
Jorge López
Pedro Pineda
Milton Chan

RIEGO Y DRENAJE

Análisis Sinóptico del Régimen de Vientos y su relación con la uniformidad del Riego por aspersión. Estudio de Caso: Estación Labor Ovalle, Quetzaltenango..... 33

Mario Roberto Bautista Godínez
Otto Castro Loarca

FERTILIDAD Y FERTILIZACION

Dianóstico del Estado Nutrimental en Plantaciones de Manzana (*Pirus malus L.*) y Melocotón (*Prunus sp.*), en cinco departamentos del altiplano occidental de Guatemala47

Erberto Raúl Alfaro Ortiz
José Jesús Chonay P.
Ovidio Pérez Ixchop

Evaluación de 5 niveles de N, P₂O₅, K₂O en el cultivo de Miltomate (*Physalis sp.*) en Xesiguán Sta. Apolonia: Hacienda María, San José Poaquil y en Centro Experimental Docente de Agronomía, USAC..... 63

José Jesús Chonay Pantzay
Fernando Rodríguez Bracamonte
Ovidio Anibal Sacbajá Galindo
Mario Enrique Paz Ayala
Edgar Enrique Hun Cal

ECONOMIA Y MEDIO AMBIENTE

Efecto de las Tendencias ambientales en la exportación de los países en Vías de Desarrollo..... 83

Claudio Cabrera Gaillard

ALIMENTACION Y NUTRICION

• Programa Universitario de investigación en alimentación y nutrición (PRUNIAN)..... 89

TESIS PUBLICADAS EN 1,993..... 95

PRESENTACION

TIKALIA continúa editándose no obstante las dificultades editoriales y económicas. Desde hace 14 años, fecha en que salió el primer número, las autoridades de la Facultad de Agronomía están preocupándose por hacer de **TIKALIA** una revista de calidad que llene las expectativas de estudiosos de los recursos naturales renovables y de los sistemas de producción agrícola.

La Facultad de Agronomía está consciente de la divulgación científica; por lo que continuará haciendo esfuerzos hasta hacer de **TIKALIA** el espacio comunicativo donde los ingenieros agrónomos den a conocer estudios, ensayos y otros géneros de carácter científico.

Agradecemos a quienes contribuyen con la realización de **TIKALIA**, y nos disculpamos con los suscriptores y lectores por los atrasos y errores cometidos.

La **FAUSAC** y su Comité Editorial están empeñados en mejorar **TIKALIA**, y gracias al apoyo de la decanatura del Ing. Agr. Efraín Medina Guerra será posible cumplir dicho objetivo.

Sometemos a su consideración el contenido del presente número de **TIKALIA**, en espera de que sus críticas y sugerencias contribuyan a hacer de **TIKALIA** *"una publicación que además de difundir la ciencia se convierta en "material didáctico" al servicio del proceso enseñanza-aprendizaje entre profesores y estudiantes de la Facultad de Agronomía de la Universidad De San Carlos de Guatemala"*.

MANEJO DE CUENCAS

PRIORIZACION DE SUBCUENCAS DEL RIO ACHIGUATE, EN GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Hugo Tobías
Claudio Cabrera
Carlos Quezada
Candelario Méndez



I. INTRODUCCION

De acuerdo a lo establecido en el Marco Teórico Conceptual y Metodológico del Programa de Investigación en Recursos Naturales Renovables - PIRENAR- de la Facultad de Agronomía, así como lo indica el Plan operativo del Instituto de Investigaciones Agronómicas para el año 1991, se ha elaborado un tratado por medio del cual se describe y analiza el proceso de priorización de subcuencas de la Cuenca del río Achiguate.

El trabajo fué desarrollado por un equipo de Investigadores de la Facultad de Agronomía adscrito al Instituto de Investigaciones Agronómicas y se pudo ejecutar en el periodo comprendido de Abril a Octubre de 1991.

2. OBJETIVOS

2.1 General:

Analizar las características y deterioro ambiental en la cuenca del río Achiguate.

2.2 Específicos:

- Establecer el orden prioritario de las subcuencas prioritarias del río Achiguate, con base al grado de deterioro ambiental y potencial de utilización con fines de investigación y docencia.

- Proponer al Instituto de Investigaciones Agronómicas una cuenca pequeña para su estudio y desarrollo como cuenca experimental de la FAUSAC.

3. METODOLOGIA

3.1 Integración del equipo de trabajo:

Para la realización de éste proyecto, se contó con la participación de los siguientes profesionales:

Hugo Tobías. Coordinador
Ariel Ortiz
Cludio Cabrera
Carlos Quezada
Candelario Méndez

3.2 Adquisición de documentación básica para el desarrollo del trabajo:

Como información para poder desarrollar el presente estudio, se dispuso del

siguiente material de apoyo:

- Mapa morfométrico de la Cuenca del río Achiguate. (Instituto Geográfico Militar) 1976.
- Estudios realizados por el IIA en el período 1982 - 1987, en el área que comprende la Cuenca del río Achiguate.
- Información del INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA.
- Mapas cartográficos y temáticos de Guatemala y de la Cuenca del río Achiguate.

3.3 METODOLOGIA

Se seleccionaron las variables a usar en las subcuencas, dividiéndolas en dos aspectos;

- Aspectos biofísicos: deterioro de los recursos naturales
- grado de presión sobre los recursos, lo cual se estableció a través de la densidad poblacional para cada subcuenca.

En los aspectos biofísicos, se buscaron variables que expresaran el grado de deterioro de los recursos. Tales variables son el porcentaje de sobre-uso de la tierra y la densidad de población. La intensidad de uso se calificó con tres niveles que son: capacidad de uso de la tierra, sobre-uso y sub-utilización de las tierras, éstos criterios se aplicaron a los mapas elaborados por el subprograma de cuencas en el año 1984. Se tomaron en cuenta estos mapas por no contar con información más reciente y se partió de un supuesto que considera igual modificación en cuanto al uso de la tierra para todas las subcuencas, situación que se verificó mediante visitas de campo.

Para los criterios insitucionales, se seleccionaron las siguientes variables:

- Existencia de investigación desarrollada por la FAUSAC en cada una de las subcuencas.
- Infraestructura de apoyo a la investigación existente en cada una de las subcuencas; en éste aspecto se consideró como infraestructura de apoyo la existencia de estaciones meteorológicas, hidrométricas, centros experimentales e infraestructura vial.
- Interés manifestado y expresado a través de la práctica, por instituciones gubernamentales, internacionales y otras, en el impulso a actividades de investigación y/o desarrollo en sus respectivas áreas.

Luego de seleccionar las variables, se procedió a identificar y delimitar en un mapa las subcuencas, utilizando el criterio de el orden de corriente de Horton $\frac{1}{4}$

Se definió a una subcuenca como el área de influencia de corrientes de agua con orden 4.

La densidad de población para cada sub cuenca, se estableció en función de la población existente para los poblados que cubre cada una de las subcuencas, a

partir de los datos poblacionales y proyecciones del INE 2/ para el año 1990.

4. RESULTADOS

En los cuadros 1 y 2 se presentan las principales características de las subcuencas del río Achiguate y en el cuadro 3 se presentan los resultados del trabajo de priorización de las subcuencas; éstos cuadros sintetizan todo el material y datos manejados en el desarrollo de ésta actividad.

5. CONCLUSIONES

Con base a todos los análisis y procedimientos cualitativos y cuantitativos, la cuenca del río Itzapa se puede considerar como prioritaria dentro de la Cuenca del río Achiguate.

6. BIBLIOGRAFIA

BASTERRECHEA, m.; VALLE, J. M. DEL. 1988. Estudio diagnóstico de las cuencas hidrográficas y las acciones ejecutadas o por ejecutar en manejo de cuencas en Guatemala, Comisión Asesora Nacional para el manejo de cuencas hidrográficas CANCH Proyecto regional de manejo de cuencas. 175 p.

CASTILLO, S. et.al. 1984 Caracterización de los recursos suelo y agua y vegetación de la Cuenca del río Achiguate. Revista TIKALIA (Gua) 3(2): 36-77.

GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1982. IICensos Nacionales, IV de habitación IV de población 1981. Ministerio de Economía. Guatemala

..... 1979. III Censo Nacional Agropecuario del año 1979. Tomo I Vols. I, II, III. Ministerio de Economía, Guatemala.

HERRERA, I.R. 1984. Levantamiento Semidetallado de Suelos de la Cuenca del río Achiguate (Fase I) Tesis Ing. Agr. Guatemala Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 203p.

LINSLEY, R.Jr., KOLHER, M., PAULHUS, J. 1981. Hidrología para Ingenieros, México, McGraw-Hill. 386 p.

CUADRO 1. CARACTERISTICAS MORFOMETRICAS DE LAS SUBCUENCAS DEL RIO ACHIGUATE

NOMBRE No. SUBCUENCA	AREA	DIFER. ALTITUD mts.	ANCHO km.	LONGITUD km.
1. ITZAPA	38.92	886	4.13	11.85
2. RIO NEGRO	29.25	917	6.23	8.78
3. PASO SAN LUIS	31.05	920	4.58	9.08
4. RIO BLANCO	32.62	2,390	6.23	8.78
5. NIMAYA	15.81	842	4.35	4.88
6. PENSATIVO	30.09	950	6.38	10.43
7. SANTA MARIA	37.18	2,250	8.8	9.00

CUADRO 2. CARACTERISTICAS DE LOS RECURSOS NATURALES Y DENSIDAD DE POBLACION DE LAS SUBCUENCAS DEL RIO ACHIGUATE

NOMBRE SUBCUENCA	CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA %								VOCACION		CURSO DE AGUA	INTENSIDAD DE USO (%) DE LA TIERRA			DENSIDAD POBLACION
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	AGRIC.	NO AGRIC		SUBUSO	CORRECTO	SOBREUSO	
1. ITZAPA	X	25.0	01.0	04.0		70.0			30.0	70.0	CONTINUO	02.5	31.0	63.0	1,048
2. RIO NEGRO	X	06.1	14.4			16.0	63.4		20.5	79.5	CONTINUO		35.4	55.8	172
3. PASO SAN LUIS	X	07.6	19.0				63.4	10.1	26.6	73.4	EFIMERO	05.8	36.4	56.6	276
4. RIO BLANCO	X	1.0	13.9			40.2	21.4	23.6	14.9	85.1	CONTINUO		65.0	35.0	70
5. NIMAYA	X	20.1	X		5.0		75.0		20.1	79.9	CONTINUO	17.2	72.2	05.0	242
6. PENSATIVO	12.9	08.4	19.4			58.3		1.1	40.7	59.3	EFIMERO	08.42	76.3	08.6	1,045
7. SANTA MARIA	06.8	X	10.6			71.1		11.5	17.4	82.6	EFIMERO	13.3	56.4	28.6	301

CUADRO 3 PRIORIZACION DE LAS SUBCUENCAS DEL RIO ACHIGUATE
GUATEMALA 1991

NOMBRE DE SUBCUENCA	DETERIORO DE RECURSOS 37.5 %	PRESION SOBRE RECURSOS 37.5%	SUB-TOTAL	ASPECTOS INSTITUCIONALES 25%				TOTAL	ORDEN DE PRIORIDAD
				INFOR. EXIST 8.33%	INFRAESTRUCTURA ACCESO 3.33%	APOYO INV. 3.33%	POSIBILIDAD DE OTRO APOYO INST. 8.33%		
1. ITZAPA	37.5	37.5	75.0	06.5	2.6	5.0	3.3	92.4	1
2. NEGRO	33.0	06.0	39.0	00.0	2.6	0.0	3.3	49.9	4
3 SAN LUIS	34.0	10.0	44.0	00.0	2.6	0.0	3.3	49.9	3
4. BLANCO	21.0	2.0	23.0	00.0	0.0	0.0	0.0	23.0	6
5. NIMAYA	03.0	08.0	11.0	00.0	0.0	0.0	0.0	11.0	7
6. PENSATIVO	05.2	37.5	42.7	08.3	3.0	4.0	8.3	66.6	2
7 STA. MARIA	20.0	10.5	30.5	00.0	0.0	0.0	0.0	30.5	5

MANEJO DE CUENCAS

PROPUESTA DE MANEJO DE LAS AREAS CRITICAS DE LA CUENCA DE LA LAGUNA EL PINO *



Marco Antonio Hidalgo Aguilar **

Ing. Agrónomo Luis Ortíz ***

I. INTRODUCCION

Los países subdesarrollados como el caso de Guatemala utilizan frecuentemente modelos políticos, económicos y sociales, que lejos de contribuir al desarrollo equilibrado de los mismos, constituyen catalizadores del proceso destructivo de sus recursos. La falta de estrategias propias, que se adapten a las condiciones de nuestro país, a todo nivel, ha generado la falta de conciencia sobre la explotación, el uso y manejo de los recursos con que contamos. En el caso particular de los ecosistemas acuáticos, son considerados recursos naturales no renovables, los que se le debe prestar atención de primer orden, a fin de asegurar su preservación. En la actualidad la mayoría de estos ecosistemas, se encuentran alterados y degradados por la fuerte presión a que están sometidos. Los lagos y lagunas no escapan de esta problemática, ya que se pueden enumerar varios ejemplos, uno de ellos lo constituye la laguna El Pino, la cuál se encuentra localizada en el municipio de Barberena, del departamento de Santa Rosa, que por su proximidad al mayor centro urbano del país se ha convertido en un área turística importante, que representa una magnífica fuente de distracción y un ambiente agradable. A la par éste recurso constituye en una fuente alterna de alimentación para los moradores del área, debido a que proporciona cantidades considerables de pesca para autoconsumo, así mismo suministra volúmenes significativos de agua para riego de cultivos hortícolas y viveros de café.

Debido al manejo inadecuado de la cuenca, la laguna se ha deteriorado considerablemente y reducido en área a un ritmo aproximado de 1.50 has. por año. De continuar con ésta tendencia desaparecerá en aproximadamente 30 años, alterándose el proceso natural de sucesión ecológica (laguna-pantano-pradera). A partir de 1982 se ha estudiado la cuenca de ésta Laguna, completándose hasta el momento el estudio de los componentes biótico, bióticos y socioeconómicos de la cuenca hidrográfica, así como el estudio preliminar de la eutroficación y su influencia en la sucesión ecológica-acuática de la Laguna, además se han elaborado documentos referentes a la problemática de la Laguna por el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) y la Asociación de Caficultores de Oriente (ACOGUA). El presente estudio actualiza la información sobre el uso de la tierra, determina la capacidad de uso y propone planes específicos de manejo para las áreas críticas de la cuenca de la Laguna El Pino, a fin de minimizar el impacto ambiental sobre la Laguna.

* Tesis de Grado

** Autor Tesis de grado

*** Asesor Tesis de grado

II. OBJETIVOS:

1. Determinar el uso del suelo y la capacidad de uso dentro de la cuenca.
2. Determinar las características más importantes del componente socio-económico, para conocer su influencia sobre la cuenca de la Laguna El Pino.
3. Determinar las áreas críticas de manejo dentro de la cuenca.
4. Elaborar y proponer planes específicos de manejo para las áreas críticas que se determinen dentro de la cuenca.

III. RESULTADOS Y DISCUSION:

3.1 Determinación del Uso Actual y Capacidad de Uso de los suelos de la cuenca:

3.1.1 Elaboración de la Leyenda Fisiográfica:

Los componentes determinados para la elaboración de la Leyenda Fisiográfica son los siguientes:

CUADRO 01. Leyenda Fisiográfica de la Cuenca Laguna El Pino

LEYENDA FISIOGRAFICA

Provincia Fisiográfica	Provincia Climática	Gran Paisaje	Paisaje	Elementos Paisaje
Tierras Altas Volcánicas	bosque húmedo Subtropical Premontano	Cuenca del río María Linda	-Cuenca de la Laguna El Pino	-montaña -cerros -piede monte -laguna -pie de cerro -planicie

Fuente: Atlas de Guatemala y fotografías aéreas.

3.1.2 Determinación del uso actual:

Con base a los resultados de la fotointerpretación y corroboración a nivel de caminamientos y observaciones de campo, se delimitó las zonas de uso actual de la cuenca, determinándose la información del siguiente cuadro:

CUADRO 02. Uso actual del suelo de la cuenca de la Laguna El Pino.

TIPO DE USO	área (has.)	% del área	VEGETACION
cultivos permanentes	481.68	68	café, cítricos, mango
cultivos semipermanentes	21.25	3	piña
cultivos limpios y pastos	120.42	17	maíz, frijol, jaraguá, alemán
bosque artificial	42.5	6	ciprés, pino, casuarina.
laguna	42.6	6	acuática

Fuente: Datos obtenidos por el autor.

3.1.3 Determinación de la Capacidad de Uso:

En el cuadro 03 se presentan las diferentes clases de capacidad de uso de los suelos de la cuenca tomando como base la metodología propuesta por el Centro Científico Tropical. En dicho cuadro se puede observar las características relevantes de cada una de las unidades fisiográficas, las que se utilizaron para determinar la clase agrológica a la que pertenecen:

CUADRO 03. Capacidad de uso del suelo de la Cuenca

UNIDAD	PENDIENTE (%)	TEXTURA	PROFUNDIDAD (m)	DRENAJE	INUNDACION	EROSION	MICRO RELIEVE	MESES SECOS	SISTEMA DE MANEJO	CLASE AGROLÓGICA
montaña	45	FAr	0.25 a 0.30	moderado a excesivo	sin riesgo	moderada	ondulado	2 a 3	tecnológico tradicional	VI
pie de monte	15 a 20	FAA	0.35	moderado a lento	ligera posibilidad	moderada a severa	ondulado suave	2 a 3	tecnológico avanzado	III
cerros	20 a 25	AA	0.20	buen drenaje	ligera	moderada	ondulado	2 a 3	tecnológico tradicional	US
pie de cerro	15	FA	0.10 a 0.15	moderado a lento	ligera	moderada	ondulado suave	2 a 3	tecnológico tradicional	Y
planicie	5 a 7	FAA	0.30 a 0.35	moderado a lento	con riesgo	nula	plano	2 a 3	urbano	Y

Referencias: FAr: franco arcilloso FAA: franco arcillo arenosa AA: arcillo arenosa
FA: franco arenosa

IV. CONCLUSIONES:

1. El 68% del área de la Cuenca está ocupada por cultivos permanentes, lo que indica que el uso actual de la tierra para estos cultivos coincide con la capacidad de uso de la misma.
2. El área Protegida de la cuenca "Laguna El Pino" se ubicó dentro de la categoría de manejo: Área Nacional de Recreo.
3. Las unidades productoras mercantiles simples representan el área de mayor presión sobre los recursos de la cuenca.
4. Las unidades productoras capitalistas presentan el más bajo nivel de impacto ambiental dentro de la Cuenca.
5. La tenencia de la tierra influye directamente en el deterioro de la Laguna, debido a que el 95% de la población de la Cuenca posee el 6.4% del área de la Cuenca.
6. La contaminación de la Laguna se debe principalmente al ingreso de pesticidas provenientes de las prácticas culturales realizadas en viveros y cultivo de café, transporte de desechos humanos por la falta de drenajes y letrinización y la presencia de lavaderos de ropa a orillas de la Laguna. Además el pastoreo intensivo de ganado bovino a orillas de la Laguna suministra directamente excretas al cuerpo de agua.
7. El proceso de eutroficación de la Laguna lo determina la incorporación de altas concentraciones de nutrientes provenientes de la fertilización, beneficiado de café en húmedo y el transporte de suelo de áreas desprovistas de cubierta vegetal.
8. El área de la Laguna se ha reducido en 15 has en los últimos 10 años (1.5 has/año). De

continuar esta tendencia la Laguna tiene una vida aproximada de 30 años.

9. Se determinó que las áreas críticas de mayor influencia sobre la Laguna se encuentran en la unidad fisiográfica pie de Monte.

10. La falta de coordinación entre las instituciones presentes dentro de la cuenca determina que los esfuerzos para la conservación de la Laguna sean mínimos.

V. RECOMENDACIONES

1. Promover el cambio de actividades económicas y de conducta en los pobladores de la aldea Monterroso en la utilización de los recursos naturales.
2. Mejorar la administración del área protegida tomando en cuenta la propuesta planteada en el presente estudio.
3. Coordinar actividades interinstitucionales a nivel regional, que permitan conservar la Laguna, ya que, representa un recurso natural de incalculable valor escénico, ecológico y recreativo para la región.
4. Realizar una remediación del área protegida, reconciliando los linderos y colindancias reales, ya que en la actualidad se tiene viviendas, cultivos y viveros en zonas que pertenecen al área.
5. Ejecutar a la mayor brevedad posible las acciones propuestas en el presente documento, con la finalidad de obtener resultados concretos, que contribuyan a frenar el proceso de eutrofización y de sucesión ecológica de la Laguna.

VI. PROPUESTA DE MANEJO PARA LAS AREAS CRITICAS:

6.1 Categoría de Manejo:

Utilizando la matriz de doble entrada planteada por Kyran D. Thelen y Arne Dalfelt, donde se relaciona los objetivos primarios de conservación con los sistemas alternos para el manejo, se elaboró el cuadro que se muestra a continuación:

CUADRO 04. Matriz para la determinación de la Categoría de Manejo del Area Protegida.

SISTEMA ALTERNO DE MANEJO	
OBJETIVOS PRIMARIOS DE CONSERVACION	Area Nacional deRecreo
-Conservar muestras de ecosistemas en estado natural	4
-Conservar diversidad ecológica, regulación del medio	3
-Conservar recursos genéticos	3
-Dar educación e investigación.	2
-Conservar prod. hídrica	3
-Detener erosión, sedimentación	3
-Caza y pesca deportiva	0
-Recreación y turismo	1
-Producción de madera.	0
-Protección de sitios culturales	4
-Bellezas escénicas	1
-Usos múltiples	3
-Fomentar integración rural	4

Fuente: Matriz planteada por Thelen y Dalfelt.

Referencias:

- 1: El objetivo predomina en el manejo de toda la zona.
- 2: El objetivo predomina en el manejo de partes de la zona.
- 3: El objetivo se cumple en partes de la zona o en toda ella.
- 4: El objetivo puede o no tener relación.
- 5: El objetivo no tiene aplicación.

Con base a los objetivos primarios y a los sistemas alternos de manejo determinados en la matriz anterior, se ubicó el área protegida denominada Parque Nacional Laguna El Pino, dentro de la categoría de manejo Area Nacional de Recreo Laguna El pino. Esta Categoría de Manejo presenta las siguientes características: Son áreas donde es necesario adoptar medidas de protección para conservar los rasgos naturales, sean comunidades bióticas y/o especies silvestres, pero con énfasis en su uso para fines educativos y recreativos. Generalmente poseen cualidades escénicas y cuentan con grandes atractivos para la recreación pública al aire libre, pudiendo ajustarse a un uso intensivo. En la mayoría de los casos, las áreas por lo general son fácilmente accesibles por los medios de transporte público. Trata de minimizar el impacto en los recursos y el ambiente. Pueden ser de propiedad pública o privada. En el caso de los parque regionales usualmente serán de propiedad municipal.

OBJETIVOS DE MANEJO:

Los objetivos generales de manejo son de recreación al aire libre y educación ambiental, mantenimiento de una porción o del total del ambiente en un estado natural o seminatural, calidad del paisaje y prevención de la degradación de los recursos naturales. **CRITERIOS PARA LA SELECCION Y MANEJO:** Los aspectos de más interés serán la información acerca de las condiciones de recreo propias del área y los programas educativos sobre actividades que se practican en ella. Es deseable el mantenimiento de las asociaciones bióticas existentes y la diversidad ecológica del área.

6.2 Propuesta de manejo:

La propuesta de manejo partió de la identificación de la problemática, para lo que se planteó objetivos que respondieran a la misma. Para la solución de los problemas se plantean programas que incluyen diferentes estrategias para conservar y proteger los recursos naturales de la cuenca mediante la consecución del desarrollo equilibrado de las actividades productivas basadas en el uso de la tierra con miras a lograr el rendimiento sostenido.

6.3 Identificación de programas:

- a. Educación Ambiental.
- b. Manejo y conservación de los Recursos Naturales:
 - proyectos
 - b.1 Suelos
 - b.2 Agua
 - b.3 Bosque
 - b.4 Fauna
- c. Administración.

6.4 Ejecución de programas:

a. Educación Ambiental:

-Objetivo:

Crear conciencia ecológica en la población para un uso y manejo racional de los recursos que conlleve al desarrollo sostenido de los mismos dentro de la cuenca.

-Justificación:

Los pobladores de la Cuenca no poseen algún tipo de formación ambiental, por lo que ignoran los problemas que pueden surgir al no hacer un uso adecuado de los recursos, contribuyendo al deterioro de los mismos y la repercusión para las futuras generaciones.

-Acciones:

a.1 Formación de un Comité Pro-mejoramiento Ambiental de la Cuenca:

Este comité se encargará de coordinar y promocionar actividades de educación ambiental que tiendan a concientizar a la población sobre el uso y manejo de sus recursos. Este comité deberá estar coordinado por el Consejo Regional de Desarrollo.

a.2 Cursos para la Población Escolar:

Se organizarán cursos sobre temas ambientales con el fin de que la niñez crezca con una conciencia ecológica, que le permita identificar su problemática y convertirse en agentes de cambio que procuren la conservación y manejo sostenido de la cuenca.

b. Manejo y Conservación de los Recursos Naturales:

b.1 Manejo y Conservación del Suelo:

-Objetivo:

Evitar la erosión de suelo hacia la Laguna.

-Justificación:

El arrastre de sólidos hacia la Laguna provoca su asolvamiento, provocando una disminución en el volumen del cuerpo de agua y proporcionando un sustrato propicio para el desarrollo de plantas de una etapa de sucesión ecológica superior.

-Acciones:

b.1.1 Curvas a Nivel:

Este proyecto está encaminado a cultivos permanentes dentro de las unidades fisiográficas: montaña, pie de monte y cerros, es decir para el cultivo de café en clase agrológica VII y cultivos hortícolas en clase agrológica IV. La institución responsable de la ejecución de este proyecto será la unidad de la Dirección General de Servicios Agrícolas DIGESA, presente dentro de la Cuenca de la laguna El Pino.

b.1.2 Manejo y Regulación de la Sombra de café:

En las áreas fisiográficas donde se cultiva café, y se necesita regular la sombra y renovar el cultivo, es conveniente evitar dejar áreas desprovistas de cubierta vegetal por períodos largos de tiempo para disminuir el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo y el incremento de la escorrentía superficial. Para la ejecución de este proyecto se coordinará a través de la Asociación de Caficultores de Oriente de Guatemala ACOGUA, la cual cuenta con un comité para la conservación de la Laguna.

b.2 Manejo y Conservación de la Laguna:

-Objetivos;

-Evitar la pérdida del volumen del cuerpo de agua

-Contrarrestar la contaminación y eutroficación de la Laguna

-Disminuir el ritmo de avance de la sucesión ecológica acuática

-Justificación:

La reducción en volumen del cuerpo de agua por el suministro de agua para el riego de viveros de café y cultivos hortícolas y el drenaje artificial construido para evitar la inundación de terrenos privados en la parte norte de la laguna, ha provocado el avance de las zonas limítrofes y por consiguiente se ha formado un sustrato adecuado para el desarrollo de las etapas de sucesión. La contaminación por lavaderos de ropa, el ingreso de desechos humanos por la falta de drenajes y letrinización, el uso de pesticidas y las aguas provenientes del beneficiado de café propicia la degradación y eutroficación, aumentando notablemente la biomasa y sedimentación favorable para el establecimiento de las comunidades serales.

- Acciones:

b.2.1 Aprovechamiento Racional del Agua para riego:

Es necesario conocer el caudal utilizado para el riego de los viveros y la eficiencia del mismo para evitar la sobreutilización del recurso, así también conocer el caudal utilizado por la población de la aldea Monterroso y de las viviendas que se encuentran en la periferia de la Laguna con el fin de minimizar el volumen de agua extraído de la Laguna. La ejecución de esta actividad estará coordinada por la Dirección General de Bosque y Vida Silvestre DIGEBOS como entidad encargada de velar por la conservación de la Laguna y la Dirección de Riego y Avenamiento como entidad responsable de cuantificar los recursos hídricos.

b.2.2. Drenajes y Letrinización:

Es importante diseñar un sistema de drenajes y letrinización para evitar el transporte de sólidos y sustancias contaminantes, que alteran el ecosistema acuático. Esta actividad estará a cargo del Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural.

b.2.3. Dragado de la Laguna:

La propuesta de realizar un dragado de las áreas afectadas por el azolvamiento y donde más se ha acentuado el proceso de sucesión ecológica, responde a la necesidad de elevar el volumen de agua, y frenar el avance de las etapas serales de la sucesión, ya que se impide el crecimiento de la vegetación limítrofe acuaterrestre. Como se menciona anteriormente existe un drenaje superficial en la parte norte de la Laguna donde existen nacimientos subterráneos de agua, los que han provocado inundaciones en propiedades privadas. Dicho drenaje tiene un caudal bastante significativo lo que provoca la pérdida de miles de metros cúbicos de agua de la Laguna en períodos de tiempo cortos. Esta problemática según nuestro criterio presenta la siguiente solución: Al dragarse la parte sur de la Laguna que es la que se encuentra más asolvada, se necesita aumentar el volumen de agua lo cual se lograría captando el agua que se pierde en drenaje que se encuentra en la parte norte, con esto se estará compensando el desequilibrio existente en el manejo del volumen de agua. Esta actividad estará a cargo del Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural en coordinación con la Dirección General de Caminos y las Municipalidades de Barberena y Santa Cruz Naranjo.

b.2.4. Manejo de Pesticidas:

Se ha determinado que las concentraciones de fósforo en la Laguna supera el límite internacional permisible, lo que lo convierte en el principal factor de eutroficación ya que incrementa el volumen de biomasa. Por lo tanto es indispensable hacer un manejo adecuado de los fertilizantes que contengan dicho elemento, tratando de aplicar las concentraciones mínimas requeridas. También se debe evitar que algunos agricultores utilicen el agua de la

Laguna directamente para el lavado de bombas aspersoras de mochila, ya que de esa forma ingresan toda clase de pesticidas que contaminan la Laguna.

b.3 Manejo del bosque:

- Objetivo
- Determinar las actividades silviculturales que propicien el establecimiento de las especies arbóreas nativas del bosque.

- Justificación:

En la actualidad las especies que componen el bosque son tres:

Pinus montezumae, *Casuarina cunninghamia* y *Cupressus lusitánica* de las cuales las últimas dos son introducidas, lo que determina la alteración de la comunidad vegetal original, la que presenta la especie *Salix Chilensis* como comunidad climax. Por lo anterior se hace necesario repoblar gradualmente con las especies nativas mencionadas.

- Acciones:

b.3.1 Raleos graduales:

Estos se harán con la finalidad de clarear los rodales, para evitar la interferencia y competencia, debido a la alta densidad de siembra y que nunca se ha realizado esta práctica desde que se plantó el bosque.

b.3.2 Repoblación con Especies Nativas:

La repoblación de especies nativas se hará gradual y sistemáticamente conforme se realicen los raleos, con el fin de establecer en la totalidad del área un rodal de especies nativas que propicien las interacciones del ecosistema original. La ejecución de las acciones para el manejo del bosque estarán a cargo de la Dirección General de Bosque y Vida Silvestre.

b.4 Manejo de la Fauna:

- Objetivo:

Propiciar la conservación y acrecentamiento de las especies de fauna nativas de la cuenca.

- Justificación:

Las especies piscícolas y el zambullidor *Podilymbus podiceps*, han presentado una disminución de la población debido a la introducción de las especies denominadas Lobina Negra y Guapote Tigre, que son de hábito carnívoro, lo que ha contribuido a la alteración de la cadena alimenticia provocando la disminución de especies herbívoras que mantiene un control natural sobre el crecimiento de las plantas acuáticas.

- Acciones:

b.4.1 Pesca selectiva:

Esta práctica persigue incrementar la población de especies piscícolas herbívoras nativas mediante la veda en Época de desove y la promoción de la pesca de especies introducidas en todo tiempo.

Esta acción estará a cargo de la Dirección General de Servicios Pecuarios DIGESEPE, el Consejo Nacional de Áreas Protegidas CONAP, El Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala CECON y el Centro de Estudios Marítimos de la Universidad de San Carlos de Guatemala CEMA.

c. Programas de administración:

c.1 Administración del área protegida:

- Objetivos:

Lograr el uso óptimo de los recursos del área protegida.

- Justificación:

Actualmente se tiene una administración deficiente del área protegida, debido a la

falta de recursos y apoyo institucional, lo que incide en que no exista un manejo controlado del área.

- Acciones:

c.1.1 Captación de fondos:

Es importante que el área protegida capte fondos para su funcionamiento y manejo eficiente a través de:

a. El cobro por el ingreso al área. Dicho cobro debe ser administrado directamente por el personal a cargo de las instalaciones, y no ir a un fondo común.

b. Que el fondo gubernamental asignado a esta área se mantenga y sea incrementado según las necesidades.

c. Que se hagan convenios de cooperación con organizaciones no gubernamentales para captar fondos de ayuda internacional.

c.1.2 Remodelación y acondicionamiento de instalaciones:

Algunas instalaciones del área se encuentran deterioradas a las cuales es importante remodelarlas y darles un mantenimiento, así como también es necesario implementar otro tipo de instalaciones como guardianías, garitas de control, salón de usos múltiples, etc.

c.1.3 Capacitación de personal:

El manejo de áreas protegidas requiere de personal capacitado y calificado, por lo que se hace necesario implementar acciones tendientes a elevar el nivel de conocimientos de manejo, conservación y administración del personal técnico.

La institución responsable de la ejecución de este programa estará a cargo de la Unidad de la Dirección de Bosques y Vida Silvestre DIGEBOS, presente dentro del área.

IX. BIBLIOGRAFIA:

1. CATIE (C.R.). 1986. Seminario-taller, manejo integrado de cuencas hidrográficas. San José, Costa Rica. 85 p.
2. CCT (C.R.). 1985. Manual para la determinación de la capacidad de uso de las tierras de Costa Rica. San José, Costa Rica. 66 p.
3. GUATEMALA. CONSEJO NACIONAL DE AREAS PROTEGIDAS. 1989. Ley de áreas protegidas; Decreto 4-89. Guatemala. 68 p.
4. _____ .s.f. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Mapa de regiones fisiográficas. Esc. 1:1,00,000. Color. Atlas de la República de Guatemala.
5. _____ . 1982. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Mapa topográfico de la República de Guatemala. Esc. 1:500,000. Color
6. _____ . 1991. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Fotografías aéreas de la República de Guatemala. Esc. 1:60,000. Línea de vuelo B-1B, rollo-3. fotografías aéreas 537-538. Esc. 1:10,000.
7. MONTUFAR, E. 1990. Priorización de sub-cuencas de la cuenca del lago de Atitlán. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 87 p.
8. RIVERA, C.O. 1984. Estudio preliminar de la eutroficación y su influencia en la sucesión ecológica acuática de la Laguna El Pino, Barberena, Santa Rosa. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 119 p.
9. THELEN, K.D. y DALFELT, A. 1979. Políticas para el manejo de áreas silvestres. San José Costa Rica. 107 p.
10. UICN / PNUMA (S.). 1990. Manejo de áreas protegidas en los trópicos. Gland, Suiza. 314 p.
11. VALENZUELA, R.A. 1982. Caracterización Ecológica de la cuenca de la Laguna El Pino. Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 72 p.

