



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

**Ing. Agr. Aníbal Bartolomé Martínez Muñoz
DECANO**

**Ing. Agr. Rolando Lara Alecio
SECRETARIO**

**Vocal I: Ing. Agr. Mynor Estrada
Vocal II: Ing. Agr. Efraín Medina
Vocal III: Ing. Agr. Wotzbelí Méndez
Vocal IV: P. Agr. Alfredo Itzep M.
Vocal V: P. Agr. Marco Tulio Santos**

COMITE EDITORIAL

**Ing. Agr. Marco R. Estrada Muy
Dr. José de Jesús Castro Umaña
Ing. Agr. Maxdelio Herrera
Psta. Dennis Escobar Galicia
Br. Marco Tulio García**

CONTENIDO

PROTECCION DE PLANTAS

Importancia y Etiología del Mal de Viñas	1
<i>Rubén Riveiro</i>	
<i>Gustavo Alvarez</i>	
<i>Amílcar Gutiérrez</i>	
<i>Edil Rodríguez</i>	

El Sistema de Alarma, un componente del Manejo Integrado de Plagas	17
<i>Alvaro Hernández</i>	
<i>David Monterroso</i>	

MEJORAMIENTO DE PLANTAS

Evaluación de los factores que afectan la inducción y callo y regeneración de plantas en trigo y arroz	29
<i>Edgar O. Franco</i>	
<i>Jose H. Calderón</i>	

Variación de Componentes de rendimiento en 10 materiales de Sorgo, en 4 ambientes de Jutiapa, Guatemala	41
<i>Edwin Rolando Paredes Mazariegos</i>	
<i>Víctor Alvarez</i>	
<i>Edgar R. Salguero</i>	

PRODUCCION DE CULTIVOS

Evaluación de cuatro Híbridos de Brócoli, con cuatro distanciamientos de siembra para la exportación en fresco, en la aldea Buena Vista, Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez	51
<i>Aroldo García Escobar</i>	
<i>Edwin R. Sanabria V.</i>	
<i>Carlos H. Aguirre</i>	

Evaluación de cinco materiales de maíz en asocio con caña de azúcar en Bulbuxyá.	63
<i>Jorge Fernando Alejos</i>	
<i>Edgar Martínez Tambito</i>	
<i>Marco Tulio Aceituno</i>	

CONSERVACION DE SUELOS

Evaluación de prácticas de conservación de suelos en la cuenca del Río Pensativo, Sacatepéquez	75
<i>Jorge E. Lopez H.</i>	
<i>Maxdelio Herrera</i>	
<i>Hugo A. Tobías</i>	

SOCIOECONOMIA

Diagnóstico de la producción-consumo, análisis y perspectivas del Sistema de Producción de Cacao	87
<i>César Augusto Martínez Ordóñez</i>	
<i>David Juárez Quim</i>	
<i>Byron Haroldo Contreras Marín</i>	

MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

Priorización de Subcuencas de la Cuenca del Lago de Atitlán	97
<i>Edín Emilio Montufar Echeverría</i>	
<i>Gilberto Daniel Alvarado C.</i>	
<i>Alan González F.</i>	

Plan preliminar para el manejo de la Microcuenca de la laguna de Calderas, Guatemala.	111
<i>Luis Fernando Pereira Rodas</i>	
<i>Alan Roberto González</i>	
<i>Efraín Medina Guerra</i>	

MANEJO DE BOSQUES

El manejo de los Bosques Tropicales en el trópico húmedo: algunas consideraciones para su viabilidad económica	127
<i>Claudio Cabrera Gaillard</i>	

NOTAS TECNICAS.	141
-------------------------	-----

RESUMEN DE TESIS	147
----------------------------	-----

PRESENTACION

A pesar de las limitaciones económicas por las que atraviesa la Universidad de San Carlos y a la apatía intelectual en la que ha caído la mayoría de los profesores, investigadores y estudiantes, la Facultad de Agronomía edita una vez mas su revista TIKALIA.

El esfuerzo es cada vez más arduo. La falta de experiencia en la producción editorial y la carencia de estímulos para la edición de trabajos científicos, son factores que obstaculizan esta labor. A ello se suma el alto costo en la impresión de los materiales.

No obstante, la Facultad de Agronomía continúa haciendo esfuerzos para que TIKALIA sea el medio de expresión que, desde 1982, contribuye al desarrollo de las ciencias agrícolas.

A los profesores-investigadores y a todos los estudiosos que oportunamente nos hacen llegar sus investigaciones para publicar, les rogamos comprensión por el retardo en la divulgación. La causa, en muchas ocasiones, es debido a trámites administrativos, escasez de materiales de calidad y a atrasos técnicos en la casa impresora.

Los editores están conscientes que TIKALIA tiene que superar su calidad y puntualizar su edición. Pero para que ello sea una realidad es necesaria la participación de toda la comunidad agronómica, ya sea con la redacción de estudios científicos o con críticas y sugerencias.

Deseamos que TIKALIA cumpla una necesidad entre el sector estudioso de las ciencias agronómicas y continúe siendo una publicación científica que contribuya al cumplimiento de los principios que rigen a la Facultad de Agronomía.

Reciban pues esta nueva edición de TIKALIA. La mejor respuesta a nuestro trabajo serán sus opiniones y críticas constructivas, lo que redundará en beneficio de las próximas ediciones.

IMPORTANCIA Y ETIOLOGIA DEL MAL DE VIÑAS

Rubén Riveiro*

Gustavo Alvarez*

Ing. Agr. Amílcar Gutiérrez**

Ing. Agr. Edíl Rodríguez**



420

RESUMEN

La caficultura del Departamento de Santa Rosa ha sido afectada por una enfermedad conocida como "Mal de Viñas". Esta enfermedad fue detectada por primera vez en las fincas Las Viñas y Cerro Redondo, Barberena, Santa Rosa en 1924. Esta investigación se condujo con el objeto de determinar la distribución, incidencia y severidad de la enfermedad, tipificar la sintomatología del mal de viñas y su desarrollo y determinar el agente causal. El trabajo se ejecutó en 14 municipios del Departamento de Santa Rosa. Para determinar la distribución de la zona afectada se dividió en cuatro estratos tomando como base el tamaño de superficie cultivada con café, llevándose a cabo a través de un muestreo. Para conocer la incidencia y severidad se seleccionaron al azar las fincas a encuestar determinándose la ausencia o presencia de la enfermedad y el grado de daño mediante el uso de escalas diagramáticas de severidad. Además se condujo un estudio de la dinámica poblacional en plantas de café afectadas por el Mal de Viñas para observar su posible asociación con la enfermedad muestreando plantas sanas y enfermas. Las muestras se tomaron en forma individual para cada planta tipo con intervalos de 20 días tomando suelo y raíces.

De acuerdo al estudio realizado se determinó que la enfermedad se encuentra distribuida en los Municipios de Barberena, Pueblo Nuevo Viñas, Santa Cruz Naranjo, Cuilapa y Nueva Santa Rosa. La severidad de la enfermedad se manifiesta en los meses de julio, agosto y septiembre, reportándose una incidencia del 26 o/o. Los géneros de nemátodos detectados en la Finca El Naranjito, Barberena, asociados al cultivo del café fueron *Pratylenchus* sp. *Meloidogyne* sp., *Aphelenchus* sp., y *Dorilaimus* sp. Los cuales en el período de estudio no alcanzaron niveles críticos en sus poblaciones.

* Estudiantes de la Facultad de Agronomía, USAC

** Profesores Adjunto I de la Facultad de Agronomía, USAC.

I. INTRODUCCION

El café constituye para Guatemala, el principal producto de exportación, tanto por su capacidad como generador de divisas, ingresos por impuestos, como por la utilización de mano de obra.

Guatemala, es el país de Centroamérica que tiene la mayor área cultivada de café, la cual se estima alcanza 254,000 ha., aproximadamente distribuídas en todo el país.

Una de las regiones cafetaleras más importante, es la que se ubica en los municipios orientales del departamento de Guatemala y municipios de Santa Rosa, departamento que ocupa el segundo lugar en producción del país.

La caficultura de ese importante sector ha sido afectada por una enfermedad conocida como "Mal de Viñas". Esta enfermedad fue detectada por primera vez en las fincas Las Viñas y Cerro Redondo de Barberena, Santa Rosa, sin embargo, en la actualidad se ha extendido a los municipios vecinos como Santa Cruz Naranjo, Cuilapa, Pueblo Nuevo Viñas, Nueva Santa Rosa, Santa Rosa de Lima, del departamento de Santa Rosa y al oeste de los municipios de Villa Canales y Fraijanes del departamento de Guatemala. De 1924 hasta la década del setenta la enfermedad no cobró importancia debido a que la incidencia era baja y los árboles afectados eran maduros entre 6 a 8 años de los cuales el caficultor ya había obtenido varias cosechas, sin embargo, con la intensificación en el manejo de las plantaciones de café, la diseminación e incidencia de la enfermedad ha aumentado considerablemente y en la actualidad se han reportado daños ocasionados por el mal de viñas en plantas de 2 a 3 años de edad las que aún no han cubierto sus costos de producción.

De acuerdo a un estudio realizado por ANACAFE en 1986 (1) la enfermedad se encontraba diseminada en 42 fincas que representaban una extensión de 6,700 ha y se removían 2.2 millones de plantas afectadas por el mal de viñas.

Este informe es un avance de los resultados alcanzados durante un año en el proyecto "Importancia y Etiología del Mal de Viñas" que está ejecutando actualmente la facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos y la Asociación Nacional del Café (ANACAFE).

II. OBJETIVOS

1. Determinar la distribución, incidencia y severidad de la enfermedad en la región suroriental de Guatemala.
2. Tipificar la sintomatología del mal de viñas del café y su desarrollo usando escalas diagramáticas de severidad.
3. Determinar el agente causal de la enfermedad considerando sólo a los agentes bióticos.

III. METODOLOGIA

1. Area de Estudio

El criterio para determinar el área de estudio se basó en el diagnóstico del Mal de Viñas, realizado por el Departamento de Investigaciones en Café, ANACAFE (1). En la primera etapa se realizó un premuestreo en 14 municipios del departamento de Santa Rosa, los cuales fueron: Cuilapa, Barberena, Santa Rosa de Lima, Casillas, San Rafael Las Flores, Oratorio, San Juan Tecuaco, Chiquimulilla, Taxisco, Santa María Ixhuatán, Guazacapán, Santa Cruz Naranjo, Pueblo Nuevo Viñas y Nueva Santa Rosa.

2. Importancia de la enfermedad

1. Distribución

Para determinar la distribución del mal de viñas en café se dividió la zona afectada en cuatro estratos tomando como base, el tamaño de superficie cultivada con café, de acuerdo a la estratificación de las unidades productivas establecida en el Diagnóstico del Sector Cafetalero de 1982 (cuadro 1). El método de muestreo utilizado fue el sistema de caminamiento planificado donde la unidad primaria de muestreo fue el 1 o/o del área de la finca y la unidad secundaria de muestreo fue de 36 plantas/ha. Estos resultados permitieron obtener el tamaño real de la muestra por estrato y región para la segunda etapa de campo.

CUADRO 1
UNIDADES PRODUCTIVAS DE LA REGION IV
SEGUN EL TAMAÑO DE SUPERFICIE CULTIVADA CON CAFE,
NUMERO DE FINCAS POR ESTRATO Y PREMUESTRA POR ESTRATO

Estrato	Superficie cultivada ha.	Número de Fincas	Tamaño premuestra por estratos
1	0.1 – 10.5	5597	16
2	10.6 – 45.0	300	6
3	45.1 – 90.0	84	4
4	Mayores de 90	75	4

2. Incidencia

Para conocer la incidencia del mal de viñas, una vez obtenidos los listados de las fincas, ubicadas por estrato se seleccionaron al azar las fincas a encuestar procediendo a evaluar inicialmente la presencia o ausencia de la enfermedad mediante la observación minuciosa de las plantas seleccionadas en cada finca.

El porcentaje de incidencia en la finca se obtuvo así:

$$\text{o/o incidencia finca} = \frac{\text{No. plantas enfermas} \times 100}{\text{Total plantas muestreadas}}$$

3. Severidad

Para determinar la severidad de la enfermedad se elaboraron escalas diagramáticas representativas del daño en base al patrón sintomatológico del mal de viñas. De acuerdo a las observaciones realizadas en las áreas afectadas se diseñaron nueve índices o grados de infección (anexo 1)

3. Tipificación de la sintomatología del mal de viñas

Con el propósito de analizar el comportamiento epidemiológico del mal de viñas y su semejanza sintomatológica con otras enfermedades reportadas en café, se marcaron dos lotes para observación ubicados en áreas afectadas por la enfermedad. El primer lote fue en la finca "Los Pocitos" y el segundo en la finca "El Naranjito" ambas fincas del municipio de Barberena y con condiciones altitudinales diferentes.

Las plantas de los lotes fueron numeradas de acuerdo con su grado de severidad, programándose lecturas mensualmente con el objeto de observar la diseminación de la enfermedad, la progresión de síntomas y su posible relación con las condiciones ambientales. Para las lecturas se contó con las escalas diagramáticas de severidad mencionadas anteriormente.

4. Etiología

En la parte de etiología en 1987 se ejecutaron trabajos orientados a determinar la causa o posibles causas de la enfermedad.

1. Se inició un estudio de la dinámica poblacional de nemátodos en plantas de café afectadas por el mal de viñas para observar su posible asociación con la enfermedad. El área de estudio fue localizada en la finca El Naranjito, tipificándose tres tipos de plantas: sanas, enfermas grado II y enfermas grado IV. Las plantas sanas se caracterizaron por ser robustas, sin amarillamientos ni lesiones y vecinas a plantas enfermas. Las plantas grado II se caracterizaron por tener un amarillamiento inicial, generalizado por defoliación en las bandolas del primer tercio inferior, presentaban carga de café, espaciamiento de entrenudos desuniformes.

Las plantas grado IV se caracterizaron por presentar una clorosis aguda generalizada, alto grado de defoliación en los dos tercios inferiores e inicial en el primer tercio superior, las hojas de los extremos de las bandolas eran pequeñas y coriáceas, presentando una coloración rojiza.

Las muestras se tomaron en forma individual para cada planta tipo, con intervalos de 20 días y dos repeticiones por muestra, tomando suelos y raíces, seguidamente fueron trasladadas al laboratorio para su extracción por medio del método "Embudo de Baerman" tomando para el efecto 50 g de suelo y 10 g de raíces.

El conteo se realizó dos días después de colocado el embudo, usando un estereoscopio y un microscopio compuesto para la identificación.

2. Observación y análisis de laboratorio para observar presencia de micro organismos fitopatógenos (hongos, bacterias, protozoarios, etc.) en tejidos enfermos.

Muestras de plantas enfermas recolectadas en el campo de las áreas afectadas se trasladaron al laboratorio donde se realizaron siembras en medios de cultivo para aislar posibles patógenos asociados a la enfermedad "mal de viñas". Además, cortes longitudinales y transversales del floema y xilema de raíces, tallos y ramas de plantas enfermas fueron examinados utilizando tinciones tales como Giemsa, lactofenol, azul de metileno, azul de toluidina, ácido fosfotungsténico, solución de hematoxilina férrica, agua destilada esteril en aumento de 450X, 700X, 1000X.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Distribución e incidencia

La enfermedad conocida como mal de viñas se encuentra distribuida en los municipios de Barberena, Pueblo Nuevo Viñas, Santa Cruz Naranjo, Cuilapa, Nueva Santa Rosa y Santa Rosa de Lima del departamento de Santa Rosa.

La incidencia del mal de viñas se presenta en los cuadros 2, 3, 4 y 5, de acuerdo a la estratificación establecida en la metodología.

El cuadro 2 que presenta las unidades productivas del estrato 1, reportó una incidencia del 22 o/o, ya que de 576 plantas muestreadas 128 presentaron la enfermedad. En este estrato el premuestreo se realizó sobre un área de 63.7 ha.

En el estrato 2 se reportó una incidencia del 46 o/o (cuadro 3). De este estrato se premuestrearon 6 fincas con una extensión de 18.5 ha. de las cuales 3 mostraron la enfermedad.

El cuadro 4 que representa las unidades productivas del estrato 3 reportó una incidencia del 22 o/o ya que de 144 plantas muestreadas 31 presentaron la enfermedad. En este estrato el premuestreo se limitó sobre 309.4 ha.

CUADRO 2

PREMUESTREO PARA CONOCER LA DISTRIBUCION E INTENSIDAD DEL MAL DE VIÑAS
DE CAFE EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DEL ESTRATO 1 (0.1-10.5 ha)

Nombre Finca	Superficie cultivada ha	Area muestreada ha	Plantas enfermas	Porcentaje de incidencia	Localización
Grupo Cerinal					
1. Inés Arévalo	1.05	0.0105	33	92	Barberena
2. Alfonso Nuz	1.05	0.0105	17	48	Barberena
3. Melecio Arévalo	1.05	0.0105	36	100	Barberena
4. Alfonso Herrarte	1.05	0.0105	32	88	Barberena
5. Las Ilusiones	10.50	0.1050	10	28	P. Nvo. Viñas
Grupo Buena Vista					
6. Demetrio Reyes	3.50	0.0350	00	00	P. Nvo. Viñas
7. Anónimo	4.90	0.0490	00	00	P. Nvo. Viñas
Grupo San Sebastián					
8. Víctor Chinchilla	3.85	0.0385	00	00	P. Nvo. Viñas
9. Anónimo	4.55	0.0455	00	00	P. Nvo. Viñas
Grupo Joya del Guayabo					
10. Anónimo	4.90	0.0490	00	00	Oratorio
11. Andrés Aguilar	4.20	0.0420	00	00	Oratorio
12. Anónimo	4.20	0.0420	00	00	Oratorio
Grupo Chiapas					
13. Domingo Solares	7.70	0.0770	00	00	Nva. Sta. Rosa
14. Anónimo	4.90	0.0490	00	00	Nva. Sta. Rosa
15. Llano Grande	2.80	0.0280	00	00	Sta. Ma. Ixhua-
16. Llano Grande	3.50	0.0350	00	00	tan, idem.
TOTAL	63.70	0.637	128	22	

CUADRO 3
PREMUESTREO PARA CONOCER DISTRIBUCION E INTENSIDAD DEL "MAL DE VIÑAS"
DEL CAFETO EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DEL ESTRATO 2 (10.6-45.0 ha)

Nombre finca	Superficie cultivada ha	Area muestreada ha	Plantas enfermas	Porcentaje de incidencia	Localización
1. San Rafael Vista Hermosa	37.8	0.378	00	00	Guazacapán
2. San Luis Obispo	14.0	0.140	00	00	Taxisco
3. Las Cerezas	33.6	0.336	36	100	Sta. Cruz Na- ranjo
4. El Pino	42.0	0.420	36	100	Sta. Cruz Na- ranjo
5. El Cuje	45.0	0.450	00	00	Sta. María Ixhucatán
6. Mal País	12.6	0.126	28	78	Barberena
TOTAL	115.0	1.850	100	46	

CUADRO 4
PREMUESTREO PARA CONOCER LA DISTRIBUCION E INTENSIDAD DEL MAL DE VIÑAS
DEL CAFETO EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DEL ESTRATO 3 (45.1-90.0 has)

Nombre finca		Superficie cultivada ha	Area muestreada ha	Plantas enfermas	Porcentaje de incidencia	Localización
1.	Las Margaritas	112.0	1.12	02	06	Barberena
2.	El Valle	72.1	0.72	22	60	Nva. Sta. Rosa
3.	El Recreo	72.1	0.72	00	00	Nva. Sta. Rosa
4.	San Enrique	53.2	0.53	07	20	Nva. Sta. Rosa
TOTAL		309.4	3.09	31	22	

CUADRO 5
PREMUESTREO PARA CONOCER DISTRIBUCION E INTENSIDAD DEL "MAL DE VIÑAS"
DEL CAFETO EN LAS UNIDADES PRODUCTIVAS DEL ESTRATO 4 (MAYORES DE 90 Ha)

Nombre finca		Superficie cultivada ha	Area muestreada ha	Plantas enfermas	Porcentaje de incidencia	Localización
1.	La Unión	175	1.75	00	00	Sta. María Ixhuatán
2.	El Chorro	210	2.10	00	00	Barberena
3.	San Antonio	210	2.10	25	33	
4.	Joya Grande	179	1.79	20	31	
TOTAL		774	7.74	45	16	

En el estrato 4 se reportó una incidencia del 16 o/o (cuadro 5) reportándose la enfermedad en 45 plantas de 276 muestreadas.

Resumiendo de acuerdo al premuestreo se puede inferir que la enfermedad mal de viñas tiene una incidencia del 26 o/o en el departamento de Santa Rosa, región donde se reporta la enfermedad desde 1924 (1). En el premuestreo se estudiaron 30 fincas conformando un área de 1262 Ha, representada en 12.6 Ha. en donde de 1210 plantas estudiadas 304 se encontraron afectadas por el mal de viñas con índices de severidad de 1 a 8, manteniéndose una relación de 4: 1 entre plantas sanas y enfermas.

2. Tipificación y desarrollo de la sintomatología del mal de viñas.

De acuerdo a las observaciones realizadas en las plantas enfermas se tipifica la siguiente sintomatología: La planta inicialmente presenta una amarillez generalizada la que se va acentuando conforme la enfermedad avanza, le sigue una defoliación, que se inicia en las bandolas inferiores, a partir de la base hacia los extremos, la planta continúa su proceso de floración, cuajado de frutos y maduración de los mismos, muchos de estos caen antes de madurar, los que maduran en la planta presentan síntomas de *Cercospora coffeicola*, son vanos y al morir la planta estos quedan adheridos a la misma.

A medida que la enfermedad avanza, la defoliación se va acentuando, quedando en la planta hojas pequeñas y coriáceas en los extremos de las bandolas, además de la clorosis presentan coloraciones rojizas similares a una deficiencia de fósforo.

En el tallo, se ve un espaciamiento de entrenudos no uniforme; no presenta lesiones, necrosis o deformaciones.

El sistema radicular disminuye en forma progresiva, notándose en los últimos estadíos la escasez de raicillas.

En relación al progreso de la enfermedad en el campo los cuadros 6 y 7 presentan el resumen mensual de las lecturas realizadas en la finca Los Pocitos y El Naranjito en 102 y 95 plantas debidamente marcadas.