CONSERVACION DE SUELOS

EVALUACION DE TRES PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS EN LA SUB CUENCA DEL RIO PENSATIVO, SACATEPEQUEZ, GUATEMALA.*

Maxdelio Herrera (**)

Hugo Tobías (***)

Adelso Revolorio (****)

Jorge López (****)

Pedro Pineda (****)

Milton Chan (****)



RESUMEN

La presente investigación constituye el final del proyecto de evaluación de tres prácticas de conservación de suelos en la subcuenca del río Pensativo, que impulsó el Instituto de Investigaciones Agronómicas y la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala, en la subcuenca del río Pensativo, en el Departamento de Sacatepéquez. El proyecto consistió en una serie de evaluaciones de prácticas de conservación de suelos de uso común en el altiplano Guatemalteco, en busca de una solución a los problemas de erosión en la mencionada subcuenca. Los estudios se iniciaron en 1987 y para ello se instaló un experimento en San Mateo Milpas Altas, Antigua Guatemala; cuyas unidades experimentales fueron parcelas de escorrentía.

*El objetivo principal de la investigación fue evaluar tres prácticas de conservación de suelos y establecer su efectividad en el control de la erosión hídrica en cinco años después de su establecimiento. Para ello se cuantificó el agua de escorrentía, los sedimentos producidos y el rendimiento de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus Vulgaris* L.).*

*En el período de 1987 a 1991 se logró establecer que los tratamientos (prácticas de manejo) de barreras vivas de zacatón con acequia y camellones en contorno con acequia fueron efectivos para el control de la erosión hídrica desde su establecimiento; mientras que la efectividad de la barrera viva aumentó en el transcurso del tiempo y su tendencia fue similar a los dos anteriores. En cuanto a rendimiento sólo en el cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) se manifestó una tendencia a ser superior con el uso de prácticas de conservación de suelos. Por medio del análisis beneficio-costos, se encontró que el tratamiento barrera viva de zacatón con acequia produce mayores beneficios económicos. Con el manejo tradicional de los agricultores del área se obtienen los menores beneficios.*

* Proyecto de Investigación ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA- y la Dirección General de Investigación -DIGI-

** Ing. Agr. Profesor Titular V. FAUSAC. Coordinador del Proyecto.

*** Ing. Agr. Profesor Titular V. FAUSAC. Investigador y Editor.

**** Ings. Agrs. Investigadores. DIGI. USAC.

I. INTRODUCCION

El deterioro de los recursos naturales y el ambiente en el país es muy grande y grave. El recurso suelo tiene su principal manifestación de deterioro en la erosión. Este problema es tan serio que el Perfil Ambiental de Centroamérica (Leonard, 1987) afirma que en la región, Guatemala y El Salvador tienen el mayor grado de destrucción del recurso suelo.

Los profesores de la Facultad de Agronomía, autores de la presente investigación, en el año en 1986 estuvieron analizando la gravedad del problema de erosión hídrica en el país, especialmente en el altiplano; también analizaron la participación de algunas instituciones estatales que impulsaban la ejecución de varias técnicas de conservación de suelos y del uso de esas medidas tendientes a la disminución de la erosión hídrica. Estos análisis sirvieron de motivación para que se formulara un Proyecto de Investigación con una duración mínima de cinco años; se encontró apoyo para el proyecto por parte de la Dirección del Instituto de Investigaciones Agronómicas -IIA- y posteriormente de la Dirección General de Investigación, entidades que finalmente impulsaron su financiamiento.

Para el desarrollo del proyecto, se contó con la participación de cuatro estudiantes de la Facultad de Agronomía, que realizaron su Ejercicio Profesional Supervisado -EPS- en la Aldea San Mateo Milpas Altas y/o la tesis de grado; así también la participación del Señor Alejandro Rodríguez Chacón, propietario del sitio experimental y quien a la vez participará como "observador meteorológico y auxiliar de campo". El entonces Proyecto de conservación de suelos de Sacatepéquez, de la Dirección General de Servicios Agrícolas, ofreció su colaboración en el montaje de las prácticas de conservación de suelos a ser evaluadas.

En el desarrollo de la investigación se tuvieron muchas dificultades, pero se reconoce que los técnicos investigadores, hoy profesionales, pusieron su mejor esfuerzo y dedicación para que el proyecto no se detuviera por las limitaciones que la naturaleza o las barreras administrativo-burocráticas imponían.

Este documento se ha preparado con el propósito de presentar una síntesis de los resultados parciales y finales del proyecto al cabo de cinco años, con el objeto de ser publicado en los medios de divulgación de la Facultad de Agronomía, de tal forma que los resultados lleguen inicialmente a las autoridades y técnicos que laboran en el área que comprende la subcuenca del río Pensativo; así también a profesionales y estudiantes que requieren de la información para mejorar sus conocimientos sobre la erosión y técnicas para minimizarlas o para profesionales y técnicos que requieran impulsar proyectos de mejoramiento y/o protección ambiental dentro del área de influencia del proyecto o el altiplano Guatemalteco.

II. OBJETIVOS

- Determinar la cantidad de suelo y el escurrimiento superficial que se produce en el manejo de los suelos en los cultivos de Maíz y frijol en el período de 1987 a 1991.
- Establecer la efectividad de las prácticas de conservación de suelos para minimizar la erosión hídrica y el escurrimiento superficial.
- Cuantificar el efecto de las prácticas de conservación de suelos sobre el rendimiento de los cultivos y la rentabilidad de las mismas.

III. MARCO REFERENCIAL

1. Descripción del Area de Estudio.

San Mateo Milpas Altas es una aldea de Antigua Guatemala, en el Departamento de Sacatepéquez; se encuentra ubicada a 14°34'45" latitud norte y a 90° 41'46" longitud oeste, a una altitud de 1910 msnm (figura 1)

Según De La Cruz (1982) el área pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. La precipitación promedio anual es de 1000 mm, con una temperatura máxima 22.4°C, una mínima de 12.8°C y una media anual de 16.5°C. La evapotranspiración potencial por el método de Haergreaves es de 1400 mm, la humedad relativa del 80% y 180 horas de brillo solar medio mensual.

Según Revolorio (1989) los suelos del área experimental son bien drenados, medianamente profundos, de color pardo oscuro amarillento, con horizontes en el perfil: Ap, AC, 2B y 2C. Las características de los horizontes superiores: Ap y AC son: textura franco arenosa, estructura granular fina, débilmente desarrollada; "consistencia suave en seco y suelta en húmedo", con bajo contenido de materia orgánica, alto porcentaje de saturación de bases y 18.45 meq/100 ml de capacidad de intercambio catiónico. La pendiente predominante del terreno es del 32% y el suelo presenta alto grado de deterioro ya que el horizonte A ha desaparecido en algunas partes. Los suelos se clasifican taxonómicamente como Entic Eutrandsols. El área crítica seleccionada, se localiza en tierras que por su "capacidad de uso" (sistema USDA) están en las clases IV y VI.

IV. METODOLOGIA

1. Tratamientos Evaluados.

Con base en las características de los suelos y las características socioeconómicas de la población y la agricultura practicada en el área; se seleccionaron las siguientes prácticas de manejo. (figuras 2.1 y 2.2):

- a. Acequia de ladera con barrera viva de zacatón (Panicum maximun)
- b. Acequia de ladera con camellones en contorno.
- c. Barrera viva de zacatón (Panicum maximun), sin acequia.
- d. Testigo (sin práctica de conservación de suelos).

2. Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones y cuatro tratamientos (prácticas de manejo).

3. Unidad Experimental.

Como unidad experimental se utilizó una parcela de escorrentía (figura 3) con una área de 49 m² (1).

San Mateo Milpas Altas es una aldea de Antigua Guatemala, en el Departamento de Sacatepéquez; se encuentra ubicada a 14°34'45" latitud norte y a 90° 41'46" longitud oeste, a una altitud de 1910 msnm (figura 1)

Según De La Cruz (1982) el área pertenece a la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Subtropical. La precipitación promedio anual es de 1000 mm, con una temperatura máxima 22.4°C, una mínima de 12.8°C y una media anual de 16.5°C. La evapotranspiración potencial por el método de Haergreaves es de 1400 mm, la humedad relativa del 80% y 180 horas de brillo solar medio mensual.

Según Revolorio (1989) los suelos del área experimental son bien drenados, medianamente profundos, de color pardo oscuro amarillento, con horizontes en el perfil: Ap, AC, 2B y 2C. Las características de los horizontes superiores: Ap y AC son: textura franco arenosa, estructura granular fina, débilmente desarrollada; "consistencia suave en seco y suelta en húmedo", con bajo contenido de materia orgánica, alto porcentaje de saturación de bases y 18.45 meq/100 ml de capacidad de intercambio catiónico. La pendiente predominante del terreno es del 32% y el suelo presenta alto grado de deterioro ya que el horizonte A ha desaparecido en algunas partes. Los suelos se clasifican taxonómicamente como Entic Eutrands. El área crítica seleccionada, se localiza en tierras que por su "capacidad de uso" (sistema USDA) están en las clases IV y VI.

IV. METODOLOGIA

1. Tratamientos Evaluados.

Con base en las características de los suelos y las características socioeconómicas de la población y la agricultura practicada en el área; se seleccionaron las siguientes prácticas de manejo. (figuras 2.1 y 2.2):

- a. Acequia de ladera con barrera viva de zacatón (Panicum maximun)
- b. Acequia de ladera con camellones en contorno.
- c. Barrera viva de zacatón (Panicum maximun), sin acequia.
- d. Testigo (sin práctica de conservación de suelos).

2. Diseño Experimental.

Se utilizó un diseño de bloques al azar con cinco repeticiones y cuatro tratamientos (prácticas de manejo).

3. Unidad Experimental.

Como unidad experimental se utilizó una parcela de escorrentía (figura 3) con una área de 49 m² (1).

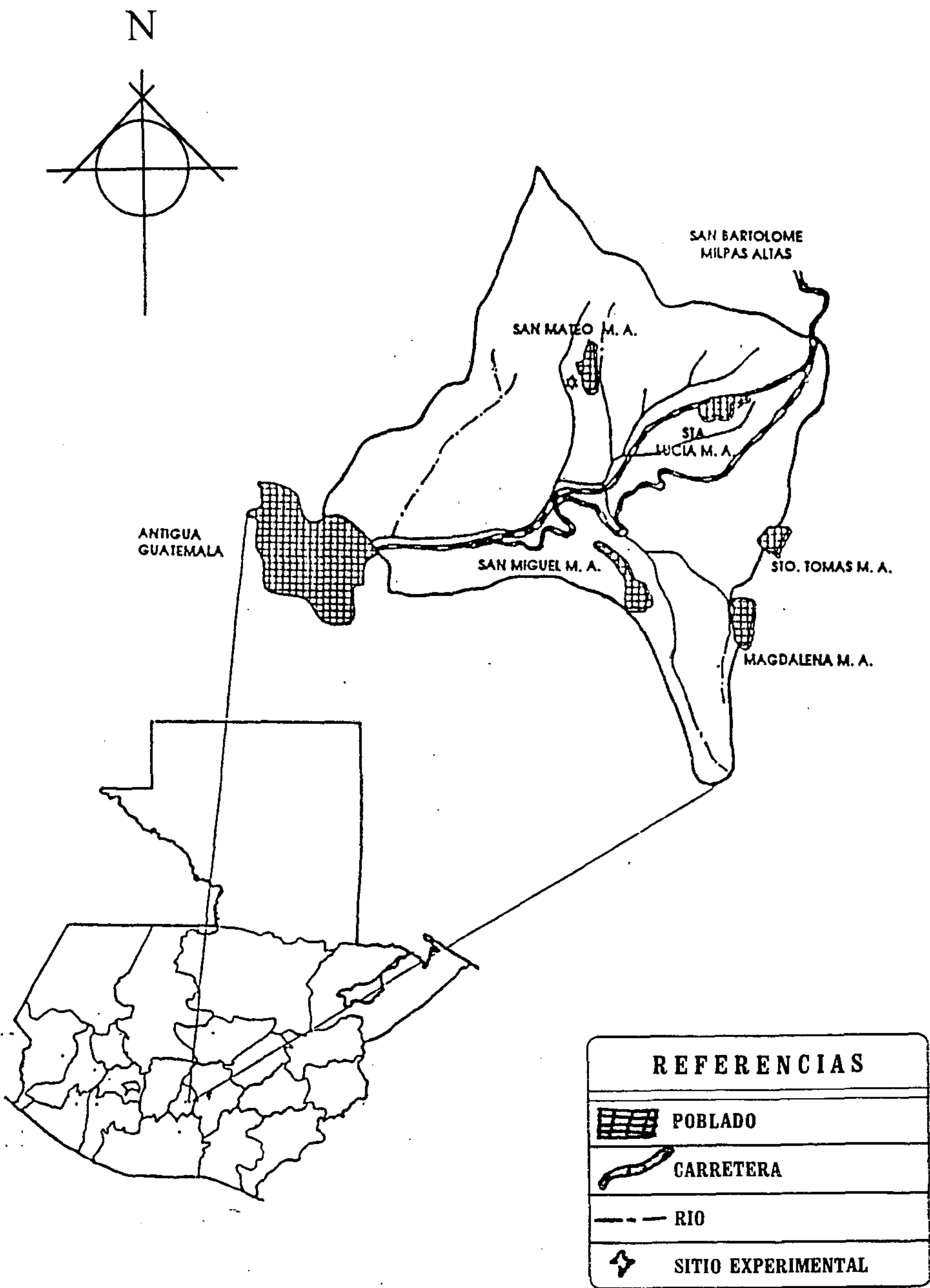
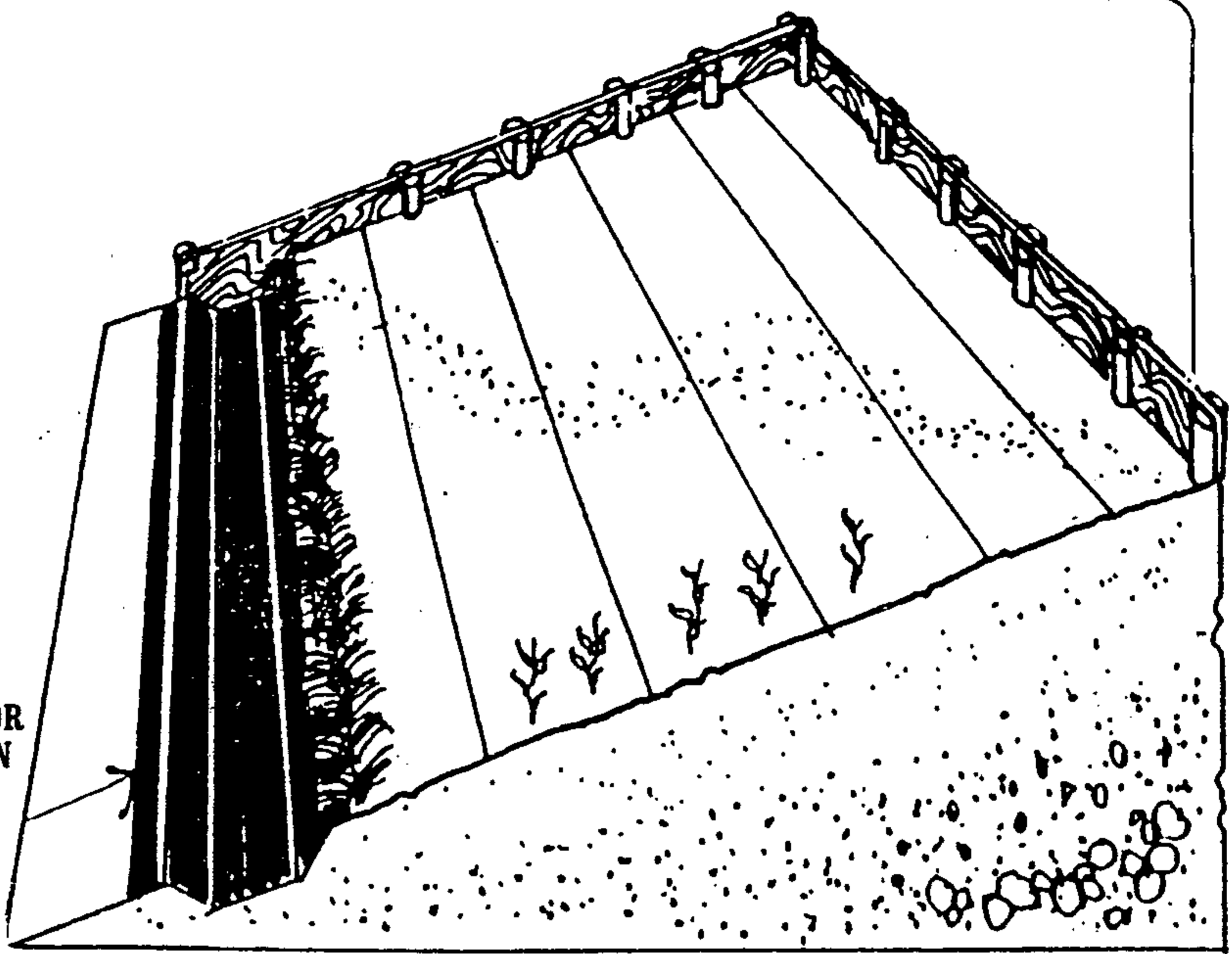


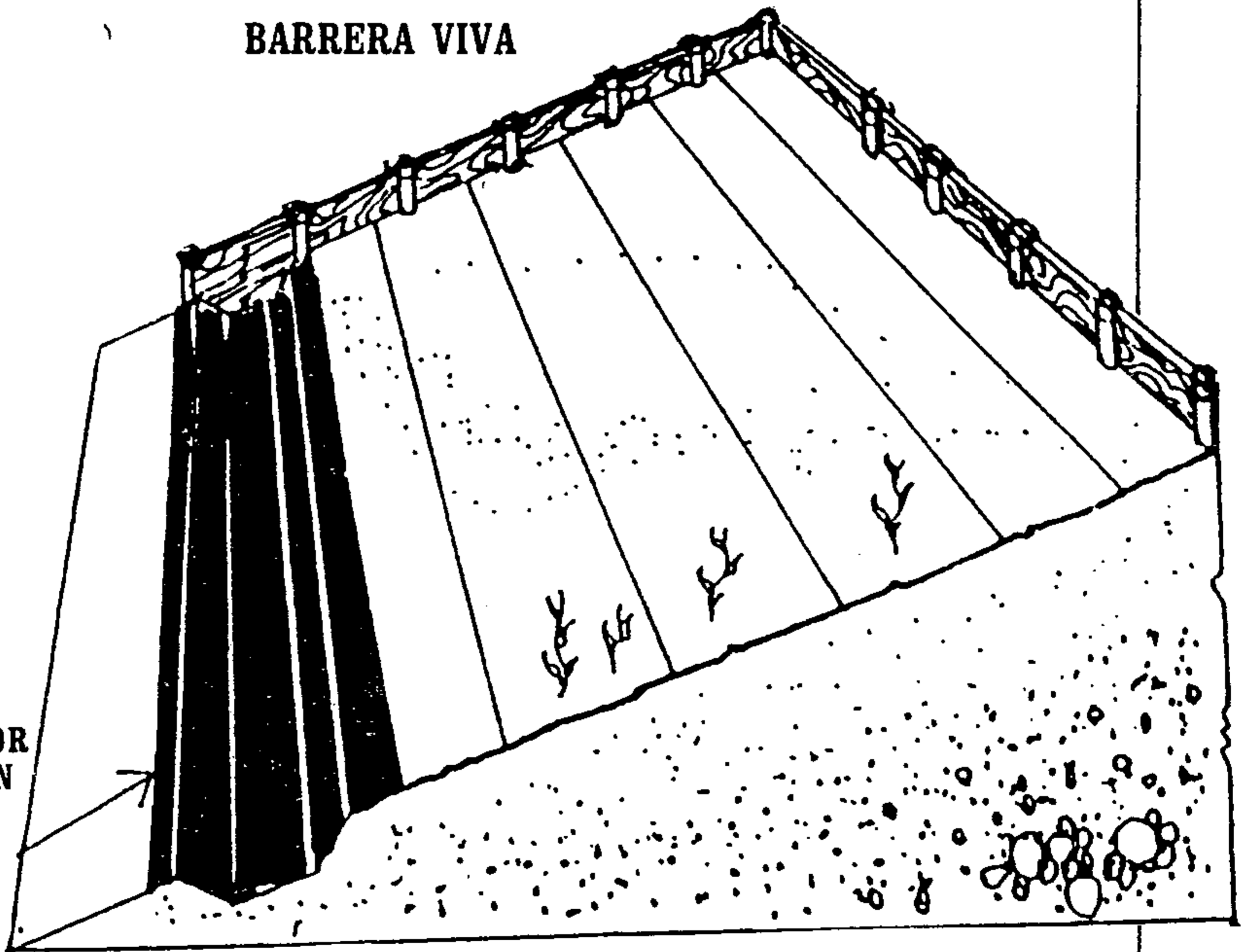
FIGURA 1. Localización de la Cuenca del Río Pensativo

CANAL COLECTOR
REVESTIDO CON
PLASTICO



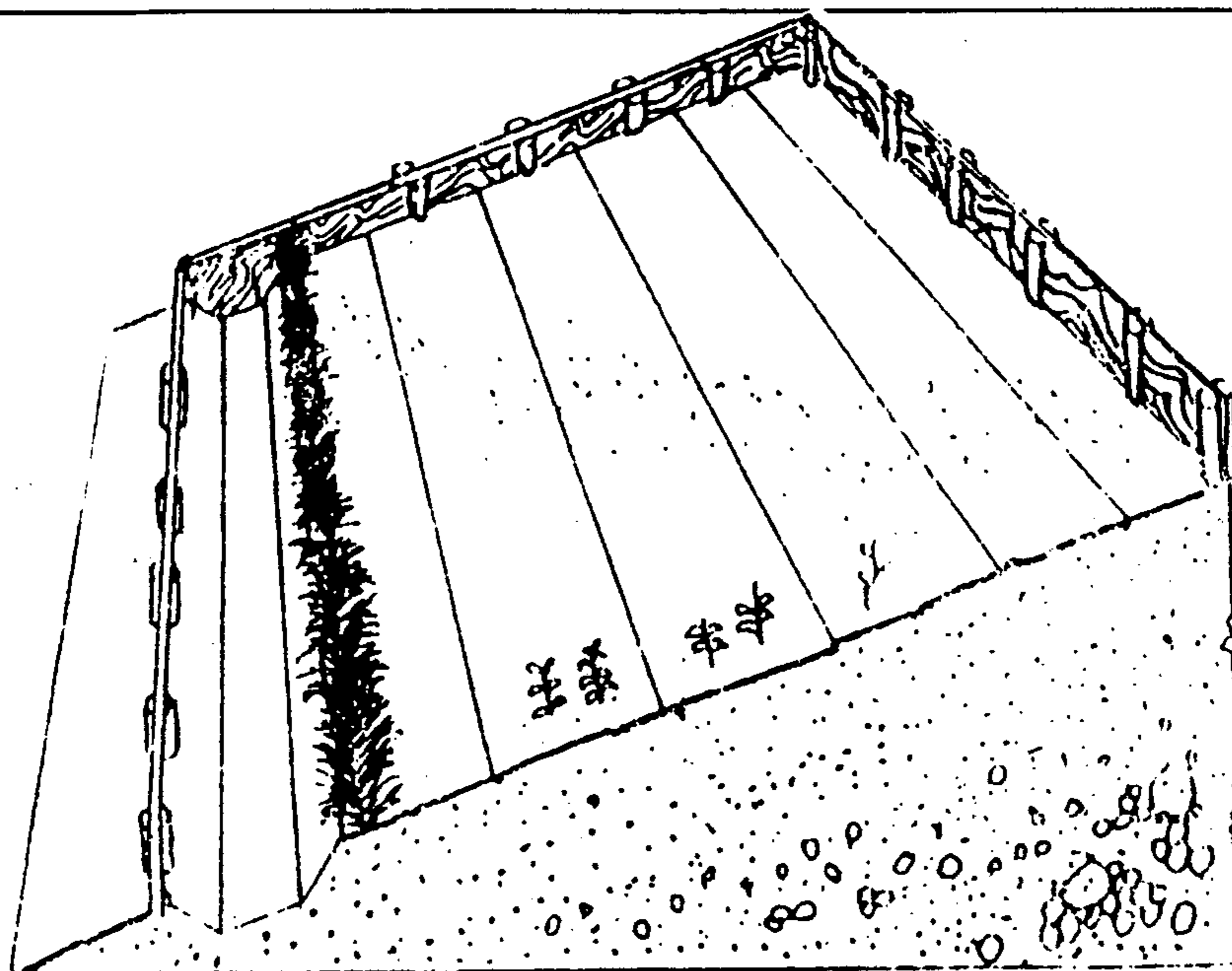
BARRERA VIVA

CANAL COLECTOR
REVESTIDO CON
PLASTICO

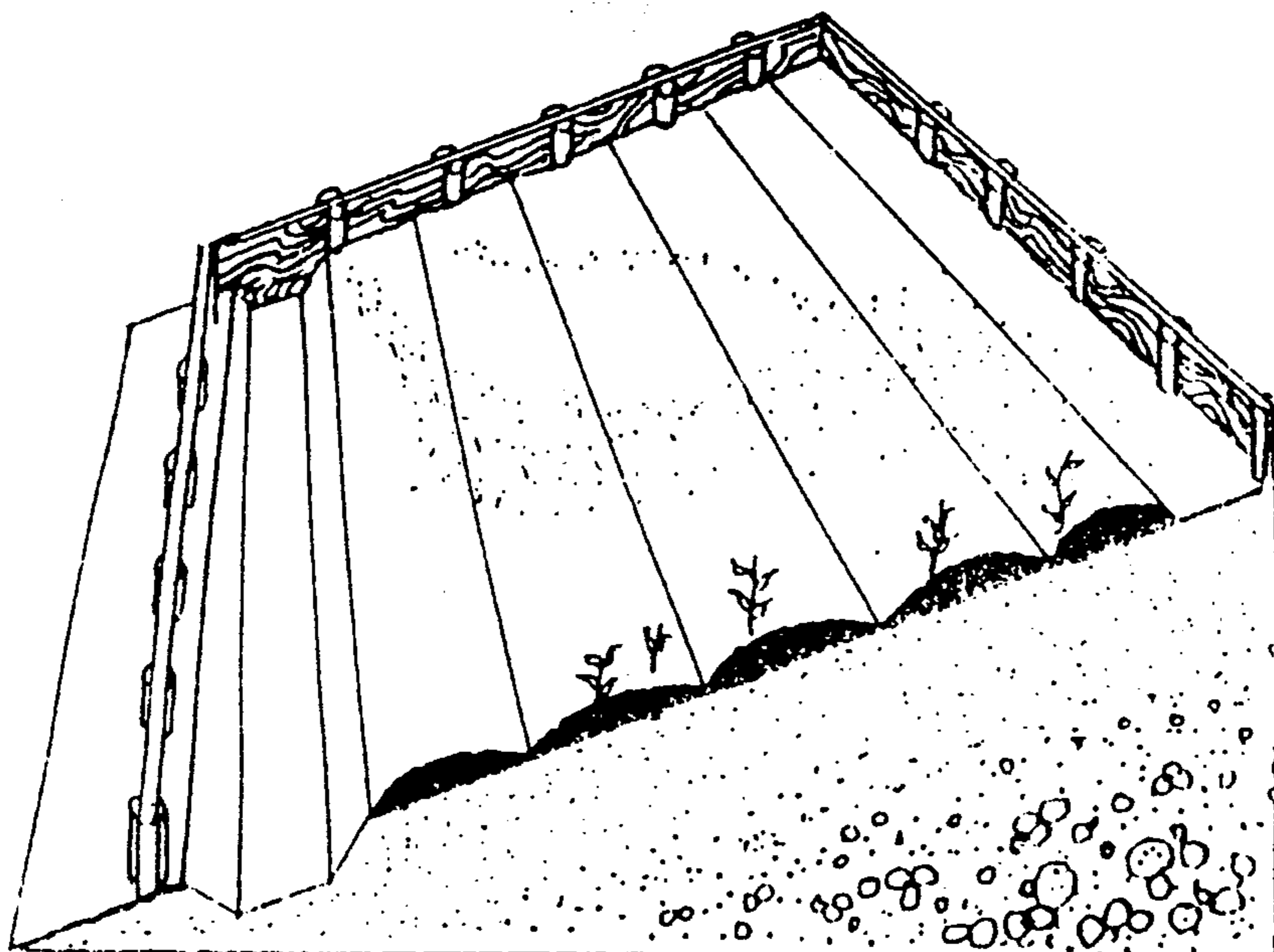


TESTIGO

FIGURA 2B. Corte transversal de los tratamientos



ACEQUIA CON BARRERA VIVA



CAMELLON EN CONTORNO CON ACEQUIA

FIGURA 2A. Sección transversal de los tratamientos.

4. Manejo del Experimento

A. Confinamiento de las Parcelas.

Debido a que el método utilizado para estimar la escorrentía y la erosión hídrica fue el de parcelas de escorrentía, los lotes fueron delimitados con tablas de madera de segunda (lepa) de 0.25 m. de ancho, enterradas a una profundidad de 0.15 m. y fijadas con estacas de madera.

B. Sistema colector de agua y sedimentos.

Consistió en canales colectores o zanjas trapezoidales de 0.30 m. de base y 0.30 m. de altura, las que fueron recubiertas con plástico de color (polyetileno) en los tratamientos de barrera viva y testigo; en los otros dos tratamientos la zanja funcionó como acequia. Como canales de evacuación se colocaron canales semicirculares de lámina galvanizada y que sirvieron para conducir el agua y los sedimentos de los canales colectores a los recipientes colectores. Los recipientes colectores consistieron en dos toneles plásticos, de 200 litros de capacidad por cada parcela unidos por un tubo PVC en la parte superior.

C. Establecimiento y manejo del cultivo.

Se sembró maíz (*Zea mays L.*) para lo que se utilizó semilla de la variedad local. El establecimiento y manejo del cultivo se realizó de acuerdo a la tecnología empleada por los agricultores de la región

5. Medición de Variables.

6.1 Precipitación Pluvial

Para su medición se instaló un pluviógrafo de sifón con banda de registro semanal de 10 mm de altura a 15 metros de distancia de la parte alta del sitio experimental. Del registro del pluviógrafo se obtuvieron los datos siguientes: cantidad de precipitación (mm) y tiempo de lluvia (horas), para calcular la intensidad media (mm/hora) de lluvia de cada evento registrado.

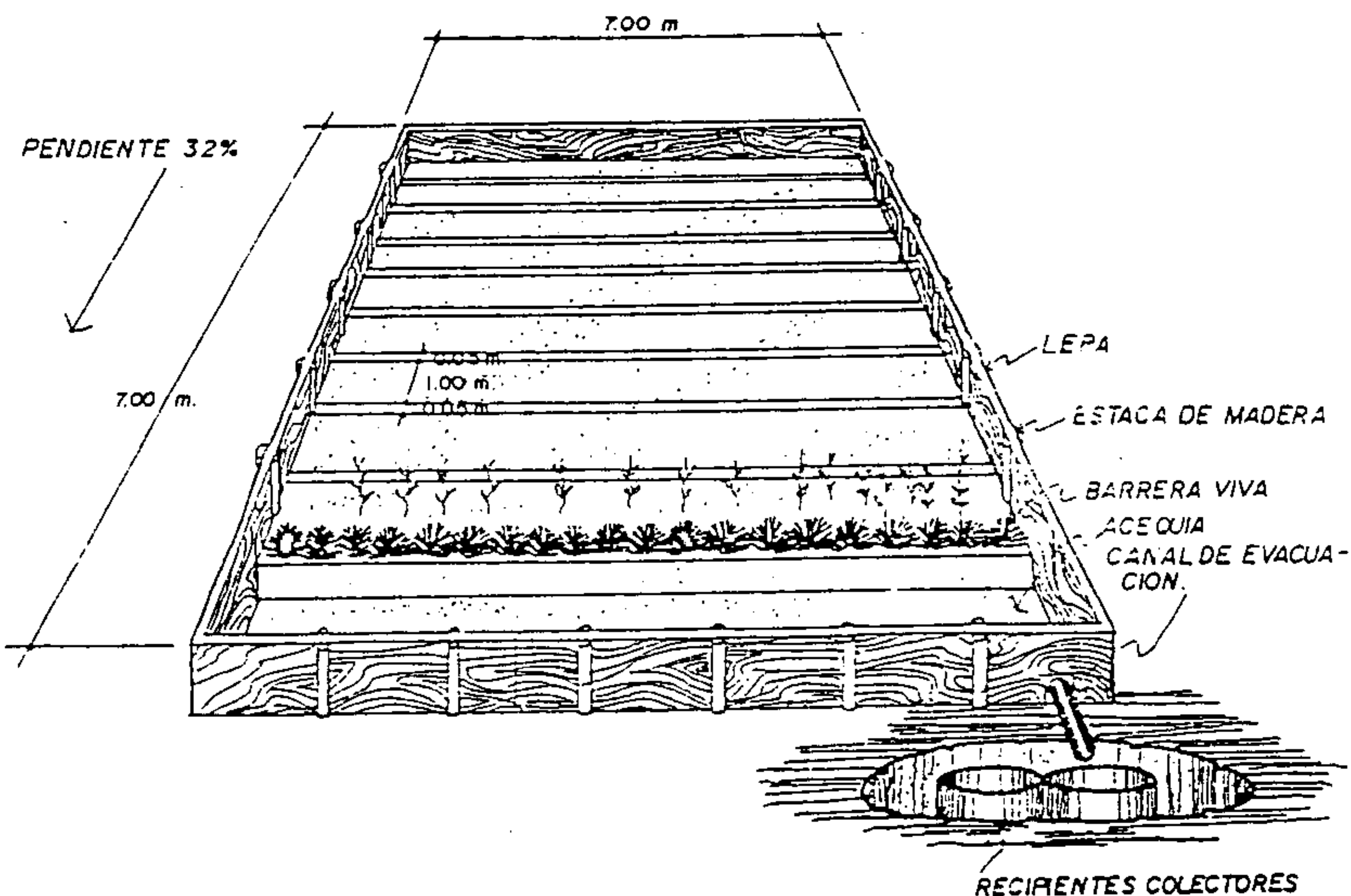


FIGURA 3. Esquema de una parcela de escorrentía establecida en el ensayo con acequia mas barrera viva.

B. Escurrimiento Superficial.

La medición se realizó después de cada evento de lluvia que provocó escurrimiento a los recipientes colectores, por medio de una regla graduada en milímetros y tablas para calcular el volumen de acuerdo a la forma del recipiente.

C. Suelo Erosionado.

Se cuantificó la erosión del suelo mediante los sedimentos depositados al fondo de los recipientes colectores y sólidos en suspensión al final de cada evento que provocó el arrastre de suelo a los recipientes colectores.

a. Sólidos en Suspensión

Se tomó una muestra de 1 litro de agua en cada parcela después de cada evento que provocó el arrastre de sedimentos. La muestra de agua fue filtrada en papel filtro, el que después se colocó en un horno a 60°C durante 12 horas, luego se midió el peso de los sólidos en suspensión de cada muestra.

b. Sedimentos.

Se determinó el peso seco de los sedimentos depositados en el fondo de los recipientes colectores y para cada muestra se le efectuaron los análisis siguientes:

- Granulometría; por el método del hidrómetro de Bouyucos (4).
- Fragmentos mayores de 2 mm; método gravimétrico (4).
- Elementos Extraíbles; método de Carolina del Norte (4).

D. Rendimiento del Cultivo.

Se midió el peso en grano del maíz producido (Zea Mays L.) ajustado a un porcentaje de humedad del 14%.

E. Modificación de la Pendiente del Terreno.

Luego de finalizar la cosecha se realizó una nivelación compuesta en todos los tratamientos y repeticiones con un nivel de precisión, cinta métrica y estatal. Con los datos recabados se obtuvo un perfil promedio para cada tratamiento y se calculó la pendiente media final en porcentaje. Para estimar la pendiente media original, en porcentaje, se midieron las cotas de la parte alta y baja de la parte externa de cada parcela de esorrentía.

Para medir la modificación de la pendiente se calculó la diferencia entre los porcentajes de pendiente media original y de la pendiente media final.

5.2 Análisis de la información

Para el escurrimiento superficial, cantidad de suelo erosionado y rendimiento del cultivo se realizó un análisis de varianza (ANDEVA). En el caso de la variable de la modificación del porcentaje de pendiente del terreno, previo al análisis de varianza (ANDEVA) se realizó una transformación angular de los datos con la "función arcoseno".

En los casos en que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, se efectuó una prueba de medias para lo que se utilizó el comparador Tukey.

Se efectuó un análisis de beneficio-costos para los tratamientos durante el período de 1987 a 1991, para lo que se tomaron en cuenta los beneficios tangibles e intangibles. Para efectos de comparación se actualizaron los beneficios tangibles a 1987 (5,7).

V RESULTADOS

1. Precipitación Pluvial.

En el cuadro 1 se presenta el dato de láminas de lluvia para los años de estudio y los rangos de intensidad media registradas para cada caso.

En dicho cuadro se puede observar una tendencia decreciente de la precipitación pluvial a partir de 1988, los años de 1990 y 1991 fueron más secos que los otros años de estudio y en general más secos que el promedio de diez años (1975 - 1985), observados en una estación cercana. Por otra parte las lluvias de 1987, 1988, 1990 fueron más intensas que las lluvias de 1989 y 1991 y de estos dos últimos en 1989 se presentaron las menores intensidades de lluvia. En 1991 los eventos registrados, fueron en su mayoría de intensidad ligera gracias al efecto de la corriente del Niño en Guatemala.

2. Escurrimiento Superficial.

De acuerdo con la información del cuadro 2, se puede observar que en los años de 1988 y 1990 se obtuvieron menores volúmenes de escurrimiento, en relación con los otros años; lo que se debe a que en 1988 y 1990 las evaluaciones de los tratamientos se efectuaron bajo condiciones del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), el que a diferencia del maíz (*Zea mays* L.), proporciona mayor protección al suelo por el efecto de la cobertura vegetal que brinda su follaje.

CUADRO 1. Precipitación pluvial y rango de intensidades medias registradas en los cinco años de evaluación.

Año	Lámina (mm)	Rango de Intensidad Media (mm/hora)
1987 ¹	550.7	3.85 - 37.00
1988 ²	885.2	1.33 - 31.5
1989 ³	624.05	1.80 - 9.20
1990 ⁴	445.4	0.12 - 31.20
1991	472.4	0.17 - 14.80
Media de 10 Años ⁵	942.6	-----

FUENTE:

¹/Revolorio (1989).

²/ López (1990).

³/Herrera *Et.al* (1991).

⁴/ Pineda (1992).

⁵/ Valor calculado a partir de los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Sismología, vulcanología, Meteorología e hidrología. Estación Florencia, Santa Lucía Milta Altas.

Cuadro 2. Esgurrimiento superficial (m^3/ha) registrado en las parcelas, por año y por cultivo. En Condiciones de

Tratamiento	En condiciones de Frijol Maiz (<i>Zea mays</i> L.)			(Phaseolus vulgaris L.)	
	1987 ¹	1989 ²	1991	1988 ³	1990
Barrera viva + Acequia	32.22	16.58	11.12	8.86	5.99
Camellones + Acequia	34.44	13.35	15.00	12.46	5.68
Barrera viva	136.50	58.65	83.84	13.38	8.68
Testigo	179.70	64.89	94.10	17.80	15.50

FUENTE:

^{1/} Revolorio (1989)

^{2/} Herrera et.al (1991)

^{3/} López (1990).

^{4/} Pineda (19921).

En general se observa una tendencia a la reducción del volumen de escurrimiento en el transcurso del tiempo. Esta tendencia decreciente, es en mayor proporción en los tratamientos con prácticas de conservación de suelos que en el testigo, esto se atribuye a la tendencia decreciente de la estabilización de las prácticas de conservación de suelos.

También se puede observar que el volumen de agua escurrida fue menor en los tratamientos de barrera viva con acequia y camellones al contorno con acequia en los cinco años de evaluación, lo que se le atribuye al efecto de absorción de agua de la acequia. Por otra parte, el tratamiento de barrera viva produjo un volumen de agua de escorrentía estadísticamente diferente al testigo y similar a los tratamientos con acequia en condiciones del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), sin embargo en condiciones del cultivo de maíz (*Zea Mays* L.) el volúmen de escorrentía producido fue similar al producido por el testigo. La diferencia de estos datos puede atribuirse al efecto adicional de la cobertura vegetal proporcionada por el frijol.

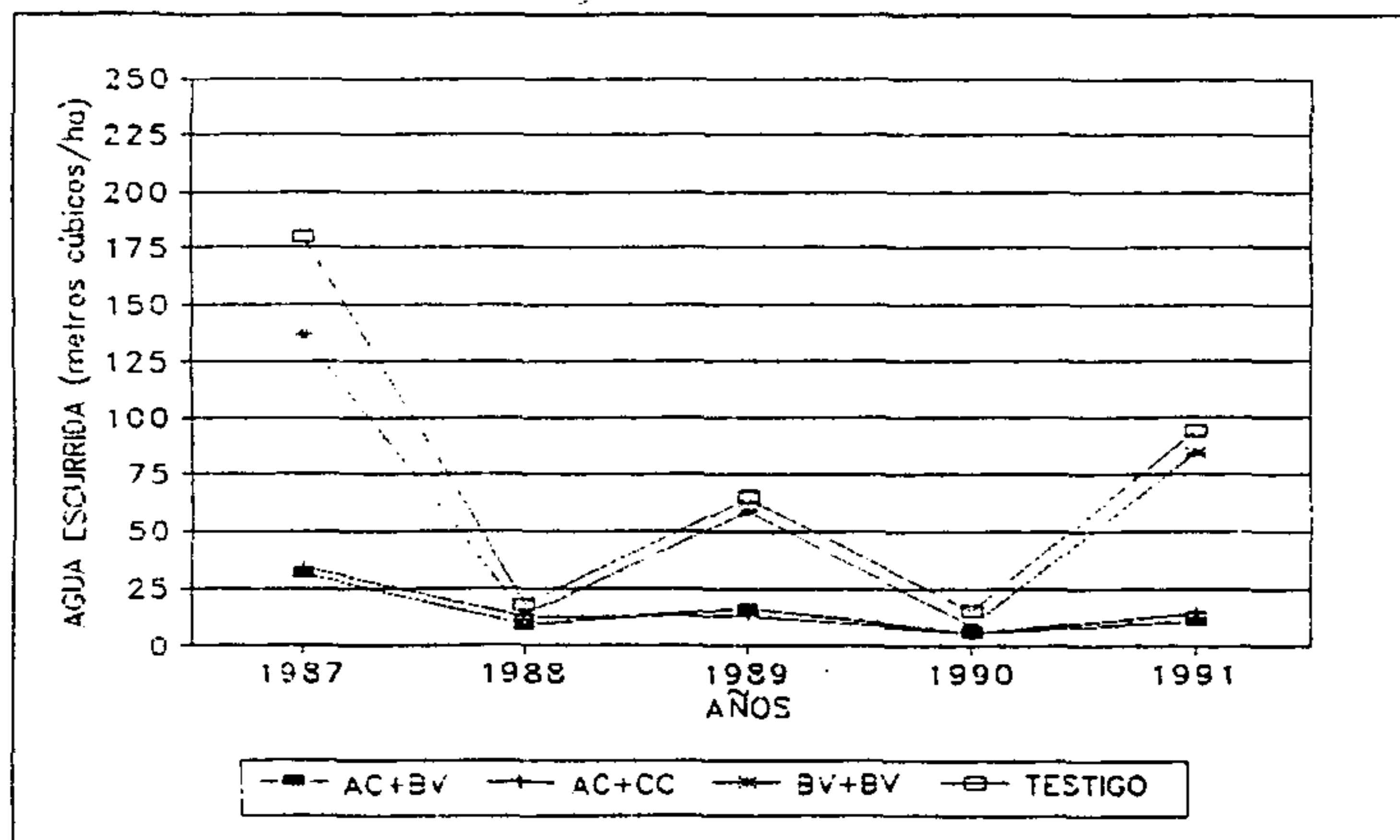


FIGURA 4. Cantidad de agua escurrida por año de evaluación.

3. Sedimentos

El cuadro 3 muestra los valores obtenidos de la cantidad de sedimentos producidos en cada tratamiento, durante 5 años de evaluación; y en la figura 5 se presentan estos datos gráficamente.

Las menores cantidades de suelo erosionado se registraron en el año de 1989, en condiciones del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), debido a que en dicho año se presentaron las intensidades medias de la lluvia mas bajas, pues la intensidad maxima registrada fue de 9.2 mm/hora.

CUADRO 3. Suelo erosionado (ton/ha), registrado por cultivo de 1987 a 1991.

Tratamiento	Cultivado con Maíz (<i>Zea mays</i> L.)			Cultivado con Frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i>)		TOTAL EN CINCO AÑOS
	1987 ¹	1989 ²	1991	1988 ³	1990 ⁴	
Barrera viva + Acequia	0.17	0.04	0.11	0.26	0.24	0.82
Camellones + Acequia	0.19	0.03	0.15	0.32	0.29	0.69
Barrera viva	1.30	0.06	0.34	0.22	0.31	1.92
Testigo	3.38	0.15	1.16	0.62	0.95	6.26

FUENTE:

¹/Revolorio (1989)

²/Herrera et.al (1991)

³/López (1990). ⁴/Pineda (1991).

En el cuadro 3 se observan resultados similares en cuanto a la pérdida de suelo en los tratamientos con acequia, lo cual se debe a que la acequia en todos los tratamientos, desde su establecimiento, fué efectiva para el control de la erosión.

En los tratamientos de barrera viva y testigo, se observa una tendencia decreciente de la cantidad de sedimentos producidos, y en el caso del tratamiento de barrera viva tiende a ser igual a la producción de sedimentos producidos, y en el caso del tratamiento de barrera viva tiende a ser igual a la producción de sedimentos de los tratamientos con acequia tanto en condiciones del cultivo de maíz (*Zea mays* L.), como en condiciones del cultivo de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), lo que se atribuye, a la tendencia decreciente que presentó la precipitación pluvial de 1988 a 1991, además con el transcurrir del tiempo las plantas de la barrera viva se establecieron de forma completa y la estructura provocó un proceso de estabilización en las parcelas.

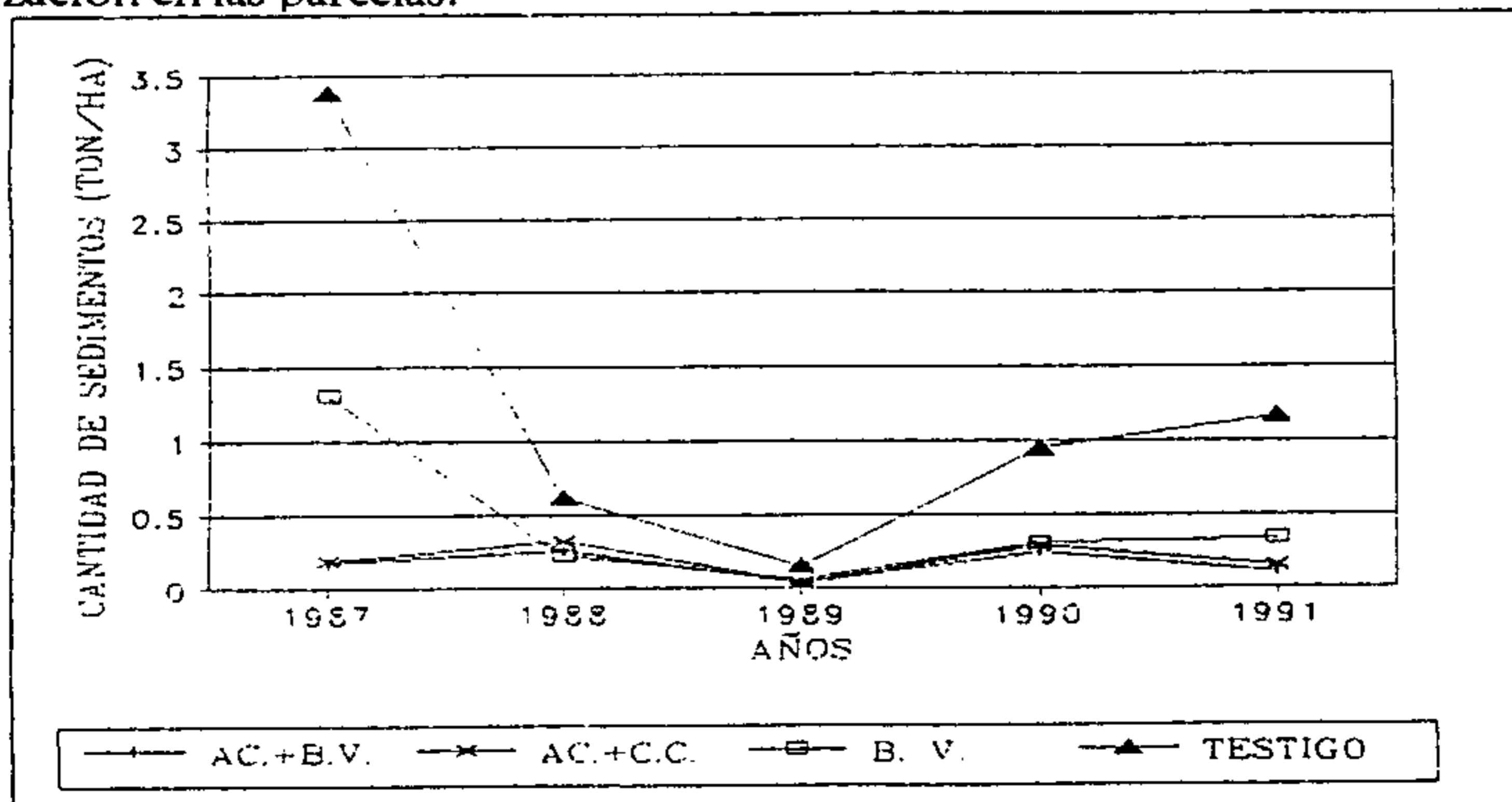


FIGURA 5. Sedimentos producidos (ton.ha) por año de Evaluación de Tres Prácticas de Conservación de Suelos.

4. Rendimiento de Maiz y Frijol.

En el cuadro 4 se nota que la tendencia del rendimiento del maíz fue ascendente, fenómeno que puede atribuirse a la rotación de cultivos (maíz - frijol) de que fueron objeto las parcelas

de escorrentía. Estos resultados se aprecian gráficamente en la figura 6. También se visualiza que el rendimiento del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) fue decreciente, debido principalmente a que en 1990 la precipitación pluvial fue sustancialmente menor que en 1988, por lo que el cultivo fue sometido a un estrés por sequía.

CUADRO 4. Rendimiento de los cultivos de maíz y frijol (kg/ha) por año de evolución.

Tratamiento	Maíz (<i>Zea mays</i> L.)			(<i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	
	1987 ¹	1989 ²	1991	1988 ³	1990 ⁴
Barrera viva + Acequia	3137.05	4141.32	5377.20	2013.33	1606.08
Camellones + Acequia	3228.86	3764.67	5151.10	1893.33	1540.66
Barrera viva	3214.68	3945.33	5503.25	1887.62	1436.20
Testigo	2818.34	3636.60	4762.40	1843.81	1106.69

FUENTE:

¹/ Revolorio (1989)

²/ Herrera *et.al* (1991)

³/ López (1990).

⁴/ Pineda (19921).

Aunque sólo en 1990 se obtuvieron diferencias significativas en los tratamientos en cuanto a rendimiento de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), se puede observar que tanto para maíz (*Zea mays* L.) como para frijol (*P. vulgaris* L.) los rendimientos más bajos se manifestaron en el testigo para todos los casos.

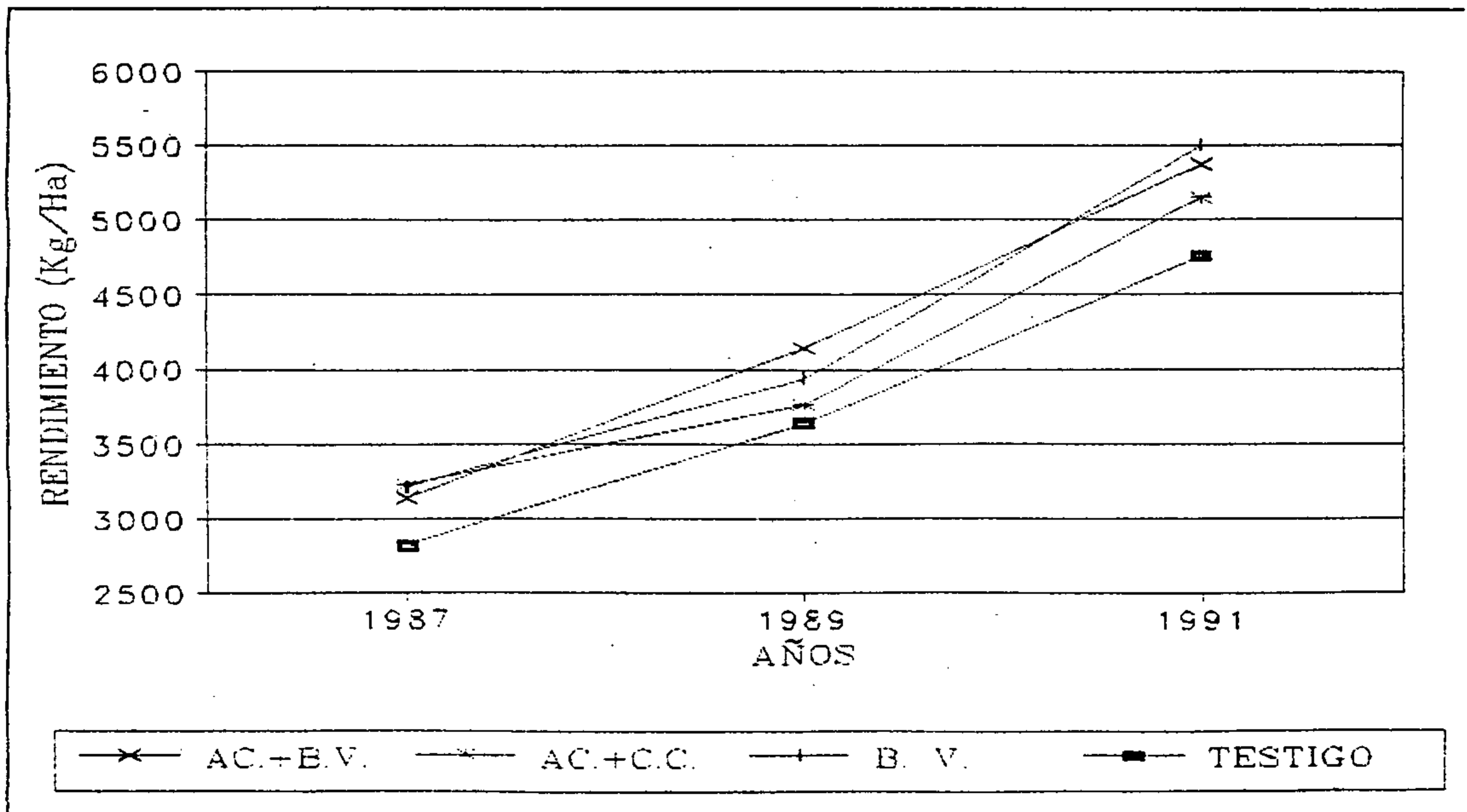


FIGURA 6. Rendimiento de Grano de Maíz por año de evaluación.

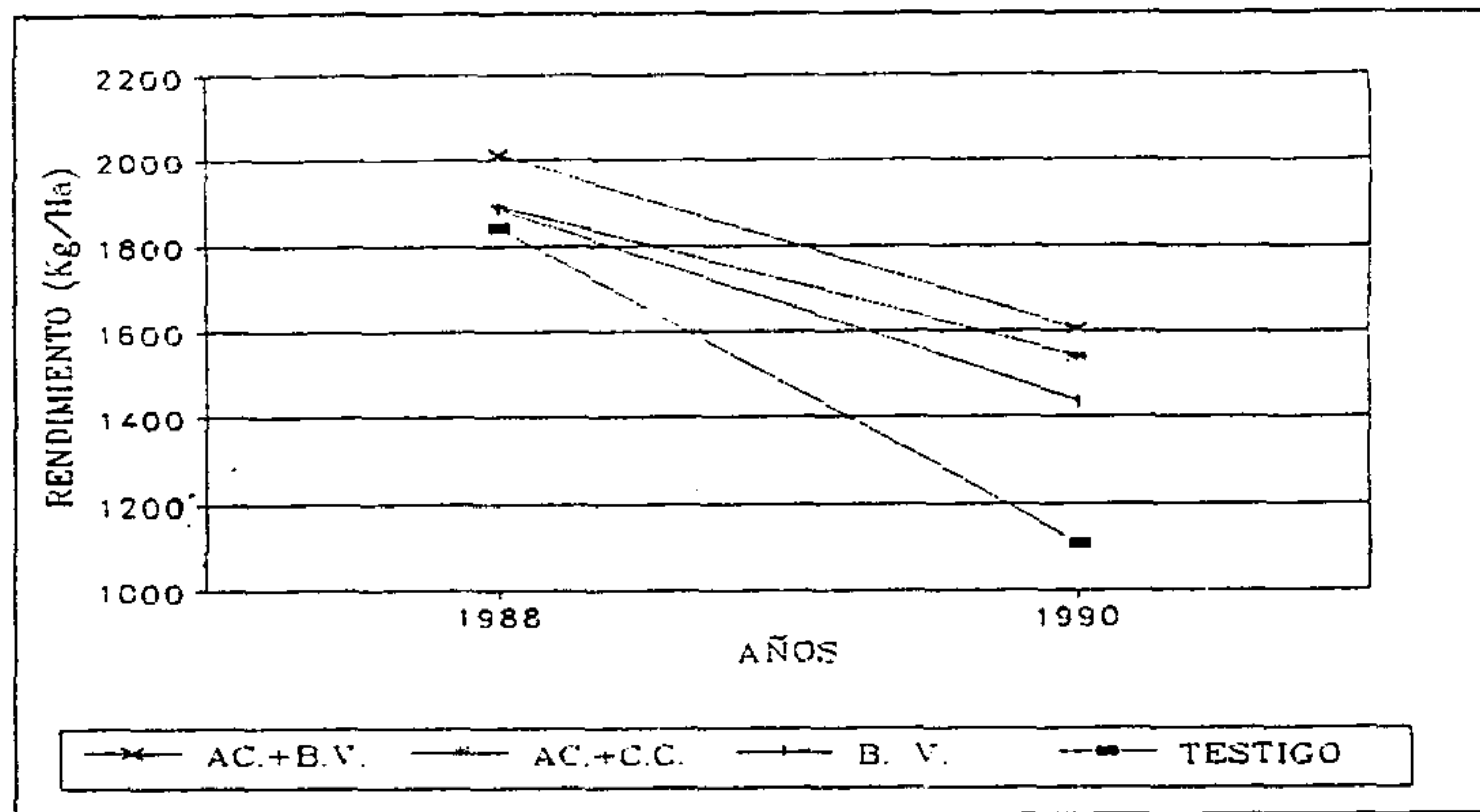


FIGURA 7. Rendimiento de Grano de Frijol por año de evaluación

5. Modificación de la Pendiente.

De acuerdo con el análisis de varianza, se encontraron diferencias significativas en la modificación de la pendiente por lo que se realizó una prueba de medias, cuyos resultados indican que existió una mayor reducción del porcentaje de pendiente media en el tratamiento de barrera viva, estadísticamente igual a la reducción de la pendiente media en los tratamientos de barrera viva con acequia y de camellones al contorno con acequia. El tratamiento que presentó menor reducción en el porcentaje de pendiente media fue el testigo, el que se considera diferente de los demás tratamientos.

De acuerdo con los perfiles de los tratamientos, se observa que en los tratamientos de barrera viva sola, se produjo transporte de suelo de la parte alta a la parte baja de las parcelas de esorrentía. El escurrimiento se vio obstaculizado por la barrera y provocó una acumulación en la parte baja de la parcela, formando un corte en la parte alta y un relleno en la parte inferior, disminuyendo el porcentaje de pendiente del terreno. El movimiento de tierra estimado en total en éstos tratamientos, durante 5 años de establecidas las prácticas de conservación de suelos, equivale a un volumen de 950 m³/ha de suelo con respecto al testigo.

El caso del tratamiento camellones con acequia, también existe un corte y un relleno; sin embargo, es distinto al presentado por los tratamientos con barrera viva, pues se formó un camellón grande en la parte inferior de la parcela, debido a que los camellones se construyeron empezando por la parte de arriba hacia abajo. Por lo tanto, la tierra fue transportada hacia la mayoría del suelo transportado de la parte alta a la parte baja, se perdió por erosión y una mínima parte se sedimentó en la parte baja de la parcela, ocasionando una mínima reducción de la pendiente media del terreno en ese tratamiento.

6 Análisis Beneficio-Costo.

Para el caso de las prácticas de conservación de suelos, solamente en 1987 los beneficios netos

fueron negativos y menores que los obtenidos en el testigo, debido a que ese año se realizaron los gastos de instalación de las prácticas de conservación de suelos. Por otra parte, los beneficios obtenidos con el manejo tradicional del cultivo fueron negativos en 1987 y 1991 y en general en los cinco años de evaluación los beneficios tangibles fueron menores en éste tratamiento debido a que los tratamientos con prácticas de conservación de suelos presentan beneficios adicionales tales como: mayores rendimientos, se pierden menos nutrientes por efecto de la erosión hídrica, se adquiere un valor agregado en el precio del terreno por las mejoras que las prácticas de conservación implican, se obtiene un movimiento de tierra por efectos mecánicos de la erosión hídrica y del laboreo agrícola, lo que hace que el terreno tienda a aplanarse con el uso de prácticas de conservación de suelos. Además, las prácticas de barrera de zacatón con acequia y solamente barrera viva de zacatón brindaron el beneficio de la producción de forraje.

Según la relación beneficio-costos, se obtuvieron mayores ganancias con el tratamiento de barrera viva de Zacatón, pues presenta una relación (b/c) de 1.85; esta relación es ligeramente mayor que la obtenida con el tratamiento de barrera viva de Zacatón con acequia que fué de 1.83. La menor relación beneficio-costos se dió con las prácticas tradicionales de manejo del área, donde se obtuvo un valor de 1.39.

El análisis de beneficios tangibles constituye un análisis parcial, ya que con el uso de prácticas de conservación de suelos se obtienen otro tipo de beneficios que se consideran intangibles, pues por sus características se torna dificultoso asignarles precios por lo que solamente se identifican y cuantifican en algunos casos.

CUADRO 5. Cantidad de sedimentos y de agua retenidos por el efecto de las prácticas implementadas en los cinco años del ensayo.

Tratamiento	Agua* (m ³ /ha)	Sedimentos* (ton/ha)
Barrera viva con acequia	731.97	5.44
Camelletes con Acequia	754.90	5.28
Barrera viva	124.10	4.03

* Datos calculados con respecto al tratamiento testigo.

Como se observa en el cuadro anterior, en cuanto a volumen de agua que se evitó perder en los tratamientos con la práctica de acequia fueron los que más agua retuvieron; parte de ella fue utilizada por el cultivo, otra parte fué evaporada y el resto fue retenida por la acequia, y se infiltró en el suelo para contribuir con el almacenamiento subterráneo. Lo anteriormente indicado, implica que con el uso de éstas prácticas se contribuye a reducir la escasez de agua en época seca y se evita el escurrimiento de grandes volúmenes de agua en poco tiempo, especialmente en la época lluviosa. Por otro lado, la cantidad de sedimentos retenidos, también fué mayor en los tratamientos con acequia; si estas prácticas se efectuaran en toda la cuenca, se evitaría la pérdida física del suelo y además que el mismo fuera transportado hacia el cauce del río y provocara asolvamientos e inundaciones, así como gastos por la remoción de sedimentos en la entrada principal de Antigua Guatemala.

La práctica de barrera viva de zacatón (Panicum maximum) presentó menor volumen de agua y cantidad de sedimentos retenidos, por lo tanto, se obtuvieron menores beneficios intangibles que con las prácticas de barrera viva de zacatón (Panicum maximum) con acequia

y camellones en contorno con acequia. Al tomar en cuenta los beneficios tangibles y los beneficios intangibles, se nota en forma clara, que con el uso de la práctica de barrera viva de zacatón (panicum maximun) con acequia se obtiene los mayores beneficios económicos.

VI CONCLUSIONES

1. El estudio realizado permitió desarrollar una metodología para la evaluación de prácticas de conservación de suelos o bien como parcelas de escorrentía, bajo condiciones de espacio limitadas, acordes a las características propias del altiplano de Guatemala.
2. Los tratamientos de barrera viva de zacatón (Panicum maximun) con acequia y camellones al contorno con acequia demostraron efectividad en el control de la erosión hídrica desde su establecimiento; mientras que la efectividad de la barrera viva manifestó una tendencia en el transcurso de cinco años, a ser igual a los dos tratamientos con acequia.
3. En cuanto al rendimiento de maíz no se detectaron diferencias estadísticas entre los tratamientos en los tres años que se plantó éste cultivo. El frijol demostró una tendencia a ser superior en rendimiento, con el uso de prácticas de conservación de suelos, en los dos años en que se estableció éste cultivo como parte de la rotación recomendada por los agricultores del área.
4. El mayor beneficio económico se obtuvo con el uso de barrera viva de zacatón con acequia.

VII BIBLIOGRAFIA

1. APOLO BERRU, W.A. 1980. Evaluación de la escorrentía superficial y la erosión en un pastizal con árboles aislados en la Suiza, Turrialba, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 69 p.
2. CABRERA GAILLARD, C.R. 1986. Caracterización de los recursos naturales renovables de la subcuenca del río Pensativo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. p. 82,94, 103-106
3. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 29-30
4. DEWIS, J.; FRIETAS, F. 1984. Métodos físicos y químicos de análisis de suelo y aguas. Roma, FAO. 252 p.
5. GUITTINGUER, J.P. 1987. Análisis económico de proyectos agrícolas. Trad. Carmelo Saavedra Arce. 2 ed. España, Tecnos. p. 61-68, 303-309.
6. HERRERA DE LEON, M. et al. 1991. Evaluación de prácticas de conservación de suelos en la cuenca del río Pensativo.

RIEGO Y DRENAJE

ANALISIS SINOPTICO DEL REGIMEN DE VIENTOS Y SU RELACION CON LA UNIFORMIDAD DEL RIEGO POR ASPERSION. ESTUDIO DE CASO: ESTACION LABOR OVALLE QUETZALTENANGO



Mario Roberto Bautista Godinez (*)
Ing. Agr. Msc. Rolando Lara Alencio (**)
Ing. Agr. Msc. Otto Castro Loarca (***)

RESUMEN

A cada localidad se le puede asignar un régimen normal, bien definido de cada elemento meteorológico, respaldado por registros confiables de datos.

El comportamiento del viento tiene varias implicaciones en las actividades productivas, especialmente en la agricultura y en particular en la operación del riego por aspersión.

El objetivo de la presente investigación fue caracterizar el comportamiento de la velocidad y dirección del viento para el Valle de Quetzaltenango y su relación con la uniformidad del riego por aspersión.

Primeramente se analizaron 42,964 datos de viento, correspondiente a los meses de noviembre a mayo, del período 1984 a 1992 a nivel horario. Posteriormente se realizaron 21 pruebas de campo que permitieron relacionar la velocidad del viento y la uniformidad de Christiansen. En estas pruebas, se usaron aspersores de mediana presión (35 psi) por ser estos los de mayor uso en el valle de Quetzaltenango.

Como producto del análisis de vientos se elaboraron 91 rosetas de vientos que permiten visualizar conjuntamente el comportamiento de la dirección y velocidad del viento horario durante la temporada de riego. Así también se identificaron las horas no adecuadas para riego, con base en el umbral de velocidad de 12 km/h, estando comprendidas de 13:00 hrs. a 16:00 hrs.

La relación velocidad de viento y la uniformidad del riego por aspersión tiende a ser tipo lineal negativo, esto es, a medida que la velocidad del viento se incrementa el coeficiente de uniformidad tiende a disminuir.

Se recomienda regar en horas de la mañana y evitar principalmente las comprendidas de 13:00 hrs. a 14:00 hrs.

Para las condiciones del valle de Quetzaltenango, cuando se riega con velocidad de viento superiores a los 8 km/h, se deberá de posicionar los aspersores, de tal manera que permitan compensar los arrastres del agua de riego por efecto de dirección predominante del viento.

(*) del Trabajo de Tesis.

(**) Ing. Agr. M Sc. Asesor.

1. INTRODUCCION

A cada localidad se le puede asignar un régimen normal bien definido de cada elemento meteorológico, respaldado por registros confiables de datos.

El Clima de una localidad esta determinado en gran parte por el régimen de vientos (9), el cual a su vez tiene su origen a nivel local, debido al calentamiento diferencial del suelo y a su nivel de macroescala, por la circulación general de la atmósfera.

En el presente trabajo de investigación se logró primeramente caracterizar el comportamiento histórico del viento a nivel horario en el valle de Quetzaltenango, generándose información gráfica que podrá usarse para la planificación y operación de diversas actividades agrícolas, tales como el diseño y operación de proyectos de riego por aspersión, diseño de invernaderos, programación de actividades de aplicación de pesticidas (horas más adecuadas para asperjar), etc. Posteriormente se estableció cuantitativamente el efecto que tiene el viento en la uniformidad del riego por aspersión, para las condiciones particulares del valle de Quetzaltenango, mediante pruebas realizadas en el proyecto de riego La Libertad contiguo a la estación experimental ICTA-Labor Ovalle, Quetzaltenango.

2. REVISION LITERARIA

2.1 Dirección y velocidad del viento

En meteorología, el viento se define como "aire en movimiento horizontal", entendiéndose que si tienen una componente vertical se prescinde de ella. (9)

El viento se representa por un vector plano, de módulo proporcional a la velocidad y dirigido hacia el punto del horizonte hacia donde va. Sin embargo, en la práctica meteorológica tradicional, se llama dirección del viento al punto del horizonte de donde vienen por ser éste, el punto hacia donde señala la punta de la veleta (9).

Para medir la velocidad están en uso tres unidades: m/s., km/h y el nudo. En lugar de la velocidad, se puede usar la llamada fuerza del viento, pues es una presión, o sea la fuerza ejercida sobre una superficie plana normal a la dirección, que suele medirse en kilopondio sobre metro cuadrado (kp/m^2). Cuando no se dispone de anemómetro y se acude a una simple estimación, se aplica la escala de Beaufort, de 12 grados, que no es una medida sino una graduación. En la práctica climatológica se da preferencia a la velocidad. (4)

La dirección se determina por el azimut del punto de donde viene el viento, pero como esta magnitud no está definida con suficiente precisión, se suele referir al punto más próximo de la rosa náutica. En climatología la Rosa Náutica se sigue empleando. (9)

2.2 Condiciones de medición del viento

De Fina y Ravelo (4), indican que el flujo del aire está sujeto a innumerables perturbaciones producidas por los obstáculos que se ve obligado a superar y por el rozamiento con el suelo. De aquí resulta la estructura turbulenta del flujo, que se manifiesta en la rafagosidad o fluctuación desordenada, tanto de la velocidad como de la dirección.

El viento, referido a la altura normal de 10 m, se califica de viento junto al suelo, del mismo modo que se toma como temperatura junto al suelo la medida a 1.5 m. .

2.3. Influencia del viento en el riego por aspersión

El viento distorsiona el patrón de distribución del agua surtida por la boquilla de

aspersores. El valor de la distorsión depende de la velocidad del viento y del tamaño de las gotas de agua. Altos valores en la velocidad del viento y pequeño tamaño de las gotas de agua, causan más distorsión en el patrón de distribución del agua cuando se comparan los patrones obtenidos bajo condiciones de no viento. La distorsión por el viento puede contrarrestarse cerrando el espaciado de aspersores sobre el lateral y la distancia entre laterales (3).