Como puede observarse en el cuadro 6, el lote de la finca Los Pocitos en la primera lectura representaba todos los índices de severidad del mal de viñas, incluyendo a 9 plantas removidas y dos recepadas a causa de la enfermedad. En el mes de Julio cuando se realizó dicha lectura el 6 o/o de las plantas se consideraban sanas y el 41 o/o se encontraba dentro de los cuatro primeros índices de severidad, sin embargo en la última lectura ninguna planta se consideraba sana, el 15 o/o de plantas se ubicaba dentro de los índices 1, 2, 3 y 4 y el 73 o/o dentro de los últimos grados de severidad.

El cuadro 7 indica la diseminación y desarrollo de la enfermedad en la finca El Naranjito. En la primera lectura realizada en julio de 1987 se observó que el 19

o/o de las plantas, habían sido eliminadas a causa de la enfermedad, el 34 o/o se observaron sanas. En la tercera lectura realizada en septiembre, una planta se consideró sana, el 49 o/o de las plantas se determinó estaban en los índices 1, 2, 3 y 4 y en la última lectura realizada en enero de este año todas las plantas se reportaron enfermas y la mayoría de ellas, es decir un 74 o/o de las plantas se ubicaron en los últimos cuatro índices de severidad.

Como puede verse en los cuadros 6 y 7 la diseminación y desarrollo de la enfermedad en las áreas afectadas es rápida y agresiva fundamentalmente en plantaciones de café donde el manejo de sombra permite una mayor radiación solar, sin embargo las plantaciones manejadas con una sombra más densa también están expuestas a la enfermedad aunque el desarrollo de ellas es más lenta.

3. Etiología

1. En el estudio de la dinámica poblacional de nemátodos y la asociación de ella con la enfermedad mal de viñas, realizadas en la finca El Naranjito se obtuvieron los siguientes resultados: En los muestreos realizados cada 20 días se identificaron los siguientes nemátodos fitoparasíticos *Pratylenchus* sp. *Meloidogyne* sp. *Aphelenchus* sp. *Dorilaimus* sp. y nemátodos de vida libre. Los niveles poblacionales de los nemátodos fitoparasíticos se reportaron bajos durante todo el estudio sin llegar a niveles críticos como se observa en el cuadro 8, contrastando con las poblaciones de nemátodos de vida libre cuyos promedios fueron altos en todos los muestreos de suelo y raíces realizadas.

De el estudio poblacional de nemátodos se puede inferir lo siguiente: Las poblaciones de nemátodos fitoparasíticos encontradas en plantas sanas, plantas enfermas grado II y plantas enfermas grado IV se consideran bajos, aún cuando los conteos reportan poblaciones ligeramente más alta en plantas enfermas. Este estudio demuestra que los nemátodos no son la causa primaria de la enfermedad. Sin embargo, se continúan los muestreos para completar un año, o sea la estación seca y la lluviosa.

2. Observación y análisis de laboratorio de tejido enfermo.

En los análisis microscópicos y siembras en medios de cultivo para hongos y bacterias realizadas en el laboratorio, se logró detectar la presencia de hongos y bacterias. Estos análisis se continuarán para no descartar totalmente a estos microorganismos.

En los tejidos del sistema vascular observados al microscopio se notó la presencia de microorganismos unicelulares, de dimensiones muy pequeñas (3-5 u de diámetro) estos se encuentran dentro de las células del floema, en tejidos del tallo, hojas, raíces y en el fluido de la sabia extraída. Actualmente se está trabajando en técnicas de fijación y tinción para observar sus características estructurales y morfológicas e iniciar el proceso de reconocimiento e identificación para determinar su relación con la enfermedad mediante pruebas de patogenicidad.

CUADRO 6
DISEMINACION Y DESARROLLO DEL MAL DE VIÑAS DEL CAFETO DURANTE SIETE MESES
EN LA FINCA LOS POCITOS

Mes de lectura	Plantas removidas	Plantas recepadas	Indices de severidad								
			0	1	2	3	4	5	6	7	8
Julio	9	2	6	8	3	11	20	16	15	12	0
Agosto	9	2	0	5	1	15	22	16	13	17	2
Septiembre	9	2	0	5	0	8	23	17	14	21	2
Octubre	9	2	0	5	0	6	23	13	17	23	4
Noviembre	11	2	0	4	0	2	12	15	25	22	9
Diciembre	11	2	0	4	0	2	6	13	26	25	13
Enero	11	2	0	4	0	2	9	13	17	31	13

CUADRO 7
DISEMINACION Y DESARROLLO DEL MAL DE VIÑAS DEL CAFETO DURANTE SIETE MESES
EN LA FINCA "EL NARANJITO"

Mes de lectura	Plantas removidas	Plantas recepadas	Indices de severidad								
			0	1	2	3	4	5	6	7	8
Julio	16	2	32	16	4	3	10	7	4	1	0
Agosto	16	2	6	30	10	8	7	6	7	3	0
Septiembre	16	2	1	1	28	14	4	10	8	10	1
Octubre	16	2	0	2	8	18	12	11	12	13	1
Noviembre	16	2	0	2	2	22	15	8	10	12	6
Diciembre	16	2	0	0	2	11	11	20	11	24	9
Enero	16	2	0	0	0	4	5	14	18	29	9

CUADRO 8

NUMERO DE NEMATODOS POR MUESTRA REGISTRADA EN LA FINCA 'EL NARANJITO'
DEL 16 DE JULIO DE 1987 AL 10 DE ENERO DE 1988, CON INTERVALO DE MUESTREO DE 20 DIAS

Planta	Tipo de muestra	Géneros	Muestreo								
			1	2	3	4	5	6	7	8	9
Sana	Suelo	Pratylenchus	49	25	8	2	2	17	6	21	6
		Meloidogyne	0	6	4	0	22	15	8	6	0
		Aphelenchus	8	41	8	32	58	88	25	21	53
		Dorilaimus	16	4	12	21	13	0	6	27	6
		Vida libre	330	296	82	132	381	397	399	321	223
		Total	403	372	114	187	476	516	354	396	288
Sana	Raíz	Pratylenchus	2	2	24	6	0	19	4	0	0
		Meloidogyne	8	9	24	0	14	52	4	146	3
		Aphelenchus	27	17	32	15	81	66	94	448	20
		Dorilaimus	8	5	20	0	0	0	0	0	0
		Vida libre	107	106	150	203	216	164	41	124	87
		Total	152	139	250	224	311	300	143	718	60
Grado II	Suelo	Pratylenchus	8	14	4	8	16	25	13	2	7
		Meloidogyne	29	14	16	0	0	2	7	6	0
		Aphelenchus	33	27	41	17	65	430	44	30	196
		Dorilaimus	29	14	0	6	51	0	4	9	0
		Vida libre	315	381	29	121	484	268	485	260	303
		Total	413	450	74	152	616	724	553	307	506
Grado II	Raíz	Pratylenchus	136	0	25	8	7	12	20	0	118
		Meloidogyne	191	41	38	0	12	18	0	218	9
		Aphelenchus	54	54	60	45	69	103	264	391	1209
		Dorilaimus	0	0	210	0	8	0	0	0	0
		Vida libre	627	300	265	112	187	238	129	472	82
		Total	1008	395	598	165	283	370	413	1081	1418
Grado IV	Suelo	Pratylenchus	45	55	123	2	2	27	6	4	7
		Meloidogyne	4	0	27	0	18	0	12	4	0
		Aphelenchus	20	272	41	20	27	72	27	14	320
		Dorilaimus	20	95	14	0	23	0	0	6	0
		Vida libre	200	940	695	181	178	180	84	270	538
		Total	289	1362	873	203	244	278	129	298	865
Grado IV	Raíz	Pratylenchus	25	4	45	0	30	153	16	0	0
		Meloidogyne	20	61	94	0	25	82	0	274	86
		Aphelenchus	29	20	96	66	149	437	72	191	1201
		Dorilaimus	0	0	87	0	0	0	0	0	0
		Vida libre	200	78	731	107	557	881	159	206	135
		Total	274	163	1043	173	801	1552	247	671	1382

V. CONCLUSIONES

1. La enfermedad conocida como mal de viñas se encuentra distribuída en los municipios de Barberena, Pueblo Nuevo Viñas, Santa Cruz Naranjo, Cuilapa y Nueva Santa Rosa del Departamento de Santa Rosa y en Villa Canales del Departamento de Guatemala.
2. En base al premuestreo reporta una incidencia de la enfermedad del 26 o/o con una relación 4: 1 entre plantas sanas y enfermas.
3. La severidad de la enfermedad se manifiesta en los meses de julio, agosto y septiembre de cada año.
4. Los géneros de nemátodos detectados en la finca "El Naranjito" asociados al cultivo del café fueron *Pratylenchus* sp. *Meloidogyne* sp. *Aphelenchus* sp. y *Dorilaimus* sp. los cuales en el período de estudio no alcanzaron niveles críticos en sus poblaciones.
5. En los estudios de microscopía de luz se ha encontrado constantemente un microorganismo unicelular de 3 a 5 u de diámetro asociado a los tejidos enfermos, sin embargo, no ha sido posible su identificación a la fecha.

VI. RECOMENDACIONES

1. Se recomienda en base al muestreo, realizar el muestreo tanto en la región III como en la IV para tener una información más confiable de la distribución e incidencia de la enfermedad.
2. Agotar todos los procedimientos con el fin de confirmar o descartar el microorganismo asociado a los tejidos enfermos a nivel de microscopía como el agente causal de la enfermedad.

VII. BIBLIOGRAFIA

1. GARCIA GONZALEZ, A. 1986. Mal de Viñas, diagnóstico-proyecto de investigación Guatemala. Asociación Nacional del Café, Subgerencia de Asuntos Agrícolas, Departamento de Investigaciones en Café. 30 p.
2. HERNANDEZ PAZ, M. 1971. El café y sus enfermedades subgerencia de Asuntos Agrícolas, ANACAFE (Guatemala), Boletín Técnico No. 9, 66 p.

PROTECCION DE PLANTAS

EL SISTEMA DE ALARMA, UN COMPONENTE DEL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

Propuesta para el manejo de *Phyllophaga* spp.

Por: Alvaro Hernández*

David Monterroso**



4110

1. INTRODUCCION

En la región Centro Americana existen poblaciones de organismos que se constituyen plagas de la agricultura y que repercuten en la economía de los productores y de los países en general.

Las plagas principales en la región Centroamericana, como la mosca del mediterráneo (Diptera, Tephritidae: *Ceratitis capitata*), la broca del café (Coleoptera, Scolytidae: *Hypothenemus hampei*), el picudo del algodón (Coleóptera, curculionidae: *Anthonomus grandis*), la mosca blanca (Homoptera, Aleyrodidae: *Bemisia tabaci*) el gorgojo del pino (Coleoptera, Scolytidae: *Dendroctonus* spp) y la gallina ciega (Coleoptera, Scarabaeidae: *Phyllophaga* spp.), entre otras plagas, requieren del diseño de programa de manejo integrado de plagas.

Los programas de manejo integrado de plagas (MIP) deben estar constituidos por estrategias preventivas y curativas, utilizando las tácticas principales de manejo de las plagas: control cultural, físico, fitogenético, mecánico, etológico, biológico y químico.

El sistema de alarma puede ser un componente del MIP y está basado en el principio de alertar e informar anticipadamente y masivamente a las comunidades sobre el esperado aparecimiento de brotes de plagas insectiles, desarrollo de epidemias fitopatológicas relacionadas con el factor clima y tiempo. Esto puede servir para aconsejar sobre las medidas que son necesarias para el manejo de las plagas, con el objeto de que los agricultores puedan ponerlas en práctica en el momento más oportuno.

* Ingeniero Agrónomo, MSc, Profesor titular, Subárea de Protección de Plantas, Facultad de Agronomía, USAC.

** PhD, Fitopatólogo, coordinador de Proyecto RENARM-MIP-CATIE, Guatemala.

2. GENERALIDADES DEL SISTEMA DE ALARMA

El sistema de Alarma en su sentido amplio se define como un conjunto de actividades manejadas integralmente a escala de municipio, departamento, región o país, con el objetivo de alertar masivamente a la población sobre los problemas de plagas, las condiciones que las favorecen y las medidas aconsejables para su control, usando para ello todos los medios de comunicación existentes. (CONACOMIP, 1990).

Las acciones a tomar en un sistema de alarma por su gran magnitud necesitan la conjunción de los esfuerzos de las instituciones públicas y privadas, ya que en las instituciones del sector público agrícola y en los centros de enseñanza, tomados aisladamente, los recursos humanos, físicos y tecnológicos son restringidos e insuficientes.

Para lograr un rápido, mejor servicio de extensión y asistencia técnica de amplia cobertura, se hace necesario disponer de una metodología que se irradie por todo el país por medio de la comunicación escrita, radiada y televisada.

El sistema de alarma puede ser diseñado para alertar sobre la aparición de plagas de insectos y de agentes patógenos como hongos, bacterias, nemátodos, virus, así como del manejo del cultivo y su relación con el estado del tiempo, entre otros.

El sistema de alarma se constituye primeramente al informar masivamente sobre el problema-plaga, sus características, hábitos, épocas de aparecimiento y las consecuencias económicas para las comunidades.

Seguidamente debe informarse sobre las acciones necesarias para el manejo de plaga en un cultivo, por ejemplo:

1. Manejo de épocas de siembra y cosecha.
2. Manejo y destrucción de residuos de cosecha.
3. Manejo del inóculo inicial, retardo y suspensión de la tasa de crecimiento de patógenos.
4. Manejo de poblaciones de insectos en estado adulto.
5. Manejo de poblaciones de insectos en estado larvario.
6. Manejo de poblaciones de insectos en estado de huevo.
7. Manejo de la densidad de población en el cultivo.
8. Legislación sobre situaciones prioritarias de orden nacional en relación a plagas.
9. Manejo y uso de feromonas, atrayentes u otras sustancias químicas o biológicas.

3. MEDIOS DE COMUNICACION Y MEDIDAS LEGALES

3.1 MEDIOS DE COMUNICACION

El sistema de alarma se basa en informar sobre un problema determinado por

todos los medios de comunicación masiva: la radio, la televisión, la prensa escrita, así como las estructuras propias de las organizaciones de agricultores y organismos de gobierno. Todos éstos son canales apropiados y expeditos para llevar información de MIP a todos los ámbitos de un país o región. (Hernández, 1990).

Para lograr una efectiva comunicación, la información divulgada debe llenar una necesidad y producir una utilidad. La información debe ser oportuna, adecuada, exacta, entendible y practicable. Al informar y coordinar actividades de MIP y transferencia de tecnología debe considerarse también la participación de universidades, así como de cooperativas y otras organizaciones de servicio a los campesinos (Vaughan, 1989).

3.2 UTILIZACION DE MEDIDAS LEGALES

El sector público agrícola debe utilizar sus facultades legales y los recursos económicos y de mano de obra con que cuentan, a fin de manejar el problema de las plagas principales para mantener un ambiente productivo y al mismo tiempo, libre de contaminaciones dañinas.

En el caso de Guatemala existe la ley de Sanidad Vegetal, decreto 446 del 25 de octubre de 1955 con una única modificación del 29 de abril de 1963.

Dicha ley establece en su artículo 3o. que "Los sistemas de procedimiento técnicos dictados por los órganos de ejecución de esta ley, son de carácter legal y de obligatoria observancia por todos los agricultores del país y tendrán por objetivos esenciales

- A) Exterminio y combate de las plagas y enfermedades existentes y cortar su difusión fuera del país.
- B) Prevención contra plagas e infecciones existentes y contra propagación de las que afecten a otros países.
- C) Cooperación, dirección técnica y capacitación de los agricultores, comités agrícolas o de sanidad vegetal y de personas obligadas a la lucha contra las plagas y enfermedades, por medio de los servicios de Sanidad Vegetal y de su personal de campo (DIGESA, 1973).

El artículo 5o. indica que "Corresponde al Ministerio de Agricultura, la aplicación de la presente ley y de los reglamentos que de la misma se deriven, por medio de la División de Sanidad Vegetal, adscrita a la Dirección General del Ramo, y organizada en forma que determine el Presupuesto General de gastos de la Nación. Se exceptúan las disposiciones penales que serán ejecutadas por los tribunales comunes".

En el artículo 7o. inciso C, dice que a la División de Sanidad Vegetal le corresponde: "Aconsejar y constatar la aplicación de todos los procedimientos ade-

cuados para combatir las plagas y enfermedades, pudiendo ordenar cuando los intereses agrícolas de la nación lo requieran, la destrucción total o parcial de cultivos afectados, así como cualquier material que pueda servir de vehículo de propagación".

Relacionado con la ejecución de planes de control de plagas, indica en el artículo 14 que "Los propietarios, empleados, arrendatarios, usufructuarios y ocupantes, tienen asimismo la obligación de ejecutar de inmediato las órdenes que dicten las autoridades de Agricultura para el combate de plagas o enfermedades constatadas en los predios que poseen o tengan ocupados".

En cuanto a la participación de las instituciones del Estado, la ley establece en el artículo 30 que "cuando el caso lo amerite, la institución armada podrá ser llamada a colaborar en el combate de plagas y enfermedades que afecten nuestra agricultura. Y en el artículo 38 que "Las autoridades estatales, departamentales y municipales están obligadas a prestar toda colaboración para la mejor aplicación de esta ley"(DIGESA, 1973).

4. INTERACCION CLIMA-PLAGA

Es básico e importante el conocimiento y análisis de la reacción que existe entre el clima y el desarrollo de la plaga. Dicha interacción puede ser aprovechada con los siguientes objetivos:

1. Informar donde puede ocurrir geográficamente la plaga para tomar medidas de cuarentena o reforzar las existentes.
2. Determinar los momentos en que puede haber abundancia o escasez de la plaga.
3. Pronosticar la intensidad de daño que podría producir la plaga.
4. Buscar en las épocas de mayor incidencia los enemigos naturales de la especie plaga para su uso en el control biológico (Schotman y Lacayo, 1989).

En muchos casos se sabe en qué etapa fenológica de los cultivos y la región geográfica aparece la plaga; sin embargo, pasa desapercibido este aspecto y el manejo de la plaga se dificulta.

5. LA GALLINA CIEGA, SITUACION Y DIMENSIONES DEL PROBLEMA EN GUATEMALA.

5.1 IDENTIFICACION DEL COMPLEJO GALLINA CIEGA

Existe una gran diversidad en cuanto a géneros y especies de insectos conocidos en Guatemala con el nombre gallina ciega. Este nombre se aplica a las larvas blancas, encorvadas ("gusanos blancos", "white grubs") que se desarrollan en el

suelo y que se alimentan de las raíces de las plantas, especialmente de gramíneas. Los adultos son los escarabajos o ronrones de mayo. Se trata de insectos del orden coleoptera, familia Scarabaeidae preponderantemente del género *Phyllophaga*. Hasta hace poco tiempo la correcta identificación de estos insectos no había sido factible debido a su desconocimiento, falta de literatura y dificultad para su determinación. Actualmente, es posible identificar a los adultos por su genitalia y a los estados larvarios de los géneros en cualquier estadio, pero según King (1984) las especies del género *Phyllophaga* deben determinarse en el tercer estadio larvario únicamente (Andrews y Quezada, 1989).

En Guatemala (Centroamérica) se sabe que existen los géneros de la familia Scarabaeidae, sub familia Melolonthinae: *Phyllophaga*, *Anomala*, *Cyclocephala*, *Ligyris* (King, 1984) y se ha logrado identificar las siguientes especies de *Phyllophaga*: *Phyllophaga menetriesi*, *Phyllophaga obsoleta*, *Phyllophaga anodentata*, *Phyllophaga dasypoda*, *Phyllophaga vicina*, *Phyllophaga yucateca*, *Phyllophaga zunilensis*, *Phyllophaga parvisetis*, *Phyllophaga valeriana*, *Phyllophaga hondura*.

5.2 DISTRIBUCION GEOGRAFICA DE LA GALLINA CIEGA

En el cuadro 1 se presentan las regiones donde existen altas densidades de "gallina ciega" causando daño a diferentes cultivos, reportadas por los asistentes al curso de "Gallina ciega, dimensión y alternativas del problema a corto plazo", realizado en Amatitlán, Guatemala, en abril de 1990 (CONACOMIP, CATIE/RENARM-MIP, FAUSAC. 1990).

CUADRO 1
DISTRIBUCION GEOGRAFICA PRELIMINAR DEL COMPLEJO
GALLINA CIEGA EN VARIAS REGIONES DE GUATEMALA. 1990

REGION GEOGRAFICA	DEPARTAMENTO	LOCALIDAD	ZONA ECOLOGICA
Occidente (Sur)	San Marcos	Tejutla	Bosque montano muy húmedo
		Comitancillo	
Quezaltenango		San Miguel Ixtahuacán	
		Concepción Tutuapa	
		Sipacapa	
		Coatepeque	Bosque Subtropical muy húmedo (cálido)
	Suchitepéquez	Cuyotenango	idem

(Centro	Chimaltenango	San José Poaquil	Bosque Montano húmedo
		Comalapa, Tecpán, Santa Apolonia, San Martín Jilotepeque	
	Guatemala	San Juan Sacatepéquez, San Raymundo Amatitlán	Bosque sub- tropical muy húmedo (tem- plado),
Oriente	El Progreso	San Antonio la Paz, Morazán	Bosque Monte espinoso sub- tropical
	Zacapa	varios	Monte espinoso subtropical
	Chiquimula	Camotán	Bosque subtro- pical seco
	Jutiapa	Varios	Bosque subtro- pical húmedo (templado)
Norte	Baja Verapaz	Salamá, Purulhá, El Chol	Bosque subtro- pical húmedo (templado)
	Alta Verapaz	Cobán	Bosque subtro- pical muy húme- do (frío).
	Quiché	Estanzuela Joyabaj	Bosque subtro- pical húmedo

Además se supone que existen muchos lugares donde se produce daño y que no han sido divulgados por instituciones o no están escritas en la literatura nacional.

5.3 CULTIVOS DAÑADOS

Muchas larvas de la subfamilia Melolonthinae, familia Scarabaeidae, orden Coleóptera, son, según sus hábitos de alimentación, rizófagas (se alimentan de

raíces), saprófagas (se alimentan de materia orgánica muerta), o facultativas (se alimentan de raíces o de materia orgánica muerta). (Moron, 1983).

Los adultos se alimentan de hojas, brotes tiernos, botones y néctar de las flores (King y Saunders, 1984), ver cuadro 2.