2.4. Uniformidad del sistema

La uniformidad de aplicación es un indicador de la buena distribución del agua por los aspersores sobre el suelo; para ello se tienen varios coeficientes a través de los cuales puede conocerse la uniformidad de aplicación. Entre tales está el coeficiente de Christiansen.

El coeficiente más comúnmente usado para medir la uniformidad de distribución, es el coeficiente sugerido por Christiansen (1,942) el que está dado por:

$$C_u = 100\{1 - x/nd\}$$

donde: x = desvío de cada una de las observaciones con respecto a la media d .
 n = número de observaciones.

Sandoval (11), indica que un C_u de 0.8 o mayor se considera adecuado para regar por aspersión. Un C_u de 1.0 indica una distribución perfecta del agua en todo el campo. Añade que irregular distribución de la humedad conduce a cultivos heterogéneos en su crecimiento y por consiguiente en la producción.

J. Faci y A. Bercero (5), han analizado numerosos trabajos realizados en las últimas décadas, mostrando que el viento durante el riego es uno de los factores que más influyen en el comportamiento de los sistemas de aspersión.

Generalmente cuando el riego por aspersión se efectúa en condiciones de viento, se produce un descenso de la uniformidad de aplicación del riego en la parcela y un aumento de las pérdidas por evaporación y arrastre de las gotas de agua por el viento, lo cual puede reducir sensiblemente la dosis de riego realmente aplicada en el terreno.

Faci J. y Bercero A. (1,991), en evaluaciones realizadas en 1,988 y 1,989 confirman la fuerte incidencia de la velocidad del viento en la uniformidad de distribución del riego en los sistemas de aspersión. Dichos investigadores reportan resultados de un conjunto de evaluaciones realizadas con aspersor único, encontrando un valor umbral de 15.5 km/h a partir del cual se produce un descenso acusado de la uniformidad del riego. Del estudio de la frecuencia de los vientos realizado por los mismos autores en Zaragoza, España, se dedujo que, en el 34% de las observaciones, la velocidad del viento corregido a 2 m. de altura superó este umbral de 15.5 km./h. Estos resultados reportados ponen en evidencia el efecto notable del viento en la uniformidad del riego por aspersión, por lo que, este factor debe ser tomado en cuenta en el diseño y manejo de estos sistemas de riego en las condiciones particulares.

Hart, citado por CIDIAT (10), estudió el efecto de la velocidad del viento en el coeficiente de uniformidad, con relación a la presión de ejercicio del aspersor. Dichos ensayos muestran que, el C_u disminuye a medida que crece la velocidad del viento y que para igual velocidad del viento, el C_u aumenta con la presión de ejercicio del regador, también determinaron que el C_u , aumenta con la altura del regador, a pesar que también aumentan las pérdidas por evaporación.

3. MATERIALES Y METODOS

1. Análisis gráfico del comportamiento histórico del viento.

El estudio de velocidad y dirección del viento se realizó a partir de datos horarios del viento medido a 10 metros de altura sobre el suelo en la estación sinóptica meteorológica - INSIVUMEH- Labor Ovalle, Olinstepeque, Quetzaltenango.

Se utilizaron datos horarios de velocidad y dirección del viento en el período de noviembre de 1,984 a mayo de 1,992, que representa un total de 42,964 datos.

Con los datos horarios, se elaboró para cada mes y hora, un gráfico de presentación conjunta de las distribuciones de frecuencia de la fuerza y dirección en un mismo diagrama, mediante el siguiente procedimiento:

- a) La velocidad del viento (en km/h.) se agrupó en 5 clases, mientras que la dirección se distribuyó en 8 clases correspondientes a los ocho puntos de la brújula.
- b) La velocidad del viento medida a 10m se transformó a velocidad del viento a 2m. de altura mediante la fórmula de HELMAN, basada ésta en el comportamiento logarítmico de la velocidad del viento en los primeros 10m. de altura

$$V_{2m} = V_{10m} [0.233 + 0.656 \log (H + 4.75)]$$

donde H = altura en m.

2. Análisis de relación entre velocidad del viento y uniformidad del riego por aspersión.

Localización de las pruebas

Las pruebas se realizaron en el proyecto de riego con aprovechamiento de aguas subterráneas La Libertad, ubicado en el cantón La Libertad, Quetzaltenango, a 8 km del centro de la ciudad de Quetzaltenango, contiguo a la estación sinóptica meteorológica "Labor Ovalle-INSIVUMEH-".

En este proyecto, la distribución del agua en cada parcela es bajo el sistema de aspersión, mediante el siguiente diseño:

- Diámetro de la boquilla: 9/64"
- Radio de cobertura: 39 pies
- Presión de operación: 35 psi
- Porcentaje de traslape: 50%
- Área efectiva por posición: 141 m²
- Eficiencia de riego: 70%

El área de riego que abarca el proyecto es de 5.72 Ha. (129.7 cds. de 21x21 m) para 42 usuarios. La extracción del agua se realiza utilizando una bomba sumergible accionada por energía eléctrica, con una potencia de 60 HP. para extraer e impulsar un caudal de 340 gpm.

Selección y descripción de aspersores

a) **Número de aspersores:**

Estas pruebas se realizaron utilizando aspersor único (3), tomando en cuenta que no se pretende evaluar en sí un sistema de riego sino específicamente el efecto del viento en la uniformidad del riego.

b) **Selección del aspersor:**

Se utilizó el tipo de aspersor actualmente en uso por los usuarios del proyecto: Rointrol st, 9/64" y 35 psi, clasificado como "de mediana presión".

6.2.3 Instalación de las pruebas

a) **Localización e instalación del aspersor**

El aspersor se ubicó en un área con vegetación que no sobrepasó la altura de los recipientes utilizados. El terreno es de topografía plana.

El sitio se localizó de tal manera que hubiese una distancia despejada mínima hacia viento arriba del área patrón de 6 veces la altura del cualquier rompeviento (3).

El centro de la boquilla principal del aspersor estuvo a 0.6 m. arriba de la elevación promedio de los bordes superiores de los cuatro colectores más pequeños.

b) **Descripción y localización de colectores.**

Se uso un patrón cuadrículado o un arreglo en cuadrícula de colectores, siendo de tres metros el espaciamiento entre colectores. El aspersor se ubicó en el centro de la cuadrícula (al centro de cuatro colectores adyacentes). El área de mojado del tipo de aspersor utilizado es de 452 metros cuadrados, requiriéndose un total de 50 recipientes, con una capacidad volumétrica de 3.20 litros.

c) **Duración y número de pruebas**

Se realizaron pruebas en un período de tiempo de 70 días, durante el cual se cubrió un rango amplio de condiciones de viento (velocidad y dirección). Para lograr lo anterior se realizaron pruebas en distintas horas del día con una duración de 120 minutos cada una, en el rango de 6 de la mañana a 6 de la tarde.

d) **Ubicación del equipo para medición del viento durante las pruebas .**

La velocidad del viento durante el tiempo de las pruebas se midió con un anemómetro portátil totalizador de copas. La dirección del viento se determinó con una veleta sobre la base de 8 puntos de la brújula.

El equipo de medición del viento se ubicó dentro del área despejada, pero fuera del área patrón de mojado del aspersor y a una altura de 2 metros.

Se realizaron las mediciones de velocidad y dirección del viento a intervalos de 15 minutos.

La dirección se indica de acuerdo a la rosa de los vientos (3)

Presión del aspersor

La presión en la boquilla se define como la presión hidrostática medida con un tubo de pitot en la vena contraída del chorro de la boquilla. La presión hidrostática se midió con un manómetro con tubo de pitot incorporado.

Análisis de la información

- a) Se determinó el coeficiente de uniformidad de Christiansen mediante metodología de simulación, basada ésta en obtener la pluviometría de un cuadrante de mojado simulando operación simultánea de 4 aspersores, con base en pluviometría de aspersor único.
- b) Las relaciones entre el coeficiente de uniformidad de Christiansen (C_u) y la velocidad del viento (u), se estableció mediante análisis tabular y gráfico.
- c) Con la información de pluviometría del aspersor obtenida bajo distintas condiciones de viento, se estableció el distanciamiento más adecuado que permita un C_u igual o mayor de 70%.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Viento en la estación sinóptica-meteorológica Labor Ovalle

La figura 1 presenta la distribución frecuencial a nivel mensual de las intensidades de viento de calma y débil { ≤ 11 km/h. } y de moderado a muy fuerte { ≥ 12 km/h. }, siendo los meses de diciembre, marzo y abril en los cuales ocurren con mayor frecuencia vientos que igualan o superan el umbral de moderado a muy fuerte.

La figura 2 representa la frecuencia acumulada de las distintas velocidades de viento durante el período de noviembre a mayo; se observa que un 25 por ciento de las observaciones igualan o superan los 12 km/h., mientras que un 75 por ciento se encuentran a nivel de viento en calma o débil.

La figura 3 representa el comportamiento frecuencial de la velocidad del viento igual o mayor a 12 km/h., a nivel horario. Puede observarse que a partir del medio día (12 hrs.) la frecuencia del viento a la velocidad considerada tiende a incrementarse alcanzando las máximas frecuencias de 13 hrs. a 15 hrs.

Se observa que en los meses de marzo y abril se presentan las máximas frecuencias de viento superior a 12 km/h., { hasta 70% }, por lo que el funcionamiento de aspersores durante estos meses y horas resulta contraproducente.

En el mes de mayo, la velocidad del viento tiende a disminuir en relación a los meses anteriores.

La figura 4 representa, a nivel mensual, la frecuencia de las direcciones del viento en las cuales se aprecian las direcciones predominantes. De noviembre a enero predominan vientos de dirección este y en menor porcentaje las direcciones norte y sur.

Este régimen direccional es debido al efecto orográfico que ejerce la cuenca del Motagua al modificar la dirección de los vientos alisios de dirección nor-este a este. Así también en las primeras horas de la tarde, el valle de Quetzaltenango es influenciado por corrientes de vientos de baja presión, provenientes del pacífico y de dirección sur.

De febrero a mayo es predominante la dirección sur, presentándose con mayor frecuencia en los meses de marzo a abril, siendo esta la razón de ocurrencia del fenómeno de bruma (vapor de agua y sales en suspensión) durante estos meses en el valle de Quetzaltenango.

2. Relación entre uniformidad del riego por aspersión y la velocidad del viento.

La tabla 1 contiene los resultados de 21 pruebas de evaluación realizadas a nivel de campo, que relaciona velocidad del viento y uniformidad del riego por aspersión. Como referencia se presenta para cada prueba el comportamiento de la presión de operación y caudal del aspersor; teniendo para el conjunto de presiones un coeficiente de variación de 15.9%, mientras que para el caudal de 17.4%, considerándose permisibles dentro de los rangos de variabilidad.

Se aplicó el coeficiente de uniformidad de Christiansen (CU) para un marco de arreglo de aspersores de 12x12 metros, exigiéndose en cada prueba un CU mayor o igual al 70%. Cuando este valor de CU no se alcanzó con el marco señalado, se calculó el CU con los marcos de 12x9m y 9x9m. se aprecia en la mencionada tabla que bajo condiciones de viento igual a mayor de 10.5 km/h. fue necesario adoptar espaciamientos más cerrados para obtener un CU adecuado.

En la figura 5 se representa, en diagrama de dispersión, el coeficiente de uniformidad de Christiansen en porcentaje (eje de las y) y la velocidad del viento en km/h. (eje de las x). Se observa que el diagrama tiende a un comportamiento lineal negativo, esto es, a medida que la velocidad del viento se incrementa, la uniformidad del riego disminuye.

La función matemática, obtenida utilizando el software estadístico microstat, que representa la anterior relación es de la forma:

$$y = -2.95x + 92.01$$

donde x: velocidad del viento en km/hora
 y: coeficiente de uniformidad de Christiansen en porcentaje
 con un r de 0.8.

Con base en la función lineal establecida, se deduce que a partir de 7.5 km/h. en la velocidad del viento, el CU tiene a ser menor del 70%, siendo necesario, si se quiere mantener un CU adecuado, cerrar el espaciamiento entre aspersores, pudiendo ser 12x9 m. ó 9x9 m.

5. CONCLUSIONES

1. Durante los meses de noviembre a mayo, la velocidad del viento en las estación Labor Ovalle, Quetzaltenango, alcanza valores mayores de 12 km/hora con una frecuencia relativa del 25%, siendo a partir de este valor umbral en el cual la uniformidad del riego por aspersión tiende a disminuir drásticamente.

2. Tomando en cuenta el umbral en velocidad viento de 12 km.hora y frecuencia del mismo del 35%, las horas del día no adecuadas para riego están comprendidas en los siguientes intervalos:

Noviembre: 13,14 y 15 horas.
 Diciembre: 13, 14, 15 y 16 horas.
 Enero: 13, 14, 15 y 16 horas.
 Febrero: 13, 14, 15 y 16 horas.
 Marzo: 13, 14, 15, 16 y 17 horas.
 Abril: 13, 14, 15 y 16 horas.
 Mayo: 15 horas.

3. La dirección predominante del viento durante los meses de noviembre a mayo varia de acuerdo con la influencia y comportamiento de las corrientes regionales y orografía:

- En los meses de noviembre, diciembre y enero predomina la dirección "este" y en menor frecuencia las direcciones "norte" y "sur".
- En el mes de febrero predominan las direcciones "este" y "sur" y con menor frecuencia "norte".
- En los meses de marzo, abril y mayo predominan las direcciones "sur" y "este" y en menor porcentaje la dirección "norte".

4. La relación entre la velocidad del viento y la distribución del agua, utilizando el coeficiente de uniformidad de Christiansen, tiende a ser tipo lineal negativo, para un sistema de miniriego con aspersor de mediana presión de operación.

5. La uniformidad del riego en el área de traslape de mojadura de aspersores, se incrementa colocando los mismos a menor distancia (12x9m., 9x9m.) bajo condiciones de viento moderado a fuerte.

6. RECOMENDACIONES

1. Ajustar la programación de horarios de riego, evitando regar en horas en las cuales se incrementa la frecuencia de velocidad del viento con intensidades de moderado a fuerte, siendo estas las siguientes:

Noviembre:	de 13:00 a 15:00 hrs.
Diciembre:	de 13:00 a 16:00 hrs.
Enero:	de 13:00 a 16:00 hrs.
Febrero:	de 13:00 a 16:00 hrs.
Marzo	de 13:00 a 17:00 hrs.
Abril:	de 13:00 a 16:00 hrs.
Mayo:	de 13:00 A 15:00 hrs.

2. El Valle de Quetzaltenango al estar influenciado por corrientes depresionarias de dirección sur y régimen de vientos alísios de dirección nor-este, con componentes resultantes del este, es recomendable acomodar los marcos de arreglo de aspersores de tal manera, que permita compensar los arrastres de lluvia esparcida por los aspersores. Por ejemplo si se está operando el riego cuando predomina viento sur, deberá de cerrarse el espaciamiento entre posición de aspersores a lo largo de dicha dirección.

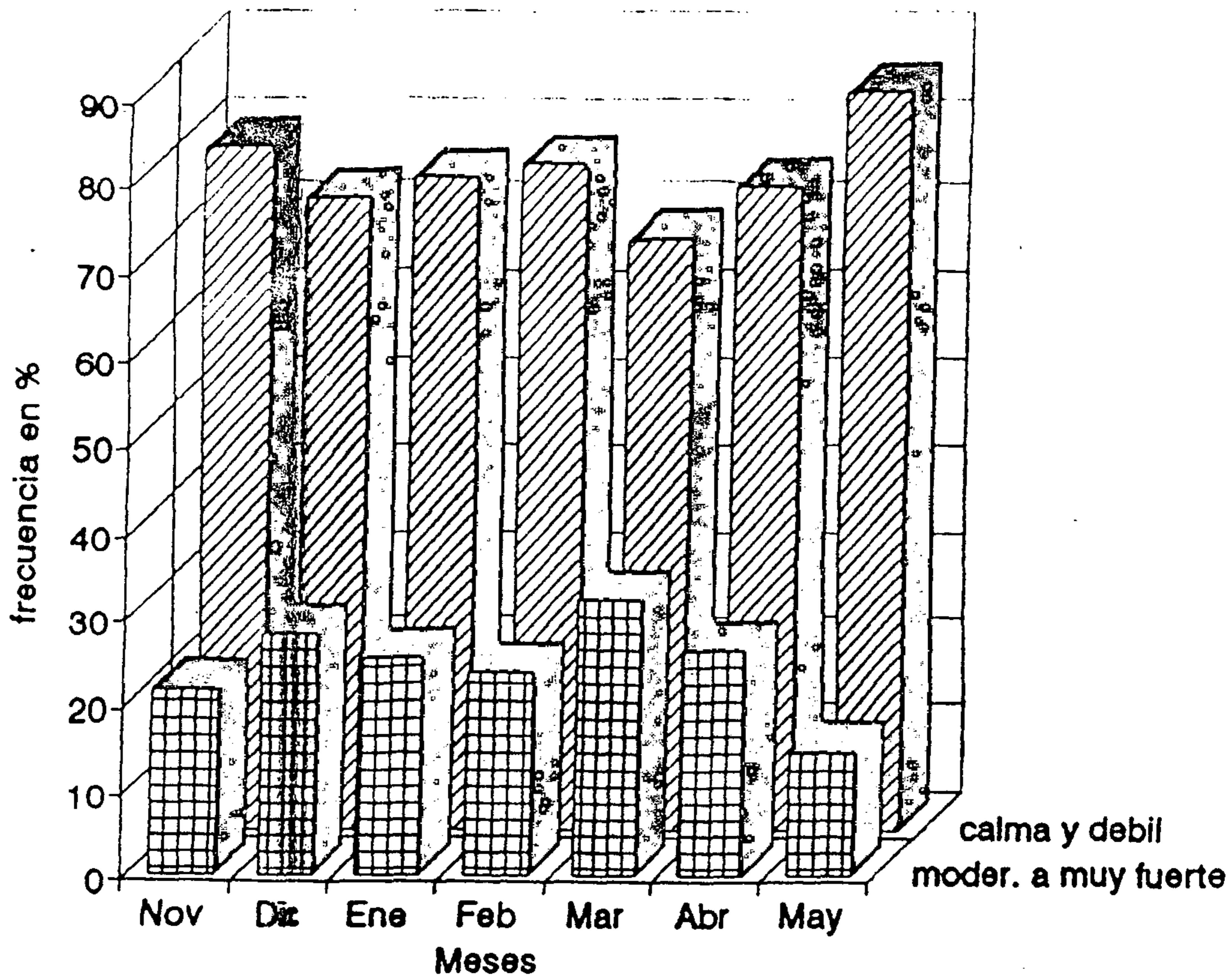
3. Para los sistemas de miniriego que operan actualmente en el valle de Quetzaltenango, cuyas características son de mediana presión de operación (35 psi), se recomienda colocar los aspersores en distancia de 12x12 metros cuando la velocidad del viento es menor de 7.5 km/hora, pero cuando la velocidad del viento tiende a incrementarse a partir de este valor se recomienda colocar los aspersores a menor distancia (12x9m. ó 9x9m.).

7. BIBLIOGRAFIA

1. BUCARO, G. 1981 Agrometeorología. Quetzaltenango, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Occidente. 110p.
2. COMISION DE RIEGO POR ASPERSION (Mex) s.f. Procedimiento para la primera realización de pruebas de distribución de agua producida por aspersores con fines de investigación. México. 10 p.
3. CRUZ J.R. DE LA 1982 Clasificación de las zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42p.

4. DE FINA, L. RAVELO, A. 1979 Climatología y fenología agrícolas. 3 ed Buenos Aires, Argentina, Editorial Universitaria 351 p.
5. FACI, J. BERCERO, A. 1991 Efecto del viento en la uniformidad y en las pérdidas por evaporación y arrastre en el riego por aspersión. Invest. Agr. Prod. Prot. Veg. (España) 6 (2): 263 - 265 p.
6. GARCIA T., G.I. 1984 La caracterización agroclimática y su importancia para el ingeniero agrónomo, aplicado al valle de Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Quetzaltenango, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Carrera de Agronomía 67 p.
7. GLOYNE W., LOMAS J. 1988 Compendio de Apuntes para la formación de personal agrometeorológico de las clases II y III Trad. por Osvaldo Canziani. Ginebra, Suiza, Secretaría de la Organización Meteorológica Mundial. 303p.
8. GUATEMALA INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL 1972. Atlas Geográfico Nacional. Guatemala 11p.
9. JANSA GUARDIOLA , J.M. 1969 Curso de Climatología. Madrid España. Ministerio de transporte, turismo y comunicaciones. Instituto Nacional de Meteorología 445 p.
10. MANUAL DE riego por aspersión 1982 2a. ed. Mérida Venezuela. CIDIAT. 135. p.
11. SANDOVAL I., JORGE 1989 Principios de riego y drenaje. Guatemala Universidad de San Carlos de Guatemala. Facultad de Agronomía. 345 p.
12. SIMMONS. C., TARANO, J.M. PINTO, J.H. 1959 Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala Ed. José de Pineda Ibarra. 1000 p.

FIGURA 1: FRECUENCIA DE LAS INTENSIDADES DEL VIENTO



- FRECUENCIA DE LAS INTENSIDADES DEL VIENTO: CALMA Y DEBIL: MODERADO A MUY FUERTE. A NIVEL MENSUAL EN LABOR OVALLE, QUETZALTENANGO

FIGURA 2: DISTRIBUCION DE FRECUENCIA ACUMULADA DE VELOCIDAD DEL VIENTO MEDIDO A 10m. DE ALTURA.

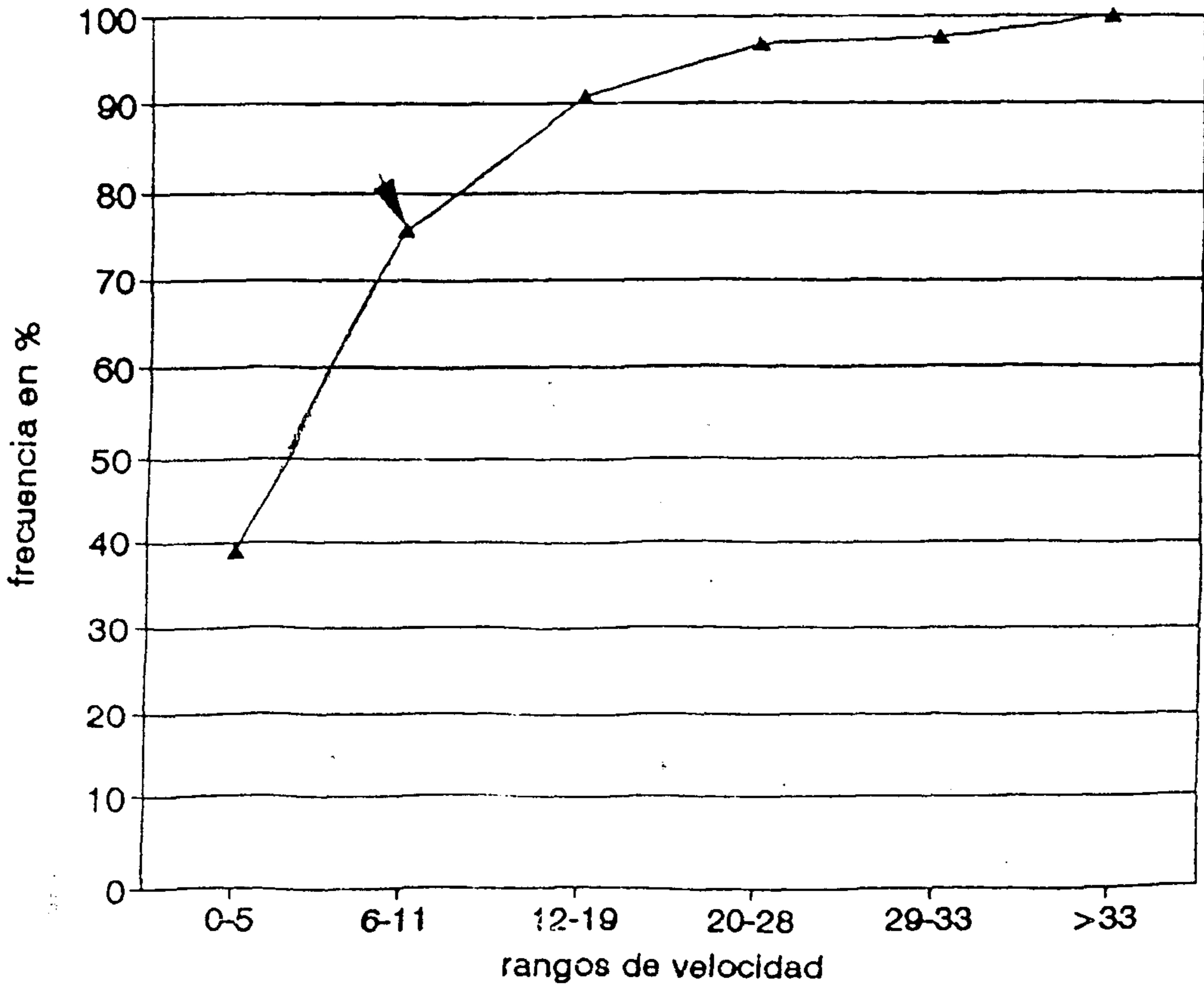


FIG. 2 - DISTRIBUCION DE FRECUENCIA ACUMULADA DE VELOCIDAD DEL VIENTO MEDIDO 10 METROS DE ALTURA. ESTACION LABOR OVALLE, QUETZALTENANGO

FIGURA 3: FRECUENCIA VIENTO > 12 KMS/HORA

LABOR OVALLE

Frecuencia Viento > 12 Kms/hora

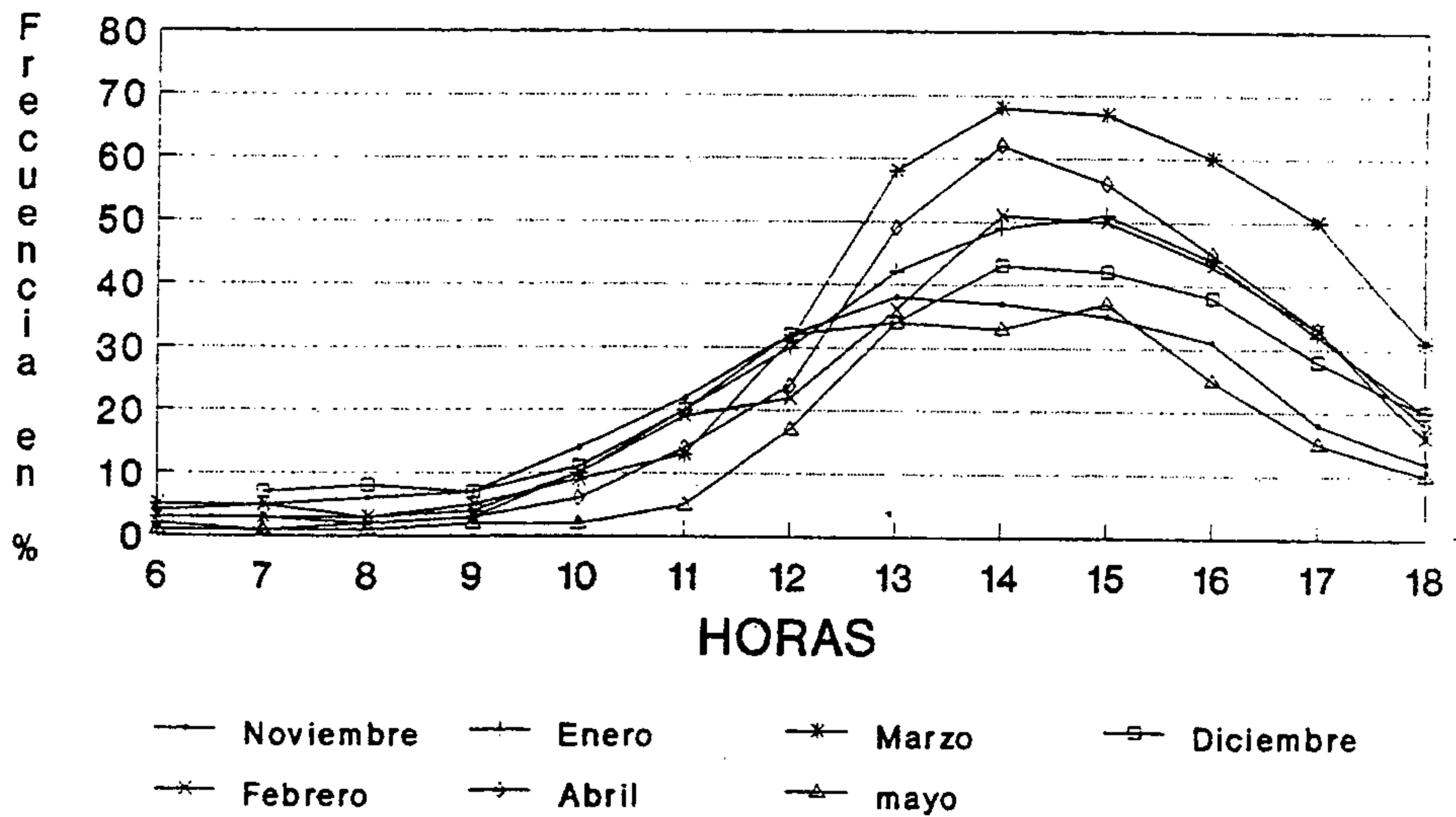


FIGURA 4: FRECUENCIA DE DIRECCION DEL VIENTO

Frecuencia de Dirección del Viento

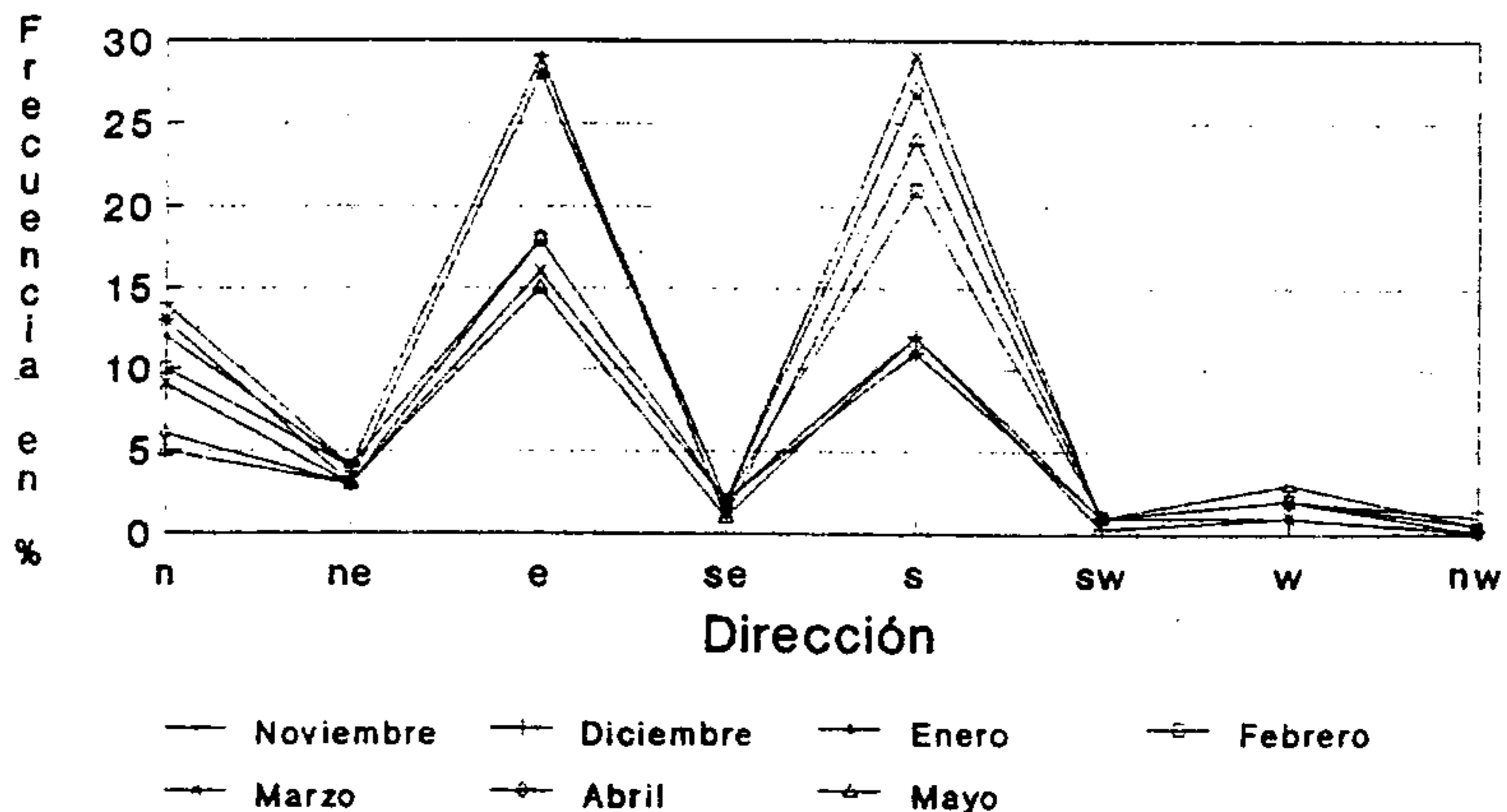


Tabla 1. Resultados de pruebas de uniformidad de distribución del agua de riego, valle de Quetzaltenango.

No. de prueba	Vel. viento (Km./h.)	Presion (PSI)	caudal (9pm)	tiempode duracion (Minutos)	coef. uniformidad de Christiansen (Cu) %		
					12x12 m	12x9 m	9x9 m
1	7.4	41	3	120	83		
2	8	40	3.2	120	73		
3	7.9	34	2.8	120	70		
4	10.5	30	2.4	120	60		73
5	11	30	2.2	120	60		82
6	10.5	31	2	120	60		74
7	9.05	28	2	120	71		
8	15.6	29	2.3	120	36		75
9	13	36	2.8	120	49		79
10	14	42	2.8	120	48		71
11	13	45	3	120	51	84	
12	3	30	2.5	120	86		
13	7	33	2.6	120	79		
14	12.5	28	2	120	61		
15	7	29	1.8	120	74		
16	10.5	29	1.7	120	66		
17	11.7	30	2	120	61		
18	4	40	2.2	120	72		
19	3.9	39	2	120	83		
20	3.5	40	2.5	120	72		
21	4.2	41	2.5	120	70		

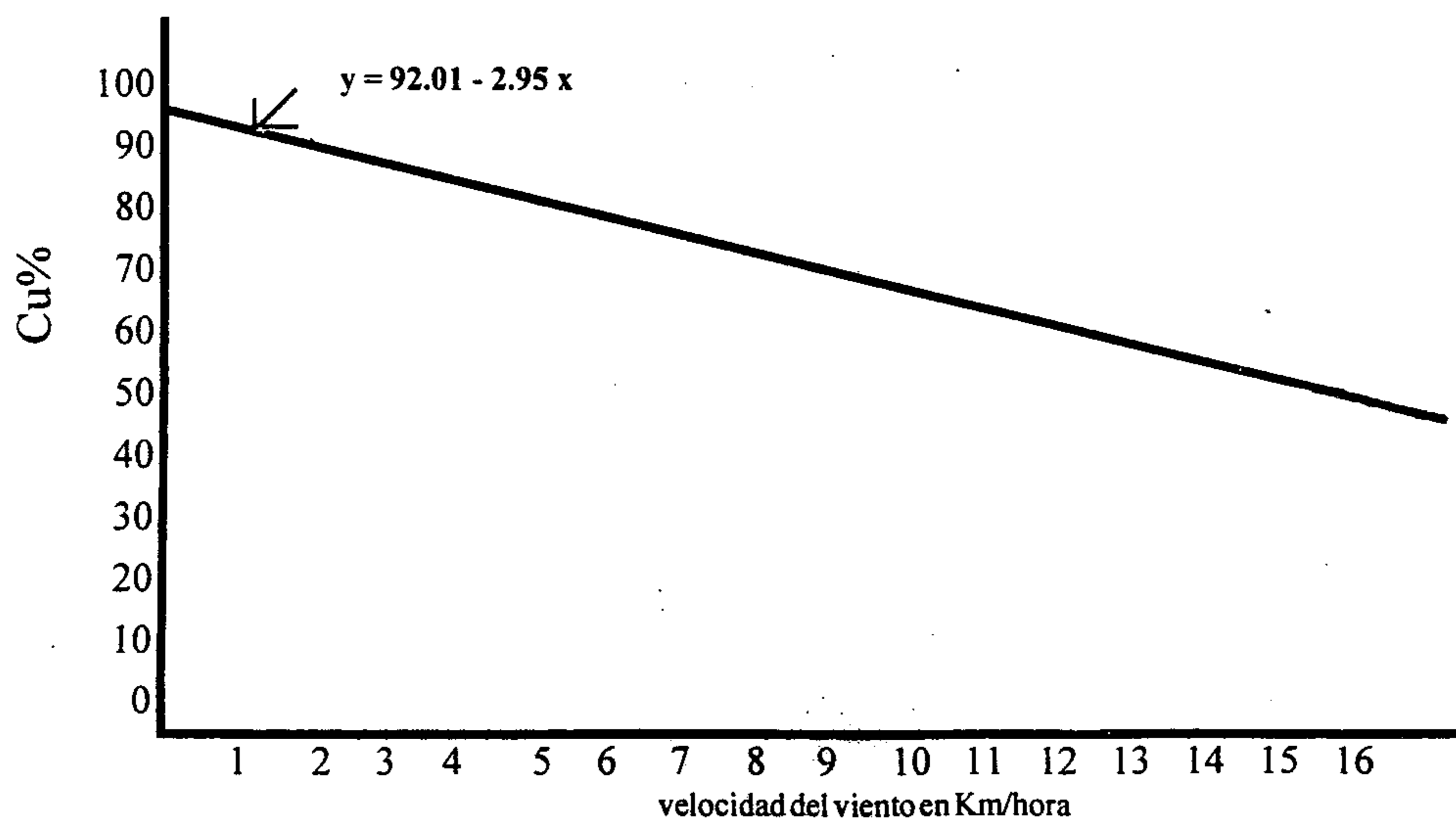


Figura . 5 Comportamiento del Cu de Christiansen bajo distintas velocidades de viento (fuente: Tabla 1)

FERTILIDAD Y FERTILIZACION

DIAGNOSTICO DEL ESTADO NUTRIMENTAL EN PLANTACIONES DE MANZANA (*Pyrus malus L.*) Y MELOCOTON (*Prunus sp.*) EN CINCO DEPARTAMENTOS DEL ALTIPLANO OCCIDENTAL DE GUATEMALA



Erberto Raúl Alfaro Ortiz (*)

José de Jesús Chonay P. (**)

Ovidio Pérez Ixchop (***)

RESUMEN

Como un aporte a la investigación en frutales deciduos del altiplano occidental y ante la *necesidad de contar con información en el renglón de nutrición vegetal, se planteó la realización del "Diagnóstico del estado nutrimental en plantaciones de manzana (Pyrus malus L.) y melocotón (Prunus sp.), en cinco departamentos del altiplano occidental de Guatemala"*.

El objetivo general del trabajo fue conocer el estado nutrimental de las plantaciones de manzana y melocotón, así también determinar la correlación entre los contenidos de nutrimentos del suelo con los de la planta.

En general, la metodología empleada consistió en: Muestrear en mayor número de plantaciones existentes en la región de estudio; que las plantaciones fueran regularmente manejadas. Se muestrearon cuando los árboles tenían frutos tiernos; hojas jóvenes, sanas y sin daños mecánicos.

Las concentraciones de nutrimentos encontrados fueron comparadas con valores estandar que muestran rangos de concentraciones, como: Deficiente, adecuado y alto, definidos para frutales deciduos por el Departamento de Agricultura de la Universidad Estatal de Michigan y por la División de Ciencias Agrícolas de la Universidad de California.

Los resultados obtenidos indican que las plantaciones muestreadas en manzana el 87% son deficientes en K; el 80% son deficientes en Mg. y un 67% deficientes en P. Mientras que en melocotón, el 76% de las plantaciones muestreadas presentó muestreadas deficiencias en N.

(*) Autor del Trabajo de Tesis

(**) Ing. Agr. M.Sc. -Profesor Investigador FAUSAC.

(***) Ing. Agr. M. Sc. - Asesor de Tesis

En la región estudiada, en general, en ninguno de los suelos se encontró que las características químicas cuantificadas se ubican en el rango bajo. Por lo que se considera que en promedio, los contenidos nutrimentos de los distintos suelos se encuentran en niveles adecuados. Además no se encontró correlación significativa entre las concentraciones de nutrimentos evaluados en el suelo, con los contenidos en la planta.

1. INTRODUCCION

El altiplano occidental de Guatemala ocupa un área de 13,500 kilómetros cuadrados, lo que corresponde al 12.5 por ciento del territorio nacional.

En esta zona pueden notarse esfuerzos de instituciones nacionales e internacionales, las que están tratando de mejorar la producción agrícola; sin embargo la investigación del estado nutrimental del suelo, planta y dosis de fertilizante en frutales deciduos, no es suficiente; por lo que en la aplicación de fertilizantes siguen recomendaciones que se han obtenido para otros cultivos, principalmente de granos básicos o recomendaciones que vienen incluidas en paquetes tecnológicos cuya investigación se realizó en otros países.

Los suelos de la zona son derivados de cenizas volcánicas, cuyas principales características son de un alto poder de fijación de fósforo, baja densidad aparente y con alto contenido de materia orgánica. Arévalo (1).

Las concentraciones de nutrimentos que se obtienen con el análisis de tejido, y comparados con los valores críticos citados en la literatura, permiten diagnosticar el estado nutrimental de las plantas en un cultivo (11). El inventario del estado nutrimental de una especie dada, en una zona cualquiera, se denomina levantamiento o diagnóstico nutrimental (11). Esta técnica permite localizar áreas de diferentes grados de suministros de nutrimentos y consecuentemente, orientar la investigación para la generación o mejoramiento de tecnología, sobre el uso y manejo del fertilizante en un cultivo cualquiera.

El presente estudio consistió en realizar un diagnóstico del estado nutrimental de manzana y melocotón en el altiplano occidental de Guatemala, e investigar la correlación de la concentración de nutrimentos del suelo con los contenidos en la planta.

2. REVISION DE LITERATURA

Los procedimientos usados en la evaluación de la fertilidad del suelo para la toma de decisiones sobre la fertilización, son: Síntomas visuales, análisis químico del suelo, análisis químico de tejidos y pruebas biológicas (10, 19).

El objetivo del diagnóstico químico del suelo, es el de evaluar la capacidad de los suelos, a fin de suministrar nutrimentos a la planta, los que permitan conocer el nivel nutricional disponible de la misma. Luego de una adecuada interpretación para diagnosticar deficiencias y/o toxicidades y así formular las prácticas de manejo tendientes a su corrección o al mantenimiento mismo del nivel de fertilidad (15).

En cultivos deciduos, según el Departamento de Agricultura de la Universidad Estatal de Michigan (19), el análisis de suelo provee mecanismos para monitorear el pH del suelo y estimar la cantidad de nutrientes disponibles. Investigaciones al respecto han demostrado que existe una baja relación entre los niveles de nutrientes de la planta de los cultivos perennes y el suelo. Han encontrado frecuentemente que los frutales contienen niveles suficientes de un nutriente, aunque los valores del análisis del suelo sean deficientes o al contrario niveles altos de nutrientes en el suelo no aseguran un suministro al árbol.

Con respecto al análisis foliar, Malavolta (18), dice que un análisis de tejido vegetal puede servir para: a) caracterizar una deficiencia b) Evaluar el estado nutrimental y c) Determinar las necesidades de fertilización.

El análisis químico de la planta, la toma de muestras es parte fundamental para la consecución de resultados, al respecto el Ministerio de Agricultura de España (8), indica que la recolección de muestras de hojas debe ser tomando las hojas de la misma edad y que estén situadas en partes análogas del árbol y en época determinada, de modo que las muestras representen el estado nutritivo del árbol y sean comparables con otros árboles. Beutel et al (3), en frutales deciduos indican que para el análisis foliar se recomiendan hojas maduras de 2 a 5 meses de edad, colectadas en los meses de agosto y septiembre. Barceló (2) menciona que la concentración óptima de un nutriente dado en la hoja depende del papel que juega este elemento en el metabolismo. Los rangos críticos son intervalos de concentración que se asocian con algunas zonas determinadas de la curva, lo cual es resultante de relacionar los rendimientos con la concentración.

En general se conocen las siguientes categorías: Deficiente, baja o marginal, nivel crítico de deficiencia, suficiente o adecuado, alto, nivel crítico de toxicidad y tóxico.

Trabajos con niveles de concentraciones de nutrimentos en hojas, realizados por el Departamento de Agricultura de la Universidad Estatal de Michigan (19) y la División Agrícola de la Universidad de California se presentan en el cuadro 1. Por otro lado, Malavolta (18) llevó a cabo en Brasil un diagnóstico foliar en naranja (*Citrus sinensis* L.) con rangos de concentración, los que fueron comparados con tablas ya establecidas.

Cuadro 1 Concentraciones Críticas de nutrimentos en hojas de frutales deciduos

Cultivo	N		K		Ca	Mg	Na	Cl	B			Zn
	Defi.	Adec.	Defi.	Adec.	Adecuado		Exesivo		Defi.	Adec.	Exc	Adecuado
	%	%	%	%	%	%	%	%	ppm	ppm	ppm	ppm
Manzana	1.9	2.2-2.4	1.0	1.2	1.0	0.25	—	0.3	20	25-70	100	18
Melocotón	2.3	2.4-3.3	1.0	1.2	1.0	0.25	0.20	0.3	18	20-80	100	24

El nivel crítico para el fósforo (P), está entre 0.1%-0.3% para el cobre (Cu), está arriba de 4 ppm; para el Manganeso (Mn), está arriba de 20 ppm.
Fuente: Beutel et al (3).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización y descripción del área de trabajo

3.1.1 Localización

El diagnóstico nutrimental se realizó en 14 municipios ubicados en 5 departamentos del altiplano occidental del país. Los municipios considerados en el presente estudio, fueron seleccionados de aquellos lugares donde se encuentran plantaciones de frutales deciduos, en los cuales se seleccionaron aquellas plantaciones que contaban básicamente con un número no menor de 30 árboles.

Las comunidades, municipios y departamentos que se incluyeron dentro del área de estudio, se ubican dentro de las latitudes que van de 14° 49'49" a 15° 37'23" norte y las longitudes de 91° 05'58" a 91°50'48" oeste con alturas sobre el nivel del mar que van de los 2,000 a los 2,670 metros, según el Instituto Geográfico Nacional (IGN), (14).

3.1.2 Características climáticas

Según de la Cruz (6) los municipios que componen el área de estudio, están clasificados en forma general dentro de las zonas de vida de la manera siguiente: Chiantla y Chichicastenango contienen Bosque húmedo montano bajo subtropical; con temperaturas que van desde los 15 a 23° y una precipitación pluvial media anual del 1,344 mm.

Los municipios de Comitancillo, Tejutla, Río Blanco, Salcajá, Cantel, Cabricán, Huitán, Olinstepeque, San Juan Ostuncalco, Quetzaltenango, Solola, Totonicapán, San Cristobal y San Juan Ixcoy se encuentran clasificados como Zona de Bosque muy húmedo montano bajo subtropical; con temperaturas que van de 12.5 a 18.6°C y una precipitación pluvial media anual igual a 2,700 mm.

3.1.3 Condiciones edáficas generales

A efecto de facilitar el estudio de los distintos suelos contenidos en la región de estudio, se formaron un total de cuatro grupos en base a las características de las series de suelos de Simmons et al (23). Cada grupo fue formado por una o mas series de suelos, los que en su mayoría presentaban en su mayoría características comunes, de tal manera que los grupos quedaron de la siguiente manera:

En el grupo I se incluye la serie de suelos Quetzaltenango y están comprendidos los municipios de: Quetzaltenango, Cantel, Salcajá, Olinstepeque, San Cristobal Totonicapán y parte de San Juan Ostuncalco.

En el Grupo II se incluyen las series de suelos: Quiché, Sinaché y Camanchá; se encuentran comprendidos los municipios de: Huitán, Río Blanco, Cabricán y Chichicastenango.

El grupo III se incluyen las series de suelos Totonicapán, Patzité y están comprendidos los siguientes municipios: Totonicapán, Comitancillo y Tejutla.

En el grupo IV se incluyen las series de suelos Ixcánac, Toquía y están comprendidos los siguientes municipios: San Juan Ixcoy y Chiantla.

3.2 Aspectos tecnológicos utilizados en el altiplano occidental para el cultivo de frutales decíduos

De las prácticas de manejo que realizan en la zona el 81% de fruticultores hace uso de fertilizantes químicos; un 56% fertiliza una vez por año y el 44% lo hace dos o más veces al año; un 66% acostumbra a fertilizar al inicio de la fructificación entre los meses de mayo a julio. La urea es el fertilizante más utilizado en un 95%; seguido del triple 15, con un 72% y únicamente un 28% usa la fórmula 20-20-0.

En el cuadro 2 aparecen las variedades de manzana y de melocotón con mayor presencia, los porcentajes de tamaño de fruta mas cosechada y la variedad reportada.

Cuadro 2. Variedades y tamaño de fruta de los cultivos considerados en la zona de estudio

Variedades de manzana y melocoton	% de Cultivo	% de tamaño de fruta		
		Grande	Mediana	Pequeña
Jonathan	25	33	36	31
Winther banana	23	34	37	29
Red delicious	17	28	51	21
Juárez	14	36	39	25
Welthy	10	39	39	22
Ana	6	32	38	30
Salcajá (Mlocotón)	90	40	45	15

Fuente: Datos obtenidos mediante la boleta que aparece en el anexo.

3.3 Metodología de Muestreo:

Para la toma de muestras de suelo se consideró la metodología que sigue el laboratorio de suelos del ICTA, que es básicamente la técnica propuesta por Fitts (13); mientras que para la toma de muestras de hojas se siguió principalmente la metodología utilizada por la división de ciencias agrícolas de la Universidad de California, EEUU. (3).

3.3.1 Toma y manejo de mas muestras de suelo:

Para la toma y manejo de las muestras de suelo se siguió la técnica propuesta por Fitts (13); que consiste en utilizar una pala o un machete para obtener la muestra, cortando trozos verticales de suelo de aproximadamente tres centímetros. Cada muestra compuesta fue representativa del sitio seleccionado y se identificó con el nombre del fruticultor, el cultivo, la variedad y la localidad.

Se muestrearon 72 sitios, lo que corresponde al número de sitios de muestra de manzana y melocotón. Se tomó una muestra compuesta de cada una de las plantaciones. Finalmente las muestras fueron secadas al aire y a la sombra, y tamizadas a 2 mm. de diámetro, previo a ser sometidas al análisis químico.

Cuadro 3. Características químicas de los suelos que fueron determinados muestreados a una profundidad de 0-25 centímetros y sus respectivos métodos de análisis utilizados

Características	Método	Referencia
Materia Orgánica (%)	Por el método de Walkey -Black	Sais del Rio (22)
pH 1:2.5 (Suelo: agua)	Potenciómetro	Díaz-Hunter (7)
P disponible (ppm)	(H ₂ SO ₅ 0.25N + HCl 0.05N)	Jackson (17)
K disponible (ppm)	(H ₂ SO ₅ 0.25N + HCl 0.05N)	Jackson (17)
Ca disponible (ppm)	(H ₂ SO ₅ 0.25N + HCl 0.05N)	Jackson (17)
Mg. disponible	(H ₂ SO ₅ 0.025N + HCl 0.05N)	Jackson (17)
Micronutrientes aprovechables (ppm) Fe, Mn, Zn, Cu,	(HCl 0.1N) (Acido clorhídrico)	Jackson (17)
Cationes Intercambiables (meq/100 g) (K, Ca, Mg, Na)	Acetato de Amonio 1N., pH 7.0	Chapman (5)

3.3. 2 Toma y manejo de las muestras de plantas.

El muestreo de plantas se llevó a cabo en los 72 sitios que fueron seleccionados, en base al inventario de frutales decíduos del programa de frutales del ICTA región VI.

Las plantaciones que se muestrearon fueron aquellas que han recibido manejo por parte del fruticultor; con un mínimo de 30 árboles a una área de 2 1/2 cuerdas de 441 metros cuadrados cada una.

El muestreo se llevó a cabo a finales del mes de agosto y a principios de septiembre, a fin de obtener una muestra compuesta se tomaron al azar 10 hojas por árbol de la plantación.

Para cada muestra se tomaron hojas de aproximadamente 3 a 5 meses de edad, ubicadas a la mitad del follaje y a una altura de 1.20 a 1.85 metros sobre la superficie del suelo. Las muestras colectadas fueron depositadas en bolsas de papel kraft e identificadas con el Cuadro 4. Concentración óptima de nutrimentos en hojas de frutales deciduos de Michigan

Cultivo			
Nutriente	Manzanas Peras	Cerezas	Melocotones Albaricoque
N (%)	1.9-2.6	2.5-3.5	3.3-4.5
P (%)	0.16-0.30	0.15-0.30	0.15-0.25
K (%)	1.3-1.5	1.4-2.0	1.4-2.0
Ca. (%)	1.1-1.6	1.2-2.0	1.5-2.5
Mg(%)	0.30-0.50	0.40-0.80	0.30-0.50
B(ppm)	30-50	25-40	30-50
Cu(ppm)	10-20	15-30	10-20
Fe (ppm)	150-250	75-150	75-150
Mn(ppm)	50-80	35-60	50-100
Zn (ppm)	20-40	15-40	20-50

Fuente: Departamento de Agricultura de la Universidad de Michigan (19)

Cuadro 5. Categorías de interpretación de algunas características analíticas de suelo.

DISPONIBLES								
<u>ppm</u>	<u>meq/100g</u>							
	P	K	Ca	Mg	CTI	MO	pH	
Bajo	<12	<120	<4	<1	<12	<2%	<5.5	
Medio	12-30	120-200	4-10	1-3	12-25	2%-6%	5.5-7.5	
Alto	>30	>200	>10	>3	>25	>6	>7.5	
INTERCAMBIALES								
	<u>meq/100g</u>			<u>ppm</u>				
	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Cu	Zn	SB
Bajo	<0.3	<5	<1.3	<20	<10	<3	<6	<50%
Medio	0.3-0.6	5-10	1.3-3	20-32	10-34	3-7	6-10	50-75%
Alto	>0.6	>10	>3	>32	>34	>7	>10	>75%

Fuente: Laboratorios de suelos, FAUSAC, ICTA Y CATIE

nombre del fruticultor, la localidad, el municipio y la especie. Las hojas muestreadas fueron lavadas y secadas a 65-70 grados centígrados, en un horno de temperatura variable y con aire ajustable, modelo FC-572, 4000 W, marca Blue M. electric Co.. Las hojas se molieron en un molino marca Arthur H. Thomas, modelo 5 KH-33, tipo Wiley serie PRA-1/4 HP. y se guardaron en frascos plásticos debidamente identificados.

3.4 Características evaluadas:

De las muestras colectadas se cuantificó la concentración de N, P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn y Zn en la planta y en las muestras de suelos se cuantificó la materia orgánica P, K, Ca, Mg, Fe, Cu, Mn, Zn y pH.

3.4.1 Análisis químico de las muestras de suelo

Las muestras de suelos fueron analizadas con la metodología seguida por el laboratorio de manejo de suelos del ICTA. En el cuadro 3 se presentan los elementos analizados y los métodos utilizados.

3.4.2 Análisis químico de las muestras foliares:

El análisis químico de las muestras foliares se hizo vía combustión seca; se pesaron 0.5 gramos de muestra molida y se incineró en la mufla a una temperatura de 475 grados centígrados. El método para la determinación de cada elemento fue: El N por semicrokjeldahl según Jackson (16). El P con HCl 1N y por colorimetría; mientras que para el resto se preparó el extracto con HCl 1N y su determinación fue con Espectrofotometro de absorción atómica (17).

3.5 Análisis de las variables cuantificadas:

Para la interpretación de los resultados obtenidos del análisis foliar se utilizó, como comparación, los estándares reportados por la Universidad de California y principalmente por la Universidad Estatal de Michigan, que se refieren a los rangos de concentración definidos como: Deficiente, Adecuado y Alto y que se presentan en los cuadros 1-4 Dichos estándares contienen información obtenida de distintos países donde se producen cultivos deciduos, en el caso de los resultados del análisis de suelos se uso la información con que cuenta el ICTA, la USAC y CATIE, la que se presenta en el cuadro 5.

Cuadro 6

Parámetro	Grupo de Suelo			
	I	II	III	IV
pH Agua (1:2.5)	5.97	6.13	6.02	5.71
Mat. Org. (%)	4.17	3.62	4.50	7.75
P(ppm)	41.46	16.78	33.96	12.47
K (meq/100g)	1.32	1.30	1.18	0.92
Ca (meq/100g)	9.14	8.83	9.20	14.59
Mg (meq/100g)	1.86	2.28	1.95	1.35
Fe(ppm)	40.95	39.40	38.58	25.18
Cu (ppm)	3.47	4.24	3.37	9.35
Mn (ppm)	37.66	73.38	56.18	32.75
Zn (ppm)	8.22	10.40	11.71	9.62

Grupo I = 26 muestras; Grupo II = 22 muestras;
Grupo III = 18 muestras; Grupo IV = 6 muestras

Cuadro 7 Distribución de frecuencias (%) de sitios, con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos, en las hojas de plantaciones de manzana (*Pyrus malus* L.), según cuatro grupos de

Parámetro	Grupos de Suelo							
	I		II		III		IV	
	Def.	Adec.	Def.	Adec.	Def.	Adec.	Def.	Adec.
	% de sitios							
N (%)	17	83	23	77	36	64	50	50
P (%)	56	44	82	18	91	9	25	75
K (%)	83	17	95	5	100	0	25	75
Ca (%)	17	83	0	100	0	100	0	100
Mg (%)	61	39	59	49	91	9	100	0
Fe (ppm)	0	100	0	100	0	100	0	100
Cu (ppm)	17	83	0	100	36	64	0	100
Mn (ppm)	22	78	23	77	27	73	50	50
Zn (ppm)	22	78	27	73	45	55	0	100

(*) Grupo I = 18 muestras; Grupo II = 22 muestras;
Grupo III = 11 muestras; Grupo IV = 4 muestras.

3.6 Análisis estadístico

Los resultados de los análisis químicos de las muestras de suelo y planta se presentan de manera descriptiva con los siguientes parámetros: Media y mediana como parámetros de tendencia central, y la desviación estándar como medida de dispersión. Los datos obtenidos del análisis estadístico se presentan en forma de barras para la totalidad de elementos y con histogramas y polígonos de frecuencias para cada elemento según el cultivo.

También a los resultados obtenidos se les hizo un análisis de correlación simple, entre los elementos contenidos en el suelo y con los contenidos en la planta.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Características químicas de los suelos estudiados

En el cuadro 6 se presentan las medias de las características químicas de los cuatro grupos de suelos, correspondientes a la región de estudio. Se observa que en todos los casos el pH es debilmente ácido, de tal manera que se considera adecuado para un normal crecimiento de los frutales deciduos. Por otro lado, la materia orgánica se encuentra en niveles medios en todos los suelos, excepto en el grupo de suelos IV, en donde están comprendidas las localidades de: Las Guayabitas y Las Manzanas en el municipio de Chiantla; las Brisas y San Juan Ixcoy en el municipio de San Juan Ixcoy, todos del departamento de Huehuetenango. En dichos suelos se presentaron contenidos de materia orgánica arriba del 5 por ciento, el cual es considerado alto. El P se encuentra en rangos adecuados a altos en todos los casos.

En relación al K puede considerarse alto en todos los suelos; así mismo para el Ca se observa que los contenidos están en niveles adecuados a altos. En tanto que el Mg se encontró con contenido medios en todos los casos. El Fe al igual que el Mn se ubicaron en el rango medio en el grupo IV, y en el rango alto para los restantes grupos de suelos. Mientras que el Cu se ubicó en el rango alto en el grupo IV, y en el rango medio para los suelos de los restantes tres grupos. Por último el Zn se ubicó en el rango alto en el grupo III, y en el rango medio para el resto de grupos de suelos.

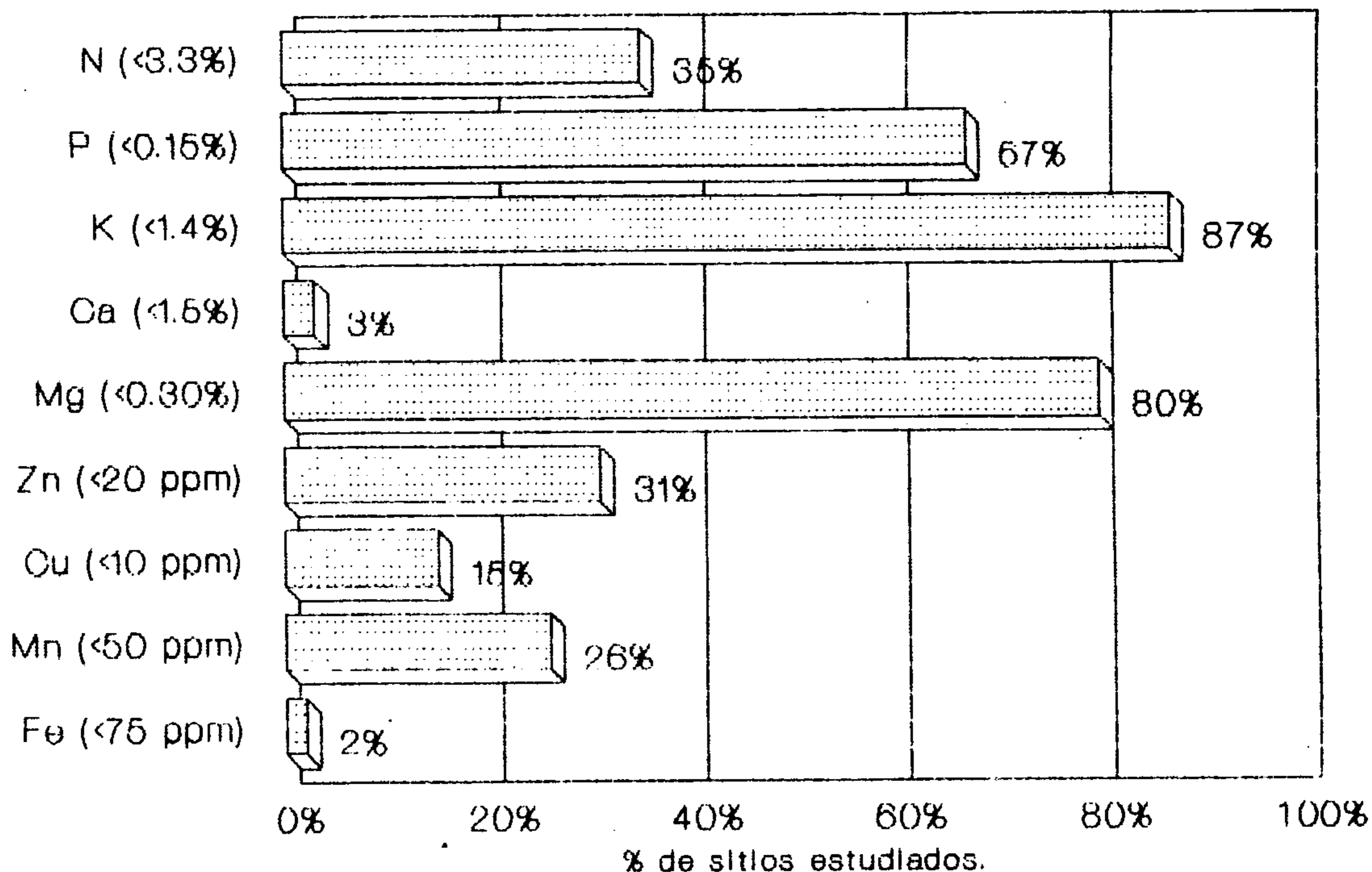


Figura 1. Porcentajes de plantaciones de manzana con deficiencias nutrimentales en el altiplano occidental.

4. 2 Estado nutrimental del cultivo

4.2.1 Estado nutrimental de plantaciones de manzana

En el cuadro 7 se presenta la distribución de frecuencias de los sitios con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos en las hojas, de plantaciones de manzana de los cuatro grupos de suelos muestreados. Se observa que los nutrimentos N, Ca, Fe, Cu, Zn y Mn, se encontraron con concentraciones que se ubicaron en los respectivos rangos, adecuados o suficientes, en más del 70% de los sitios del área con excepción del Zn, que presentó concentraciones adecuadas en el 55% de los sitios del grupo III, y en N y Mn, con concentraciones parecidas en 50% de los sitios del grupo IV. Aquí están comprendidas las localidades de: Las Guayabitas y las Manzanas del municipio de Chiantla, y las Brisas y San Juan Ixcoy, en el municipio de San Juan Ixcoy.

El P, K y Mg, presentaron concentraciones que se ubicaron en los respectivos rangos deficientes, en la mayoría de los sitios de los grupos I, II y III; mientras que en el grupo IV, tanto el P como el K se ubicaron dentro de los rangos adecuados en 75% de los sitios. En el grupo III que corresponde a las series de suelos Totonicapán y Patzité en donde se encuentran incluidos los municipios de Totonicapán en Totonicapán, y Comitancillo y Tejutla en el departamento de San Marcos, es donde se observan los mas altos porcentajes de sitios con deficiencias de P K y Mg, con 91 %, 100% y 91% respectivamente; seguidos de los grupos II con 82% 95% y 59% y el grupo I con 56% 83% y 61% respectivamente. Por otro lado el Mg es el único nutrimento que presentó concentraciones deficientes en el 100% de los sitios del grupo IV, que corresponde a los suelos de las series Toquia e Ixcanaq, en los municipios de

Chiantla y San Juan Ixcoy.

En la figura 1 se resume la magnitud de la problemática nutrimental del cultivo de melocotón a nivel de los cinco departamentos incluidos en el estudio.

En dicha figura se presenta la distribución porcentual de los sitios con el respectivo nutrimento deficiente, en relación a las 17 plantaciones muestreadas.

La situación nutrimental para este cultivo presentó un 76% y 47% de los sitios, con niveles deficientes de N y Mn respectivamente.

En tanto para el resto de nutrimentos los sitios reportaron deficiencias por debajo del 18%; y contrariaente a la situación observada en manzana, ninguno de los sitios presentó deficiencias para K y Mg.

No obstante, que tanto a nivel general como a nivel de grupos de suelos, las concentraciones de P K y Mg, se reportaron adecuadas en la mayoría de los sitios, las concentraciones de dichos nutrimentos fueron deficientes en la planta para la mayoría de sitios.

La deficiencia de P en la planta, no siempre coincidió con las deficiencias de dicho elemento en el suelo; es posible, que en parte ocurra porque el P es uno de los elementos, con más dificultades para ser absorbidos por la planta, esto debido a su alta capacidad de fijación; al respecto Arévalo (1) indica que esto ocurre comunmente en la zona del altiplano occidental. Así mismo Fassbender (12) indica que en este tipo de suelos " La movilización de la materia organica es mas lenta y no permite un adecuado proceso de mineralización, por lo que no se produce una buena liberación de P en la solución del suelo". También puede ser debido a algún factor limitante del aprovechamiento del P soluble presente en la planta, como indican Etchevers et al (11). Así mismo, es posible pensar que en frutales decíduos el análisis químico de P disponible con las metodologías actuales, sea de poco valor en la predicción de la verdadera disponibilidad de P en el suelo; esto es debido a que los frutales tienen otros patrón de distribución de raíces y por que no tienen reservas de nutrimentos para los ciclos subsiguientes.

Lo anteriormente descrito trata de explicar las bajas concentraciones de P en la planta, cuando las concentraciones del mismo en el suelo son adecuadas en la mayoría de sitios de la zona y donde además, el 81% de los fruticultores de dicha zona, hace uso de fórmulas químicas que incluyen aplicaciones de P al suelo, como es el caso de las fórmulas 15-15-15 y 20-20-0.

También en forma general y a nivel de grupos, las concentraciones de K y Mg se encontraron adecuadas en los suelos de la mayoría de los sitios; sin embargo las concentraciones obtenidas mediante el método de análisis químico utilizado para las muestras de hoja, se ubicaron mayormente en el rango considerado deficiente. Al observar estos resultados poco esparados, y para descartar algunas posibilidades de error en la metodología usada, principalmente para K, se práctico un análisis químico via digestión húmeda (HN03-HCl4 5:1) a tres de las muestras en el laboratorio de suelos del CATIE, Costa Rica, y los resultados obtenidos son similares a los aquí discutidos.

Las deficiencias de K y Mg en la hoja se trataron de explicar cuando se trabajaron las relaciones de Ca/Mg, Mg/K y (Ca+Mg)/K. Sin embargo dichas deficiencias, para la mayoría de plantaciones analizadas, no correspondieron a los contenidos en el suelo, ni a desbalances entre los cationes K, Ca y Mg; pues se encontraron plantaciones con altos y/o adecuados contenidos de dichos cationes en el suelo, pero con deficiencias principalmente de K y Mg en la planta o viceversa; plantaciones con bajos contenidos de K, Ca y Mg, en el suelo, presentaron contenidos adecuados de dichos elementos en la planta.

En general, en ninguno de los grupos de suelos se encontró que las medias de las características químicas se ubicaran en el rango considerado bajo. Por lo que a la luz de los resultados obtenidos se considera que en promedio los contenidos nutrimentales de los distintos suelos se encuentran en niveles adecuados y con poca variación a nivel de grupos.

En la figura 1 se resume la magnitud de la problemática nutrimental del cultivo de manzana a nivel de los cinco departamentos incluidos en el estudio.

En dicha figura se presenta la distribución porcentual de los sitios con el respectivo nutrimento deficiente, en relación a las 55 plantaciones muestreadas.

La situación nutrimental para este cultivo presentó un 87%, y un 80% de los sitios con niveles deficientes de K y Mg respectivamente. Mientras que un 67% de los mismos presentaron niveles similares de P; en tanto para el resto de nutrimentos los sitios reportaron deficiencias por debajo del 36%; en donde el N y Zn presentaron los porcentajes más altos de este grupo, con 35% y 31% respectivamente, seguidos del Mn con 26%, el Cu con 15% el Ca con 3% y el Fe con el 2% de deficiencias.