CUADRO 2

GENEROS DE LA FAMILIA SCARABAEIDAE, SUBFAMILIA MELOLONTHINAE, AGRUPADOS SEGUN SUS HABITOS ALIMENTICIOS

SAPROFAGA (1)	RIZOFAGAS(2)	RIZOFAGA (3)
ESTRICTA	FACULTATIVAS	ESTRICTAS
CYCLOCEPHALA	ANOMALA	PHYLLOPHAGA
LYGYRUS	COTINIS	MACRODACTYLUS
EUPHORIA	DYSCINETUS	ANOMALA

Fuente: Morón, 1983.

- (1) Se desarrollan en suelos húmedos y con moderado contenido de materia orgánica.
- (2) Se desarrollan en suelos con bajo contenido de materia orgánica.
- (3) Se desarrollan en suelos con muy bajo contenido de materia orgánica.

Para rizófagos estrictos la materia orgánica puede actuar como un fagoestimulante y ser atraídos para alimentarse de las raíces de plantas y causar daño.

CUADRO 3

CULTIVOS EN LOS QUE SE HA REPORTADO DAÑO CAUSADO POR LARVAS DE GALLINA CIEGA, EN GUATEMALA

CULTIVOS BASICOS	HORTALIZAS	CULTIVOS INDUSTRIALES	CULTIVOS PERENNES
Maíz	Fresa	Tabaco	Cítricos
Frijol	Papa	Maní	Pastos
Sorgo	Cebolla	Caña de azúcar	Encino
Trigo	Brócoli	Soya	Palo de pito
	Coles		Cítricos
	Zanahoria		Otros frutales
	Okra		
	Cucurbitáceas		

FUENTES: Monterroso y Pareja, 1985. Comunicación técnicos del Sector Público Agrícola, Guatemala, 1989-90.

5.4 ESTIMACIONES PRELIMINARES

En cuanto al porcentaje de daño que la Gallina Ciega causa a los cultivos se reportan daños desde el 10 hasta el 100 por ciento, dependiendo del lugar, año y el cultivar. Algunos casos de porcentaje de pérdidas reportados por agricultores individuales aparecen en el cuadro 4.

CUADRO 4
PORCENTAJES DE PERDIDA PARA DIFERENTES CULTIVOS Y
LOCALIDADES REPORTADOS POR AGRICULTORES INDIVIDUALES.
GUATEMALA, 1990

Cultivos	Porcentaje	Localidades
Maíz y trigo	100	San Marcos: Tejutla Baja Verapaz: Salamá, Cubulco
Maíz, frijol, maní	50-80	Quiché: Estanzuela, Joyabaj
Maíz, frijol, hortalizas	50	Chimaltenango: Tecpán San José Poaquil: Santa Apolonia
Maíz, pastos, crucíferas	10	Baja Verapaz: San Jerónimo

Fuente: CONACOMIP, 1990

Sin duda que falta mucho por reportar en cuanto a cuantificación de pérdidas para los diferentes cultivos y localidades. Asimismo, no se reportan especies o géneros que dañan los diferentes cultivos.

5.5 CARACTERISTICAS DE LA GALLINA CIEGA Y DENSIDAD POBLACIONAL.

Los técnicos de diferentes instituciones interesadas en cuantificar las densidades de población de gallina ciega, debido al daño observado, han utilizado diferentes unidades de muestreo, como lo son: la planta, el metro cuadrado y el pie cúbico.

Aunque los datos de densidad son alarmantes para algunas comunidades, se ha incurrido en varios errores: primero, al utilizar el metro cuadrado se ha muestreado a diferentes profundidades y el número de muestras es diferente para cada comunidad. También existen varios géneros del insecto conocido como gallina

ciega en su estado larvario y se ha cuantificado el número total de larvas por unidad de área, pero no se conocen los géneros y especies presentes.

Los datos que se presentan en el cuadro 5 representan el total de larvas encontradas sin efectuar la separación de géneros y especies.

CUADRO 5
DENSIDAD POBLACIONAL DE GALLINA CIEGA ENCONTRADA EN
ALGUNOS MUESTREOS Y CULTIVOS DE GUATEMALA 1989-90

LUGAR	DENSIDAD	CULTIVOS
Chimaltenango	25-40 larvas/m ² *	maíz, frijol, brócoli, trigo
San Marcos	100-160 larvas/m ² *	trigo
Zacapa, Chiquimula y El Progreso	3-7 larvas/m ² *	maíz, frijol, cítricos, sorgo, arroz, tabaco, y uva
Cobán	3-5 larvas/m ² *	maíz
Mazatenango	70-140 larvas/m ² **	caña
Retalhuleu	3-20 larvas/postura	maíz y frijol
Quiché	20-30 larvas/postura	maíz, frijol y maní

* Profundidad promedio de 0.20 m.

** Profundidad hasta de 0.80 m.

Este insecto coleóptero es denominado ron-ron de mayo, mayate, escarabajo de mayo o escarabajo de junio, en estado adulto; y gallina ciega, joboto, orontoco, larva o gusano blanco, en su estado larvario.

Su proceso de metamorfosis (completa) incluye cuatro estados: huevo, larva, pupa y adulto. Su ciclo biológico para especies de un año es: huevo de 14 a 84 días para su eclosión; estado larval 1 de 20 a 60 días; estado larval 2 de 30 a 60 días; estado larval tres de 4 a 8 meses. La prepupa dura de 8 a 15 días y la pupa de 30 a 45 días. El adulto varía en su longevidad después de haber emergido al exterior, pero en general dura de 8 a 30 días y las hembras duran más de dos meses. (Andrews, 1985, King y Saunders, 1984).

Los adultos emergen de sus cápsulas dentro del suelo y aparecen en el período de abril, mayo y junio. Los adultos salen masivamente a copular para producir nueva progenie y ovipositan en los campos agrícolas y en todas aquellas áreas verdes sembradas en el período agrícola.

El daño que causan las larvas de gallina ciega en las raíces, se manifiesta con mayor intensidad en el período de agosto, septiembre y octubre. El tercer estadio

de la larva es el más voraz, dura mucho tiempo y se adapta a las condiciones ambientales adversas.

Algunos agricultores reconocen el daño de estos gusanos. A menudo se refieren al "año del gusano" y luego manifiestan que aparecerá a los dos o tres años nuevamente. En realidad, al año siguiente del año del gusano se presentan poblaciones altas de adultos o ronrones de mayo.

Por desconocimiento, los agricultores efectúan su control químico en el mes de las siembras de cultivos (febrero a mayo), durante la cual no existe daño, ni poblaciones de larvas que controlar. Desconocen que el adulto da lugar al gusano gallina ciega.

6. SISTEMA DE ALARMA PARA GALLINA CIEGA (*Phyllophaga* spp) UNA PROPUESTA PARA EL MANEJO DE ESTA PLAGA.

El sistema de alarma en su primera fase incluye la destrucción de poblaciones de adultos como estrategia preventiva. Su acción consistirá en buscar la mejor época de monitoreo de los adultos y recomendar su eliminación.

El método tiene como objetivo bajar la población de adultos efectuando su captura por medio de trampas con pantalla: existen trampas de luz (faroles, quinqués, candiles con pantalla, lámparas de luz con pantalla, fogatas en los campos) y trampas de luz negra (ultravioleta) (Barrios, 1990). Asimismo se recomienda la colección manual de ronrones adultos, alrededor de las trampas; alumbrados eléctricos en edificios u hogares, destruyendo los ronrones por diferentes métodos. Dicha fase deberá iniciarse durante el mes de abril y mayo principalmente, para concluir en el mes de junio. Los ronrones pueden ser molidos y utilizados como componentes de los concentrados de animales, dado que son fuente de proteína animal.

La segunda fase como estrategia de supresión tendrá como objetivo informar y divulgar al respecto del daño que ocasionan las poblaciones de larvas conocidas como gallina ciega y la manera de combatirlas o contrarrestarlas. La acción de monitoreo e información se debe ejecutar en los meses de julio, agosto, septiembre y octubre, según la localidad y cultivo.

Se recomendará la eliminación de las larvas por el método de control disponible y que esté al alcance del agricultor.

En este sentido, todos los promotores o productores agrícolas, como receptores de la información, deben ser monitores y organizadores del sistema de alarma en todas las comunidades donde trabajan. En resumen esta actividad consiste en lo siguiente:

1. Anunciar y divulgar el problema y la situación de la plaga.
2. Informar sobre el ciclo biológico, hábitos, determinación de especies.

3. Emitir cartas a instituciones públicas, privadas, alcaldías municipales, centros universitarios, escuelas e instituciones de educación, cooperativas, gremiales, etc. que desarrollen actividades departamentales o comunales, para que colaboren en la divulgación o información y realicen cualquier acción en torno a la captura de adultos en fechas referidas de control.
4. Realizar conferencias en su institución, sede o región y propiciar el desarrollo de cursos cortos en cada comunidad.
5. Informar por la prensa, radio y televisión de la importancia de la plaga y de la necesidad de poner en práctica las medidas preventivas propuestas.

La duración del sistema de alarma es de carácter permanente. Debe ejecutarse con participación de los sectores público y privado con esfuerzos institucionales y comunales para tener éxito en el manejo de la plaga a nivel regional o nacional.

CONSIDERACIONES FINALES:

Con este sistema se pretende aumentar el rendimiento y reducir los costos unitarios de producción de los granos básicos principalmente y de otros cultivos del país a través de:

- Bajar las poblaciones de adultos y larvas del insecto conocido como ron-ron de mayo o gallina ciega.
- Reducir las aplicaciones de insecticidas en los meses de abril, mayo y junio.
- Efectuar control químico dirigido en julio-agosto después del monitoreo y cuando éste sea requerido.

7. BIBLIOGRAFIA

- ANDREWS, K.L.; QUEZADA, J.R. 1989. Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano, Honduras, Centroamérica. 623 p.
- BARRIOS GARCIA, A. 1990. Captura de ronrones adultos *Phyllophaga* sp. con luz trampa Asociación General de Agricultores. Guatemala Año 86-Epoca VI-No. 2 p. 12-14.
- COMITE NACIONAL CONSULTIVO DE MIP (CONACOMIP), PROYECTO CATIE-RENARM-MIP, FACULTAD DE AGRONOMIA USAC. 1990. Curso corto: La Gallina Ciega Dimensión y Alternativas de Manejo del Problema a Corto Plazo (Recopilación bibliográfica). UFRH, Amatitlán 2-5 abril de 1990 (mimeografiado), Guatemala
- DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS (DIGESA), Guatemala. 1973. Ley de Sanidad Vegetal decreto 446. Ministerio de Agricultura, Sector Público Agrícola, Guatemala. S.P.

- HERNANDEZ DAVILA, A.G. 1990. El sistema de alarma para manejo de plagas. In Curso La Gallina ciega dimensión y alternativas de manejo del problema a corto plazo. (2-5 abril 1990; Amatitlán, Guatemala). CONACOMIP. PROYECTO CATIE RENARM-MIP. FACULTAD DE AGRONOMIA, USAC. Guatemala. 4 p.
- KING, A.B.S.; 1984. Biology and identification of white grubs (Phyllophaga) of economic importance in Central America. Londres. Tropical Pest Management. 30(1):36-50.
- KING, A.B.S.; SAUNDERS, J. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central, Overseas Development Administration, CATIE, C.R. 182 p.
- MORON R. M.A. 1983. Introducción a la biosistemática y ecología de los coleópteros melonithinae edafícolas de México. In memorias II mesa redonda sobre plagas del suelo (5 Dic. 1983) Colegio Postgraduados. Departamento de Parasitología. Chapingo, México p C1-C13.
- PLAGAS INSECTILES DEL SUELO CON ENFASIS EN PHYLLOPHAGA. 1989. Boletín Informativo No. 11 Manejo Integrado de Plagas. CATIE, Turrialba, Costa Rica p. 1-4.
- SCHOTMAN, C.; LACAYO P. 1989. El control natural. In Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la agricultura: Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamérica. El Zamorano, Honduras. Centroamérica. cap. 7 p. 111-128.
- VAUGHAN, M.A. 1989. Transferencia de programas de manejo integrado de plagas. In Manejo Integrado de Plagas Insectiles en la agricultura. Estado Actual y Futuro. Escuela Agrícola Panamerica. El Zamorano, Honduras. Centroamerica, cap. 24 p. 371-393.

MEJORAMIENTO DE PLANTAS

EVALUACIÓN DE LOS FACTORES QUE AFECTAN LA INDUCCIÓN Y CALLO Y REGENERACIÓN DE PLANTAS EN TRIGO Y ARROZ.



Edgar O. Franco*
José H. Calderón**

F 30

RESUMEN

Se evaluó el efecto de dos medios basales, seis combinaciones hormonales y tres concentraciones de sucrosa en la inducción de callo y regeneración de plantas para las variedades de trigo Patzún, Comalapa y Chocoyo. Para la variedad Patzún se evaluó además el período de tratamiento frío, previo al cultivo de anteras. En la variedad de arroz Precozicta y en los híbridos Colombia x Precozicta y Virginia x Colombia, se evaluó el efecto de la radiación gamma en la inducción de callo y regeneración de plantas.

La mayor respuesta en la inducción de callo y regeneración de plantas en la variedad de trigo Patzún se obtuvo con el medio basal papa IV., suplementado con 2 mg/l de ácido naftalenacético (ANA) o 1.5 mg/l de ANA y 0.5 mg/l de kinetina más 9 o/o de sucrosa. Para la variedad Patzún las anteras que no fueron sometidas a tratamiento frío o fueron tratadas por dos días, produjeron el mayor porcentaje de callo y plantas regeneradas. La mayor respuesta en la inducción de callo y regeneración de plantas para la variedad Comalapa se obtuvo con los medios basales N6 o papa IV, suplementados con 2 mg/l de ANA o 1.5 mg/l de ANA y 0.5 mg/l de kinetina más 9 o/o de sucrosa. La mayor respuesta en la inducción de callo para la variedad Chocoyo se obtuvo con el medio basal N6 suplementado con 1.5 mg/l de ANA y 0.5 mg/l de kinetina más 9 o/o de sucrosa. La radiación gamma afecta en forma negativa la inducción de callo en los híbridos de arroz Precozicta x Colombia y Virginia x Colombia. En la variedad de arroz Precozicta la radiación tiene efecto negativo en la inducción de callo, al incrementar la dosis de radiación, se reduce el porcentaje de inducción de callo.

* Profesor Titular de la Facultad de Agronomía

** Ayudante de Cátedra, Técnico del Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Facultad de Agronomía.

INTRODUCCION

El arroz y el trigo son cereales de importancia en la alimentación de la población guatemalteca. El consumo per cápita de arroz se ha incrementado en los últimos años (10). El trigo es utilizado principalmente para la fabricación de pan y pastas. Ambos cultivos son afectados principalmente por enfermedades, las cuales disminuyen el rendimiento. En el arroz una limitante es la pyricularia y en el trigo, en el altiplano central de Guatemala, la mayor incidencia la manifiestan las royas.

Por la variabilidad existente en los agentes causales de las enfermedades mencionadas, se hace necesario cambiar constantemente las variedades de arroz y trigo. El mejoramiento de estos cereales se realiza por métodos convencionales, los cuales son complementados con los métodos modernos de mejoramiento. En la actualidad la producción de doble haploides en cereales y la inducción de variación somaclonal son investigadas y utilizadas en el mejoramiento. Estos métodos permiten una mayor eficiencia en la inducción de variabilidad y selección de las plantas con características deseadas. Un ejemplo de la eficiencia de estos métodos la constituye el desarrollo de nuevas variedades de arroz en china, en un tiempo corto se ha producido 81 nuevas variedades aplicando el cultivo de anteras (12).

El desarrollo de metodologías modernas para la producción de nuevas variedades requiere conocer los factores que afectan la inducción de callo y la regeneración de plantas. El principal factor a considerar es el genotipo, se ha demostrado que cada genotipo responde en forma diferente en la regeneración de plantas (5, 7). En arroz las variedades que pertenecen al grupo Japónica tienen una mayor respuesta en comparación con las pertenecientes al grupo Indica, a éstas últimas pertenecen las cultivadas en Guatemala.

Los medios basales son factores de importancia para la producción de callo y regeneración de plantas. Para arroz y trigo se han desarrollado los medios N6, papa II y papa IV.

La combinación hormonal, que suplementa los medios basales, es de importancia debido a que regula los procesos morfogénicos. El efecto de la concentración de sucrosa en cultivo de anteras de arroz y trigo ha sido reportada (4). Se han evaluado varios factores que condicionan la antera previo a su cultivo, entre ellos el penetramiento frío el cual ha incrementado la inducción de callo y regeneración de plantas verdes (8, 9). Para arroz ha sido reportado el efecto de la radiación gamma en el incremento de plantas verdes regeneradas por cultivo de anteras (3, 11).

En este artículo se reporta la evaluación de los factores que afectan la inducción de callo y regeneración de plantas en las variedades de trigo Patzún, Comalapa y Chocoyo, así como el efecto de la radiación gamma en la variedad de arroz Precozicta y los híbridos Precozicta x Colombia y Virginia x Colombia. Los estudios son parte del proyecto 'Mejoramiento del Arroz y Trigo por Medio del Cul-

tivo de Anteras y Mutaciones Inducidas", que se desarrolla en la Facultad de Agronomía, con el apoyo del Organismo Internacional de Energía Atómica.

METODOLOGIA

Estudios en Trigo

Evaluación de los factores que afectan la inducción de callo y regeneración de plantas.

En las variedades de trigo Patzún, Comalapa y Chocoyo, se evaluó el efecto de los factores que afectan la inducción de callo y regeneración de plantas. Los medios basales evaluados fueron N6 y papa IV. Las combinaciones hormonales evaluadas fueron las siguientes: 2 mg/l de 2,4-D, 2 mg/l de ácido naftalenacético (ANA), 1.5 mg/l de 2,4-D y 0.5 mg/l de kinetina, 1.5 mg/l de ANA y 0.5 mg/l de kinetina, 2 mg/l de 2,4-D y 1.0 mg/l de kinetina, 2 mg/l de ANA y 1.0 mg/l de kinetina. Las concentraciones de sucrosa evaluadas fueron: 3 o/o, 6 o/o y 9 o/o. Para la variedad Patzún se evaluó además el efecto de la exposición de las anteras, previo su cultivo, a 6°C por 0, 2, 4, 6, 8 y 10 días.

Material Vegetal

El material de trigo utilizado los constituyeron las variedades de trigo Patzún, Comalapa y Chocoyo, las cuales fueron obtenidas del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA).

Obtención de anteras

Las variedades de trigo fueron sembradas en el Centro Experimental Docente de Agronomía. Cada ocho días por dos meses se sembraron cuatro surcos de cinco metros de largo de cada variedad. Durante el surgimiento de la espiga se determinó el estado uninucleado de las anteras. Espigas con anteras en estado uninucleado fueron colectadas y colocadas a 6°C durante siete días, previo a su cultivo. Las anteras de la variedad Patzún utilizadas en el estudio de la exposición al tratamiento frío, se mantuvieron a 6°C por 0, 2, 4, 6, 8 y 10 días, según tratamiento.

Esterilización y siembra de anteras

Las espigas, provenientes del tratamiento frío, fueron esterilizadas por diez minutos utilizando una solución de hipoclorito de sodio al 0.5 o/o, luego lavadas tres veces con agua estéril. Las espigas estériles fueron colocadas en cajas de petrí estériles y las anteras fueron removidas utilizando una pinza de punta fina. Posteriormente las anteras fueron transferidas a los diferentes medios de inducción de callo.

Condiciones de Incubación

Las anteras en los medios de inducción de callo fueron incubadas a temperatura constante de 28°C en la obscuridad. Después de 35 días se determinó el número de callos inducidos y los mismos fueron trasladados a tubos de ensayo que contenían el medio basal Murashige y Skoog (MS) con 3 o/o de sucrosa, sin reguladores del crecimiento. Los tubos de ensayo conteniendo los callos fueron incubados bajo luz continua a una temperatura de 23 $\pm$ 3°C. Tres semanas después de la transferencia se determinó el número de plantas regeneradas.

ESTUDIOS EN ARROZ

Tratamiento de radiación

En arroz se evaluó el efecto de la radiación gamma en la inducción de callo y regeneración de plantas. Las semillas de arroz de la variedad precozicta y los híbridos Precozicta x Colombia y Precozicta x Virginia se equilibraron al 13 o/o de humedad. A la variedad Precozicta se le aplicaron 0, 5, 10 y 15 kilorads y a los híbridos 0, 10, 20 y 25 kilorads. Posteriormente la semilla irradiada fue sembrada en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá; por un mes, cada ocho días se sembraron cuatro surcos de cada material irradiado.

Obtención, esterilización y siembra de anteras

Se observó el desarrollo de las plantas de arroz y previo a la emergencia de la panícula se determinó el estado uninucleado de las anteras. Panículas que contenían anteras en estado uninucleado fueron colectadas y colocadas a 6°C por siete días, previo a su cultivo. La esterilización y siembra de anteras fue similar a la indicada para trigo. Los medios basales utilizados fueron N6 y B5, utilizándose 2 mg/l de 2,4-D o 2 mg/l de ANA en los medios de inducción de callo.

Condiciones de Incubación

Las condiciones de incubación para la inducción de callo y regeneración de plantas, así como el medio de cultivo para la regeneración de plantas fueron similares a las indicadas para los estudios en trigo.

Diseño Experimental

Para la evaluación de los diferentes factores que afectan la inducción de callo y regeneración de plantas en trigo, se utilizó un diseño completamente al azar con estructura factorial. Se hicieron experimentos diferentes para cada variedad, los factores que se evaluaron para cada variedad fueron medios basales, combinaciones hormonales y/o concentraciones de sucrosa. Se utilizaron siete repeticiones, la unidad experimental estuvo constituida por un frasco de vidrio de 120 ml. de capacidad, al cual se le agregaron 15 ml. de medio de cultivo y se cultivaron en el mismo 60 anteras. Para el estudio del efecto del tratamiento frío en la induc-

ción de callo y regeneración de plantas en la variedad Patzún se utilizó un diseño experimental completamente al azar con 15 repeticiones. En la evaluación del efecto de la radiación gamma y combinaciones hormonales en la variedad de arroz Precozicta se utilizó un diseño experimental estrictamente al azar con arreglo factorial, con siete repeticiones. Para la evaluación del efecto de la radiación gamma en híbridos de arroz se utilizó un diseño completamente al azar con siete repeticiones. Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza, prueba de medias y contrastes ortogonales.