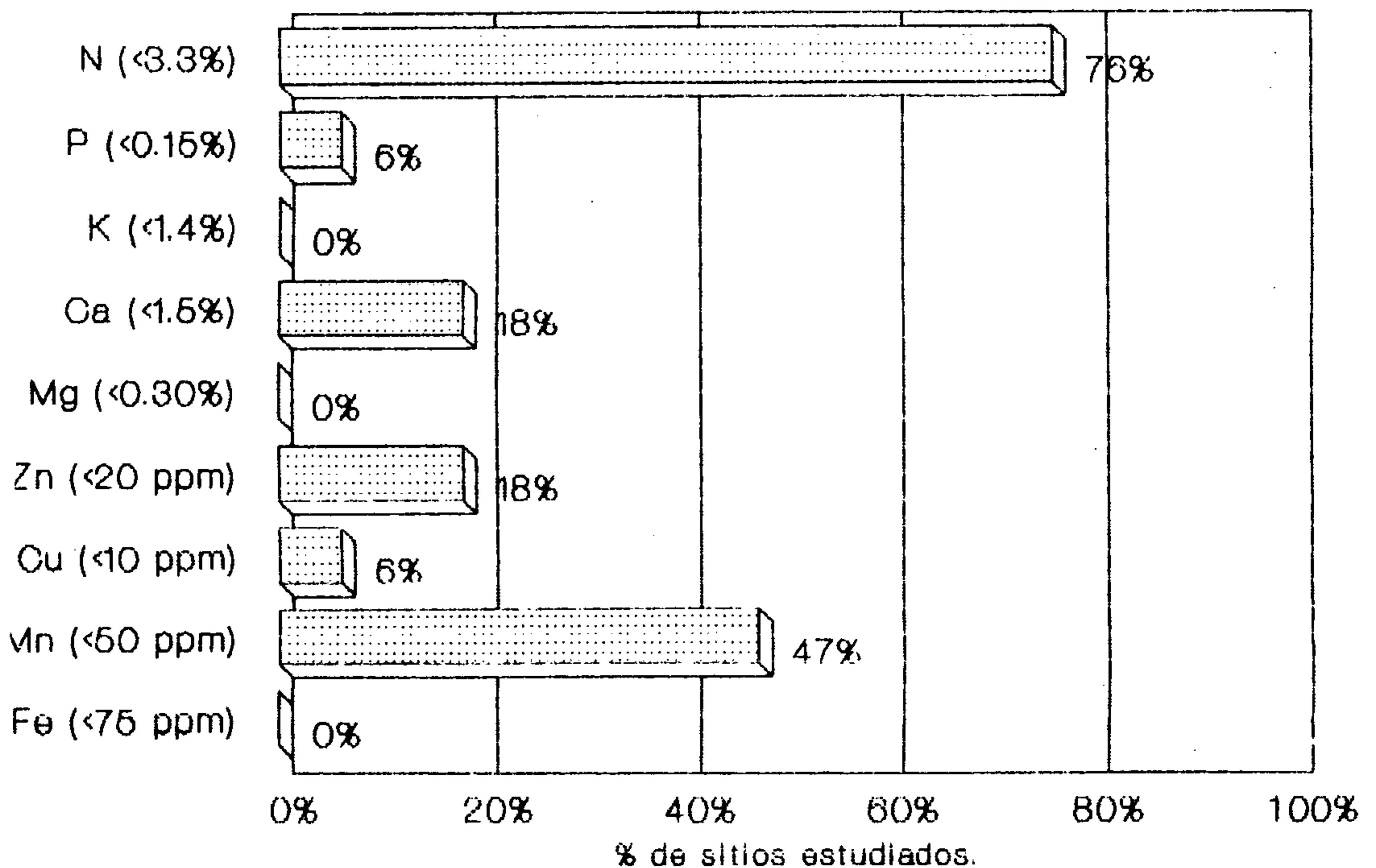


Figura 2 Porcentajes de plantaciones de melocotón con deficiencias nutrimentales en el altiplano occidental

Cuadro 8 Distribución de frecuencias (%) de sitios, con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos, en plantaciones de melocotón (*Prunus sp.*) según tres grupos de suelos

Parámetro	Grupos de Suelo					
	I		II		III	
	Def.	Adec.	Def.	Adec.	Def.	Adec.
% de sitios						
N (%)	100	0	37	63	100	0
P (%)	14	86	12	88	0	100
K (%)	14	86	0	100	0	100
Ca (%)	29	71	12	88	0	100
Mg (%)	14	86	0	100	0	100
Fe (ppm)	0	100	0	100	0	100
Cu (%)	0	100	0	100	0	100
Mn (ppm)	71	29	25	75	50	50
Zn (ppm)	29	71	12	88	0	100

Grupo I = 7 muestras; grupo II = 8 muestras; grupo III = 2 muestras.

Las deficiencias de Mg, puede estar relacionadas con la movilidad que dicho nutrimento presente en la planta; pero también es posible que ocurran por desbalances con otros elementos, como indica el departamento de Agricultura de la Universidad Estatal de Michigan (19), "que aun cuando el K no provoca toxicidades, altos niveles pueden inhibir la absorción de Mg y Ca e inducir deficiencias de esos elementos". Sin embargo, en las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, tales desbalances no pudieron ser confirmados. Aún cuando en los suelos de la zona no se reporto ninguna practica de fertilizacion que involucrara aplicaciones de Mg, las concentraciones encontradas fueron adecuadas, tal como se explicó anteriormente.

De acuerdo con los análisis realizados en esta oportunidad las deficiencias de K no se atribuyen a deficiencias de dicho nutrimento en el suelo, dado que las concentraciones encontradas en el sustrato, fueron adecuadas, en donde además, el 72% de los fruticultores de la zona, realizan aplicaciones de fertilizantes con fórmulas químicas que incluyen la adición de K, tal es el caso de la fórmula 15-15-15-. Por otro lado, en este tipo de suelos no se han encontrado respuestas a las aplicaciones de K en cultivos anuales, principalmente en maiz.

También puede ocurrir como indican Millar et al (20) que el K es el único de los elementos que cuando no forma parte de los componentes vegetales, permanece en forma iónica en la planta. Por esta razón se pierde fácilmente del follaje cuando es lavado.

4.2.2 Estado nutrimental de plantaciones de melocotón

En el cuadro 8 se presenta la distribución de frecuencias de los sitios con contenidos deficientes y adecuados de nutrimentos en las hojas de plantaciones de melocotón de los tres grupos de suelos muestreados. Se observa que los nutrimentos P, K, Ca, Mg, Fe, Cu y Zn se encontraron con concentraciones que se ubicaron en los respectivos rangos, adecuados o suficientes, en más del 70% de los sitios y en los tres grupos que comprende el área de estudio, con excepción del N cuyas concentraciones se encontraron en el rango bajo en 70% de los sitios en general, y a nivel de grupos de suelos están bajas en los grupos I y II. También se encontraron concentraciones de Mn que se ubicaron en el rango considerado bajo en el 54% del total de sitios. En el grupo I de la serie de Quetzaltenango que incluye todos los

municipios del valle de Quetzaltenango se presentó más acentuadamente tal situación con un 71% de sus sitios deficientes en dicho nutrimento.

No obstante, que tanto a nivel general como a nivel de grupos de suelos los contenidos de materia orgánica se encontraron en su mayoría en los rangos adecuados, los contenidos de N fueron deficientes en la planta aún cuando el rango de comparación para este cultivo es mucho más alto que para manzana; si además sumamos las aplicaciones de N (0.37 kg/ árbol promedio) que el fruticultor realiza en la zona mediante el uso de fertilizantes químicos principalmente en forma de 46-0-0 (urea) y también en las fórmulas 15-15-15 y 20-20-0.

Así mismo Fassbender (12) indica que al igual que ocurre con el P, en muchos de los suelos del altiplano, la movilización de la materia orgánica es más lenta y no permite un adecuado proceso de mineralización, por lo que no se produce una buena liberación de N en la solución del suelo.

Los resultados encontrados en el presente estudio son puramente a nivel de diagnóstico y de alguna manera, nos dan algunas pautas de qué es lo que hay que investigar en el futuro, a fin de lograr un mejor manejo de estos cultivos, desde el punto de vista nutricional. Un estudio debe de incluir ensayos a nivel de campo, en donde haya control de la fertilización, medición de la producción y la calidad de la fruta. Se deben incluir igualmente estudios de absorción para poder medir el grado de fijación de los nutrimentos, especialmente del P.

4.2.3 Análisis de correlación de algunas variables analíticas de suelo y de hoja.

Se relacionaron principalmente el pH del suelo con las variables P, Ca, Mg y K encontradas en la planta, y la Materia Orgánica con el porcentaje N. Por otro lado los elementos que mostraron ser deficientes en el análisis foliar, también correlacionaron con los respectivos niveles de estos elementos encontradas en el suelo.

Dada la situación nutrimental que se presentó con P, K y Mg en la hoja de manzana, se analizaron las concentraciones y los desbalances de los nutrimentos del suelo que pudieran estar provocando tal situación. Sin embargo las deficiencias manifestadas en la hoja, para la mayoría de plantaciones analizadas, ni correspondió a los contenidos en el suelo, ni a desbalances entre los cationes K, Ca y Mg, pues se encontraron plantaciones con altos y/o adecuados contenidos de dichos cationes en el suelo, pero con deficiencias principalmente de K y Mg en la planta o viceversa; plantaciones con bajos contenidos de K, Ca, y Mg, presentaron contenidos óptimos de dichos elementos en la planta. También las relaciones de dichos nutrimentos deficientes en la hoja con los respectivos contenidos en el suelo y con el pH, no presentaron significancia en la correlación.

En el cultivo de melocotón, también se hicieron correlaciones similares a las de manzana, pero para este caso fue el N el único nutrimento que se encontró en concentraciones deficientes en la planta, las que se correlacionaron con los contenidos de materia orgánica del suelo, y al igual que en el cultivo de manzana, en ninguno de los casos se encontró que los contenidos y/o las deficiencias encontradas en la planta, guardaran una relación directa con los contenidos encontrados en el suelo, los que fueron considerados en dichas correlaciones.

Como ya se mencionó anteriormente, es posible que en frutales decíduos el análisis de nutrimentos con las metodologías actuales, sea de poco valor en la predicción de la verdadera disponibilidad de nutrimentos en el suelo, porque los frutales tienen otro patrón de distribución de raíces y principalmente por tener reservas de nutrimentos para los ciclos subsiguientes.

Es importante señalar, que aún cuando los rangos de comparación en melocotón, están en su mayoría más altos que para manzana, las concentraciones de K, Mg y P en particular fueron óptimas, por lo que podría decirse que existen diferencias entre los dos cultivos, diferencias que bien pudiera ser fisiológicas con respecto a la absorción y/o retención de nutrimentos.

5. CONCLUSIONES

1. Se determinó que el 87 por ciento de las plantaciones de manzana muestreadas, son deficientes en K. Así mismo, se encontró un 80 por ciento de estas plantaciones deficientes en Mg, y un 67 por ciento con deficiencias de P.
2. Se estableció que un 76 por ciento de las plantaciones de melocotón muestreadas, son deficientes en N; y un 47 por ciento se encontraron deficientes en Mn.
3. Se encontró que existen diferencias en los estados nutrimentales en las plantaciones de manzana, en relación con los encontrados en las plantaciones de melocotón.
4. En la región de estudio, a nivel general, en ninguno de los grupos de suelos considerados se encontró que las medias de las características químicas evaluadas en el suelo, se ubicaron en el rango considerado bajo. Por lo que se considera que en promedio los contenidos nutrimentales de los distintos suelos se encuentran en niveles adecuados y con poca variación a nivel de grupos.
5. No se encontró en los dos cultivos correlación significativa entre las concentraciones de nutrimentos evaluados en el suelo, con respecto a las concentraciones de nutrimentos contenidos en la planta.

6. BIBLIOGRAFIA

1. AREVALO, E.B. 1979 Fruticultura; deciduos de Guatemala, Guatemala Editorial Landivar. 245 p.
2. BARCELO, COLL, J. et al 1980 Fisiología vegetal. Madrid, España, Piramide. 750p.
3. BEUTEL J.; URIU K.; LILLELAND O. 1985. Leaf analysis for California deciduos fruits. USA University of California, Division of Agricultural Sciences, Agricultural sciences Publications. Bulletin 1879 p. 15-17.
4. BOWEN, E.J. 1979 Análisis de los tejidos vegetales. Agricultura de las Américas (EE. UU) 26 (12): 56-62.
5. CHAPMAN, M.O.; PRATT, P.F. 1976 Métodos de análisis de suelos plantas y aguas. México, Trillas 195 p.
6. CRUZ, J. DE LA 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal 42 p.
7. DIAZ-ROMEU, R.; HUNTER A. 1978 Metodología de muestreo de suelos, análisis químico de suelos y tejido vegetal e investigaciones de invernadero. Turrialba, Costa Rica, CATIE 68 p.
8. ESPAÑA. MINISTERIO DE AGRICULTURA 1976. Síntomas de carencias en los frutales. 3 ed Madrid, España, Bravo Murillo 75 p.
9. ETCHEVERS, J.D. 1987 Análisis químico de plantas, aspectos teóricos Chapingo, México. Colegio de Postgraduados 14p.
- 10.-----1987 Diagnóstico visual. Chapingo, México. Colegio de Postgraduados. Centro de Edafología 30p.
- 11.-----et al 1985 Levantamiento nutricional del maíz en la Sierra Tarasca de Michoacán. Agrociencia (Mex) No: 60:p 143-152.
12. FASSBENDER, K.W. 1980. Química de suelos con énfasis en América Tropical.

Turrialba, Costa Rica, IICA. 398 p.

13. FITTS, J.W.; WAUGH, D.L. 1966. Estudios de interpretación de suelos, laboratorio y macetas. EE. UU, Universidad Estatal de Carolina del Norte. Internactional Soil Testing. Boletín técnico No. 3. 36 p.

14. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1978. Diccionario Geográfico de Guatemala. 2 ed. Guatemala, Tipografía Nacional. Tomos 1-4.

15. GUERRERO, R. 1979 El diagnóstico químico de la fertilidad. In Fertilidad de suelos: Diagnóstico y Control. 1980. Ed. Francisco Silva Mojica. Cali, Colombia, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. p 141-143.

16. IRVING, R.M. 1969. Plant sample collection, handing reporting & Interpretation. USA, Frances Greer, Research & Devenlop Divition. p 54-67.

17. JACKSON, M.L. 1976 Análisis químico de suelos. 3 ed. trad. José Beltran M. Barcelona, España, Omega. 661 p.

18. MALAVOLTA, E. et al 1982. Nutrición mineral y fertilización en cítricos. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potasa. Boletín técnico 5. 122 p.

19. MICHIGAN STATE UNIVERSITY DEPARTAMENT OF AGRICULTURE. 1988. Fertilizing fuit crops. USA, part 1 p 3-16.

20. MILLAR, C.E. TURK, L. M; FOTH, HD. 1975 Fundamentos de la ciencia del suelo. México Continental 527 p.

21. OLSEN, S. R. 1972 Interacciones de los micronutrientes. En Micronutrientes en la agricultura, 1972. Morvedt, J. J; Giordano P. M.; Lindsay W. L. Comps. 3 ed. Madison, Wisconsin, EE. UU, Soil Science Society of America. p. 267-286.

22. SAIS DEL RIO. J.F Y BORNEMIZA, S. 1961. Análisis químico de suelos. Turrialba, Costa Rica, IICA, 86 p.

23. SIMMONS, CH; TARANO, J. M.; PINTO, J.H. 1959 Clasificación a nivel de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Edición en español por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000p.

FERTILIDAD Y FERTILIZACION

EVALUACION DE 5 NIVELES DE N, P₂O₅, K₂O EN EL CULTIVO DE MILTOMATE (*Physalis sp.*) EN XESIGUAN, SANTA APOLONIA: HACIENDA MARIA, SAN JOSE POAQUIL Y EN EL CENTRO EXPERIMENTAL DOCENTE DE AGRONOMIA, USAC*.

José Jesús Chonay Pantzay**
Fernando Rodríguez Bracamonte***
Ovidio Anibal Sacbajá Galindo***
Mario Enrique Paz Ayala****
Edgar Enrique Hun Cal****



1. INTRODUCCION

Guatemala forma parte de la región mesoamericana y es considerada como uno de los ocho núcleos mundiales de origen y diversidad de plantas nativas; por lo que, dentro de su territorio existe riqueza florística.

Con el objeto de preservar, almacenar, divulgar y tener una colección de especies de hortalizas nativas, el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA), de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, (FAUSAC), colectó y caracterizó diversos cultivares nativos que el agricultor ha domesticado y que son básicas en su dieta alimenticia, como complemento nutricional o bien por su uso industrial; dentro de este grupo está el miltomate (*Physalis sp.*).

La Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos de Guatemala (DIGI) y el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía (IIA), han impulsado el proyecto "Desarrollo de prácticas agronómicas en hortalizas nativas o tradicionales" en los siguientes aspectos: acumulación de N, P, K, Ca, Mg en la planta, distancias de siembra, edad de trasplante del semillero al área de cultivo y evaluación de niveles de N, P₂O₅ y K₂O en diferentes localidades para conocer la respuesta en rendimiento de peso fresco de frutos en kg/ha. Esta serie de trabajos, permitirá conocer el comportamiento de las plantas de un sistema de producción agrícola.

Bajo tal concepto se evaluaron cinco niveles de nitrógeno (N), fósforo (P₂O₅) y potasio (K₂O), repetido en tres localidades en un diseño experimental de bloques al azar, en un arreglo factorial incompleto distribuidos en la matriz experimental de Plan Puebla I (13). Las variables de respuesta evaluadas por el efecto de los cinco niveles de N, P₂O₅ y K₂O fueron: rendimiento de frutos en kg/ha, peso de 100 frutos y número de frutos por planta.

* Informe Final Proyecto Investigación, FAUSAC-DIGI. 1993
** Coordinador del Proyecto Hortalizas Nativas. Profesor Investigador, FAUSAC.
*** Investigadores del Proyecto de Hortalizas Nativas, Profesores Investigadores, FAUSAC.
**** Auxiliares de Investigación del Proyecto de Hortalizas Nativas, FAUSAC

Los ensayos se montaron en la aldea Hacienda María de San José Poaquil y Xesinguán de Santa Apolonia del departamento de Chimaltenango, y en el Centro Experimental Docente de Agronomía ubicado en el valle central de Guatemala, durante el período comprendido de mayo a noviembre de 1993.

2. MARCO TEORICO

2.1 Marco Conceptual

2.1.1 Especies y área de cultivo

Según Saray (11), se ha estimado que existen cerca de 80 especies del género Physalis, la mayoría confinadas a zonas subtropicales, tropicales y templadas de América y muy pocas al oriente de Asia, India, Australia, Europa y Africa Trópical. Muy pocas especies son cultivadas por su fruto, por ejemplo Physalis peruviana en Perú, Haití, Costa Rica, Australia, sur de Africa, India y Nueva Zelanda, y Physalis pruinosa en otras partes de América. Otras son consideradas malezas o plantas ornamentales, debido a la presencia de su cáliz vistoso.

Bukasov (4), menciona que el género Physalis se puede asociar en dos grupos que son diferentes en sus características botánicas:

GRUPO A: Son plantas perennes con frutos aromáticos y dulces, fuerte sistema radicular; dentro de este grupo se puede mencionar a physalis peruviana y physalis alkengi L.

GRUPO B: Son sembradas como hortalizas plantas anuales con frutos no dulces, sistema radicular débil; anteras de color púrpura, en este grupo se pueden mencionar al Physalis aequata y Physalis angulata.

2.1.2 Características Generales del Miltomate

Saray (11) menciona que el miltomate tiene un ciclo de 85 a 90 días desde la siembra hasta la madurez de los frutos. Después de la germinación se da inicio a un crecimiento lento, aproximadamente 1mm diario; a los 24 días el crecimiento se acelera enormemente y se estabiliza a los 65 días, alcanzando una altura de 90 cm. la planta sigue creciendo lentamente y puede llegar a alcanzar alturas mayores.

La diferenciación de las yemas florales se inicia entre los 17 a 20 días después del trasplante, las primeras flores aparecen a los 28 a 30 días y continúan hasta la muerte de la planta. El cuajado de los frutos se inicia a los 35 días y a los 40-45 días inicia la etapa de llenado de fruto que se llama cascabel, que corresponde al inicio de la fructificación. La cosecha de los frutos se inicia a los 70-80 días y la producción comercial se obtiene del cuarto al séptimo entrenudo, a veces hasta el décimo entrenudo.

Del total de las flores que produce una planta, solamente el 40% cuaja y de esta fracción, a su vez, sólo un 28 a 30% llega a cosecharse.

2.1.3 Usos y propiedades del Miltomate

Azurdia y González (2) mencionan que el miltomate forma parte de la dieta de la población guatemalteca; el más consumido, en primer lugar, es el de fruto pequeño que se produce como maleza tolerada, y en segundo lugar, el de fruto grande que es cultivado como monocultivo o asociado con maíz. Además mencionan, que la composición bromatológica de Physalis philadelphica L. es superior a la de otras especies en cuanto a porcentaje de proteína, fibra y ceniza.

Balbachas y Rodríguez (3) mencionan que a las especies physalis peruviana y Physalis alkengi se les atribuyen propiedades curativas contra: la nube de los ojos, complicaciones de pecho y garganta, irregularidades menstruales, cálculos renales, ictericia, fiebre, gota, reumatismo y complicaciones del bazo e hígado. Además, posee una excelente acción diurética y depurativa, calmante y emoliente.

2.1.4 Investigaciones sobre Miltomate (Physalis sp) realizadas en Guatemala.

En 1985, Pinto (10) realizó la caracterización de 18 cultivares, y encontró una gran diversidad y variabilidad agromorfológica y bromatológica.

En 1990, el IIA (14) reportó que existe una gran variabilidad en los cultivares, porque no hay homogeneidad genética de los mismos.

En 1992, Padilla C. (9) menciona que para el miltomate se carece de información sobre prácticas agrícolas que se puedan incorporar en un sistema de cultivo, además indica que diversos cultivos se siembran en asocio con el miltomate.

En 1992, González (7) estableció que el período crítico de interferencia entre malezas y el miltomate está comprendido de los 34 a 70 días. Después del trasplante es cuando debe realizarse el control de malezas.

En 1992, Ajuquejy (1) concluyó que la edad de plántula adecuada para el trasplante, es cuando posee cuatro hojas verdaderas bien conformadas.

2.2 MARCO REFERENCIAL

2.2.1 Características de los sitios experimentales

2.2.1.1 Xesiguán, Santa Apolonia, Chimaltenango, sitio 1.

La Aldea Xesiguán está ubicada en la región este del municipio de Santa Apolonia y colinda con San José Poaquil, la zona de vida según De la Cruz (6), es bosque húmedo montano bajo. Posee una temperatura máxima de 23°C y mínima de 15°C, con una mínima precipitación media anual de 1334 mm. está ubicada a 1700 msnm. El suelo, según Simmons Tarano y Pinto (12) se clasifica en la serie Poaquil, desarrollado sobre ceniza volcánica de color claro; son suelos profundos y con materiales de caliza en ciertas áreas;

la mayoría con buen drenaje interno, clase textural franco o franco arcilloso.

El análisis físico-químico del suelo de este sitio experimental se presenta en el cuadro 1
CUADRO 1: Análisis físico-químico de suelo del área experimental, ubicada en la Aldéa Xesiguán, Santa Apolonia, Chimaltenango. sitio 1 1993.

%	%	C/N	Densidad Aparente g/cc	pH	ppm		meq.100g		Ca/mg
					P	K	Ca	Mg	K
Ca+Mg	N								
C.O.									
1.8	0.18	10:1	1.30	5.4	11.4	340	3.74	0.82	5:1

FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana", FAÚSAC.

Se infiere que el suelo es deficiente en nitrógeno y materia orgánica; posee una adecuada relación de carbono: nitrógeno, su reacción es ácida, la relación Ca/Mg es adecuada, la relación Ca+Mg/K no es adecuada, el contenido de fósforo, potasio y calcio es adecuado; siendo el magnesio deficiente. El porcentaje de fijación de fósforo es de 78% y de potasio es de 20%.

2.2.1.2 Centro Experimental de Agronomía (CEDA), sitio 2.

El Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía (CEDA) de la Universidad de San Carlos de Guatemala, está situado al sur de la ciudad capital de Guatemala, y de la ciudad universitaria. Está a 14°35'11" latitud norte y 90°35'58" longitud oeste, a una altitud media de 1,502 msnm (8).

Según De la Cruz (6) la ciudad de Guatemala se encuentra dentro de la zona de vida bosque húmedo subtropical templado.

Las condiciones climáticas para el área son: precipitación media anual 1,216 mm. distribuidos en 110 días de mayo a octubre, temperatura media anual 18°C. humedad relativa media 79%. (8)

Los suelos según Simmons, Tarano y Pinto (12), se clasifican en la serie Guatemala, que se caracterizan por haberse originado de ceniza volcánica pomácea de color claro, presentan un relieve casi plano y buen drenaje interno. El suelo superficial es de color café pardo muy oscuro, franco arcillosos, de 0.3 a 0.5 m. de espesor. Cordón (5) menciona que el área donde se ubicó el ensayo posee una pendiente de 4% en dirección sur, el suelo es levemente erosionado, profundo, con alta capacidad de retención de humedad y presenta problemas de drenaje. Además, indica que el área posee un suelo de adecuada fertilidad potencial y que por su capacidad de uso de la tierra, corresponde a la clase III_d. Así mismo indica que el exceso de humedad unido al mal drenaje pueden ocasionar inundación en la época lluviosa del año.

El análisis físico-químico del suelo de ese sitio experimental se detalla en el cuadro 2.

CUADRO 2. Análisis físico-químico del suelo del area experimental del Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA), FAUSAC. Sitio 2. 1993.

%	%	Densidad Aparente		pH	ppm		meq.100g		Ca/mg	Ca+Mg	Mg/K
		C/N	g/cc			P	K	Ca			
K	C.O.	N							Mg		K
2.04	0.46	4.5:1	1.20	6.5	0.16	175	12	3.5	3:1	34:1	8:1

FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana", FAUSAC.

Se infiere que el suelo contiene un adecuado contenido de materia orgánica, contenido adecuado de nitrógeno total, relación Carbono: Nitrógeno adecuada, reacción ligeramente ácida, bajo contenido de fósforo, adecuado contenido de potasio, alto contenido de calcio y magnesio, adecuada relación Ca/Mg y la relación Ca+Mg/K elevada, el porcentaje de fijación de Fósforo es de 90% y de Potasio es de 25%.

2.2.1.3 Hacienda María, San José Poaquil, Chimaltenango. Sitio 3.

La aldea de Hacienda María está ubicada en la región noreste de la cabecera municipal de San José Poaquil, Chimaltenango; con una zona de vida, según de la Cruz (6), bosque húmedo montano bajo subtropical. La temperatura promedio anual es de 23°C, la precipitación media anual es 1344 mm. distribuidos en 132 días, altitud 1200 msnm. Según Simmons, Tarano y Pinto (12) el suelo pertenece a la serie Zacualpa, con material madre de ceniza volcánica de color clara, con relieve muy inclinado, cortado por barrancos, con drenaje interno excesivo. El suelo superficial es de color grisáceo, con clase textural franco arenosa, suelta, un espesor de 0.50 a .20 m. El subsuelo es de color pardo grisáceo claro a amarillento oscuro, de consistencia suelta, clase textural franco arenosa, con un espesor aproximado de 30 a 40 cm.

El análisis físico-químico del suelo de este sitio experimental se detalla en el cuadro 3

CUADRO 3. Análisis físico-químico del suelo del área experimental ubicada en la aldea Hacienda María, San José Poaquil, Chimaltenango. Sitio 3 1993.

%	%	Densidad Aparente		pH	ppm		meq.100g		Ca/m	Ca+Mg	Mg/K
		C/N	g/cc			P	K	Ca			
C.O.	N								Mg		K
0.9	0.2	3:1	1.30	5.6	0.44	88	3.0	0.9	3:1	17:1	2:1

FUENTE: Laboratorio de Análisis de suelo-planta-agua "Salvador Castillo Orellana", FAUSAC.

Se infiere que el suelo contiene bajo contenido de materia orgánica, con baja relación carbono:nitrógeno, reacción moderadamente ácida, bajo contenido de fósforo y potasio, contenido de calcio y magnesio ligeramente bajos, relación de cationes divalentes y monovalentes adecuada, porcentaje de fijación de fósforo 72% y de potasio 25%.

3. OBJETIVOS E HIPOTESIS

OBJETIVO

Evaluar el efecto de cinco niveles de N, P₂O₅, K₂O sobre el rendimiento de frutos en kg/ha, peso de 100 frutos, número de frutos por planta en el cultivo de miltomate (*Physalis* sp.), en las localidades: Hacienda María, San José Poaquil, Xesiguán, Santa Apolonia, departamento de Chimaltenango y el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA).

HIPOTESIS

El rendimiento de frutos en kg/ha, peso de 100 frutos, número de frutos por planta en el cultivo de miltomate (*Physalis* sp.) serán diferentes por el efecto de los niveles de N, P₂O₅ y K₂O evaluados en cada uno de los sitios experimentales.

4. METODOLOGIA

4.1 Tratamientos

Con base en el análisis químico del suelo de cada uno de los sitios experimentales y nutrientes acumulados al momento de la cosecha de la planta se determinaron los niveles de N, P₂O₅, y K₂O a evaluar, los cuales se detallan en los cuadros 4 y 5. Datos aun no publicados.

CUADRO 4. Niveles de N, P₂O₅, y K₂O evaluados en Xesiguán, Santa Apolonia y Hacienda María, San José Poaquil. Chimaltenango. Sitio 1 y 3. 1993.

NUTRIENTE	kg/ha				
	N	0	50	100	150
P ₂ O ₅	0	20	40	60	80
K ₂ O	0	50	100	150	200

CUADRO 5. Niveles de N, P₂O₅, y K₂O evaluados en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA, FAUSAC). Guatemala, Ciudad. Sitio 2. 1993.

NUTRIENTE	kg/ha			
	N	0	67	133
P ₂ O ₅	0	27	53	80
K ₂ O	0	67	133	200

Estos niveles combinados en arreglo factorial dieron un total de 14 tratamientos y tres repeticiones por cada unidad experimental, los tratamientos evaluados se presentan en los cuadros 6 y 7.

CUADRO 6. Niveles de N, P₂O₅, y K₂O evaluados en miltomate (*Physalis* sp.) en el sitio experimental de Xesiguán y Hacienda María, sitio 1 y 3, distribuidos bajo el esquema de la matriz experimental Plan Puebla I. 1993.

NUMERO DE TRATAMIENTO	NIVELES EVALUADOS EN kg/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	100	40	100
2	100	40	150
3	100	60	100
4	100	60	150
5	150	40	100
6	150	40	150
7	150	60	100
8	150	60	150
9	50	40	50
10	200	60	150
11	100	20	100
12	150	80	150
13	100	40	50
14	150	60	200
15	0	0	0

CUADRO 7. Niveles de N, P₂O₅, y K₂O evaluados en miltomate (*Physalis sp.*) en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA, FAUSAC), sitio 2, distribuidos bajo el esquema de la matriz experimental Plan Puebla I. 1993.

NUMERO DE TRATAMIENTO	NIVELES EVALUADOS EN kg/ha		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
1	67	27	67
2	67	27	133
3	67	53	67
4	67	53	133
5	133	27	67
6	133	27	133
7	133	53	67
8	133	53	133
9	0	27	67
10	200	53	133
11	67	0	67
12	133	80	133
13	67	53	0
14	133	53	200
15	0	0	0

4.2 Diseño Experimental

Se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con un arreglo combinatorio de acuerdo al esquema de la matriz experimental Plan Puebla I.

El modelo matemático lineal para efectuar el análisis de varianza de las variables evaluadas fue el siguiente:

$$Y_{ijklm} + \mu + B_k + N_j + P_m + K_l + (NP)_{jm} + (NK)_{jl} + (PK)_{ml} + (NPK)_{jml} + e_{ijklm}$$

Para el sitio 1 y 3 fue:

$$j = 0, 50, 100, 150 \text{ y } 200 \text{ Kg N/Ha}$$

$$k = 1, 2, 3 \text{ repeticiones}$$

$$l = 0, 50, 100, 150, 200 \text{ Kg K}_2\text{O/ha}$$

$$m = 0, 20, 40, 60, 80 \text{ kg P}_2\text{O}_5\text{/ha}$$

Para el sitio 2 fue:

$$j = 0, 67, 133, 150 \text{ y } 200 \text{ Kg N/Ha}$$

$$k = 1, 2, 3 \text{ repeticiones}$$

$$l = 0, 27, 63 \text{ y } 80 \text{ Kg K}_2\text{O/ha}$$

$$m = 0, 67, 133, 200 \text{ Kg P}_2\text{O}_5\text{/ha}$$

Y_{ijklm} = variable de respuesta de la $ijklm$ ésima unidad experimental

μ = valor de la media general

B_k = efecto del k -ésimo bloque

N_j = efecto del j -ésimo nivel de nitrógeno

P_m = efecto del m -ésimo nivel de P_2O_5

K_l = efecto del l -ésimo nivel de K_2O

$(NP)_{jm}$ = efecto de la interacción entre el j -ésimo nivel de nitrógeno

$(PK)_{ml}$ = efecto de la interacción entre el m -ésimo nivel de P_2O_5 y l -ésimo nivel de K_2O

$(NK)_{jl}$ = efecto de la interacción entre el j -ésimo nivel de nitrógeno, l -ésimo nivel de K_2O

$(NPK)_{jml}$ = efecto de la interacción entre el j -ésimo nivel de nitrógeno, m -ésimo nivel de P_2O_5 y l -ésimo nivel de K_2O

e_{ijklm} = error debido a la $ijklm$ -ésima observación.

Para la evaluación de los niveles de N, P_2O_5 , K_2O de cada uno de los tratamientos se utilizaron los siguientes fertilizantes: urea al (46% N), triple superfosfato al (46% P_2O_5) y cloruro de potasio al (60% K_2O).

El tamaño de cada unidad experimental en cada sitio experimental fue de 3.20 m x 3.00 m, se sembró a una distancia entre surcos de 0.60 m y entre plantas o posturas 0.40m, cada unidad experimental estuvo conformada por 5 surcos, cuarenta posturas en total. Para la evaluación de las variables respuesta fueron utilizadas 24 posturas que conforman la parcela neta.

Las variables respuesta fueron: número de frutos por planta, peso de 100 frutos y rendimiento de frutos (kg/ha), las cuales fueron sometidas a análisis de varianza, comparación de medias por el estadístico de la mínima diferencia significativa, mediante la técnica propuesta por Turrent (13).

4.3 Manejo del Experimento

El manejo del cultivo en cada sitio experimental fue similar en cuanto a los niveles de nutrientes y prácticas de manejo cultural. Este manejo se detalla a continuación:

4.3.1 Semillero

Los semilleros fueron preparados por el agricultor en mayo de 1993, consistió en mullir bien el suelo con azadón e incorporación de materia orgánica y PCNB. Después, se sembró y el semillero fue cubierto con hojas de pino y/o jaraguá, la cubierta se eliminó cuando ocurrió la germinación.

4.3.2 Trasplante

El área experimental fue preparada por el agricultor, picando el suelo con azadón a una profundidad de 20 cm. Las plántulas se trasplantaron en junio, cuando presentaban cuatro pares de hojas. Se colocaron dos plántulas por postura, a una distancia de 0.60 m. entre surcos y 0.40 m. entre plántulas.

4.3.3 Fertilización

A los 8 días después del trasplante, se aplicaron los nutrientes en cada unidad experimental. Se aplicó el 100% de P_2O_5 y K_2O , de acuerdo a los cuadros 6 y 7. La aplicación de nitrógeno se fraccionó en tres épocas; a los 8 días después del trasplante se aplicó el 40%; a los 30 días después se aplicó el 30% y el resto, se aplicó a los 60 días después del trasplante.

4.3.4 Control de plagas y enfermedades

Se realizaron aplicaciones de Propineb y Paration Metílico cada semana durante el ciclo del cultivo, para evitar la presencia de plagas y enfermedades.

4.3.5 Cosecha

La cosecha se inició en agosto, ésta se realizó seleccionando los frutos completamente desarrollados. Debido a que la maduración no fue homogénea, se realizaron 3 cortes, con intervalos de 5 días.

5. RESULTADOS Y DISCUSION

A continuación se presentan los resultados obtenidos en cada sitio experimental, en el orden siguiente:

- a. Xesiguán, Santa Apolonia, Chimaltenango, sitio 1.
- b. Centro Experimental Docente de Agronomía, sitio 2.
- c. Hacienda María, San José Poaquil, sitio 3.

5.1 Sitio 1. Xesiguán, Santa Apolonia, Chimaltenango.

En el cuadro 8, se detalla el análisis de varianza de frutos por planta, peso de 100 frutos y rendimiento de frutos en Kg/ha por efecto de la aplicación de niveles de N, P₂O₅ y K₂O.

CUADRO 8. Analisis de varianza para el número de frutos por planta, peso de 100 frutos y rendimiento de frutos de miltomate (*Physalis* sp.) por efecto de niveles de nitrógeno, fósforo y potasio aplicados al suelo, sitio 1, 1993.

Fuentes de Variacion	Grados de Libertad	F. Calculadas		
		Fuente por Planta Número	Peso de 100 frutos, Kg.	Rendimiento de frutos, kg/ha.
Repeticiones	2	1.10	4.60	1.12
Nitrógeno	1	10.62 **	9.38 **	10.98 **
Fósforo	1	0.70 NS	0.09 NS	0.77 NS
Fósforo*Nitrógeno	1	0.16 NS	0.28 NS	0.13 NS
Potasio	1	0.42 NS	0.51 NS	0.40 NS
Potasio*Nitrógeno	1	0.60 NS	1.21 NS	0.61 NS
PotasioxFósforo	1	0.12 NS	1.25 NS	0.07 NS
Nitrógeno*Fósforo*Potasio	1	0.12 NS	0.01 NS	0.07 NS
ERROR	14			
TOTAL	23			
C.V.(%)		23.52	27.00	23.00

C.V. = Coeficiente de variación NS = No significativo ** = Significativo al 1% de posibilidad

En el cuadro 8, se aprecia que la aplicación de niveles de nitrógeno afectó al número de frutos por planta, el peso de 100 frutos y el rendimiento de frutos en (kg/ha). Estos resultados se relacionan con el bajo contenido de nitrógeno en el suelo y los niveles de fósforo, potasio, calcio y magnesio adecuados, como se detallan en el cuadro 1. Se puede inferir que bajo estas condiciones no se debe recomendar P y K, y concluir en que el nivel crítico de fósforo está por debajo de 11.4 ppm y el de potasio es inferior a 340 ppm, extraídos con una solución de H_2SO_4 al 0.025 N y HCl al 0.05 N.

En el cuadro 9, se detalla el efecto de la aplicación de nitrógeno sobre el número de frutos por planta, peso de 100 frutos y rendimiento de frutos en kg/ha.

CUADRO 9. Comparación de Medias del número de frutos por planta, peso de 100 frutos y rendimiento en peso fresco de niveles de nitrógeno aplicado al suelo, sitio 1, 1993.

Kg N/ha	Frutos por Planta	Peso de 100 frutos en gramos	Rendimiento de frutos en kg/Ha
100	23 b	103 b	2562.00 b
150	32 a	145 a	3612.00 a

En cada columna las medias con la misma letra son iguales, al 5% de probabilidad.

Se puede inferir que la aplicación de 150 kg N/ha, aumenta el número de frutos por planta, el peso de 100 frutos y el rendimiento de frutos en kg/ha, en comparación con la aplicación 100 kg N/ha.

En el cuadro 10, se presenta el análisis de varianza para los 14 tratamientos evaluados en el sitio 1, cuando se trataba de determinar el efecto de la aplicación de niveles crecientes de N, P_2O_5 y K_2O en el número de frutos por planta, peso de 100 frutos y rendimiento de frutos.

CUADRO 10. Analisis de varianza del número de frutos por planta, peso de 100 frutos y rendimiento (kg/ha) de frutos de miltomate (*Physalis sp.*) por efecto de niveles crecientes de N, P_2O_5 y K_2O . Se incluyen los 14 tratamientos evaluados en el sitio 1. 1993.

Fuentes de Variacion	Grados de Libertad	F. Calculadas		
		Frutos por Planta.	Peso de 100 frutos en gramos	Rendimiento de frutos, Kg/ha.
Repeticiones	2	0.49 NS	3.10	3.11
Nitrógeno	3	4.09 **	3.16 **	3.16 **
Fósforo	3	0.35 NS	0.05 NS	0.05 NS
Fósforo*Nitrógeno	1	0.19 NS	0.28 NS	0.28 NS
Potasio	3	2.18 NS	2.40 NS	2.40 NS
Potasio*Nitrógeno	1	0.69 NS	1.18 NS	1.18 NS
PotasioxFósforo	1	0.25 NS	1.22 NS	1.22 NS
Potasio*Nitrógeno*Fósforo		0.13 NS	0.01 NS	0.01 NS
ERROR	26			
TOTAL	42			
C.V.(%)		22	28	28

C.V. = Coeficiente de variación

NS = No significativo al 5 y 1% de probabilidad

** = Significativo al 1% de probabilidad

Del cuadro 10, se puede inferir que únicamente el nitrógeno afecta el número de frutos, el peso de 100 frutos y el rendimiento de frutos al aplicarlo en niveles crecientes; no sucediendo lo mismo con la aplicación de fósforo y potasio; estos resultados se relacionan con los datos del análisis químico del suelo reportados en el cuadro 1.

En el cuadro 11, se presentan los promedios del número de frutos, peso de 100 frutos y rendimiento de frutos obtenidos por el efecto de cinco niveles de nitrógeno.

CUADRO 11. Comparación de medias del número de frutos por planta, peso de 100 frutos y rendimiento de frutos por el efecto de cinco niveles de nitrógeno, sitio 1, 1993.

Kg N/ha	Frutos por Planta	Peso de 100 frutos en gramos	Rendimiento de frutos en kg/Ha
0	17 c	72 b	3000.00 c
50	25 b	116 a	4850.00 b
100	23 b	102 b	4280.00 b
150	30 a	135 a	5620.00 a
200	27 a	135 a	5630.00 a

En cada columna las medias con la misma letra son iguales, al 5% de probabilidad.

En el cuadro 11, se puede apreciar que las dosis crecientes de nitrógeno afectaron cada una de las variables evaluadas; siendo la aplicación de 150 kg N/ha, la que produce un mayor rendimiento en comparación con la dosis inferiores, por lo que, se recomienda aplicar 150 kg N/ha, 0 kg/ha de N, P₂O₅ y kg/ha de K₂O.

5.2 Sitio 2. Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA, FAUSAC)

En el cuadro 12 se presentan los resultados del análisis de varianza para el peso de 100 frutos y rendimiento en peso de fruto fresco por efecto de los niveles de N, P₂O₅ y K₂O, obtenidos en la estación experimental docente de agronomía (CEDA).

CUADRO 12. Análisis de varianza del peso de 100 frutos y rendimiento de frutos en kg/ha de miltomate (*Physalis sp.*), que incluye 8 tratamientos de cubo central, en el Centro Experimental Docente de Agronomía, CEDA-FAUSAC, sitio 2. 1993.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	F. Calculadas	
		Peso de 100 frutos, g.	Rendimiento de frutos, kg/ha.
Repetición	2	3.81	8.18 NS
N	1	0.01 NS	17.07 **
P	1	0.01 NS	1.31 NS
NP	1	0.35 NS	1.92 NS
K	1	4.51 *	0.01 NS
NK	1	4.91 *	0.06 NS
PK	1	1.95 NS	1.07 NS
NPK	1	0.20 NS	2.27 NS
ERROR	14		
TOTAL	23		
C.V.(%)		15.00	18.00

C.V. = Coeficiente de variación

NS = No significativo

* = Significancia al 5% de probabilidad

** = Significativo al 1% de probabilidad

Del cuadro 12 se puede inferir que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad por efecto del nitrógeno sobre el rendimiento de frutos, y al 5% de probabilidad para el peso de 100 frutos debido a la aplicación de potasio y la interacción de N por potasio.

En el cuadro 13, se detalla el rendimiento promedio en kg/ha de frutos por efecto de dosis crecientes de nitrógeno, se puede apreciar que la aplicación de 133 kg n/ha aumentó el rendimiento.

CUADRO 13. Comparación de medias del rendimiento en peso fresco de frutos de miltomate (*Physalis sp.*), por efecto de niveles de Nitrógeno. Centro Experimental Docente de Agronomía, CEDA-FAUSAC. Sitio 2. 1993.

kg N/ha	Rendimiento de frutos kg/Ha
67	1712.44 b
133	2330.08 a

Las medias con la misma letra son iguales, al 5% de probabilidad

En el cuadro 14, se presenta el peso de 100 frutos en gramos, debido a la interacción de la aplicación de nitrógeno y potasio, el mayor peso se obtuvo con la aplicación de 67 kg N/ha y 133 kg K₂O/ha. Según estos resultados, hubo respuesta a nitrógeno y potasio; la respuesta a potasio no se correlaciona con el análisis químico del substrato (cuadro2), pero si con al nivel de nitrógeno reportado.

En cuanto al fósforo, que es deficiente (cuadro 2), no hubo respuesta, posiblemente, por la elevada capacidad de fijación para este nutriente en este suelo.

CUADRO 14. Comparación de medias del peso de 100 frutos de miltomate (*Physalis sp.*) por el efecto de la aplicación de N, P₂O₅ Centro Experimental Docente de Agronomía, CEDA-FAUSAC. Sitio 2, 1993.

kg/ha		Peso de 100 frutos gramos
N	K ₂ O	
67	67	200 c
67	133	264 a
133	67	234 b
133	133	233 b

Las medias con la misma letra son iguales, al 5% de probabilidad

En el cuadro 15, se presenta el análisis de varianza para el peso de 100 frutos y el rendimiento de peso fresco de frutos, por el efecto de la aplicación de cuatro niveles de N, P₂O₅ y K₂O, en el sitio 2 (CEDA-FAUSAC).

De este análisis se concluye que existe diferencia significativa al 1% de probabilidad debido al nitrógeno y fósforo para la variable rendimiento (kg/ha). Estos datos se relacionan con el análisis químico del suelo (cuadro 2), mientras que para la variable peso de 100 frutos, hay respuesta por la aplicación de potasio. Esta respuesta se puede atribuir a la función catalítica que este nutriente tiene en la fisiología de la planta.

CUADRO 15. Análisis de varianza para el peso de 100 frutos de miltomate (*Physalis sp.*), rendimiento en peso fresco de frutos por el efecto de 4 niveles de N, P₂O₅ y K₂O, en el Centro Experimental Docente de Agronomía (CEDA-FAUSAC), sitio 2, 1993.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	F. Calculadas	
		Peso de 100 frutos, en gramos.	Rendimiento de Kg/ha
Repeticiones	2	2.51	12.78
N	3	0.66 NS	16.22 **
P	3	0.53 NS	4.73 **
NP	1	0.36 NS	1.57 NS
K	3	2.27 *	1.14 NS
NK	1	4.91 *	0.01 NS
PK	1	1.96 NS	0.05 NS
NPK	1	0.60 NS	1.85 NS
ERROR	26		
TOTAL	41		
C.V.(%)		15.67	18.02

C.V. = Coeficiente de variación

NS = No significativo

* = Significancia al 5% de probabilidad

** = Significativo al 1% de probabilidad

En el cuadro 16, se presenta el análisis de comparación de medias del rendimiento de frutos por el efecto de nitrógeno y fósforo. De este análisis se puede concluir que los mayores rendimientos se obtuvieron cuando se aplicaron 80 kg P_2O_5 /ha y 200 kg N/ha y el menor rendimiento se obtuvo cuando no se aplicó ningún nutriente. La respuesta al fósforo arriba de 27 kg/ha comienza a incrementarse, hasta que a los niveles de 53 y 80 kg/ha, es significativa. Esta respuesta puede ser atribuida a que, posiblemente, conforme se aumenta la dosis de fósforo, la capacidad de fijación del suelo disminuye con relación a este nutriente.

CUADRO 16 Comparación de medias para el rendimiento de frutos de miltomate (*Physalis* sp.) por efecto de 4 niveles de N, P_2O_5 . Centro Experimental Docente de Agronomía, CEDA FAUSAC. Sitio 2, 1993.

Nutriente	kg/ha	Rendimiento en kg/ha
Nitrógeno	0	6156.00 d
	67	9625.00 c
	133	12431.50 b
	200	18813.50 a
Fósforo	0	12956.30 b
	27	9232.50 c
	53	12478.50 b
	80	14122.30 a
Testigo absoluto		709.26

Para cada nutriente, las medias con la misma letra son iguales, al 5% de probabilidad.

5.3 Sitio 3. Aldea Hacienda María, San José Poaquil, Chimaltenango.

En el cuadro 17, se detallan los resultados del análisis de varianza para el peso fresco de 100 frutos, número de frutos por planta y el rendimiento en peso fresco de frutos.

CUADRO 17. Análisis de varianza para peso fresco de 100 frutos número de frutos por planta y rendimiento de peso fresco de frutos de miltomate (*Physalis sp.*), por efecto de 2 niveles de N, P₂O₅ y K₂O. Aldea Hacienda María, San José Poaquil, sitio 3, 1993.

Fuente de Variación	Grados de Libertad	F. Calculadas		
		Frutos por Planta.	Peso de 100 frutos (gr)	Rendimiento Kg/ha.
Repeticiones	2	2.39	18.86	14.85
N	1	12.02 **	24.35 **	0.07 NS
P	1	0.30 NS	2.97 NS	1.25 NS
NP	1	1.09 NS	0.72 NS	1.58 NS
K	1	8.19 **	2.66 NS	19.51 **
NK	1	0.67 NS	0.17 NS	1.25 NS
PK	1	0.80 NS	0.03 NS	0.23 NS
NPK	1	0.30 NS	3.50 NS	1.54 NS
ERROR	13			
TOTAL	22			
C.V.(%)		8.40	6.22	9.04

NS = No significativo al 1% y 5% de probabilidad

C.V. = Coeficiente de variación

** = Significativo al 1% de probabilidad

En base a los datos del cuadro 17, se infiere que existe efecto de nitrógeno sobre el número de frutos por planta y el peso fresco de 100 frutos, estos resultados tienen relación con la fertilidad del suelo que se reporta para este sitio experimental (cuadro 3), en el que se detectó deficiencia de Nitrógeno, Fósforo y Potasio; pero la falta de respuesta al fósforo se puede atribuir a la alta capacidad de fijación de fósforo del suelo.

CUADRO 18 Comparación de medias para el número de frutos de miltomate (*Physalis sp.*) por planta, peso de 100 frutos, rendimiento en peso fresco de frutos, debido a la aplicación de dos niveles de N, K₂O. Aldea Hacienda María, San José Poaquil, sitio 3, 1993.

Nutriente	kg/ha	Número de Frutos/planta	Peso de 100 frutos (gr.)	Rendimiento kg/ha
Nitrógeno	100	65 a	408 b	8614.20 a
	150	58 b	458 a	8645.80 a
Potasio	100	59 b	420 b	7873.20 b
	150	65 a	449 a	9457.00 a

En cada columna y para cada nutriente, las medias con la misma letra son iguales, al 5% de probabilidad.

En el cuadro 18, se observa que el nitrógeno afecta el número de frutos, peso de 100 frutos; no así el rendimiento de frutos. La aplicación de 150 kg N/ha, afectó el peso de 100 frutos y la de 100 kg N/ha al número de frutos, esto indica que la dosis creciente de Nitrógeno puede aumentar los frutos por planta, pero de menor peso; mientras que el potasio tiene influencia en el rendimiento de

peso fresco de frutos en el nivel de 150 kg N, O/ha, este fenómeno se puede atribuir a la función catalítica que el Potasio tiene en la fisiología de la planta.

En el cuadro 19, se presenta el análisis de varianza para el peso de 100 frutos, número de frutos y rendimiento de frutos obtenidos por el efecto de la aplicación de 4 niveles de N, P₂O₅ y K₂O. De este análisis se puede inferir que existió, para el nitrógeno, efecto sobre el peso de 100 frutos; para el fósforo, efecto en el número de frutos/planta y en el rendimiento, y para el potasio, efecto en el número de frutos/planta y en el rendimiento, y para el potasio sobre todas las variables evaluadas. Es importante indicar que el suelo es deficiente en fósforo (cuadro 13), esta situación se evidenció al aplicar niveles crecientes de este nutriente; situación que se debe a la alta capacidad de fijación de fósforo por el suelo; por lo que es necesario explorar dosis mayores de este nutriente. El potasio es deficiente en el suelo (cuadro 3), razón por la que hubo respuesta para todas las variables evaluadas; en este caso, el nivel crítico está por encima de 88 ppm.

CUADRO 19. Analisis de varianza para el número de frutos por planta, peso de 100 frutos y rendimiento de frutos kg/ha de miltomate (*Physalis sp.*) por la aplicación de niveles de N, P₂O₅ y K₂O. Aldea Hacienda María, San José Poaquil, sitio 3, 1993.

Fuente de Varacion	Grados de Libertad	F. Calculadas		
		Frutos por Planta.	Peso de 100 frutos (gr)	Rendimiento Kg/ha.
Repeticiones	2	3.79	15.87	3.84
N	3	2.27 NS	6.89 **	0.10 NS
P	3	3.65 *	2.20 NS	3.15 *
NP	1	0.57 NS	0.46 NS	0.48 NS
K	3	7.89 **	7.89 **	4.99 **
NK	1	0.39 NS	0.07 NS	0.92 NS
PK	1	0.44 NS	0.07 NS	0.26 NS
NPK	1	0.04 NS	2.63 NS	0.46 NS
ERROR	23			
TOTAL	38			
C.V.(%)		13.27	6.84	12.58

C.V. = Coeficiente de variación

NS = No significativo al 51% y 5% de probabilidad

* = Significativo al 5% de probabilidad

** = Significativo al 1% de probabilidad

En el cuadro 20, se presenta la prueba de comparación de medias para el número de frutos por

planta, peso de 100 frutos y rendimiento, por efecto de 5 niveles de nitrógeno, fósforo y potasio.

CUADRO 20. Prueba de comparación de medias para el número de frutos por planta, peso fresco de 100 frutos, rendimiento de peso fresco de frutos de miltomate (*Physalis* sp.), por la aplicación de 5 niveles de N, P₂O₅ y K₂O. Aldea Hacienda María, San José Poaquil, sitio 3, 1993.

Nutriente	kg/ha	Número de Frutos/planta	Peso de 100 frutos (gr.)	Rendimiento kg/ha
N	0	62 b	370 b	5010 d
	50	55 c	435 a	7620 c
	100	65 b	410 a	8670 b
	150	65 b	444 a	9250 a
	200	73 a	430 a	9850 a
P ₂ O ₅	0	62 b	370 c	5010 d
	20	75 a	396 b	9530 b
	40	59 c	430 a	8270 c
	60	67 b	431 a	9200 b
	80	76 a	426 a	10680 a
K ₂ O	0	62 a	370 c	5010 d
	50	56 d	433 a	8030 d
	100	61 c	418 b	8130 c
	150	68 b	441 a	9740 b
	200	89 a	385 c	10780 a

En cada columna y para cada nutriente, las medias con la misma letra son iguales, al 5% de probabilidad.

Del cuadro 20, se infiere que existió efecto para los niveles de N, P₂O₅ y K₂O aplicados al suelo. En relación al nitrógeno, la dosis de 150 y 200 kg/ha se obtuvo el mayor peso de 100 frutos y el mayor rendimiento de frutos frescos; sin embargo, para el P₂O₅ con la dosis de 80 kg/ha se obtuvieron los mejores resultados y en el caso del potasio, con la dosis de 200 kg K₂O/ha. Estos resultados se relacionan con los datos del análisis químico de suelo (cuadro 3), donde se reporta que el suelo es deficiente en N, P y K.

6. CONCLUSIONES

En la evaluación de la respuesta a la aplicación de niveles de N, P₂O₅ y K₂O sobre el rendimiento de frutos por planta en el cultivo de miltomate (*Physalis* sp.) en tres sitios diferentes, con base en el análisis químico del suelo, se obtuvieron las siguientes conclusiones:

6.1. En el sitio 1 (Aldea Xesiguán, Santa Apolonia, Chimaltenango), con presencia de 11.4 ppm de P y 340 ppm de K, solo existió respuesta con la aplicación de 150 kg H/ha, siendo el rendimiento 5,520 kg/ha.

6.2. En el sitio 2 (Centro Experimental Docente de Agronomía, CEDA-FAUSAC), con 0.84

ppm de P, 175 ppm de K y 2.40% de materia orgánica, hubo respuesta a la aplicación de nitrógeno. Esta respuesta fue mayor cuando se incrementó este nutriente en niveles crecientes. Para el fósforo se obtuvo respuesta con el nivel de 80 kg P_2O_5 /ha, que fue la dosis mayor de las evaluadas. Por último, no hubo respuesta al Potasio.

6.3. En el sitio 3 (Hacienda María, San José Poaquil, Chimaltenango), con 0.44 ppm de P, 88 ppm de k, 0.9% de Carbono Orgánico y 0.2% de N se obtuvo respuesta a los tres nutrientes evaluados; es decir, que se incrementó el rendimiento con la aplicación de N, P, y K en los niveles de 200 kg N/ha, 80 kg P_2O_5 /ha, y 200 Kg K_2O /ha con un rendimiento promedio de 10,436 kg/ha.

7. RECOMENDACIONES

1. Tomado en cuenta las condiciones edáficas de los sitios experimentales y la época lluviosa cuando fueron realizados los experimentos, se recomiendan para el miltomate (*Physalis sp.*) sembrado a 0.60 x 0.40 m, los siguientes niveles de fertilización al suelo:

- a) La aplicación de 150 kg de N/ha, cuando los resultados del análisis químico del suelo sean 1.80% de Carbono Orgánico, 0.18% de N, 11.4 ppm de P y 340 ppm de k.
- b) La aplicación de 200 kg de N/ha y 80 kg de P_2O_5 /ha, cuando el suelo contenga 2.04% de Carbono Orgánico, 0.46% de N, 0.16 ppm de P, y 175 ppm de K.
- c) La aplicación de 200 kg de N/ha, 80 kg de P_2O_5 /ha, y 200 kg de K_2O /ha, cuando el suelo contiene 0.9% Carbono Orgánico, 0.2% de N, 0.44 ppm de P y 88 ppm de K

8. BIBLIOGRAFIA.

1. AJQUEJAY P., W.O. 1992. Evaluación de 3 etapas de desarrollo de plántula para trasplante y tres números de plantas por postura en el cultivo de miltomate (*Physalis Philadelphica* Lam) bajo condiciones de San José Poaquil Chimaltenango. Investigación inferencial de EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía 45 p. (Documento en el Centro de Documentación de la Facultad de Agronomía).
2. AZURDIA P., C.A.; GONZALES., M. 1986. Informe final del proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía/ Instituto de Ciencia y Tecnología agrícolas/Comité internacional de Recursos Fitogenéticos. 26 p.
3. BALBACHAS, A.; RODRIGUEZ, H. 1980. Las plantas curan. 6 ed. Estados Unidos de América, Asociación de publicaciones herald. 535 p.
4. BUCASOV, S.M. 1981. Las plantas cultivadas de México, Guatemala y Colombia. Trad. por Jorge León. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. p 116-117.

5. CORDON S., E.N. 1991. Levantamiento detallado de suelos del Centro Experimental Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 47 p.
6. CRUZ, J.R. DE LA. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
7. GONZALES F., E.M. 1992. Determinación del período crítico de interferencia de malezas en el cultivo de miltomate (Physalis Philadelphica Lam) en la Aldea de Santa María Cauqué, Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 55 p.
8. GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E. HIDROLOGIA. Tarjetas de registro climáticos de la estación central de INSIVUMEH de los años 1973-1990. Guatemala. Sin publicar.
9. PADILLA C., T.A. 1992. Situación actual del cultivo de miltomate (Physalis Philadelphica Lam) desde el punto de vista agronómico y económico en San José Poaquil, Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 50 p.
10. PINTO M., G.L. 1988. Características agromorfológica y bromotalógica de 18 cultivares de miltomate (Physalis spp.) nativas bajo las condiciones de la ciudad capital de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 88 p.
11. SARAY M., C.R. 1978. Tomate de cáscara, algunos aspectos sobre su fisiología e investigación. México, Campus experimental, Zacatepec. Folleto No. 73. 26 p.
12. SIMONS, CH.; TARANO, J.M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, Editorial José de Pineda Ibarra. 1000 p.
13. TURENT F., A.; LAIRD R., J. 1978. La matriz Experimental Plan Puebla, para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos. Chapingo, México. 27 p.
14. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE AGRONOMIA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS; INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS; CONSEJO INTERNACIONAL DE RECURSOS FITOGENETICOS. 1990. Informe del proyecto de caracterización y evaluación preliminar de algunos cultivos nativos de Guatemala. Guatemala. p. 296-317.

ECONOMIA Y MEDIO AMBIENTE

EFECTO DE LAS TENDENCIAS AMBIENTALES EN LA EXPORTACION DE LOS PAISES EN VIAS DE DESARROLLO *

Claudio Cabrera Gaillard **



1. PRESENTACION

El presente artículo pretende, después de un breve análisis histórico de la problemática ambiental, resaltar las dificultades de la economía - cualquiera que sea su origen- de dirigir procesos ambientales compatibles. Posteriormente, describe cuales han sido las tendencias ambientales de la época para, por último, relacionarlas con las oportunidades de mercado y exportación en Guatemala, dentro del contexto del manejo sostenible de recursos naturales y de procesos productivos compatibles ambientalmente.

Lejos de pretender agotar la temática, se desea iniciar la discusión sobre la economía del medio ambiente, las tendencias ambientales y su influencia en países periféricos como Guatemala.

2. MEDIO AMBIENTE Y SOCIEDAD

El inicio de la agricultura en el neolítico (hace 10,000 años) se puede calificar como el inicio del problema ambiental, ya que el hombre pasa de ser parte del ecosistema como colector-cazador, hacia la transformación de la naturaleza.

Según Vitale (1993), 99% de la historia de la humanidad se caracteriza por la integración a la naturaleza de los pueblos recolectores, pescadores, cazadores. El apareamiento de la agricultura data de 10,000 años atrás y el surgimiento de la fase industrial data de 150 años. Estas dos últimas fases representan el uno por ciento de la historia de la humanidad, período en el que ha existido una aceleración en la degradación de los recursos naturales.

Dentro de esta dinámica, el consumo de energía per cápita ha aumentado de 3000 kilocalorías/día, en las sociedades de colectores, pescadores y cazadores a 12,000 kilocalorías en las primeras sociedades agrarias y 77,000 kilocalorías en la primera mitad del siglo XIX.

En la actualidad, en una sociedad como la europea, el consumo promedio de energía por habitante es de 150,000 kilocalorías diarias y en los EE.UU. de 230,000 kilocalorías diarias (Passet, 1987).

* "Efecto exportaciones" 7 de Octubre 1993. Gremial de Exportadores de Productos no tradicionales Guatemala.

** Guatemalteco. Ingeniero Agrónomo en recursos naturales renovables, USAC. MSc. Manejo Bosques Tropicales (ENGREF-CNEARC), Montpellier, Francia. Plan de Acción Forestal para Guatemala - PAFG-

Para algunos científicos sociales, el Club de Roma (que financió el estudio de Meadows en 1971 y 1972) representa la toma de conciencia sobre la lógica destructiva del proceso industrial. Este no fue un problema exclusivo de los países de economías "libres"; ahora sabemos que los países de economías planificadas están enfrentando problemas similares o mayores, producto de la ausencia de antagonistas políticos, a la lógica destructiva del proceso industrial.

3. ECONOMIA Y MEDIO AMBIENTE

Según Aristóteles existe una diferencia entre la economía y la crematística¹. Para el filósofo griego, la economía es el estudio del abastecimiento de la casa o ciudad (oikos) y la crematística es el estudio de la formación de precios en los mercados. Las dos palabras con similar raíz (eco).

Si se analiza la historia del pensamiento económico, se puede notar lo que afirma René Passet en su libro "Lo Económico y lo Vivo"; según Passet, tres factores han estado siempre en el desarrollo de los procesos económicos; **la naturaleza, el hombre y el capital**. Los dos primeros han sido excluidos del estudio económico. El tercero -el capital- aparecerá como el centro de estudio de la economía, lo que ha conducido a lo que el mismo autor califica como "el reduccionismo del pensamiento económico".

Algunos autores, pretenden analizar los problemas del ambiente con base en la teoría microeconómica. Un error metodológico se plantea desde el inicio, ya que no es procedente analizar un objeto de estudio global con una concepción individualista (microeconómica).

Actualmente, existe un grupo de economistas nuevos que afirman que los análisis clásicos para el estudio de la economía del ambiente no se pueden aplicar y que es necesario buscar nuevos métodos. A este respecto, es importante resaltar que el futuro de la humanidad se encuentra dependiente de los análisis financieros y de los estudios económicos que no toman en cuenta lo biofísico, las cuales ni siquiera pueden tomar en cuenta la decisión de los agentes económicos del futuro y su ingerencia en la actualidad.

Los economistas neoclásicos están tratando de resolver el problema que se les plantea mediante el método llamado "internalización de las externalidades". Pero, ¿qué es una externalidad?. Es todo aquello que la economía no puede medir, por ejemplo.: protección del suelo, paisaje biodiversidad, estado de la sucesión ecológica. Pero, de hecho, que la economía no lo puede medir no significa que no sea importante para la misma supervivencia de la especie humana, como puede ser la protección del suelo y la biodiversidad. Es obvio que la teoría económica, independiente de su origen, es incapaz de valorar los bienes y servicios que genera la naturaleza.

Según Passet, hay tres esferas importantes para poder analizar la economía del ambiente. La esfera mayor es la **de la biosfera**, la que contiene sus propias leyes, que rigen inclusive la esfera humana como especie. La segunda esfera es la **humana** y dentro de esta se encuentra la esfera económica creada por las sociedades. Es entonces **la esfera económica la tercera esfera**, contenida dentro de las dos mayores. A estas esferas se aplica la teoría de conjuntos, en la cual la menor (económica) es contenida en la esfera mediana (humana) y estas dos son contenidas en la mayor (biosfera), no siendo esta relación recíproca.

El problema actual reside en que las leyes económicas, que son la esfera menor, pretenden regir las leyes de los hombres y las leyes de la biosfera, que son esferas superiores. Este es, sin duda alguna, el mayor problema del futuro de la especie humana, ya que a partir de la economía se pretende guiar el aprovechamiento de los bienes y servicios generados por la naturaleza, teniendo la biosfera y los seres humanos sus propias leyes. Esto conduce al problema de la

1. Crematística: Economía política, ciencia de la producción y la distribución de la riqueza

degradación ambiental que estamos viviendo.

4. LOS INDICADORES ECONOMICOS

Una de las principales contradicciones entre economía y medio ambiente se refiere a los indicadores utilizados por la economía para medir y asignar recursos. Los indicadores pueden ser analizados en dos: microeconómicos (o financieros) y macroeconómicos.

4.1 *Indicadores financieros:*

En cuanto a los indicadores financieros, se pueden notar que los indicadores clásicos (TIR, VAN Y B/C, y otros) no toman en cuenta los elementos ambientales. Lo que determina que las decisiones individuales no tienen ningún vínculo con el desarrollo sostenible.

El problema radica en que los bienes y servicios producto de actividades sostenibles o de la naturaleza tienen dos inconvenientes ante los indicadores financieros:

* Primero que las actividades sostenibles tienen sus resultados en el largo plazo, elemento que los hace menos competitivos en el mercado y;

* Segundo que los bienes y servicios generados por dichas actividades no son monetarios (Ej. protección del suelo o de la atmósfera, calidad del agua, biodiversidad, paisaje).

4.2 *Indicadores macroeconómicos*

En cuanto a los indicadores macroeconómicos, se puede notar que los más utilizados son el Producto Interno Bruto y el crecimiento:

* El PIB ya está siendo analizado por las Naciones Unidas para ser sustituido por lo que se denomina el Índice de Desarrollo Humano. El caso de la leña en Guatemala muestra los problemas que puede tener un indicador como este, desde el punto de vista ambiental.²

* El crecimiento económico (del PIB) es otro indicador importante utilizado en macroeconomía. No tiene sentido poseer crecimiento económico, si éste se realiza a costa de la base de los recursos naturales, y es en este sentido, en donde planificadores han contribuido directamente a la degradación de los recursos naturaleza y del ambiente en general. El hecho de desvincular el crecimiento económico de la sustentabilidad es, hoy en día, una premisa con muy alto costo. No puede haber crecimiento económico sostenido sin actividades ambientalmente compatibles.

Desde el punto de vista social, el crecimiento económico, posee también sus limitaciones; ya que lo que la Comisión Económica para América Latina -CEPAL- denomina la "década perdida" (los ochentas), basada en el crecimiento económico, para algunos científicos sociales fue una "década ganada" ya que según los últimos en esta década se fortalecieron los procesos democráticos en la región, cuyo logro no tiene precio.

Cualquiera que sean los indicadores, es evidente que en la actualidad la economía -como instrumento- tiene dificultad para conducir procesos y/o actividades ambientalmente sostenibles. De ahí que el

2. En Guatemala, por ejemplo, según el Banco del Estado en 1988 el sector forestal contribuyó solamente al 3.5% en la formación del Producto Interno Bruto (PIB). Pero el consumo de leña en ese mismo año representó el 65% del balance energético nacional. Al referir el consumo de leña a su equivalente en barriles de petróleo, suma más de 19 millones de barriles, lo que equivale a 300 millones de dólares, utilizando los precios del petróleo de 1985. Esto significa que solamente la leña contribuyó el 4% al PIB (en 1988), un poco menos de lo que contribuyeron las exportaciones de café (Cabrera, 1992).

Estado tendrá que jugar un papel importante en la conducción de las economías basadas en el desarrollo sostenible.

5. TENDENCIAS AMBIENTALES

Muchos autores afirman que el movimiento ambiental nace en el momento que el Jefe Seattle envía una carta al Presidente de los Estados Unidos en 1854; escrito en el que explica la problemática que los "Seattle" veían en la expansión y el desarrollo de la cultura occidental en el territorio norteamericano.

Pero las manifestaciones sociales "ambientales" más importantes nacen en la década de 1960 con el "hipismo" y la denominada "contracultura". Además el surgimiento de las manifestaciones estudiantiles en Francia, Alemania y México en el año 1962, es parte de este movimiento. En estos procesos existen una serie de reivindicaciones, principalmente con respecto a la paz y una fuerte crítica a la economía de consumo.

Posteriormente, el evento que marca oficialmente esta nueva etapa de la relación hombre-naturaleza es la Reunión de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente, llevada a cabo en Estocolmo, Suecia en el año 1972. Esta reunión tuvo como germen el estudio financiado por el Club de Roma, denominado "Los Límites del Crecimiento" (Meadows, 1972).

El "desarrollismo" puso al hombre por encima de la naturaleza, capaz de modificarlo todo para suplir sus necesidades. Por su parte, el "ambientalismo clásico" pretendió separar al hombre de los ecosistemas "naturales" y restringir su acción a los ecosistemas transformados.

Al parecer, la primera fase del ambientalismo que puede definirse como un movimiento político emergente, producto de la crisis ideológica de las teorías dominantes, es el nacimiento de principios para la generación de nuevos pensamientos sobre la relación del hombre con la naturaleza.

De hecho, en la actualidad, el ambientalismo que puede definirse como un movimiento político emergente, producto de la crisis ideológica de las teorías dominantes, es el nacimiento de principios para la generación de nuevos pensamientos sobre la relación del hombre con la naturaleza.

En cuanto a las tendencias ambientales actuales, es posible analizarlas desde la perspectiva macro (nacional) y micro (individual). Ver cuadro I.

* Desde la perspectiva macro, las tendencias están definidas de la siguiente manera; a) para los países industrializados, inicialmente existen condiciones de importación de productos tropicales con un fuerte componente ambiental, además que en la actualidad estos países están condicionando su cooperación para los países en vías de desarrollo, la cual se manifiesta en dos ejes fundamentales: la mujer y el medio ambiente. Lo que significa que cualquier proyecto de desarrollo debe tener en cuenta estos elementos; b) Los decisores de los países en vías de desarrollo, aún no están convencidos o tienen otras prioridades que la cuestión ambiental; esta situación con lleva a aceptar las condiciones de la cooperación internacional por conveniencia de flujo financiero. Las prioridades de los países del Sur están definidas por el fortalecimiento de los sistemas políticos, los derechos humanos, deuda externa, programas de ajuste estructural, entre otros.