RESULTADOS Y DISCUSION

Estudios en Trigo

En la variedad de trigo Patzún los medios basales N6 y Papa IV suplementados con 2 mg/l de 2,4-D o 2 mg/l de ANA mostraron el mayor porcentaje en la inducción de callo. El análisis estadístico no refleja diferencias significativas en el efecto de los medios basales y combinaciones hormonales. La concentración de sucrosa mostró efecto en la inducción de callo y regeneración de plantas, la máxima producción de callo se obtuvo en el medio basal Papa IV, suplementado con 2 mg/l de ANA o 1.5 mg/l de ANA más 0.5 mg/l de kinetina y 9 o/o de sucrosa. El incremento de la concentración de sucrosa incrementó el porcentaje de inducción de callo y el número de plantas regeneradas. El efecto de la concentración de sucrosa en la inducción de callo en trigo ha sido reportado anteriormente (4) y coincide con los resultados obtenidos. El tratamiento frío a 6°C, previo al cultivo de las anteras, afectó en forma significativa la regeneración de plantas, no así la inducción de callo. Las anteras que no fueron sometidas a tratamiento o únicamente fueron puestas dos días en dicho tratamiento produjeron el mayor número de plantas regeneradas. Los cuadros 1, 2 y 3 muestran el efecto de los medios basales, concentraciones hormonales y tratamiento frío en la inducción de callo y regeneración de plantas de la variedad de trigo Patzún.

En la variedad de trigo Comalapa se incrementó el porcentaje de inducción de callo y regeneración de plantas cuando se incrementó la concentración de sucrosa de 3 o/o a 9 o/o. Los mejores resultados se obtuvieron con el medio basal Papa IV, suplementado con 2 mg/l de ANA o 1.5 mg/l de ANA más 0.5 mg/l de kinetina. La diferencia en la inducción de callo entre los medios de inducción con diferentes concentraciones de sucrosa es significativa, la concentración que induce el mayor número es 9 o/o. El cuadro 4 muestra el efecto de medios basales y concentraciones de sucrosa en la inducción de callo y regeneración de plantas en la variedad de trigo Comalapa.

En la variedad de trigo Chocoyo no se observaron diferencias significativas en la inducción de callo en los medios basales, combinaciones hormonales y concentraciones de sucrosa evaluadas. La mejor respuesta en la inducción de callo se obtuvo con el medio basal N6, suplementado con 1.5 mg/l de ANA 0.5 mg/l de kinetina y 9 o/o de sucrosa. No fue posible obtener plantas regeneradas en esta variedad. Los cuadros 5 y 6 muestran el efecto de medios basales, combinaciones

hormonales y concentraciones de sucrosa en la inducción de callo en la variedad Chocoyo.

En las tres variedades de trigo evaluadas el incremento del 3 o/o al 9 o/o en la concentración de sucrosa incrementó la inducción de callo, esto fue más evidente en las variedades Patzún y Comalapa, no así en Chocoyo. El medio basal Papa IV tuvo mejor respuesta en las variedades Patzún y Comalapa, no así en la variedad Chocoyo. Lo anterior confirma lo reportado sobre la diferencia en requerimientos de los diferentes genotipos en una misma especie (5, 7). La respuesta de la variedad de trigo Patzún a los pretratamientos fríos no está acorde a lo reportado por otros autores (8, 9), quienes indican que períodos de siete días de exposición producen los mejores resultados.

CUADRO 1
EFFECTO DE DOS MEDIOS BASALES Y SEIS COMBINACIONES
HORMONALES EN LA INDUCCION DE CALLO DE LA VARIEDAD
DE TRIGO PATZUN. GUATEMALA, 1990

Medio Basal	Combinación Hormonal			Producción de callo (o/o)
	2,4-D	ANA (mg/l)	Kinetina	
N ₆	2.0	0.0	0.0	1.9
N ₆	0.0	2.0	0.0	1.9
N ₆	1.5	0.0	0.5	0.7
N ₆	0.0	1.5	0.5	1.4
N ₆	2.0	0.0	1.0	0.7
N ₆	0.0	2.0	1.0	0.7
Papa IV	2.0	0.0	0.0	1.4
Papa IV	0.0	2.0	0.0	1.2
Papa IV	1.5	0.0	0.5	0.2
Papa IV	0.0	1.5	0.5	0.5
Papa IV	2.0	0.0	1.0	0.0
Papa IV	0.0	2.0	1.0	0.2

CUADRO 2
EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SUCROSA EN LA INDUCCION DE
CALLO Y REGENERACION DE PLANTAS DE LA VARIEDAD PATZUN.
GUATEMALA, 1990*

Medio Basal	Combinación Hormonal			Concentración de sucrosa (o/o)	Producción de callo (o/o)	Regeneración de plantas (o/o)
	2,4-D	ANA (mg/l)	Kinetina			
N ₆	2.0	0.0	0.0	3	0.5	0.0
N ₆	0.0	2.0	0.0	6	0.5	0.0
N ₆	2.0	0.0	0.0	6	1.4	0.0
N ₆	1.5	0.0	0.5	6	0.5	0.0
N ₆	2.0	0.0	0.0	9	1.9	0.0
N ₆	1.5	0.0	0.5	9	1.2	20.0
Papa IV	0.0	1.5	0.5	3	0.5	0.0
Papa IV	1.5	0.0	0.5	3	0.2	0.0
Papa IV	0.0	2.0	0.0	6	5.5	43.5
Papa IV	0.0	1.5	0.5	6	5.0	47.6
Papa IV	2.0	0.0	0.0	6	0.4	100.0
Papa IV	1.5	0.0	0.5	6	1.2	0.0
Papa IV	0.0	2.0	0.0	9	7.1	36.7
Papa IV	0.0	1.5	0.5	9	7.6	31.3
Papa IV	2.0	0.0	0.0	9	1.7	100.0
Papa IV	1.5	0.0	0.5	9	0.4	50.0

* En el cuadro se muestran las combinaciones hormonales que forman callo.

CUADRO 3

EFFECTO DEL PERIODO DE TRATAMIENTO FRIO EN LA INDUCCION
DE CALLO Y REGENERACION DE PLANTAS EN LA VARIEDAD DE
TRIGO PATZUN, GUATEMALA, 1990

Días de Exposición (1)	Producción de callo (o/o)	Regeneración de plantas (o/o)
0	1.7	33.3
2	1.8	31.2
4	0.8	0.0
6	0.9	1.3
8	1.1	0.1
10	0.6	0.0

(1) Días de tratamiento frío a 6°C previo al cultivo de anteras.

CUADRO 4

EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE SUCROSA EN LA INDUCCION
DE CALLO Y REGENERACION DE PLANTAS EN LA VARIEDAD DE
TRIGO DE COMALAPA, GUATEMALA, 1990

Medio Basal	Combinación Hormonal ANA Kinetina (mg/l)		Concentración de Sucrosa (o/o)	Producción de callo (o/o)	Regeneración de plantas (o/o)
N ₆	2.0	0.0	3	0.0	0.0
N ₆	1.5	0.5	3	0.2	100.0
N ₆	2.0	0.0	6	1.2	0.0
N ₆	1.5	0.5	6	0.5	50.0
N ₆	2.0	0.0	9	2.6	9.1
N ₆	1.5	0.5	9	1.7	100.0
Papa IV	2.0	0.0	3	0.0	0.0
Papa IV	1.5	0.5	3	0.5	0.0
Papa IV	2.0	0.0	6	0.0	0.0
Papa IV	1.5	0.5	6	1.0	0.0
Papa IV	2.0	0.0	9	1.4	66.7
Papa IV	1.5	0.5	9	4.5	23.5

CUADRO 5
EFECTO DE DOS MEDIOS BASALES Y SEIS COMBINACIONES
HORMONALES EN LA INDUCCION DE CALLO DE LA VARIEDAD
CHOCOYO. GUATEMALA, 1990

Medio Basal	Combinación Hormonal			Producción de callo (o/o)
	2,4-D	ANA (mg/l)	Kinetina	
N ₆	2.0	0.0	0.0	3.3
N ₆	0.0	2.0	0.0	1.0
N ₆	1.5	0.0	0.5	3.1
N ₆	0.0	1.5	0.5	1.2
N ₆	2.0	0.0	1.0	1.2
N ₆	0.0	2.0	1.0	2.6
Papa IV	2.0	0.0	0.0	0.0
Papa IV	0.0	2.0	0.0	1.4
Papa IV	1.5	0.0	0.5	0.2
Papa IV	0.0	1.5	0.5	0.0
Papa IV	2.0	0.0	1.0	0.2
Papa IV	0.0	2.0	1.0	0.0

CUADRO 6
EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE SUCROSA EN INDUCCION DE
CALLO EN CULTIVO DE ANTERAS DE LA VARIEDAD CHOCOYO
GUATEMALA, 1990

Medio Basal(1)	Combinación Hormonal			Concentración de sucrosa (o/o)	Producción de callo (o/o)
	2,4-D	ANA (mg/l)	Kinetina		
N ₆	0.0	1.5	0.5	3	0.23
N ₆	1.5	0.0	0.5	3	2.62
N ₆	0.0	1.5	0.5	6	2.57
N ₆	1.5	0.0	0.5	6	2.85
N ₆	0.0	1.5	0.5	9	6.90
N ₆	1.5	0.0	0.5	9	0.70
Papa IV	0.0	1.5	0.5	9	0.95
Papa IV	1.5	0.0	0.5	9	0.23

(1) anteras cultivadas en el medio basal Papa IV suplementado con 1.5 mg/l de 2,4-D y 0.5 mg/l de kinetina ó 1.5 mg/l de ANA y 0.5 mg/l de kinetina, con 3 o/o ó 6 o/o de sucrosa, no formaron callo.

Estudios en arroz

La radiación gamma afecta en forma negativa la inducción de callo en híbridos de arroz. El incremento de la dosis de radiación gamma aplicada a híbridos de arroz redujo el porcentaje de inducción de callo, los resultados más altos en inducción de callo se obtuvieron cuando no se aplicó radiación y los valores más bajos cuando se aplicó 25 kilorads, que fue la dosis más alta aplicada. No se obtuvo regeneración de plantas en los híbridos evaluados. El cuadro 7 muestra el efecto de la radiación gamma en dos híbridos de arroz.

En la variedad de arroz precozicta el incremento de la radiación gamma tiene efecto negativo en la inducción de callo, dosis mayores de 10 kilorads disminuyen el porcentaje de inducción de callo. El cuadro 8 muestra el efecto de la radiación gamma en la inducción de callo de la variedad de arroz precozicta.

En los estudios de arroz no fue posible obtener la regeneración de plantas, esto se debe a que los híbridos y la variedad evaluados pertenecen al grupo Indica. Para el arroz perteneciente a este grupo se ha reportado dificultad en la producción de callo y regeneración de plantas (11).

La radiación gamma no tuvo efecto en la regeneración de plantas, como ha sido reportado en otros estudios (3, 6). por otro lado a medida que se incrementaron las dosis de radiación se redujo la inducción de callo.

CUADRO 7
EFFECTO DE LA RADIACION GAMMA EN LA PRODUCCION DE CALLO
EN CULTIVO DE ANTERAS DE LOS HIBRIDOS DE ARROZ PRECOZICTA
X COLOMBIA Y VIRGINIA x COLOMBIA. GUATEMALA 1990

Híbrido	Dosis de Radiación (kilorads)	Producción de callo (o/o)
Precozicta x Colombia	00	17
Precozicta x Colombia	10	14
Precozicta x Colombia	20	11
Precozicta x Colombia	25	03
Virginia x Colombia	00	11
Virginia x Colombia	10	04
Virginia x Colombia	20	04
Virginia x Colombia	25	02

CUADRO 8
EFFECTO DE LA RADIACION GAMMA EN LA PRODUCCION DE CALLO
EN CULTIVO DE ANTERAS DE LA VARIEDAD DE ARROZ PRECOZICTA.
GUATEMALA, 1990

Medio Basal y Combinación Hormonal	Dosis de Radiación (Kilorads)	produccion de callo (o/o)
N ₆ + 2 mg/l ANA	00	57
N ₆ + 2 mg/l ANA	05	67
N ₆ + 2 mg/l ANA	10	17
N ₆ + 2 mg/l ANA	15	00
N ₆ + 2 mg/l ANA	20	27
B ₅ + 2 mg/l ANA	00	21
B ₅ + 2 mg/l ANA	05	08
B ₅ + 2 mg/l ANA	10	04
B ₅ + 2 mg/l ANA	15	00
B ₅ + 2 mg/l ANA	20	06

BIBLIOGRAFIA

1. ABE, T.; FUTUSUHARA, T. 1986. Genotypic variability for callus formation and plant regeneration in rice (*Oriza sativa* L.). Theor. Appl. Genetic. EE.UU. 72:3-10.
2. ANDERSEN, S.B.; DUE, I.K.; OLESEN, A. 1987. The response of anther culture in a genetically wide material of winter wheat (*Triticum aestivum* L.). Plant Breeding EE.UU. 99:181-186.
3. DAO-CHUAN, Y.; QI-JIAN, W. QIU-CHENG, Y.; LU, W. 1984. Effects of gamma radiation on anther culture of rice. International Symposium on Genetic Manipulation in Crops. Beijin, China, 2 P.
4. HAN, H. 1986. Wheat: improvement through anther culture. *In vitro* Biotechnology in agriculture and forestry 2. Ed. by Y.P.S. Bajaj. New York, Springer-Verlag. p. 55-86.
5. HENRY, Y.; DE BUYSER, J.; GUENEGOU, T., ORY, C. 1984. Wheat microspore embriogenesis during in vitro anther culture. Theor. Appl. Genet. 67:439-442.
6. INTERNATIONAL RICE RESEARCH INSTITUTE (PHILIPPINES). S. F. Rice tissue culture manual, Philippines. . 168 p.
7. KONZAK, C.F.; XHOU, H. 1988. Anther culture methods for halploid production in wheat. Information paper No.8802-18. Washington State University. 29 p.
8. LAZARD, M. D.; SCHAEFFER, G. W.; BAENZIGER, P.S. 1985. The physical environment in relation to high frecuency callus and plantlet development in anther culture of wheat (*Triticum aestivum* L.) cu. Chris. Journal Plant Physiology EE.UU. 121:103-109.
9. MARSOLAIS' A.A.; SEGUIN-SWARTZ, G.; KASHA, K. J. 1984. The influence of anther cold pretreatment and donor plant genotypes on in vitro androgenesis in wheat (*Triticum aestivum*). Plant Cell Tissue Organ Culture. 3:69-79.
10. PAZOS, W.R. 1984. Arroz. Resumen del informe presentado a la Junta Directiva del ICTA. Guatemala. 15 p.
11. RAINA, S. K. 1989. Tissue Culture in rice improvement. Status and potential. Advances in agronomy. 42:339-397.
12. REDDY, U.S.; LEELAVATHI, S.; SEN, S. K. 1985. Influence of genotype and culture medium on microspore callus induction and green plant regeneration in anthers of *Oriza sativa*. Physiologia Plantarum (Holland) 63: 309-314.

MEJORAMIENTO DE PLANTAS

VARIACIÓN DE COMPONENTES DE RENDIMIENTO EN 10 MATERIALES DE SORGO EN 4 AMBIENTES DE JUTIAPA, GUATEMALA

Edwin Rolando Paredes Mazariegos*

Víctor Alvarez**

Edgar Ramiro Salguero Salvador***



F01

RESUMEN

Los objetivos planteados en esta investigación consistieron en evaluar la variación de algunos componentes de rendimiento, respecto al rendimiento de grano en cuatro localidades, y la estabilidad de diez materiales de sorgo.

Los componentes estudiados fueron: nudos por panoja, ramas por panoja, granos por rama y granos por panoja. El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones en cuatro localidades.

A través del análisis de correlación canónica se encontró significancia en tres localidades. Los componentes de rendimiento significativos fueron: a) Para Shanshul: ramas por panoja ($r = 0.70$) y granos por panoja ($r = 0.55$); b) Río de la Virgen: ramas por panoja ($r = 0.99$), granos por panoja ($r = 0.83$) y nudos por panoja ($r = 0.69$); c) Atescatempa: ramas por panoja ($r = 0.95$) granos por panoja ($r = 0.91$) y granos por rama ($r = 0.53$); y d) Zarzalito ningún componente.

Los componentes de rendimiento variaron de una localidad a otra, así como también entre los materiales de sorgo; siendo ramas por panoja y granos por panoja los más consistentes en influir sobre el rendimiento.

Mediante el análisis de estabilidad modificado se determinó que los materiales se mostraron inconsistentes a través de índices ambientales.

* Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, USAC, Trabajo de Tesis de Grado.

** Ingeniero Agrónomo. M. Sc. Docente-Investigador de la Facultad de Agronomía, USAC, Asesor.

*** Ingeniero Agrónomo. Coordinador Programa de Sorgo, ICTA, RESOL.

1. INTRODUCCION

Generalmente los rendimientos que se obtienen a nivel de estaciones experimentales se caracterizan por la gran diferencia que existe en relación a los obtenidos en fincas de agricultores. Esta diferencia se debe a varios factores, tales como: insumos, maquinaria y prácticas culturales que inciden en la máxima expresión del rendimiento de los materiales en estaciones experimentales; siendo el cultivo del sorgo uno de los más representativos de este fenómeno.

En dicho cultivo existen características que inciden sobre el rendimiento, algunas fáciles de medir y otros no, siendo las primeras las más recomendables en el mejoramiento genético y en trabajos de selección o de gran cantidad de cultivos, entre los cuales tenemos: nudos por panoja, ramas por panoja, granos por rama y granos por panoja.

Bajo condiciones experimentales se ha llegado a establecer cuales son los componentes de rendimiento que más inciden en la producción de grano, pero no se ha estudiado a nivel de finca de agricultores; esta información es de suma importancia para desarrollar variedades que rindan más en tales condiciones.

La consideración anterior es la base que sustenta este estudio, por lo que se pretende evaluar la variación de los componentes de rendimiento en diferentes ambientes, su estabilidad, así como también establecer cuál o cuáles de éstos tienen una mayor importancia sobre el rendimiento.

2. MATERIALES Y METODOS

2.1 Descripción del área experimental:

La investigación se llevó a cabo en el departamento de Jutiapa en la Subregión IV-1, en los sitios experimentales: Zarzalito Jalpatagua, Shanshul Asunción Mita, Alsacea Atescatempa y Río de la Virgen Jutiapa.

2.2 Materiales experimentales a evaluar:

Se evaluaron un total de 10 genotipos como se observa en el cuadro 1.

2.3. Metodología experimental:

El diseño experimental utilizado fue el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 10 tratamientos en cuatro localidades experimentales.

2.4 Variables principales medidas:

A continuación se presentan las variables principales medidas y una descripción de la forma en que se obtuvieron para la realización del estudio.

CUADRO 1
LINEAS Y VARIEDADES DE SORGO DE CICLO CORTO EVALUADAS EN
ENSAYOS DE FINCA EN CUATRO SITIOS EXPERIMENTALES.

No. entrada	Genealogía
1	AVB-83-J16
2	IGB-83-J197-2-1
3	VG-82-J20
4	IGB-83-5554
5	CLAIS-85-J8
6	CN-83-J28
7	CN-83-J130
8	IGB-J398
9	ICTA MITLAN
10	GUATECAU

2.4.1 Nudos por panoja (NUPA):

Se determinó contando el número de nudos por raquis de diez panojas, seleccionadas al azar por parcela neta; posteriormente se obtuvo el número promedio de nudos por raquis por parcela neta.

2.4.2 Ramas por panoja (RAPA):

Se contaron las ramas de cada raquis de cada una de las diez panojas seleccionadas, posteriormente se obtuvo el número promedio de ramas por panoja.

2.4.3 Granos por rama (GRARA) y granos por panoja (GRAPA):

Se contaron 500 granos y se obtuvo el peso al 15 o/o de humedad como también el peso total de los granos de las diez panojas por parcela neta; luego se seleccionaron para obtener granos por rama y panoja.

2.4.4 Rendimiento de grano en toneladas métricas por hectárea (TM/Ha).

Se obtuvo el peso de campo de grano por parcela neta, posteriormente el rendimiento al 15 o/o de humedad en TM/Ha.

2.5 ANALISIS DE LA INFORMACION:

2.5.1 Correlación canónica:

Se utilizó la correlación canónica, ya que ésta permitió correlacionar en forma múltiple, variables independientes y dependientes simultáneamente; para la investigación estas variables fueron: Rendimiento de grano al 15 o/o de humedad (variable dependiente); mientras que nudos por panoja, ramas por panoja, granos por rama y granos por panoja (componentes de rendimiento) como variables independientes.

2.5.2 Análisis de varianza:

Análisis de varianza para la variable rendimiento en forma individual por localidad y combinado así como comparación múltiple de medias de rendimiento al 5 o/o de probabilidad.

2.5.3 Análisis de estabilidad modificado (1)

Este análisis consiste en utilizar un índice ambiental creado por los datos de los ensayos de finca, como una manera de medir todos los factores que influyen en la respuesta a una tecnología como el suelo, el clima y el manejo del producto. En este caso, se estudiaron los factores: precipitación y características físico-químicas de los suelos por localidad.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 2, se presentan valores de los coeficientes de correlación canónica para las primeras variables canónicas en cada una de las variables estudiadas; encontrándose significancia para las localidades de: Shanshul, Río de la Virgen y Atescatempa, no así para Zarzalito.

CUADRO 2
VALORES DE COEFICIENTES DE CORRELACION CANONICA PARA LAS
PRIMERAS VARIABLES CANONICAS EN CADA UNA DE LAS
VARIABLES ESTUDIADAS.

Localidad	r
Zarzalito	0.372
Shanshul	0.568*
Río de la Virgen	0.802*
Atescatempa	0.645*

* $r > 0.5$ Significativo

En el cuadro 3, se presentan los valores de coeficientes de correlación para cada componente de rendimiento respecto a rendimiento; determinándose que para

Shanshul los componentes que afectaron en mayor intensidad al rendimiento fueron: ramas por panoja, y granos por panoja, en la localidad de Río de la Virgen fueron: ramas por panoja, granos por panoja y nudos por panoja; mientras que para Atescatempa: ramas por panoja, granos por panoja y granos por rama. Siendo ramas por panoja y granos por panoja los componentes de rendimiento que mostraron consistencia a nivel de las tres localidades.

CUADRO 3
VALORES DE COEFICIENTES DE CORRELACION PARA CADA
COMPONENTE DE RENDIMIENTO RESPECTO A RENDIMIENTO

Localidad	NUPA	RAPA	GRARA	GRAPA
Shanshul	0.498	0.702*	0.438	0.55*
Río de la Virgen	0.686*	0.989*	0.346	0.831*
Atescatempa	0.230	0.946*	0.528*	0.909*

* $r > 0.5$ Significativo

En la figura 1, se observa la influencia de ramas por panoja y granos por panoja sobre el rendimiento de cada material de sorgo evaluados en Shanshul, donde el material J-8 expresó el mayor rendimiento, pero con un menor número de ramas y granos por panoja en comparación con J-130 y Mitlán, que expresaron un menor rendimiento con un mayor número de componentes; lo cual se puede atribuir al peso de grano mostrado por J-8.