* Desde la perspectiva individual; a) los habitantes de los países en vías de desarrollo tienen problemas más urgentes a resolver que la cuestión ambiental y/o no están lo suficientemente conscientes de la problemática. De una u otra manera, la cuestión ambiental no es prioritaria ni en su agenda, ni en sus valores para el consumo de bienes y servicios y b) Por el contrario, para los individuos de los países industrializados, la calidad ambiental empieza a ser un elemento importante de sus valores, lo que tiene implicaciones en tres niveles

+ Calidad del ambiente vecino: la existencia de áreas verdes cerca de la residencia, contaminación

atmosférica.

- + Calidad ambiental de los productos que se consumen.
- + Proveniencia de productos importados.

Los últimos dos niveles tienen una relación directa con la exportación de productos desde los países en vías de desarrollo, ya que en la mayoría de los casos, estos productos no cumplen con los requerimientos mínimos. Su ingreso y aceptación en el mercado está determinado por su competencia en calidad con productos elaborados en los países industrializados, que si cuentan con esos "estándares".

6. EPILOGO

-- A pesar de que la problemática ambiental se origina hace más de 10,000 años, desde hace sólo 150 años se ha agudizado. Siendo esta etapa un lapso muy reducido (1%) en la historia de la humanidad.

-- Las tendencias ambientales están definidas por las políticas de los países industrializados en lo macroeconómico y en lo micro por los consumidores y se reflejan en la exigencia de ambientes favorables y productos de calidad ambiental, procedentes de actividades sustentables.

-- La globalización económica, la formación de bloques económicos y los tratados bilaterales de libre comercio ³, tienen una influencia directa con esta problemática. Estos tres procesos poseen un elemento en común, que es la liberalización de los mercados, ya sea bilaterales, regionales o mundiales; dinámica que está en contra de cualquier protección nacional de mercados con el fin de promover actividades sostenibles.

-- Por otra parte, en este proceso de globalización los productores de los países industrializados ya han "Internalizado" los costos ambientales de su producción, lo que les permite ser relativamente más competitivos en el momento de una verdadera apertura de mercados, desde la perspectiva de las demandas del consumidor.

Desde esta perspectiva, habría que considerar la opinión de Rosenthal quien afirma lo siguiente: " las ventajas comparativas que determinados países adquieren, podrán variar instantáneamente en función de decisiones tomadas por empresas de alcance global sobre la organización de sus actividades productivas" (Rosenthal, 1992).

- La reducción del Estado, inspirada en los programas de Ajuste Estructural, evidencian serias contradicciones en relación al fortalecimiento institucional del Estado como ente garante de la protección del ambiente, sabiendo que la economía posee muchas dificultades para valorizar los bienes y servicios de la naturaleza y las actividades sostenibles. Pero también se contradice con la participación del Estado para que las actividades sostenibles sean rentables.

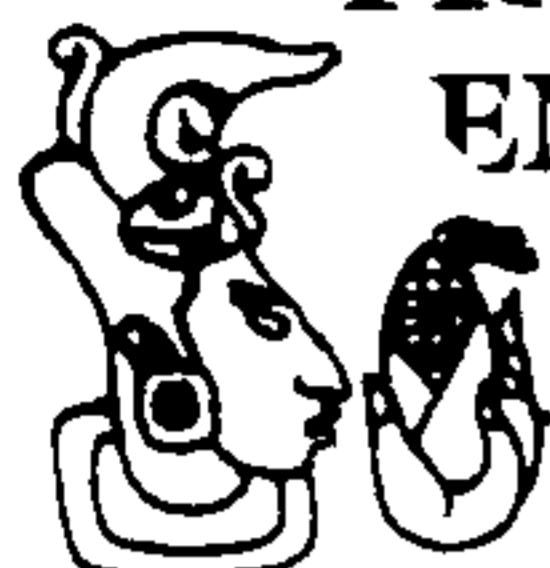
3. *Aparentemente, la formación de bloques económicos es la gran tendencia inequívoca del nuevo orden económico mundial, pero no es del todo valedera; otros elementos como los tratados bilaterales de libre comercio, entre dos miembros de dos bloques diferentes (Chile -EEUU, por ejemplo), pueden sumar otras variables a esa tendencia aparente.*

Cuadro 1. Tendencias ambientales en la actualidad

	Países Industrializados	Países en vías de desarrollo
Macro	<ul style="list-style-type: none"> -Condiciones de importación de productos tropicales con fuertes restricciones ambientales - Cooperación condicionada: medio ambiente y mujer. 	<p>Otros problemas prioritarios</p> <ul style="list-style-type: none"> - fortalecimiento sistemas políticos Derechos Humanos. - Deuda Externa - Pobreza extrema - Programas Ajuste estructural.
Micro	<p>Nuevos valores incorporando la variable ambiental:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Calidad ambiente vecino * <u>Proveniencia de los productos</u> * <u>calidad de los productos consumidos.</u> 	<ul style="list-style-type: none"> -Problemas urgentes de sobrevivencia. (mayoría de población) - Sin valores relacionados con el medio ambiente.

ALIMENTACION Y NUTRICION

PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACION EN ALIMENTACION Y NUTRICION (PRUNIAN)*



1. DEFINICION DEL PROGAMA

El programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición, es una serie de acciones sistemáticas integradas, tendientes a la optimización de recursos y coordinación de equipos inter, multi y transdisciplinarios de investigación orientados al mejor conocimiento de la realidad alimentaria y nutricional del país y la búsqueda de soluciones a los principales problemas nacionales en ésta área, a través de la metodología científica, que permita el cumplimiento de los fines de la Universidad.

2 .OBJETIVOS DEL PROGRAMA

2.1 Objetivo General

Promover, desarrollar y coordinar la investigación en la Universidad de San Carlos de Guatemala para contribuir al conocimiento del problema alimentario y nutricional del país y a la búsqueda de soluciones concretas.

2.2 Objetivos Específicos

2.2.1 Determinar las áreas prioritarias de investigación en alimentación y nutrición en la Universidad de San Carlos.

2.2.2 Impulsar la investigación multidisciplinaria en alimentación y nutrición en la Universidad de San Carlos.

2.2.3 Facilitar la investigación aplicada en alimentación y nutrición.

2.2.4 Promover la difusión y aplicación de los conocimientos generales por la investigación en alimentación y nutrición a diferentes niveles, sectores e instituciones ligados al problema.

2.2.5 Fomentar la aplicación de los conocimientos generados en ésta área, en las actividades de docencia y extensión universitaria.

* Programa realizado por la Comisión Multidisciplinaria responsable de la estructuración del PRUNIAN.

3. ESTRATEGIAS

Para lograr los objetivos y desarrollar las áreas y líneas de investigación propuestas, el PRUNIAN identifica las siguientes estrategias.

- 3.1 Establecer mecanismos de comunicación con los programas de Docencia y Extensión de la Universidad de San Carlos de Guatemala, así como con otros programas de investigación existentes o que puedan surgir en el futuro.
- 3.2 Estimular la multidisciplinaridad en las investigaciones apoyadas por el Programa.
- 3.3 Estimular la aplicación de los conocimientos producidos por las investigaciones desarrolladas en el Programa.
- 3.4 Vincular el programa con instituciones nacionales de servicio, así como con organismos internacionales
- 3.5 Gestionar recursos para el desarrollo de la investigación alimentaria y nutricional en la Universidad de San Carlos.
- 3.6 Dar a conocer de manera sistemática la labor desarrollada por el Programa, tanto al interior, como al exterior de la Universidad de San Carlos.
- 3.7 Promover la creación de un centro de documentación en alimentación y nutrición para la Universidad de San Carlos.
- 3.8 Conformar el Sistema Nacional de Investigación en Alimentación y Nutrición.
- 3.9 Evaluar periódicamente el Desarrollo del Programa, para permitir la adecuada retroalimentación y readecuación de sus líneas de investigación.

4. AREAS Y LINEAS DE INVESTIGACION

El problema alimentario y nutricional de Guatemala, será abordado por el Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición PRUNIAN-, a través de la investigación, las cuales fueron ordenadas en base al análisis desarrollado a través del modelo analítico causal en donde se identifican tres grandes categorías de factores condicionantes: Disponibilidad, Consumo y Utilización, las cuales están determinadas por la estructura económica y social del país. Para el estudio del problema alimentario y nutricional de Guatemala, en el PRUNIAN, se establecieron tres áreas prioritarias de investigación, con sus respectivas líneas.

- * Disponibilidad de Alimentos.
- * Consumo de Alimentos.
- * Utilización Biológica de Alimentos.

4.1 Disponibilidad de Alimentos. En ésta área se incluirá investigación que proponga el desarrollo y adaptación de tecnologías que aumenten la producción de alimentos para consumo interno, que mejoren los sistemas de almacenamiento, comercialización y distribución de alimentos, así como el acceso de la población a éstos. Sus líneas de investigación son:

4.1.1 Tecnología para aumentar la producción sostenida de alimentos para consumo interno. Se realizarán proyectos que apoyen el desarrollo de la producción alimentaria de origen agropecuario en sus diferentes fases de procesamiento y que promuevan el aprovechamiento de los recursos de alimentación para consumo interno.

4.1.2 Tecnología para aumentar la pérdida de alimentos post-cosecha.

Con esta línea se pretende estimular la formulación de proyectos que desarrollen o adapten tecnologías de conservación de alimentos.

4.1.3 Comercialización de alimentos. En ésta línea se promoverá la realización de proyectos que propongan mecanismos justos de comercialización, con los que se benefician tanto los productores, como los consumidores y que estimulen la producción de alimentos y el mercado de libre competencia.

4.2 Consumo de Alimentos.

El área de consumo de alimentos se prioriza debido a que es la causa inmediata de desnutrición en nuestro país, por lo que el Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición -PRUNIAN- apoyará investigaciones que aporten propuestas sobre una buena selección, preparación y distribución de alimentos para diferentes grupos sociales y culturales, así como para grupos de población con diferentes estados fisiopatológicos. Las líneas de investigación en esta área son:

4.2.1 Educación al consumidor. Se pretenden proyectos educativos que, por diferentes medios, se dirijan a los grupos de población y les sirvan de base para tomar decisiones alimentarias y nutricionales.

4.2.2 Cultura y consumo de alimentos. Se apoyarán proyectos que caractericen los hábitos, creencias y costumbres alimentarias y nutricionales de los diferentes grupos de población y que sirvan de base para fortalecer a aquellos que son benéficos o indiferentes, o para sustituir los que son perjudiciales.

4.3 Utilización Biológica de Alimentos. Esta área es prioritaria porque se reconoce que la alta frecuencia de morbilidad y las malas condiciones ambientales son fuertes condicionantes del problema alimentario y nutricional de Guatemala. Este programa apoyará investigaciones que propongan alternativas para que la población incorpore en su forma de vida, un adecuado manejo de excretas, basura, agua y vivienda. También se apoyarán investigaciones de vigilancia y/o monitoreo previos posteriores a una intervención alimentaria nutricional, o para generar información básica sobre la tendencia de la situación alimentaria y nutricional. Las líneas de investigación en esta área son:

4.3.1 Aumento del valor biológico de los alimentos. Incluye proyectos que desarrollen formas de mejoramiento físico, químico o biológico de alimentos para mejorar el aprovechamiento de los nutrientes contenidos en los mismos.

4.3.2 **Vigilancia alimentaria y nutricional.** Orientada a proyectos que propongan métodos y procedimientos de monitoreo y evaluación de la situación alimentaria y nutricional de individuos y poblaciones, que sean válidos, confiables y de fácil aplicación en nuestro medio y que permitan hacer seguimiento y predicción de la misma.

4.3.3 **Transferencia de tecnología apropiada para saneamiento del medio.** Se estimularán proyectos que propicien la apertura de la población hacia la modificación de conductas en cuanto al uso de tecnologías de saneamiento ambiental.

5. ESTRUCTURA DEL PROGRAMA UNIVERSITARIO DE INVESTIGACION EN ALIMENTACION Y NUTRICION -PRUNIAN-

5.1 Organización: El programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición, PRUNIAN, es integrante del Sistema de Investigación de la Universidad de San Carlos, adscrito administrativamente a la Dirección General de Investigación. Está constituido por un coordinador y una comisión coordinadora, conformada por un delegado representante por cada uno de los Centros, Institutos, Departamentos o Coordinaciones de Investigación de Unidades Académicas afines por su disciplina, objeto de estudio del Programa.

5.1.1 Atribuciones de la Comisión Coordinadora del PRUNIAN

1. Establecer lineamientos para el desarrollo del PRUNIAN.
2. Asesorar al coordinador del PRUNIAN.
3. Emitir opinión sobre los proyectos que se ejecutan bajo coordinación del PRUNIAN.
4. Evaluar los proyectos de investigación presentados al PRUNIAN y proponerlos al CONCIUSAC para su financiamiento.
5. Establecer y proponer proyectos de investigación multidisciplinarios en alimentación y nutrición.
6. Proponer al CONCIUSAC las prioridades de investigación en Alimentación y nutrición.
7. Participar en la elaboración del plan de trabajo del Programa.

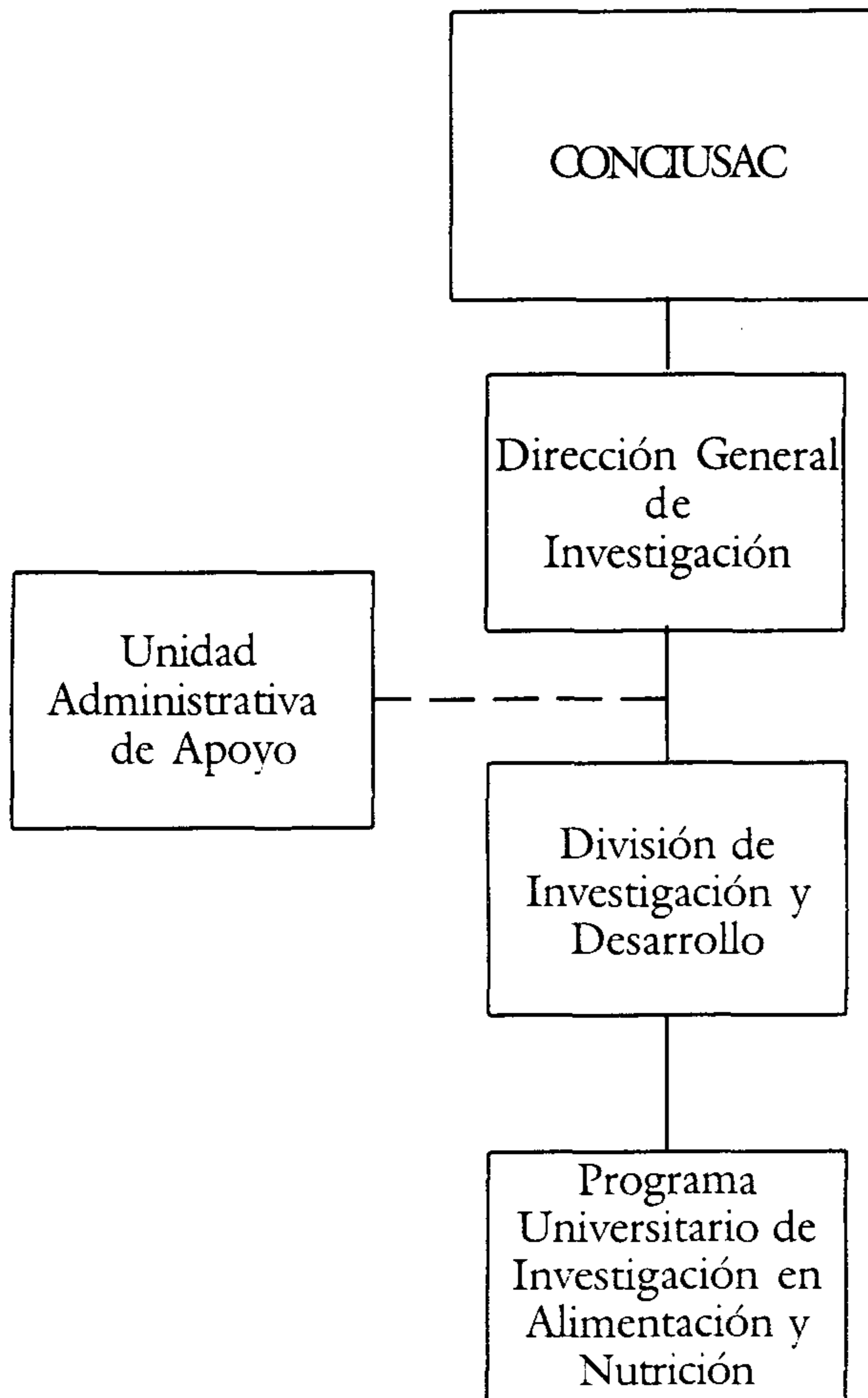
5.1.2. Atribuciones del coordinador del PRUNIAN

1. Planificar y coordinar el desarrollo del PRUNIAN.
2. Presidir la comisión coordinadora.
3. Representar al PRUNIAN.
4. Coordinar el desarrollo de los proyectos de investigación en alimentación y nutrición del Programa
5. Coordinar la asesoría técnica a los proyectos de investigación en alimentación y nutrición dentro del Programa.
6. Desarrollar mecanismos para coordinar la aprobación y ejecución de los proyectos de investigación en alimentación y nutrición.
7. Evaluar y emitir opinión sobre los proyectos propuestos al programa
8. Organizar actividades para la presentación de proyectos, resultados de avance y resultados finales.
9. Dar seguimiento a la ejecución de proyectos del Programa.
10. Coordinar la ejecución de proyectos multidisciplinarios.
11. Coordinar la ejecución de proyectos que se ejecuten por medio del CSUCA, dentro del PRUNIAN.
12. Cooperar en la elaboración de la Memoria Anual de Labores en la Unidad de Coordinación de Programas Universitarios de Investigación.
13. Proponer al Director General de Investigación mecanismos para el desarrollo del PRUNIAN y demás aspectos relacionados con la investigación.
14. Presentar los informes pertinentes a requerimientos del Director de la Dirección General de Investigación.

5.1.3 Atribuciones de los delegados en la Comisión Coordinadora e Impulsora del PRUNIAN.

1. Representar ante el PRUNIAN a la unidad académica, centro o instituto de investigación que los delegue.
2. Asistir a las reuniones convocadas por el Coordinador del PRUNIAN.
3. Promover acciones en la unidad académica, centro o instituto de investigación para el desarrollo de la investigación en alimentación y nutrición.
4. Desarrollar mecanismos que permitan en la unidad académica, centro o instituto de investigación, operativizar los objetivos, las líneas de investigación del PRUNIAN y los lineamientos establecidos por la Comisión Coordinadora del mismo.

Ubicación del Programa Universitario de Investigación en Alimentación y Nutrición dentro del Sistema de Investigación de la Universidad de San Carlos.



TESIS PUBLICADAS EN 1,993



- GARCIA CHACLAN, A. M.
Asesor: Ing. Agr. Edgar Martínez
Tambito
Respuesta de tres materiales genéticos de radiccho rosso (*Cichorium intybus L.*) a la fertilización nitrogenada en Santiago Sacatepéquez, Sacatepéquez
- ESTRADA MUY, R. A.
Asesores: Ing. Agr. Fernando Rodríguez
Ing. Agr. José Jesús Chonay
Evaluación del efecto de 16 distancias de siembra sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de chile chocolate (*Capsicum sp.*) en el valle central de Guatemala.
- FUENTES GOMEZ, T. R.
Asesores: Ing. Agr. Marco Antonio Nájera
Lic. Lourdes González
La migración campo-campo y su impacto en la economía campesina, caso: caserío El Carrizal, municipio de Chiché, departamento de Quiché, Guatemala
- OROZCO MERIDA, A. R.
Asesores: Ing. Agr. Ariel Ortiz
Ing. Agr. Maynor Estrada
Análisis preliminar de las exportaciones de algodón guatemalteco en el mercado mundial: tendencias (1967-1989) y perspectivas.
- PEREZ GIRON, M. A.
Asesores: Ing. Agr. Ariel Ortiz
Ing. Agr. Mynor Estrada
Las exportaciones de azúcar guatemalteca en el mercado mundial: tendencias 1961-1988 y perspectivas
- AGUILAR MAZARIEGOS, C. E.
Asesores: Ing. Agr. Flavio Linares
Ing. Agr. Arnulfo Montoya
Tabla de vida de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata Wied.*) en el cultivo del café (*Coffea arabica L.*) en dos estratos altitudinales del sur-occidente de Guatemala
- CABRERA MADRID, J. M.
Asesores: Ing. Agr. Juan José Castillo
P. A. Ernesto Carrillo
Evaluación de la actividad extractiva del latex de chicozapote (*Manilkara achras (Mill) Fosberg*) en la zona de usos múltiples de la Reserva de la Biósfera Maya, Petén
- ALFARO MARROQUIN, R. H.
Asesores: Ing. Agr. Edgar Martínez
Ing. Agr. Luis Fernando Ochoa
Ing. Agr. Salvador Chivichón
Evaluación de cinco variedades de frijol ejotero (*Phaseolus vulgaris L.*) y su respuesta a la fertilización con nitrógeno, en Santiago Sacatepéquez, departamento de Sacatepéquez
- LUTTMANN RUGGERI, P. R.
Asesores: Ing. Agr. Manfredo Reyes
Ing. Agr. Manuel Martínez
Sistema de determinación de especies vegetales superiores (sidevs)
- MAS ESCALERA, C. E.
Asesores: Ing. Agr. Luis Ortiz
Ing. Agr. César Castañeda
Caracterización de los factores ecológicos relevantes en las comunidades donde el shate (*Chamaedorea spp.*) es componente, en San Miguel La Palotada, Petén
- MORENO ESTRADA, W. I.
Asesores: Ing. Agr. Aníbal Martínez
Efecto de la densidad de siembra sobre el rendimiento foliar en blede (*Amaranthus caudatus*) en el parcelamiento Cun Cun, La democracia, Escuintla
- SANTOS ALBIZURES, M. T.
Asesor: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno.
La anoxia inducida como paso previo a la irradiación en pupas de la mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata Wied.*) y su efecto en la emergencia, habilidad de vuelo y propensidad a la cópula, de los adultos estériles.
- PEREZ ARANA, G. S.
Asesor: Ing. Agr. Raúl Escobar.
Estudio del efecto de prácticas agronómicas y mecánicas de conservación de humedad en el suelo, sobre el rendimiento del cultivo de maíz (*Zea mays L.*), en la ladea San Juan, Zacapa: estudio de caso
- VENTURA TOBAR, R.
Asesores: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno
Ing. Agr. Manuel Martínez.
Evaluación de opciones de control, tomando en cuenta como referencia el período crítico de interferencia de malezas en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum L.*) en el valle de La Fragua, Zacapa.
- CHIQUN MARROQUIN, J. M.
Asesores: Ing. Agr. Fernando Rodríguez.
Ing. Agr. José Jesús Conay.
Evaluación de 16 distancias de siembra en el cultivo del miltomate (*Physalis philadelphica Lam.*) bajo condiciones del Centro Experimental Docente de Agronomía

- GARCIA TELLO, W. E.
Asesor: Ing. Agr. Héctor Ramazzini.
- FION MORALES, J. A.
Asesor: Ing. Agr. Luis Ortiz Castillo
- MORATAYA MONTENEGRO, R. A.
Asesor: Ing. Ftal. Mario Saravia.
- SAMAYOA VILLATORO, M. H.
Asesores: Ing. Agr. Salvador Sánchez, José Mauricio Díaz
- TELLO CANO, G. V.
Asesores: Ing. Agr. Carlos Fernández
Ing. Agr. Mynor Oztzy
- AGUILAR VILAFRANCA, G. A.
Asesor: Ing. Agr. Alvaro Hernández
- BARRIOS OROZCO, S. R.
Asesor: Ing. Agr. Aníbal Martínez
- GRAJEDA CORADO, A. DE J.
Asesores: Ing. Agr. Leonel Cruz
Ing. Agr. Edil Rodríguez
- ARIAS MARROQUIN, M. E.
Asesores: Dr. Victor Salguero
Ing. Agr. Alvaro Hernández
- GOMEZ GOMEZ, M. J.
Asesor: Ing. Agr. Edil Rodríguez
- HERRERA ALVARADO, A. E. S.
Asesores: Ing. Agr. Aníbal Martínez
Ing. Agr. Marco Romilio Estrada
- MORALES ZECENA, O.
Asesores: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno
Ing. Agr. José Miguel Leiva
- PORRAS MIRON, E.
Asesor: Ing. Agr. Carlos Fernández
- GALVEZ RUANO, J. J.
Asesores: Prof. Ernesto Carrillo
Ing. Agr. Claudio Cabrera
- GONZALEZ PALACIOS, C. R.
Asesores:
- MARROQUIN Y MARROQUIN, J.
Asesor: Ing. Agr. Manuel Martínez
- BAUTISTA GODINEZ, M. R.
Asesores: Ing. Agr. Rolando Lara
Ing. Agr. Otto Castro Loarca
- CASTILLO CONTRERAS, D. A.
Asesores: Ing. Agr. Oscar Núñez
Ing. Agr. Candelario Méndez
- ESCOBAR LOPEZ, J. M.
Asesores: Ing. Agr. William Escobar
Ing. Agr. Maxdelio Herrera
- FILIP GALICIA, P. A.
Asesor: Ing. Agr. Juan Alfonso de León
- GALVEZ ALBUREZ, L. V.
Asesores: Ing. Agr. Marco V. Fernández
Ing. Agr. Roberto Cobaquil
- Estudio de la respuesta del pinabete (*Abies guatemalensis Rehder.*) a su reproducción vegetativa in vitro utilizando dos medios de cultivo, dos explantes y seis combinaciones hormonales
- Caracterización, diagnóstico y propuesta de plan de manejo de la cuenca del Río Las Escobas, Santo Tomás de Castilla, Puerto Barrios, Izabal
- Anatomía, propiedades físicas y algunos usos sugeridos de la madera de seis especies forestales frecuentes en el municipio de La Libertad, Petén, Guatemala
- Evaluación de la fumigación con bromuro de metilo y con fostina en tres dosificaciones a tres granos almacenados, como tratamiento cuarentenario en el puerto de Santo Tomás de Castilla, Izabal.
- Evaluación de cuatro concentraciones de ácido 2-cloroetil fosfónico en cuatro variedades de pica; sobre la producción de hule (*Hevea brasiliensis*).
- Descripción biológica preliminar del ácaro *Pediculopsis graminum* Reuter en el clavel (*Dianthus caryophyllus L.*) y evaluación de siete plaguicidas para su control en Amatitlán, Guatemala.
- Evaluación del rendimiento en semilla (kg/ha) de 16 cultivares de amaranto (*Amaranthus spp.*) en el valle de la Asunción, Guatemala.
- Determinación y control químico de nemátodos fitoparasíticos asociados al cultivo de tabaco (*Nicotiana Tabacum L.*) en el valle de La Fragua, Zacapa, Guatemala.
- Evaluación de 3 sistemas de manejo de poblaciones de *Plutella xilostella* y la acción del parasitoide *Diadegna insulare*, en el cultivo del brocoli (*Brassica oleracea var. italica*), en La Alameda, Chimaltenango.
- Evaluación del efecto fungicida de cola de caballo (*Equisetum arvense*) en arveja china (*Pisum sativum*) y su acción sobre el rendimiento, investigación temática
- Evaluación del rendimiento de semilla, bajo dos métodos de poda, en seis cultivares de bledo (*Amaranthus spp.*) en el municipio de Malacatancito, Huehuetenango.
- Evaluación del rendimiento de tres especies forestales bajo dos métodos de reforestación en San Andrés Itzapa y Parramos, Chimaltenango.
- Evaluación del ácido 2,4 - diclorofenoxiacético, el ácido indolbutírico, al ácido 2 - dicloroetil fosfónico y un extracto de corteza de sauce como agentes enraizantes en esquejes de dos variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus L.*)
- Caracterización, diagnóstico y propuesta de manejo de los recursos naturales renovables en la zona del ejido municipal de Flores, Petén.
- Estudio del efecto ambiental y del almacenamiento en la dureza del frijol común, *Phaseolus vulgaris L.*
- Determinación de período crítico de interferencia de malezas en el cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) en la aldea La Toma, Santa María Xalapán, Jalapa (Guatemala).
- Análisis sinóptico del régimen de vientos y su relación con la uniformidad del riego por aspersión. Estudio de caso: estación Labor Ovalle, Quetzaltenango.
- Tablas de producción preliminares para *Cupressus lusitanica* Miller: estudio de caso en finca Florencia, Santa Lucía Milpas Altas, Sacatepéquez y finca Santa Izabel, Fraijanes, Guatemala.
- Evaluación de la interacción de fertilizante químico y abono orgánico en el cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum*), en el caserío Chepito, Cuilco, Huehuetenango.
- Evaluación de dos densidades de siembra y respuesta a diferentes programas de fertilización en el cultivo de arveja dulce (*Pisum sativum L.*) var Sugar Snap, en el municipio de Santiago Sacatepéquez; departamento de Sacatepéquez.
- Efecto de reguladores de crecimiento sobre el vigor fisiológico en semillas hortícolas.

- GUEVARA CHAVEZ, F.
Asesores: Ing. Agr. Samuel Córdova
Ing. Agr. Mauricio Díaz
- HERRERA PEREZ, C. A.
Asesores: Ing. Agr. Raúl Castañeda
Ing. Agr. Samuel Córdova
- HIDALGO AGUILAR, M. A.
Asesor: Ing. Agr. Luis Ortiz
- MEJIA OROZCO, M. W.
Asesores: Ing. Agr. Claudio Argueta
Ing. Agr. Marino Barrientos
- PEREZ DELGADO, S. I.
Asesores: Ing. Agr. José Jesús Chonay
Ing. Agr. José Solórzano
Ing. Agr. Salvador Chivichon
- PERLA GONZALEZ, H.
Asesor: Ing. Agr. Francisco Vásquez
- SANDOVAL GUERRA, M. A.
Asesores: Ing. Agr. Marco Tulio Aceituno
Ing. Agr. Baudilio Contreras
- AREVALO MORALES, A. D.
Asesor: Ing. Agr. Fernando Rodríguez
- CABRERA LINARES, M. V.
Asesores: Ing. Agr. Edil Rodríguez
Ing. Agr. Pablo Cabrera
- CANO HERRERA, J. J.
Asesores: Ing. Agr. Héctor Ramazzini
Ing. Agr. Francisco López
- CARDONA MIYARES, R. A.
Asesores: Ing. Agr. Mynor Estrada
Ing. Agr. Ariel Ortiz
- CHIVICHON LOPEZ, C. E.
Asesores: Ing. Agr. Roberto Izaguirre
Ing. Agr. Felipe Jerónimo
Ing. Agr. Carlos Fernández
Ing. Agr. Víctor González
- DIAZ VELASQUEZ, A. L.
Asesores: Ing. Agr. Candelario Méndez
Ing. Agr. César Castañeda
- GALDAMEZ KO.O. B. R.
Asesor: Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
- MARTINEZ GALICIA, E. E.
Asesores:
Ing. Agr. Marino Barrientos
Ing. Agr. Héctor Ranero Cabarrús
- PELAEZ REYES, P.
Asesores: Ing. Agr. Fredy Hernández Oja
Ing. Agr. Leonel Cruz
- REYES MARTINEZ, W. A.
Asesor: Ing. Agr. José Antonio
- Evaluación de tres insecticidas termonebulizados y tres tiempos de aplicación como tratamiento cuarentenario.
- Efecto de la irradiación gamma sobre los parámetros de calidad de la mosca de mediterráneo, *Ceratitís capitata* Wied., producida en Guatemala.
- Propuesta de manejo de las áreas críticas de la cuenca Laguna del Pino, Barberena, Santa Rosa.
- Evaluación de tres frecuencias de pica en dos clones de hule (*Hevea brasiliensis*) en una plantación joven de Pajapita, San Marcos.
- Evaluación del efecto de niveles de nitrógeno y materia orgánica sobre el rendimiento de frutos de dos híbridos de zucchini (*Cucurbita pepo* c.v. *zucchini*) en la serie de suelos Cauqué, Santiago Sacatepéquez.
- Irradiación de semillas con rayos gamma de 7 genotipos de trigo (*Triticum aestivum* L.) para evaluar su respuesta a la formación de callo y regeneración de plantas a través del cultivo de anteras.
- Estudio preliminar de la adaptabilidad de 5 híbridos de repollo (*Brassica oleracea* var. *capitata*) evaluados en dos densidades y dos formas de siembra, en la aldea San Matías, Asunción Mita, Jutiapa.
- Evaluación de la respuesta a la inducción de callo y regeneración de plantas de gipsofilia (*Gypsophi paniculata* var. *Bristol fine*) utilizando varios explantes y tratamientos de auxinas-citoquininas, en condiciones diferentes de luz.
- Evaluación de tratamientos botánicos en el control del tizón tardío (*Phytophthora infestans* De Bary) en el cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Lomán, en la Aldea Sacsiguán, Sololá.
- Evaluación de dos métodos de injertación bajo tres condiciones de materiales injertables en aguacate (*Persea americana* Mill.) var. Hass. Investigación temática.
- Las exportaciones de café guatemalteco en el mercado mundial: tendencias (1950 - 1992) y perspectivas.
- Evaluación de tres dosis de metalosatos multiminerales sobre rendimiento y calidad del cultivo radicchio (*Cichorium intybus* L.)
- Estudio de la reducción del bosque de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) y sus condiciones microclimáticas de germinación in situ en Palestina de los Altos, Quetzaltenango.
- Estudio taxonómico de malezas, en el área cultivada con caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) en el municipio de Siquinalá, Escuintla.
- Evaluación del efecto causado por cuatro dosis de glifosfato utilizado como madurante, en tres variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.)
- Caracterización biológica de la pacaya, *Chamaedorea tepejilote* Liebm., en el municipio de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz.
- Evaluación de cuatro insecticidas de diferentes grupo toxicológico para el control de picudo (*Anthonomus eugenii* Cano) en chile chocolate (*Capsicum*

RODRIGUEZ HERNANDEZ,
L. A.
Asesores: Ing. Agr. Carlos Anzueto
Ing. Agr. Marino Barrientos

Evaluación de diferentes dosis de gallinaza procesada en el establecimiento de plantaciones de café (*Coffea arabica*) en tres zonas de Guatemala.

TEJEDA POMA, V. H.
Asesores: Ing. Agr. Alvaro
Hernández
Ing. Agr. Juan Calderón

Evaluación de cuatro unidades de muestreo, para estimar densidades de plagas del suelo en el cultivo de la caña de azúcar, *Saccharum officinarum* L., en Siquinalá, Escuintla.

YAC JUAREZ, E.
Asesores: Ing. Agr. Fredy
Hernández Ola
Ing. Agr. César Castañeda

Caracterización agroeconómica del cultivo del loroco (*Fernaldia pandurata* Woodson) en las zonas seca y muy seca de El Progreso y Zacapa.

REVISTA TIKALIA 1-1994

*Profesionales que colaboraron en la revisión
de artículos.*

*Ing. Agr. Mauricio Sitún, Ing. Agr. Luis Ortíz,
Ing. Agr. Edgar Martínez, Ing. Agr. Gustavo Alvarez,
Ing. Agr. Samuel Córdova , Ing. Agr. Ana Dolores
Argueta, Ing. Agr. Edíl Rodríguez, Dr. Luis Mejía,
Ing. Agr. César Castañeda, Ing. Agr. Hugo Tobías,
Ing. Agr. Gilberto Alvarado, Lic. Carlos Quezada,
Ing. Agr. Mario Veliz, Profesor Ernesto Carrillo.*