El resto de materiales se caracterizaron por tener un bajo rendimiento debido a un bajo número de ramas por panoja y granos por panoja.

Para Río de la Virgen (Ver figura 2), se observa que el material J-16 expresó el mayor rendimiento, debido a la influencia de un mayor número de ramas por panoja, granos por panoja y nudos por panoja; mientras que Mitlán, J-554 y J-8 tuvieron un comportamiento inferior a éste.

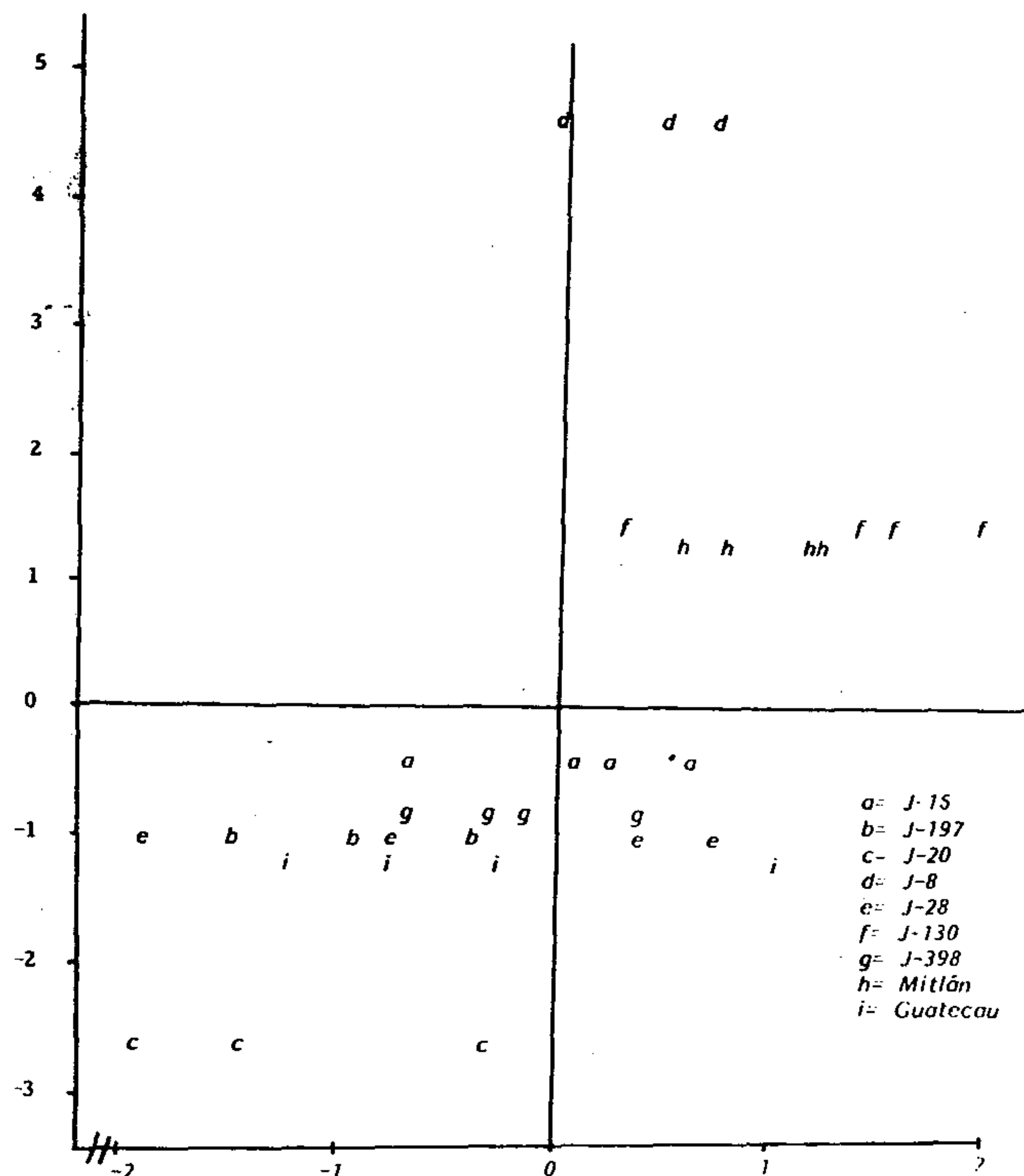
Por otro lado J-20, J-130, J-28, J-398 y Guatecau, se caracterizaron por tener bajo rendimiento debido a un menor número de ramas, granos y nudos por panoja.

En Atescatempa (Ver figura 3) el material J-16 expresó el mayor rendimiento, aunque el número ramas y granos, así como granos por rama fue inferior al mostrado por Mitlán y J-130; mientras que Guatecau, J-20, J-197, J-554-, J-8 y J-398 expresaron bajos rendimientos debido a la influencia de un bajo número de tales componentes de rendimiento.

Mediante el análisis de varianza para rendimiento se obtuvo significancia estadística en la localidad de Zarzalito y Shanshul, no así para Río de la Virgen y

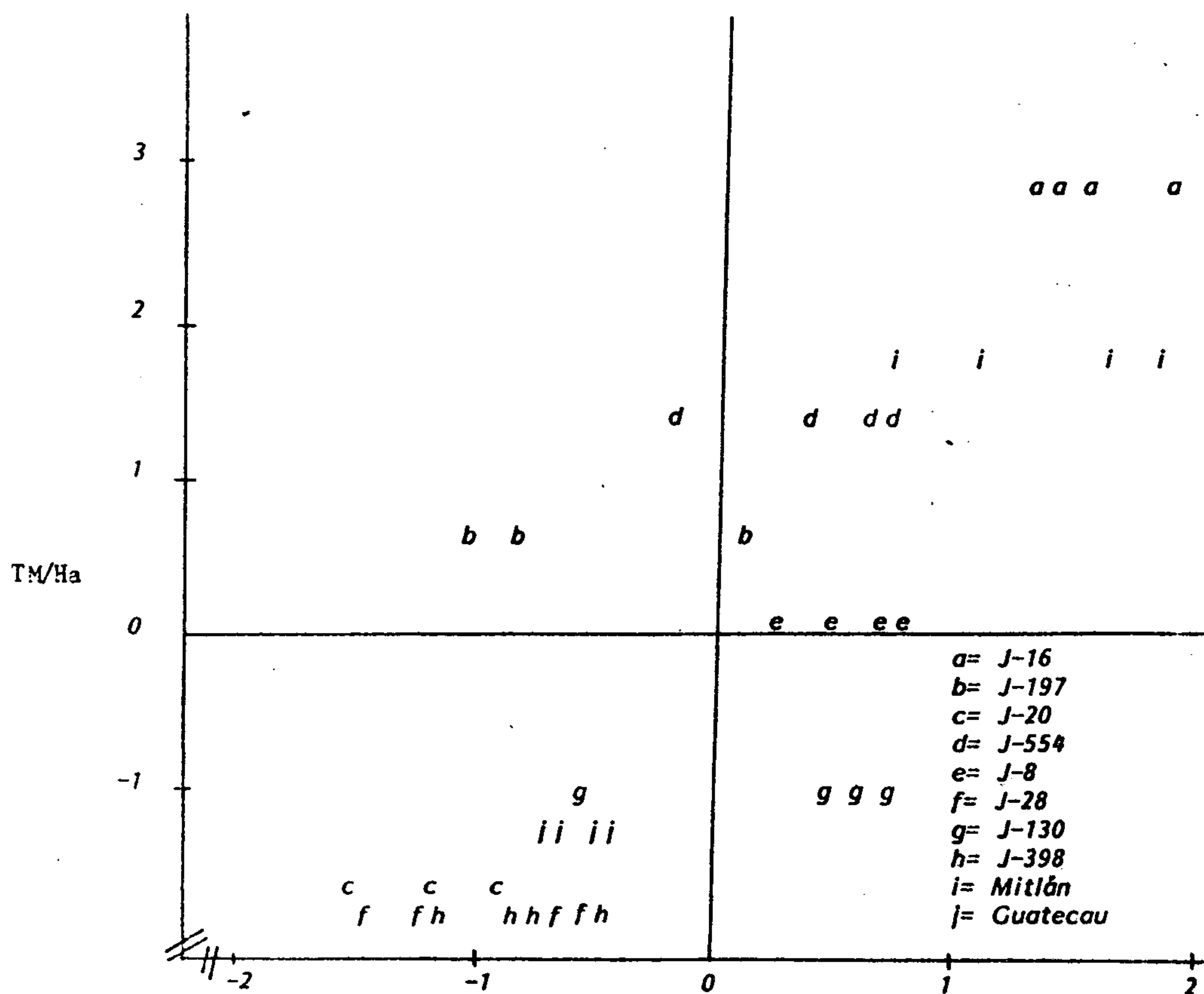
Atescatempa; mientras que para el combinado hubo significancia estadística para: localidades, tratamientos y la interacción de éstos.

En la figura 4 se observa la estabilidad de los materiales de sorgo, respondiendo éstos en forma diferente a través de ambientes y por lo mismo no mostraron consistencia alguna. Puede observarse que los materiales J-8, Mitlán, J-130 y J-28 registraron rendimientos negativos en índices ambientales desfavorables no así en desfavorables donde incrementaron su rendimiento, siendo J-8 el material con el mayor rendimiento; mientras que J-16, J-197, J-398, J-20 y Guatecau tuvieron un rendimiento positivo en índices desfavorables y también incrementaron sus rendimientos en índices favorables pero siendo inferiores al otro grupo de materiales.



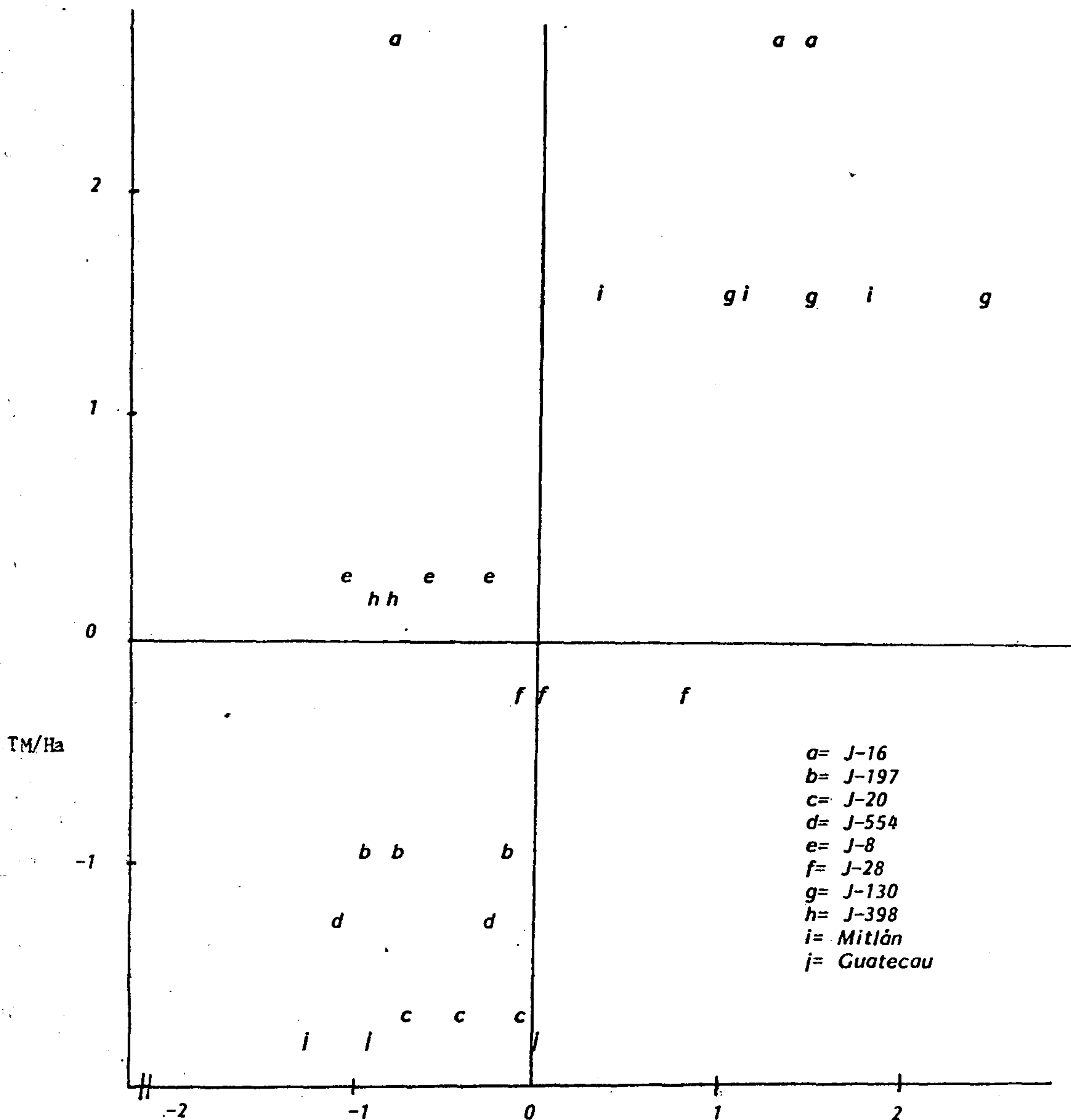
COMPONENTES DE RENDIMIENTO (RAPA, GRAPA)

Figura 1. Comportamiento de diez materiales de sorgo, respecto a componentes de rendimiento de mayor importancia sobre el rendimiento de grano, Shanshul. Jutiapa, 1988.



COMPONENTES DE RENDIMIENTO (RAPA, GRAPA, NUPA)

Figura 2. Comportamiento de diez materiales de sorgo, respecto a componentes de rendimiento de mayor importancia sobre el rendimiento de grano, Río de la Virgen. Jutiapa, 1988.



COMPONENTES DE RENDIMIENTO (RAPA, GRAPA, GRARA)

Figura 3. Comportamiento de diez materiales de sorgo, respecto a componentes de rendimiento de mayor importancia sobre el rendimiento de grano. Atescatempa. Jutiapa, 1988.

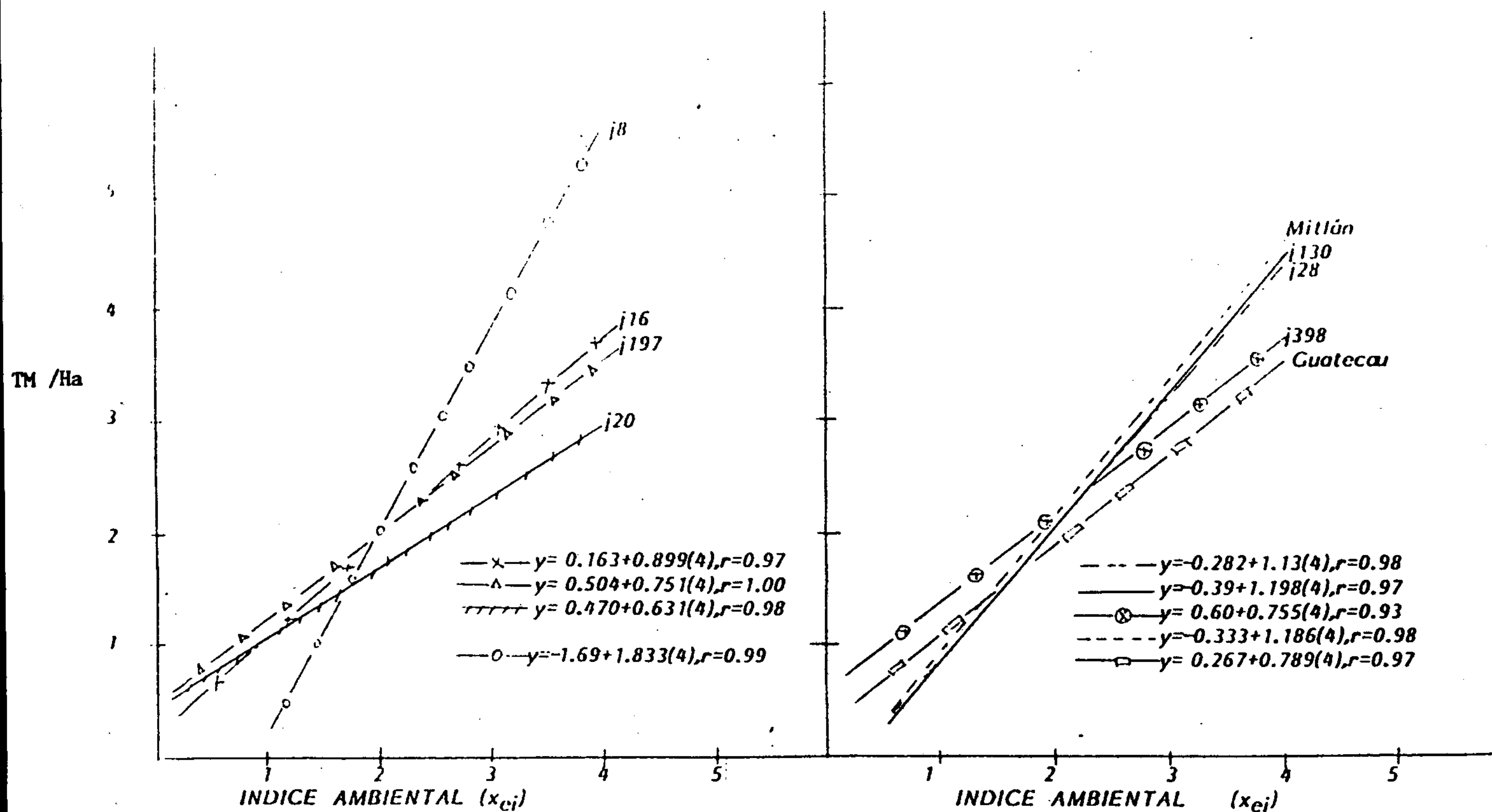


Figura 4. Análisis de estabilidad modificado para rendimiento de grano de diez materiales de sorgo evaluados en cuatro ambientes, Jutiapa 1988.

4. CONCLUSIONES

- 4.1 Los componentes de rendimiento (nudos por panoja, ramas por panoja, granos por rama, y granos por panoja) variaron de una localidad a otra, como también entre materiales de sorgo, determinándose que ramas por panoja y granos por panoja fueron los que más afectaron en forma positiva al rendimiento a través de localidades.
- 4.2 Los materiales evaluados mostraron inconsistencia de acuerdo al análisis de estabilidad efectuado, considerando las distintas localidades de estudio.
- 4.3 Mediante el análisis de varianza para la variable rendimiento, se determinó que únicamente para Zarzalito y Shanshul hubo significancia estadística entre tratamientos, mientras que en el análisis combinado hubo significancia tanto para localidades, tratamientos y la interacción de éstos.
- 4.4 Los mayores rendimientos se obtuvieron en la localidad de Shanshul, considerando a éste como un ambiente favorable, ya que la fertilidad del suelo y lluvia registrada, fueron superiores al resto de localidades.

5. BIBLIOGRAFIA

1. HILDEBRAND, P.E.; PEY, F. 1985. On-farm agronomic trials in farm-ing systems research and extensión. Bouldor, Colorado, Lynne Reiner Publishers, 162 p.
2. STEEL, R.G.; TORRIE, J.H. 1985 Bioestadística: Principios y Procedimientos. Trad. por Ricardo Martínez. Colombia, McGraw-Hill 622 p.
3. HOUSE, L.R. 1982. El Sorgo: guía para su mejoramiento genético. México, Universidad Autónoma de Chapingo. 427 p.

PRODUCCION DE CULTIVOS

EVALUACION DE CUATRO HIBRIDOS DE BROCOLI (*Brassica oleracea* var. *italica*) ENCUATRO DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA PARA LA EXPORTACION EN FRESCO, EN LA ALDEA BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ



Aroldo García Escobar*
Ing Agr. Edwin R. Sanabria V.**
Ing. Agr. Carlos H. Aguirre C.***

RESUMEN

El presente trabajo se realizó con el propósito de evaluar la calidad de las inflorescencias de cuatro híbridos de brócoli, a través del rendimiento y sus características primordiales para la exportación en fresco, en cuatro distanciamientos de siembra.

Los híbridos evaluados fueron Shogun 1, Green Valiant, Shogun 2 y Green Duke y los distanciamientos de siembra probados fueron 40x40, 25x40, (30x30) x 60 y (25x30) x 90 cm. Estos híbridos son los más apetecidos como producto en fresco y son los más cultivados en la región. Los distanciamientos son los recomendados por diferentes Universidades para el cultivo del brócoli destinado a la exportación en fresco.

La fase de campo se desarrolló del mes de septiembre (1987) a enero (1988), estableciéndose un experimento de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las parcelas grandes las constituyeron los híbridos y las pequeñas las distancias de siembra, obteniéndose un total de 16 tratamientos.

Las variables de respuesta fueron: el rendimiento, el diámetro medio de inflorescencias y el largo del tallo. Las variables cualitativas no paramétricas las constituyeron la compactación, la granulación y la coloración. Se efectuó el análisis económico a los 16 tratamientos para establecer el más rentable.

Los resultados demostraron que para el rendimiento la significancia existió únicamente entre híbridos, siendo los más rendidores Shogun 1 y Shogun 2 (15,886.78 kg/ha y 15,704.23 kg/ha), y para el diámetro medio no existió diferencia alguna. Las mejores longitudes de tallo fueron representadas por los híbri-

* Autor de trabajo de Tesis.

** Gerente de la Cooperativa Agrícola Integral Magdalena R L

*** Catedrático asesor de la Facultad de Agronomía

dos Shogun 1 y Shagun 2 cuando se probaron las distancias de 40 x 40, y (30x30) x 60 cm. cuya rentabilidad fue de 287.48 por ciento y una tasa de retorno de capital de 11.15, en tanto que los peores resultados fueron presentados por el híbrido Green Duke con la aplicación de los cuatro distanciamientos de siembra

Se concluye que los híbridos Shogun 2 y Shogun 1 con distancias de siembra de (30 x 30) x 60 y 40 x 40 cm producen mayores rendimientos y las mejores características deseadas para una exportación en fresco de brócoli, bajo las condiciones del municipio de Magdalena Milpas Altas, Sacatepéquez.

I. INTRODUCCION

El brócoli (*Brassica oleracea* var. *itálica*) es una hortaliza de alto valor nutritivo que constituye una buena alternativa de alimentación y de producción con beneficio económico para el productor que puede dedicarse a la exportación, pues el cultivo tiene la ventaja de ser de ciclo corto lo que permite al agricultor obtener dos cosechas al año. Su producción en gran parte se destina a la exportación ya que como producto hortícola presenta una buena demanda en el mercado internacional y por la estabilidad de sus precios es en la actualidad una buena alternativa para mejorar los ingresos de los agricultores en el altiplano central de Guatemala.

En la aldea Buena Vista, municipio de Magdalena Milpas Altas, de Sacatepéquez, el brócoli constituye el principal cultivo de exportación, pero se cultiva con métodos tradicionales con los cuales no se alcanzan a obtener las características óptimas para su exportación en fresco.

Con el propósito de mejorar la tecnología de producción de esta hortaliza y orientarla al mercado en fresco, se realizó la evaluación de cuatro híbridos de brócoli para la exportación en fresco con cuatro diferentes distancias de siembra, utilizando un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, con cuatro repeticiones bajo condiciones de campo.

Con los resultados obtenidos del análisis estadístico se espera determinar si existen diferencias significativas entre los híbridos, entre las distancias de siembra y obtener el mejor tratamiento respecto a rendimiento, rentabilidad y tasa de retorno de capital variable que permita recomendar el híbrido y la distancia que presente a los agricultores mayores beneficios económicos.

II. REVISION DE LITERATURA

1. Características del brócoli, deseados para la exportación en fresco (1)

a) Diámetro.

El tamaño de la inflorescencia requerida para la exportación en fresco es

de 2 pulgadas hasta 4 pulgadas (5 a 10 centímetros), las cuales dependiendo del tamaño se pueden agrupar en racimos de primordios florales largos

b) Tallos

Está referido básicamente al largo del pedúnculo sin menospreciar el estado fitosanitario de los mismos. Estos deben ser lo más cilíndrico posible y de un largo de 7 a 8 pulgadas (17 a 20 cm) dependiendo de la fibrosidad de los tallos.

c) Compactación

Los botones o serie de brotes que componen la inflorescencia deben de estar bien cerrados, así como firmes o resistentes al presionarlos al tacto.

d) Granulación

Está íntimamente ligada con la compactación, ya que es el conjunto de gránulos, brotes o botones que componen el ramillete. Dependiendo del híbrido, la granulación es gruesa, media o fina.

Normalmente por cuestiones de gusto o por normas de las empresas emparadoras, se prefiere la granulación media o fina porque favorece a la compactación. El tipo de granulación de una inflorescencia para la exportación en fresco no es tan necesaria, siempre y cuando ésta no manifieste sobremaduración, decoloración, marchitez o abertura de los brotes porque esto afecta la compactación de la inflorescencia.

e) Coloración

Se prefieren aquellos híbridos para la exportación en fresco cuyo color sea verde o verde azulado. Los híbridos de brócoli varían de color, desde verde pálido, verde y verde azulado lo cual es importante al impacto visual en el mercado.

III. METODOLOGIA Y MATERIAL EXPERIMENTAL

1. Descripción general del área de estudio.

El sitio que sirvió para realizar el presente estudio, se localiza en la aldea Buena Vista, municipio de Magdalena Milpas Altas, del departamento de Sacatepéquez. Su ubicación geográfica es de 14° 33', latitud norte y 90° 39' longitud oeste (3). La altura promedio sobre el nivel del mar es de 2,000 metros, la temperatura promedio anual es de 15.4 °C, una precipitación promedio anual de 1,229.8 mm y una humedad relativa media anual de 77 o/o (4).

El suelo pertenece a la serie Alotenango, desarrollado sobre material máfico volcánico. Presenta buen drenaje interno y textura arcillo limosa. La erosión es casi nula y su material original lo constituyen sedimentos eólicos, fundamentalmente

cenizas; la capacidad de retención de humedad es baja y la reacción es moderadamente ácida a neutra. Los suelos están comprendidos entre las clases agrológicas II y III (9).

2. Factores que se evaluaron

a) Híbridos de brócoli:

Los híbridos que se evaluaron fueron seleccionados por ser los más recientes y apetecidos por sus características vegetales para el mercado en fresco (8). Los híbridos utilizados fueron: Shogun 1, Green Valiant, Shogun 2 y Green Duke.

b) Distanciamientos

Los distanciamientos de siembra probados fueron 40 x 40, (30 x 30) x 60, 25 x 40 y (25 x 30) x 90 centímetros. El uso de los mismos en la investigación obedece a que estos son los recomendados en el cultivo del brócoli para el mercado en fresco, los cuales han sido probados y utilizados en los Estados Unidos por diferentes Universidades, entre ellas Gainesville en Miami, Cal Poly y la de California (6).

3. Tratamientos:

Se evaluaron 16 tratamientos, los cuales se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1
TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL ESTUDIO

TRATAMIENTOS	HÍBRIDOS	DISTANCIAMIENTOS (centímetros)	DENSIDAD Plantas/ha
1	Shogun 1	40 x 40	62,500
2	Shogun 1	25 x 40	100,000
3	Shogun 1	(30 x 30) x 60	73,926
4	Shogun 1	(25 x 30) x 90	66,400
5 (testigo)	Green Valiant	40 x 40	62,500
6	Green Valiant	25 x 40	100,000
7	Green Valiant	(30 x 30) x 60	73,926
8	Green Valiant	(25 x 30) x 90	66,400
9	Shogun 2	40 x 40	62,500
10	Shogun 2	25 x 40	100,000
11	Shogun 2	(30 x 30) x 60	73,926
12	Shogun 2	(25 x 30) x 90	66,400
13	Green Duke	40 x 40	62,500
14	Green Duke	25 x 40	100,000
15	Green Duke	(30 x 30) x 60	73,926
16	Green Duke	(25 x 30) 90	66,400

4. Variables de respuesta

Las variables respuesta para el análisis estadístico fueron. el rendimiento (kg/ha), el diámetro medio de inflorescencias (cm), el largo del pedúnculo (cm) y la calidad de inflorescencias en base a compactación, granulación y coloración.

5. Diseño Experimental

Se utilizó el diseño de Bloques al azar, con arreglo en parcelas divididas con cuatro repeticiones. El experimento lo constituyeron cuatro bloques con cuatro parcelas grandes de 8.1 m x 3.0 m cada una. Cada parcela grande fue dividida en cuatro parcelas pequeñas con áreas variables de 2.4, 2.7, 3.6 y 3.8 m², de acuerdo con los distanciamientos de siembra bajo estudio. La parcela neta la constituyeron las 24 plantas centrales, dejando uno y dos surcos en los extremos por el efecto del borde

6. Análisis de resultados

a) Análisis estadístico

Se efectuó el análisis de varianza (ANDEVA) del experimento en bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, para las características de diámetro medio de inflorescencia, largo del pedúnculo y peso de inflorescencias (rendimiento) utilizando los resultados de los 16 tratamientos. También se efectuó el análisis de Chi cuadrado de contingencia para la calidad con base a calificaciones de inflorescencia para las variables de compactación, granulación y coloración.

b) Análisis Económico:

La rentabilidad se obtuvo utilizando la siguiente fórmula: $R = IN/CT$, donde R = Índice de rentabilidad, IN = Ingreso Neto y CT = Costo total. Para determinar la tasa de retorno de capital variable se utilizó la siguiente fórmula: $T.R.C.V. = \text{Incremento } IN / \text{Incremento } CV$, donde $T.R.C.V.$ = Tasa de retorno de capital variable, IN = Ingreso neto y CV = Costo Variable.

IV Resultados y discusión

1. Rendimiento en peso de inflorescencias de brócoli.

Al final del experimento después de cuatro cortes de inflorescencia de brócoli, los tratamientos mostraron rendimientos que oscilaron entre 8,645.81 kg/ha en el tratamiento que incluye al híbrido Green Duke, el distanciamiento de siembra 40 x 40 centímetros y una densidad de población de 62,500 plantas/ha hasta 20,305.13 kg/ha en el tratamiento con el híbrido Shogun 2, el distanciamiento (30 x 30) x 60 centímetros y una densidad de población de 73,926 plantas/ha como se muestra en el cuadro 3. en el cual se pueden apreciar los resultados de los

CUADRO 2

RENDIMIENTO COMERCIAL DE LOS HIBRIDOS DE BROCOLI (kg/ha) EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS. ALDEA BUENA VISTA, MAGDALENA MILPAS ALTAS, SACATEPEQUEZ. 1989

No.	TRATAMIENTOS		DENSIDAD PLANTAS/ha	I	BLOQUES			PROMEDIO Rend. kg/ha
	HIBRIDOS	DISTANCIA Cm.			II RENDIMIENTO	III kg/ha	IV	
1	Shogun 1	40 x 40	62,500	13,565	15,872.5	13,591.25	13,861.87	14,222.66
2	Shogun 1	25 x 40	100,000	13,421	24,100	18,908	18,809.66	18,607.66
3	Shogun 1	(30 x 30) x 60	73,926	16,688.72	17,984.71	21,181.12	16,970.50	18,206.50
4	Shogun 1	(25 x 30) x 90	66,400	11,697.21	12,369.21	12,085.88	12,627.87	12,195.04
5		40 x 40	62,500	13,700.63	10,195.63	8,211.25	9,640.63	10,437.04
6		25 x 40	100,000	22,017.00	15,779.00	16,113.00	15,317.00	17,306.50
7	GREEN	(30 x 30) x 60	73,926	19,307.36	13,536.75	14,755.41	15,688.73	15,822.06
8	VALIANT	(25 x 30) x 90	66,400	14,033.19	10,713.85	7,049.93	9,999.9	10,448.98
9		40 x 40	62,500	17,380	11,411.25	10,060	10,343.75	12,298.75
10	Shogun 2	25 x 40	100,000	23,896	14,096.00	17,288	14,724	17,501.00
11		(30 x 30) x 60	73,926	18,899.37	21,095.79	25,758.85	15,466.51	20,305.13
12		(25 x 30) x 90	66,400	15,005.18	8,247.25	14,369.19	18,894.47	12,712.53
13		40 x 40	62,500	6,310	9,497.50	9,723.75	9,051.88	8,645.81
14	GREEN DUKE	25 x 40	100,000	11,312	16,408.0	14,128.00	11,729	13,394.25
15		(30 x 30) x 60	73,926	9,522.57	12,518.09	17,362.49	18,825.65	13,057.33
16		(25 x 30) x 90	66,400	12,221.88	9,316.57	8,666.58	10,113.89	10,079.87

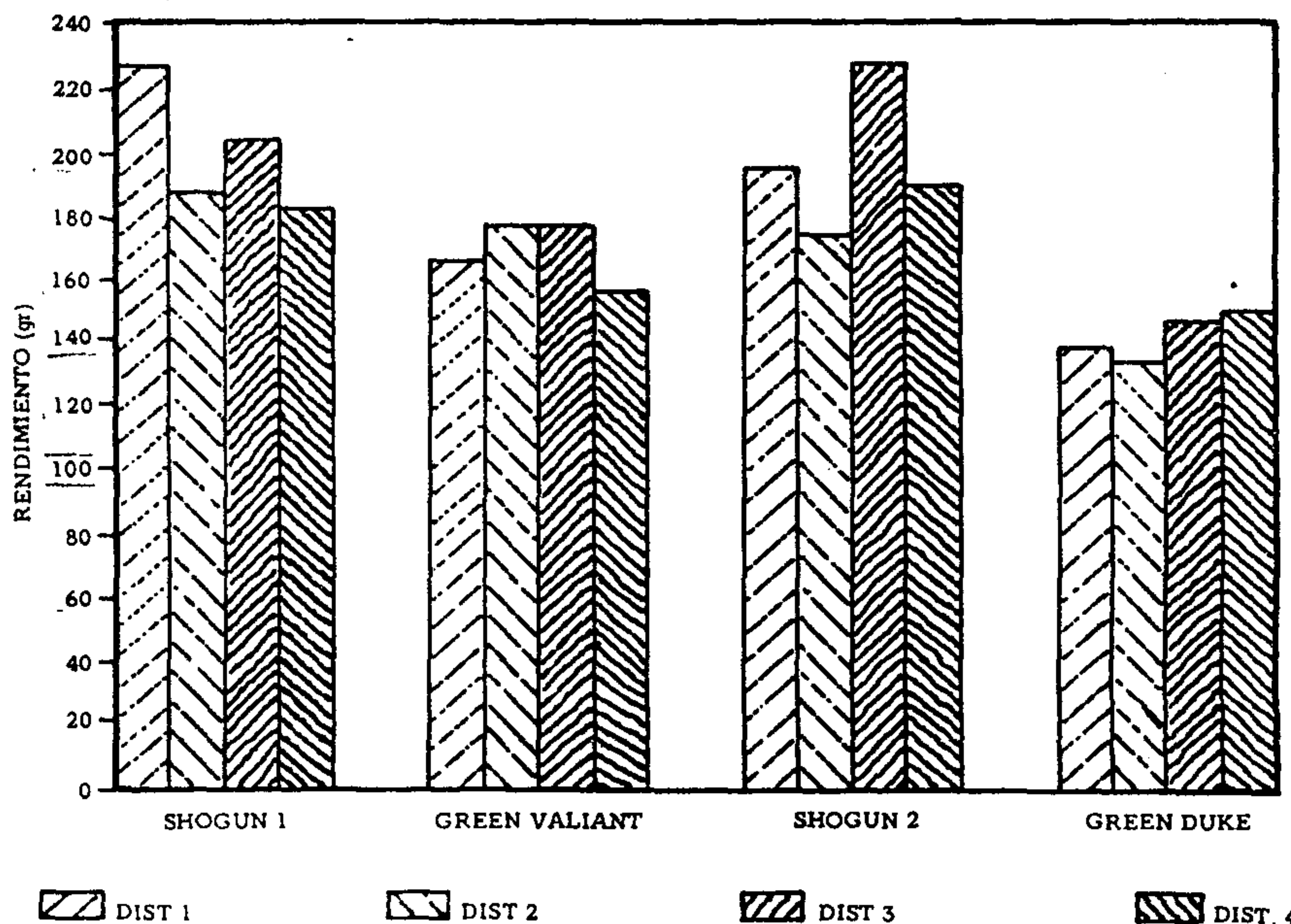
16 tratamientos y cómo la densidad de población influye en forma considerable sobre el rendimiento.

El número de inflorescencias cosechadas en cada parcela unidad experimental fue de 24.

El análisis estadístico del rendimiento expresado en kg/ha de brócoli para los 16 tratamientos, reveló que las diferencias estadísticas presentadas al 0.05 de probabilidad en el peso de las inflorescencias fue debido a los híbridos evaluados, no así a los distanciamientos de siembra, tampoco a la interacción híbrido-distanciamiento. Los híbridos más rendidores fueron Shogun 1 (15,866.78 kg/ha) y Shogun 2 (15,704.23 kg/ha) que estadísticamente son iguales entre sí y diferentes a Green Valiant y Green Duke.

En la Figura 1 se observa el comportamiento de los cuatro híbridos probados con los cuatro diferentes distanciamientos de siembra. De dicha gráfica se infiere el comportamiento entre la interacción híbridos y distanciamiento sobre el peso en gramos de inflorescencia. Los mejores resultados fueron obtenidos con el híbrido Shogun 1 cuando se sembró a 40 x 40 y (30 x 30) x 60 centímetros, donde también se obtuvieron los más altos rendimientos para el híbrido Shogun 2, aunque estadísticamente no hubo significancia entre ellos. El híbrido Green Duke mostró bajo rendimiento en los cuatro distanciamientos evaluados.

FIGURA 1
PROMEDIO DE RENDIMIENTO DE INFLORESCENCIAS EN GRAMOS



2. Diámetro medio (cm) de las inflorescencias de los híbridos de brócoli:

Respecto al diámetro medio de inflorescencia se pudo determinar que no existe diferencia alguna entre tratamientos; es decir, que los híbridos de brócoli y los distanciamientos evaluados no tuvieron efecto significativo en esta característica primordial para la exportación en fresco, tal como puede observarse en la figura 2.

3. Largo de tallos de inflorescencia de brócoli.

De acuerdo al análisis de varianza y la prueba de Tukey, se demostró que sí existe diferencia significativa en la interacción híbrido-distanciamiento; estableciéndose que los híbridos Shogun 2 producen el mejor largo de tallo comercial para el mercado en fresco cuando se siembran a 40 x 40 cm, (30x30) x 60 cm y (25x30) x 90 cm. Esto se puede observar en la figura 3

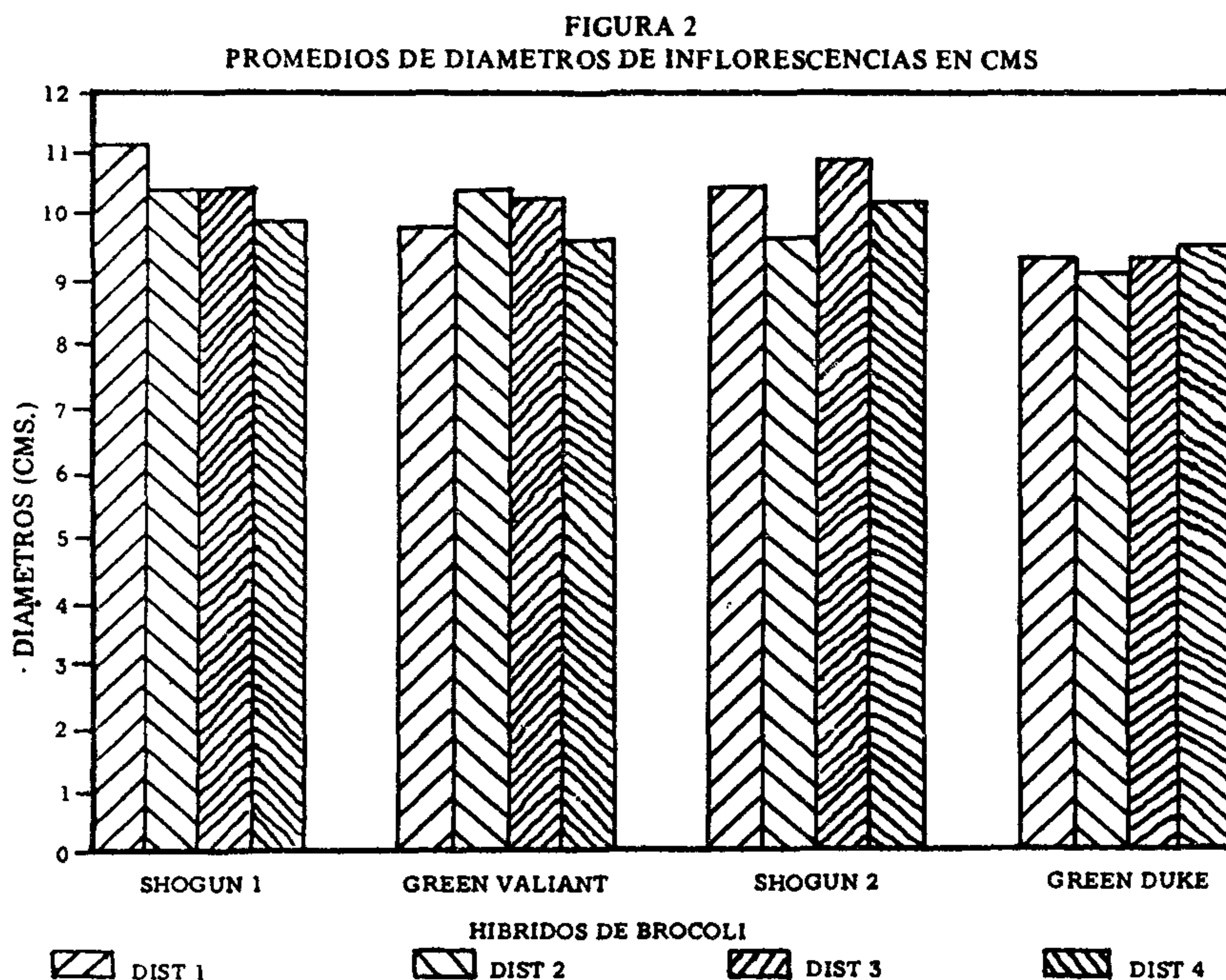
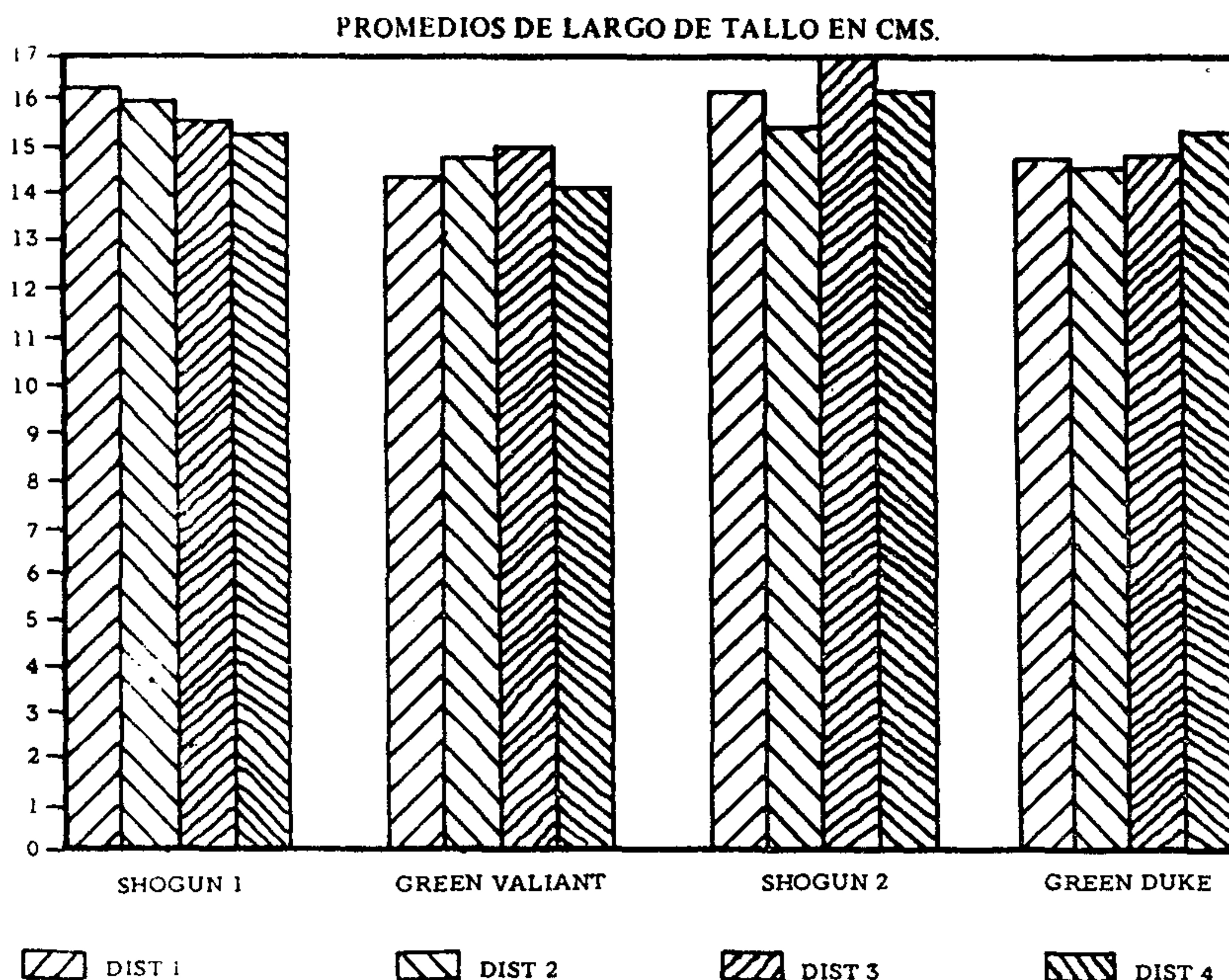


FIGURA 3
 PROMEDIOS DE LARGO DE TALLO EN CENTIMETROS DE LOS HIBRIDOS
 EVALUADOS EN INTERACCION CON LOS DISTANCIAMIENTOS
 ESTUDIADOS



4. Características no paramétricas de calidad de las inflorescencias destinadas al mercado en fresco.

A través de la prueba no paramétrica de Chi cuadrado de contingencia se determinó que los mejores resultados de compactación fueron presentados por el híbrido Shogun 2, ya que en una submuestra de 100 plantas presentó un 33 o/o de muy compacto y 63 o/o de compacto, haciendo un 96 o/o de compactación final. Le siguió el híbrido Shogun 1 que tuvo para la misma sub-muestra un total de 90 o/o de compactación, divididas en 25 o/o de muy compacto y 65 o/o de compacto.

De igual forma el híbrido que mostó la mejor característica de granulación para la exportación en fresco fué el híbrido Green Duke, con una granulación fina de 27 o/o, media de 50 o/o y gruesa 23 o/o; en un lote de 100 plantas seleccionadas al azar dentro del área de estudio. Le siguieron el híbrido Green Valiant (25 o/o, 44 o/o y 31 o/o), Shogun 1 (3 o/o, 58 o/o y 39 o/o) y Shogun 2 (2 o/o, 57 o/o y 41 o/o) respectivamente, mientras que para la coloración los híbridos Shogun 1 y Shogun 2 presentaron un color verde azulado y los híbridos Green Valiant y Green Duke un color verde intenso.

5. Análisis económico.

En el cuadro 3, se presentan los índices de rentabilidad y las tasas de retorno de capital variable de los tratamientos obtenidos del análisis económico, observándose que la mayor tasa de retorno de capital variable, corresponde al tratamiento Shagun 2 con una distancia de (30 x 30) x 60 cm (tratamiento 11 con Q.11.15), cuyo índice de rentabilidad es de 287.48 o/o, lo cual indica que sus costos variables son más altos que los del testigo pero su ingreso neto es mucho mayor. Dicha TRCV significa que por cada quetzal extra que se invierta en los costos variables con respecto al testigo, el ingreso neto aumentará Q.11.15.

Siguieron en orden de importancia los tratamientos 3 y 1 presentando tasas de retorno de capital variable de Q.8.55 y Q.00.00, cuyos valores de rentabilidad son de 247.43 o/o y 221.04 o/o respectivamente. Estos tratamientos corresponden al híbrido Shogun 1 y las distancias de (30 x 30) x 60 y 40 x 40 centímetros.

V. CONCLUSIONES

- 5.1. Los mejores rendimientos de inflorescencia de brócoli para el mercado en fresco se alcanzaron con los híbridos Shogun 2 y Shogun 1 cuando se utilizó el espaciamiento (30 x 30) x 60 centímetros.
- 5.2. La mejor calidad de inflorescencias para la exportación en fresco fue presentada por los híbridos Shogun 1 y Shogun 2, cuando se les aplicó los distanciamientos (30 x 30) x 60 cm. y 40 x 40 cms. Estos mismos híbridos presentaron además, mejor calidad en cuanto a coloración, granulación y compactación.
- 5.3. El tratamiento que presentó los mejores ingresos económicos por unidad de área fue aquel que incluyó el híbrido Shogun 2 y la distancia de siembra de (30 x 30) x 60 cm. cuya rentabilidad fue de 287.48 o/o; presentando además, una tasa de retorno de capital variable de Q.11.15

VI. RECOMENDACIONES

Para el cultivo de brócoli destinado a la exportación en fresco en esta región, se recomienda los híbridos Shogun 2 y Shogun 1, proponiendo para su siembra los distanciamientos (30 x 30) x 60 centímetros y 40 x 40 centímetros, ya que con estos se obtuvo el mayor rendimiento, las mejores características de inflorescencias para la exportación de brócoli en fresco y los mayores ingresos económicos por unidad de área.

CUADRO 3
TASA DE RETORNO DE CAPITAL VARIABLE OBTENIDA EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS

No.	TRATAMIENTOS HIBRIDOS	DISTANCIAS (cm)	DENSIDAD Plantas/ha	PROM. REND. kg/ha	COSTOS VARIABLES Q/ha	INGRESO BRUTO Q/ha	INGRESO NETO Q/ha	Δ COSTOS VARIABLES Q.	Δ INGRESOS NETOS Q.	TRCV Δ IN/Δ CV	RENTABI- LIDAD o/o
1	Shogun 1	40 x 40	62,500	14,222.66	2,037.95	6,542.42	4,504.77		1,727.68	0	221.04
2	Shogun 1	25 x 40	100,000	18,607.66	3,260.70	8,559.52	5,298.87	1,222.75	2,521.78	2.06	162.50
3	Shogun 1	(20 x 30) x 60	73,926	18,206.50	2,410.52	8,374.90	5,964.47	372.57	3,186.91	8.55	247.43
4	Shogun 1	(25 x 30) x 90	66,400	12,195.04	2,165.12	5,609.71	3,444.59	127.17	667.50	5.25	159.09
5	Green Valiant	40 x 40	62,500	10,437.04	2,037.95	4,810.04	2,777.09				136.27
6	Green Valiant	25 x 40	100,000	17,306.50	3,260.70	7,960.99	4,700.29	1,222.75	1,923.20	1.57	144.15
7	Green Valiant	(30 x 30) x 60	73,926	15,822.06	2,410.52	7,278.15	4,867.63	372.57	2,090.54	5.61	201.93
8	Green Valiant	(25 x 30) x 90	66,400	10,448.98	2,165.12	4,806.54	2,641.42	127.17	-135.67	-1.07	121.99
9	Shogun 2	40 x 40	62,500	12,198.75	2,037.95	5,657.42	3,619.47		842.38	0	177.60
10	Shogun 2	25 x 40	100,000	17,501.00	3,260.70	8,050.46	4,789.76	1,222.75	2,012.67	1.65	146.89
11	Shogun 2	(30 x 30) x 60	73,926	20,305.13	2,410.52	9,340.35	6,929.83	372.57	4,152.74	11.15	287.48
12	Shogun 2	(25 x 30) x 90	66,400	12,712.53	2,165.12	5,847.76	3,682.64	127.17	905.55	7.12	170.09
13	Green Duke	40 x 40	62,500	8,645.81	2,037.95	3,977.07	1,939.12		-837.97	0	95.15
14	Green Duke	25 x 40	100,000	13,394.25	3,260.70	6,161.35	2,900.65	1,222.75	123.56	0.10	88.96
15	Green Duke	(30 x 30) x 60	73,926	13,057.33	2,410.52	6,006.37	3,595.85	372.57	818.76	2.20	149.17
16	Green Duke	(25 x 30) x 90	66,400	10,079.87	2,165.12	4,636.74	2,417.62	127.17	-359.47	-2.83	111.66

NOTA: 1 kg de brócoli Q.0.46

Δ = incremento

VII. BIBLIOGRAFIA

1. ESTADOS UNIDOS. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. 1943 United States standars for grades of bunched italian sprouting broccoli. Washington, Estados Unidos. 5 p.
2. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE SERVICIOS AGRICOLAS. DEPARTAMENTO DE SANIDAD VEGETAL. 1988. Informe técnico de exportaciones. Guatemala. 180 p.
3. . INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1972. Atlas geográfico nacional. Guatemala 11 p.
4. . INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1988. Registros climáticos. Guatemala. 296 p.
5. GUDIEL, V.M. 1987. Manual agrícola Superb. 6 ed. Guatemala Superb. p. 95 - 101, 183 - 190.
6. PRODUCER MARKETING ASSOCIATION. (EE.UU.). 1986 The brassica study. Anahesin, California. p. 8.
7. RAMIREZ RECINOS, E.R. 1988. Determinación de dosis óptimas económicas de nitrógeno, fósforo y densidad de población en el cultivo de brócoli (*brassica oleracea* var. *itálica*), en la aldea Pixabaj, Sololá, Sololá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 41 p.
8. ROSS C., T. 1959. Coliflor y brócoli; variedades y cultivo. Estados Unidos. AID. Boletín Agrícola no. 1957. 7 p.
9. SIMMONS, Ch. S.; TARANO, J. M.; PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimien- to de los suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1000 p

PRODUCCION DE CULTIVOS

EVALUACION DE CINCO MATERIALES DE MAIZ EN ASOCIO CON CAÑA DE AZUCAR EN BULBUXYA



Jorge Fernando Alejos*
Edgar A. Martínez Tambito**
Marco Tulio Aceituno**

FOI

RESUMEN

El presente estudio se llevó a cabo en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá (CATBUL) ubicado en el municipio de San Miguel Panan, Suchitepéquez.

Los objetivos del trabajo fueron evaluar el efecto de competencia de cinco materiales de maíz sobre el rendimiento en peso de caña de azúcar y rendimiento del azúcar.

Los materiales de maíz evaluados fueron: ICTA T-101, ICTA B-1, HA-44, HS-3 y HS-5; la variedad de caña de azúcar evaluada fue la CU-8751.

Los tratamientos se dispusieron en un diseño de bloques al azar repetido cuatro veces. Los análisis efectuados fueron varianza para rendimiento en peso y azúcar, producción total de alimentos y rendimiento de maíz.

De acuerdo con los resultados no se determinó ningún efecto significativo de competencia del maíz sobre el rendimiento en peso de caña de azúcar, pero sí lo hubo en el rendimiento de azúcar. Los valores obtenidos en el mejor tratamiento, que fue la caña en monocultivo, son 78 toneladas de caña por hectárea y 117 kg de azúcar por hectárea; superando en solo 4 toneladas de caña en hectárea y 17 kg. de azúcar por hectárea al mejor tratamiento asociado, el mejor rendimiento de maíz lo obtuvo el material HS-5 con valor de 1,361 kg por hectárea.

de 9 toneladas de azúcar por hectárea con el tratamiento de caña de azúcar en monocultivo.

* Autor del trabajo de tesis.

** Profesor titular de la Facultad de Agronomía, USAC. Asesor de la investigación.

1. INTRODUCCION

Guatemala es un país en vías de desarrollo que basa su economía fundamentalmente en la agricultura. La caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.), el café (*Coffea arabica* L.), el algodón (*Gossypium hirsutum* L.) y la carne de ganado vacuno, juegan un papel determinante en el comercio exterior del país; sin embargo, la dependencia de unos pocos cultivos provoca serios problemas, tales como: baja en el precio del mercado internacional o problemas propios de la Agronomía de cultivos. Además de lo anterior, la presión que existe sobre la tenencia de la tierra es cada vez mayor, por lo que debe tratarse en lo posible de optimizar la productividad de alimentos de granos básicos y el uso del recurso tierra. Una de las estrategias para lograr lo anterior es la técnica de los cultivos asociados o intercalados.

La caña de azúcar es un cultivo extensivo en el que generalmente se usan distancias de siembra que permiten intercalar otro cultivo; además el crecimiento de la caña es relativamente lento durante la primera etapa de su desarrollo, principalmente en ciclos de plantía o de renovación, lo que da oportunidad de asociarla con granos básicos o cultivos de rápido crecimiento. El maíz es un cultivo anual que al igual que otros granos básicos ha sido cultivado asociado con caña de maíz en Guatemala, Colombia y la India, obteniendo resultados satisfactorios en cuanto a producción de caña de azúcar y maíz.

En Guatemala la técnica de cultivar caña de azúcar asociada con granos básicos es ampliamente usada, pero en la actualidad se desconocen muchos fenómenos, especialmente de competencia por luz, nutrimentos, agua, espacio físico, que ejercen ambas especies entre sí. Con base en lo anterior y algunos trabajos realizados, se diseñó el presente estudio con el propósito de generar tecnología para el sistema de cultivo caña de azúcar-maíz; así como determinar el efecto de competencia de cinco materiales de maíz sobre el rendimiento de caña de azúcar en peso y azúcar.

2. METODOLOGIA

2.1 Descripción del sitio experimental:

El trabajo se realizó en el Centro de Agricultura Tropical BULBUXYA (CATBUL), ubicado en el municipio de San Miguel Panan, Suchitepéquez; propiedad de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

El CATBUL pertenece a la zona de vida de Bosque sub-tropical húmedo con precipitación media anual de 4000 mm, temperatura media anual de 25°C. y altitud de 325 m.s.n.m. (1).

2.2 Materiales evaluados

La variedad de caña de azúcar evaluada fue la CU-8751 y de maíz se evaluaron el HS-3, HS-5, HA 44, ICTA B-1 e ICTA T-101

2.3 Tratamientos

Los tratamientos evaluados consistieron en los diferentes sistemas de cultivos que se presentan en el Cuadro 1; los-cuales se dispusieron en un diseño experimental de bloques al azar.

CUADRO 1
DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS EVALUADOS EN EL SISTEMA
DE CAÑA DE AZÚCAR ASOCIADA CON MAÍZ Y EN MONOCULTIVO

TRATAMIENTO	Sistema de Cultivo
1	Caña de azúcar asociada con maíz ICTA T-101
2	Caña de azúcar asociada con maíz ICTA-B1
3	Caña de azúcar asociada con maíz HA-44
4	Caña de azúcar asociada con maíz HS-3
5	Caña de azúcar asociada con maíz HS-5
6	Caña de azúcar en monocultivo

El tamaño de la unidad experimental fue de 72 m² constituida por cuatro surcos de caña de azúcar distanciada 1.8 m. entre sí y 10 m. de largo.

2.4 Manejo del Experimento

2.4.1. Siembra

Para la caña de azúcar se utilizó doce yemas por metro lineal con esquejes de tres yemas cada uno. Se intercalaron dos surcos de maíz entre surcos de caña; la distancia entre surcos de maíz fue de 0.5 m y entre plantas fue de 0.25 m., dejando una planta por postura, la siembra se realizó simultáneamente.

2.4.2 Fertilización

El nivel de fertilización aplicado fue de 160-90-150 kg. de N - P₂O₅ y K₂O/ha respectivamente. El fósforo y el potasio se aplicó al momento de la siembra y el nitrógeno se distribuyó en 1/3, 1/3 y medio al momento de la siembra, a los 35 días después de la siembra y 120 días después de la siembra respectivamente, aplicaciones en banda lateral e incorporadas al suelo.

2.4.3 Control de malezas y plagas.

Las malezas se controlaron manualmente, realizando cuatro limpieas desde

la siembra hasta después de la cosecha del maíz. La plaga del suelo se controló con Aldrín al momento de la siembra. En la parte aérea del maíz se aplicó Volatón 5G (Dhoxin) contra el gusano cogollero (*Spodoptera frugiperda*) en la dosis comercial.

2.4.4 Cosecha.

La cosecha del maíz se realizó manualmente a los 105 días después de la siembra, y la caña de azúcar se cosechó a los 316 días después de la siembra.

2.5 Variables respuesta y análisis de la información

Las variables respuesta fueron rendimiento de caña de azúcar en peso (toneladas/ha.) y azúcar (Kg/tonelada), rendimiento de maíz (kg/ha) y número de mazorcas totales y comerciales/parcela. Asimismo se evaluó la producción total de alimentos (PTA) en Toneladas por hectárea. Las variables respuesta fueron analizadas a través del análisis de varianza (ANDEVA) y la prueba de medias de Tukey.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 Rendimiento de caña de Azúcar en peso

En el cuadro 2 se presenta el análisis de varianza (ANDEVA) para algunas variables respuesta medidas; puede observarse que el rendimiento de caña en peso no fue afectado significativamente por los tratamientos evaluados.

El rendimiento de la caña en monocultivo superó a todos los tratamientos de caña asociada, con valor de 77.85 ton./ha, superando en 5.27 toneladas de caña/ha. al mejor tratamiento de caña asociada con maíz, que fue caña + maíz HA-44 que produjo 72.58 toneladas de caña/ha. (cuadro 3).

Los resultados anteriores demostraron el efecto de competencia por recursos que ejerció el maíz cuando la caña se cultivó con éste, el cual alcanzó un 7 o/o de reducción en el rendimiento de caña de azúcar en peso. Asimismo puede observarse en el cuadro 3 que existió competencia diferencial entre los materiales de maíz sobre la caña de azúcar; el maíz ICTA T-101 fue el que ejerció mayor competencia por recursos, reduciendo en 23 o/o el rendimiento de caña en peso en comparación con caña monocultivo.

CUADRO 2

VALORES DE LA F CALCULADA EN EL ANALISIS DE VARIANZA DE LAS DIFERENTES VARIABLES EVALUADAS EN CAÑA DE AZUCAR ASOCIADA CON CINCO MATERIALES DE MAIZ.

Fuente de Variación	G.L.	Rend. de Caña Peso ton/ha	Rend. de Azúcar kg/ton	ton/ha	Pta. ton/ha	G.L.	Rend. de Maíz
Bloque	3	1.25	1.13	0.64	0.74	3	1.5
Tratamiento	5	2.28 ns.	2.91*	6.08**	2.55 ns	4	4.81*
Error	15					12	
Total	23					19	
C.V. (o/o)		12.79	6.45	11.73	11.01		18.69

G.L. = Grados de Libertad
 Pta. = Producción total de Alimentos
 C.V. = Coeficiente de Variación
 * = Significativo al 5 o/o
 ** = Significativo al 1 o/o
 ns. = No significativo

CUADRO 3

RENDIMIENTO DE CAÑA DE AZÚCAR EN PESO TON./HA. RENDIMIENTO DE AZÚCAR TON./HA. Y LB./TON.; DE LA ASOCIACION CAÑA DE AZÚCAR-MAÍZ REALIZADA EN EL CATBUL, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ

Tratamiento	Rend. de Caña en Peso ton/ha	Rend. de Azúcar		
		(ton/ha)	(kg/ton)	(lb/ton)
Caña de Azúcar* + ICTA T-101	59.82	6.20	103.81	228.38
Caña de azúcar* + ICTA B-1	62.54	6.63	107.04	235.48
Caña de azúcar* + HA-44	72.58	7.91	108.88	239.52
Caña de azúcar* + HS-3	69.90	6.95	100.36	220.80
Caña de azúcar* + HS-5	67.31	7.00	103.91	228.60
Caña de azúcar* Monocultivo	77.85	9.13	117.27	258.99

+ Significa asociado con maíz

* Promedio de cuatro repeticiones para todos los rendimientos.

CUADRO 4
PRUEBA DE TÚKEY AL 5 o/o PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE
AZUCAR EN KG./TON. DE CAÑA, EN LA ASOCIACION DE CAÑA DE
AZUCAR-MAIZ EN LA FINCA BULBUXYA, SAN MIGUEL PANAN,
SUCHITEPEQUEZ

Tratamiento	Rendimiento de Azúcar en kg./ton. de Caña 1/	Tukey al 5 o/o
Caña de azúcar mono- cultivo	117.27	A 2/
Caña de azúcar + maíz HA-44	108.87	A B
Caña de azúcar + maíz ICTA B-1	107.03	A B
Caña de azúcar + maíz HS-5	103.91	A B
Caña de azúcar + maíz ICTA T-101	103.80	A B
Caña de azúcar + maíz HS-3	100.36	B

1/ Promedio de cuatro repeticiones

2/ Tratamientos con igual letra son estadísticamente iguales

+ Asociado con

3.2 Rendimiento de azúcar.

El rendimiento de azúcar fue afectado significativamente por los tratamientos, según el ANDEVA (cuadro 2).

La caña en monocultivo produjo 117.27 kg. de azúcar por tonelada de caña, siendo significativamente diferente a la caña asociada con maíz HS-3 que produjo 100.36 kg. de azúcar/tonelada de caña (cuadro 4). Dentro de los tratamientos asociados no hubo diferencias estadísticamente significativas según la prueba de Tukey (cuadro 4). Es importante señalar que todos los tratamientos superaron los 100 kg de azúcar/tonelada, lo cual supera el requerimiento mínimo exigido por los ingenios azucareros.

Trabajos anteriores realizados en caña asociada con cultivos anuales han demostrado que el rendimiento de azúcar no ha sido afectado significativamente por la presencia del cultivo anual, tal como se encontró en el presente en los materiales de maíz HA-44, ICTA T-101, HS-5 e ICTA-B-1

En cuanto a la producción de azúcar por unidad de área, y como consecuencia del rendimiento en peso y azúcar, puede apreciarse en el cuadro 2 el efecto que ejercieron los tratamientos sobre esta variable. Como en las variables anteriores la caña en monocultivo superó al resto de tratamiento con valor de 9.13 toneladas de azúcar/hectárea, pero no fue estadísticamente diferente con el tratamiento de caña asociada con maíz HA-44, con valor de 7.91 toneladas de azúcar/ha.

Todos los tratamientos asociados fueron igual significativamente según la prueba de Tukey (cuadro 5), obteniendo el menor rendimiento la caña asociada con maíz ICTA B-1 con valor de 6.20 toneladas de azúcar/ha.

3.3 Rendimiento de maíz

Entre los materiales de maíz el HS-3 fue el que obtuvo el mayor rendimiento con valor de 1,360.54 kg/ha. Este resultado estuvo determinado por el número de mazorcas totales y comerciales cosechadas por parcela (cuadro 6). Es importante resaltar que el tratamiento asociado en donde la caña produjo menor peso, el maíz produjo mayor peso, determinándose una relación inversa, lo cual se observa en los tratamientos de caña asociada con HA-44 e ICTA T-101.

El menor rendimiento de maíz lo obtuvo el HA-44 con valor de 823.18 kg/ha. producto de una reducción del 11 o/o de la población de plantas en relación a la población final del maíz ICTA T-101 y reducción del número de mazorcas totales cosechadas por parcela (cuadro 6).

3.4 Producción total de alimentos.

Esta variable no fue afectada por ningún tratamiento, tanto los sistemas asociados como el monocultivo produjeron estadísticamente igual, aunque la mayor producción se obtuvo en caña monocultivo con valor de 9.13 ton/ha (cuadro 7).

4. Conclusiones

Las conclusiones a las que se llegó con base en los resultados fueron:

- a) El rendimiento en peso de caña de azúcar no fue afectado por la presencia del maíz; sin embargo la calidad en términos de azúcar/ha. fue afectada por el cultivo anual.
- b) Dentro de los materiales de maíz no hubo diferencia en cuanto a la competencia ejercida sobre el rendimiento de azúcar.

- c) Dentro de los materiales de maíz el rendimiento estuvo asociado al número de mazorcas totales y comerciales por parcela, quienes determinaron diferencia estadística significativamente.
- d) El rendimiento del cultivo anual no favoreció la producción total de alimentos del sistema de cultivo.

CUADRO 5
PRUEBA DE TUKEY AL 1 o/o PARA LA VARIABLE RENDIMIENTO DE
AZUCAR EN TON./HA.

TRatamiento	Rendimiento de Azúcar en ton./ha 1/	Tukey al 1 o/o
Caña de azúcar Monocultivo	9.13	A 2/
Caña de azúcar * maíz HA-44	7.91	A B
Caña de azúcar * maíz HS-5	7.00	B
Caña de azúcar * maíz HS-3	6.95	B
Caña de azúcar * maíz ICTA B-1	6.63	B
Caña de azúcar * maíz ICTA T-101	6.20	B

1/ Promedio de cuatro repeticiones

2/ tratamiento con igual letra son estadísticamente iguales.

* Asociado con

CUADRO 6

RENDIMIENTO DE MAIZ Y SUS COMPONENTES DEL RENDIMIENTO
OBTENIDOS EN LA ASOCIACION CAÑA DE AZUCAR-MAIZ EN LA FINCA
BULBUXYA, SAN MIGUEL PANAN, SUCHITEPEQUEZ

Tratamiento	No. Plantas de Maíz/par- cela	No. Mazorcas totales/par- cela	No. Mazorcas comerciales/ parcela	Rendimien- to de maíz kg/ha. 1/
HS-3 + Caña de azúcar	118	75	52	943.71
HA-44 + Caña de azúcar	105	72	56	823.18
HS-5 + Caña de azúcar	123	91	71	1360.54
ICTA B-1 + Caña de azúcar	109	81	53	909.23
ICTA T-101 + Caña de azúcar	118	78	61	1058.55

1/ Promedio de cuatro repeticiones

4 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALVAREZ CAJAS, V.M. 1982 Determinación del tamaño óptimo de parcela experimental en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) bajo las condiciones de la finca Bulbuxyá. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos Facultad de Agronomía. 49 p
2. ARBOLEDA, R.F. *et al* 1979. El cultivo de maíz intercalado con caña de azúcar. IN Siembra de cultivos intercalados con caña de azúcar en Colombia. MEMORIAS TECNICAÑAS, Cali Colombia. PP 10-13.
3. ASOCIACION DE AZUCAREROS DE GUATEMALA 1985. Memoria de Labores 1984 1985, Guatemala, 10 p
4. BHOJ, R.L., KAPOOR, P.C. 1971. Intercropping of maize in spring planted sugar cane gives high profits with adequate nitrogen use. Indian journal of agronomy (INDIA) 15(3). 222-246
5. CERNA TOBAR, O.E. 1988 Evaluación de cuatro arreglos espaciales y dos épocas de aplicación de fertilizante nitrogenado en el sistema caña de azúcar-maíz (*Saccharum officinarum* L *Zea Mays*. L) Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía.
6. MENDOZA CRUZ, B.S. 1988. Evaluación de cinco variedades de caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L) asociada con maíz (*Zea mays* L). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía.
7. PILAY, A.R.; MAMET, J.R. 1978, Intercropping sugar cane with maize. Experimental Agriculture 12(2): 161-166.

CONSERVACION DE SUELOS

EVALUACION DE PRACTICAS DE CONSERVACION DE SUELOS EN LA CUENCA DEL RIO PENSATIVO, SACATEPEQUEZ

Jorge E. López H.*
Maxdelio Herrera**
Hugo A. Tobías V.***

P36

RESUMEN

*Esta investigación se realizó para evaluar tres prácticas de conservación de suelos en la cuenca del río Pensativo, Sacatepéquez. El trabajo consistió en cuantificar la escorrentía y erosión, utilizando el método de lotes de escurrimiento, instalando 20 parcelas de 49 m² cada una, con un diseño de bloques al azar con 5 repeticiones y 4 tratamientos: acequia con barrera viva, camellón en contorno con acequia, barrera viva y un testigo absoluto, el cual fue manejado de acuerdo a la forma de cultivo tradicional que usan los agricultores de la región. El cultivo que se sembró fue frijol (*Phaseolus vulgaris*). Los resultados muestran que en las condiciones del área de estudio, sólo las precipitaciones mayores de 20 mm y con intensidad media mayor de 15 mm/hora, provocan arrastre de sedimentos. En cuanto a escurrimiento y suelo erosionado, la acequia con barrera viva y la barrera viva fueron las más efectivas al reducirlo en un 49 o/o y 35 o/o, respectivamente, en relación al testigo. De las partículas erosionadas, la arena fue la que más se perdió en todos los tratamientos, mientras que el rendimiento del cultivo, estadísticamente no mostro diferencias significativas entre tratamientos.*

-
- * Trabajo de tesis presentado por el autor previo a optar al título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, USAC
 - ** Ejecutor de la investigación
 - *** Asesores. Ingenieros Agrónomos. Investigadores del Instituto de Investigaciones Agronómicas, Facultad de Agronomía, USAC

I INTRODUCCION

Guatemala es un país que cuenta con variedad de recursos naturales y en más del 63 o/o de la población el medio de producción básico es la tierra, siendo la agricultura la actividad productiva principal (11); sin embargo, la tenencia y uso de la tierra, la creciente población del país y la falta de adecuadas políticas de desarrollo agrario, han causado un deterioro de los recursos naturales. Referente al suelo, debido al desconocimiento de la mecánica de la erosión y el poco interés de los agricultores en el control de la misma, cada año se incrementa su degradación. En el altiplano del país una de las causas principales es la utilización de terrenos con fuertes pendientes para la siembra de cultivos limpios como maíz (*Zea mays*) y frijol (*Phaseolus vulgaris*), sin la implementación de prácticas adecuadas de conservación de suelos; lo que ha favorecido a la erosión hídrica afectando directamente la economía de los habitantes de esa región.

Un ejemplo del problema que se menciona, lo constituye la cuenca del río Pensativo, en donde los sedimentos provocan azolvamiento del cauce, determinando el desbordamiento del río y causando daños en forma directa a la población de Antigua Guatemala como consecuencia de las inundaciones. Ante esta situación, se estableció la presente investigación en la aldea San Mateo Milpas Altas, zona considerada como crítica dentro de la cuenca (1). En 1988 se llevó a cabo el segundo año de investigación para determinar el escurrimiento, la erosión, las características granulométricas de los sedimentos y el rendimiento del cultivo.

II. MATERIALES Y METODOS

1. UBICACION DEL AREA DE ESTUDIO

El ensayo se estableció en la aldea San Mateo Milpas Altas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez, la cual se ubica a 14°34'45" Latitud Norte y 90°42'46" Longitud Oeste, a una altitud de 1910 msnm y a 7 kilómetros de la Cabecera Municipal (7), como se muestra en la figura 1

2. DESCRIPCION DEL AREA DE ESTUDIO

La aldea se encuentra localizada en la zona ecológica Bosque Húmedo Montano Bajo Sub-tropical (4). La precipitación pluvial promedio anual distribuida de mayo a octubre es de 1200 mm (6). La temperatura media anual es de 16.5°C (9). Los suelos se clasifican taxonómicamente como *Entic eutrandopts* (1). Estos suelos son bien drenados, medianamente profundos, textura franco arenosa, estructura granular fina débilmente desarrollada y bajo contenido de materia orgánica, teniendo un alto grado de deterioro pues ha perdido un 80 o/o del horizonte "A", la pendiente promedio del terreno donde se desarrolló la investigación es del 32 o/o (9).

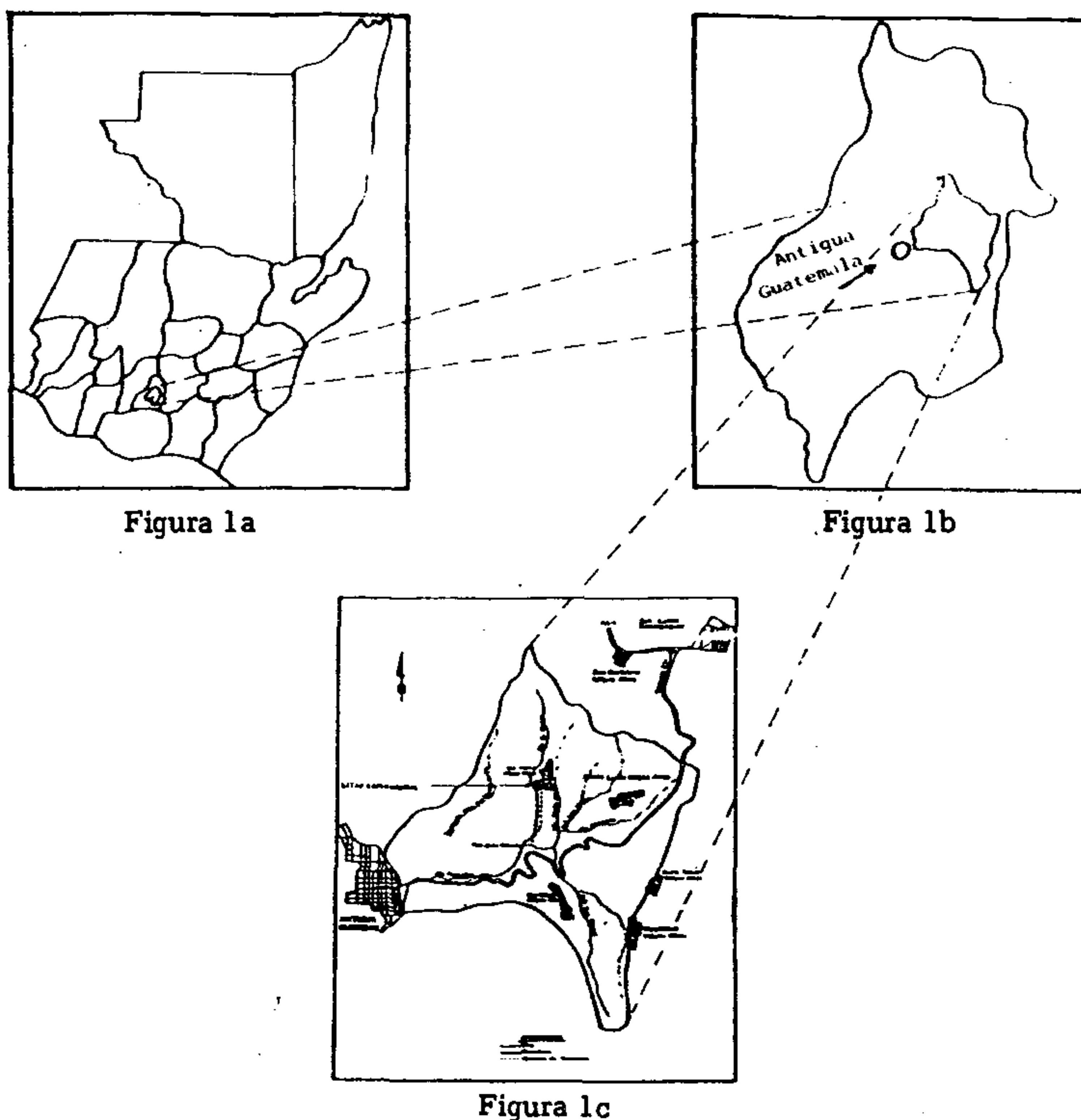


Figura 1. Ubicación del sitio experimental: 1a.) a nivel nacional, 1b) en el departamento de Sacatepéquez; 1c) dentro de la cuenca del río Pensativo.

3. SELECCION DE TRATAMIENTOS

Estos se seleccionaron con base a las características de los suelos y de la agricultura del área, disponibilidad de materiales en la misma y las principales características de la precipitación pluvial. Estos son:

- Acequía con barrera viva
- Camellón en contorno con acequia
- Barrera viva
- Testigo (cultivo tradicional).

4. DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó el diseño Bloques al Azar por ajustarse a las características del lugar donde se realizó el experimento, estableciendo 5 repeticiones. Las variables respuestas fueron:

- Esgurrimiento superficial en m^3/ha ;
- Cantidad de suelo erosionado en ton/ha y características granulométricas de los sedimentos; y
- Rendimiento del cultivo en kg/ha

5. ARREGLO Y MONTAJE DEL EXPERIMENTO

5.1 Confinamiento de parcelas:

Se utilizó el método de lotes de escurrimento para estimar la esorrentía, por lo que se circularon las parcelas con tablas de madera de segunda, de 0.25 m de ancho, las cuales se introdujeron en el suelo a una profundidad de 0.15 m como se aprecia en la figura 2.

5.2 Sistema colector de agua y sedimentos:

Estuvo constituido por un canal colector, un canal de evacuación y por dos recipientes colectores. La figura 2 indica lo anterior.

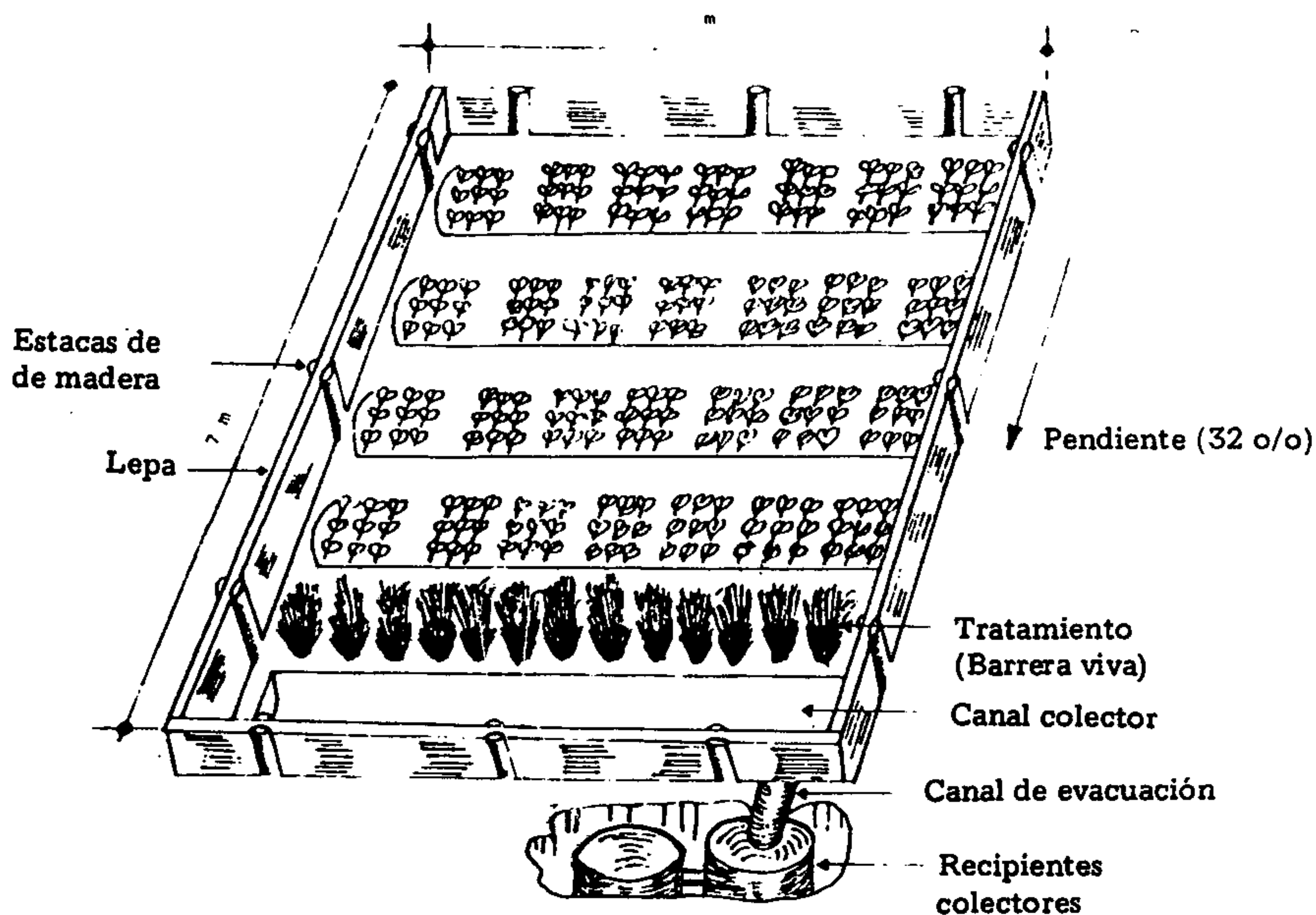


Figura 2. Esquema de una parcela de esorrentía establecida en el ensayo.

6. MANEJO DEL EXPERIMENTO

6.1 Establecimiento de las prácticas de conservación:

A las acequías se les dio forma trapezoidal, con una base de 0.30 m y altura de 0.30 m. Los camellones se construyeron siguiendo la curva a nivel y se colocó la acequia en la parte inferior de la parcela. Como barrera viva se utilizó la gramínea Zacatón (*Panicum maximum*). En el testigo no se utilizó ninguna práctica de conservación de suelos.

6.2 Establecimiento y mantenimiento del cultivo.

El cultivo seleccionado para esta evaluación fue frijol (*Phaseolus vulgaris*). Se hicieron 4 surcos por parcela (camellones de 0.75 m de ancho y 0.60 m entre camellones). Desde la preparación del suelo hasta la cosecha se utilizó la tecnología que emplea el agricultor del área (7); por lo que únicamente se aplicó una fertilización al momento de la siembra y una limpia a los 30 días después de ésta.

MEDICION DE LA PRECIPITACION

Se registró del 27 de junio al 31 de diciembre de 1988, instalando un pluviógrafo a 15 m de distancia del primer bloque.

8. MEDICION DE LAS VARIABLES

8.1 Escurrimiento:

Se hizo con una regla calibrada para los recipientes colectores, determinando posteriormente el volumen en litros.

8.2 Cantidad de suelo erosionado:

Se cuantificó tomando en cuenta sólidos en suspensión y sedimentos depositados en el fondo de los recipientes colectores. A cada una de las muestras se les efectuó las siguientes determinaciones:

- Porcentaje de humedad por el método Gravimétrico (8);
- Granulometría por el método del hidrómetro de Bouyoucos (8); y
- Fragmentos mayores de 2 mm por el método Gravimétrico (8).

8.3 Rendimiento del cultivo:

Se tomó como base una parcela neta de 10.50 m², la cantidad de granos obtenidos de cada parcela se pesó con un porcentaje de humedad del 14 o/o.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

1. PRECIPITACION PLUVIAL

En el período de estudio llovió en el área un total de 885.0 mm, considerándose como un año más lluvioso que 1987 en un 38 o/o. Los meses de mayor precipitación fueron: agosto, septiembre y octubre. Asimismo, ocurrieron un total de 108 eventos, de los cuales 57 o sea el 52.77 o/o no provocaron escurrimiento y corresponden a las precipitaciones menores de 5 mm. Del resto de eventos que provocaron escurrimientos (51 eventos), sólo los mayores de 20 mm y con intensidad media mayor de 15 mm/hora, provocaron arrastre de sedimentos.

Esto se debió a que las unidades experimentales ya estaban estabilizadas, influyendo asimismo la cobertura del cultivo, al evitar el choque directo de las gotas de lluvia con la superficie del suelo; confirmando el estudio realizado por Sánchez (1979) en el sentido que, independientemente del estado en que se encuentre la superficie del suelo, aproximadamente con una lámina entre 15 y 20 mm de precipitación, se da el desprendimiento de partículas del suelo, mientras que el arrastre principia cuando las precipitaciones son mayores de 20 mm.

2. ESCURRIMIENTO

El volumen total de la escorrentía superficial registrada durante el período de estudio para los diferentes tratamientos fue: acequia con barrera viva 8.86 m³/ha, equivalente a 5.21 o/o; camellón en contorno con acequia 12.46 m³/ha (6.97 o/o); barrera viva 13.38 m³/ha (8.16 o/o) y en el testigo se registró 17.80 m³/ha (10.65 o/o). La figura 3 representa lo anterior.

Con base en la prueba de medias, se determinó que el escurrimiento registrado en el testigo es estadísticamente diferente a los otros tratamientos. Los tratamientos barrera viva y camellón en contorno con acequia son estadísticamente iguales, pues registraron un valor intermedio de escurrimiento. El tratamiento acequia con barrera viva estadísticamente es diferente a los restantes, registrando el menor volumen de escurrimiento (8.86 m³/ha), es decir, en este tratamiento solo escurrió el 49 o/o en relación al testigo.

3. EROSION Y CARACTERISTICAS DE LOS SEDIMENTOS

3.1 Cantidad de suelo erosionado:

Durante el período de estudio, 10 eventos provocaron arrastre de suelo, registrándose en el testigo una pérdida total de 3.09 ton/ha, en el tratamiento camellón en contorno con acequia se perdió 1.6 ton/ha o sea el 52 o/o en relación al testigo, en el tratamiento acequia con barrera viva hubo una pérdida de 1.31 ton/ha o sea el 42 o/o de pérdidas en relación al testigo y en la barrera viva se perdió 1.08 ton/ha que representa el 35 o/o de pérdidas relacionadas con el testigo. La figura 4 representa lo anterior.

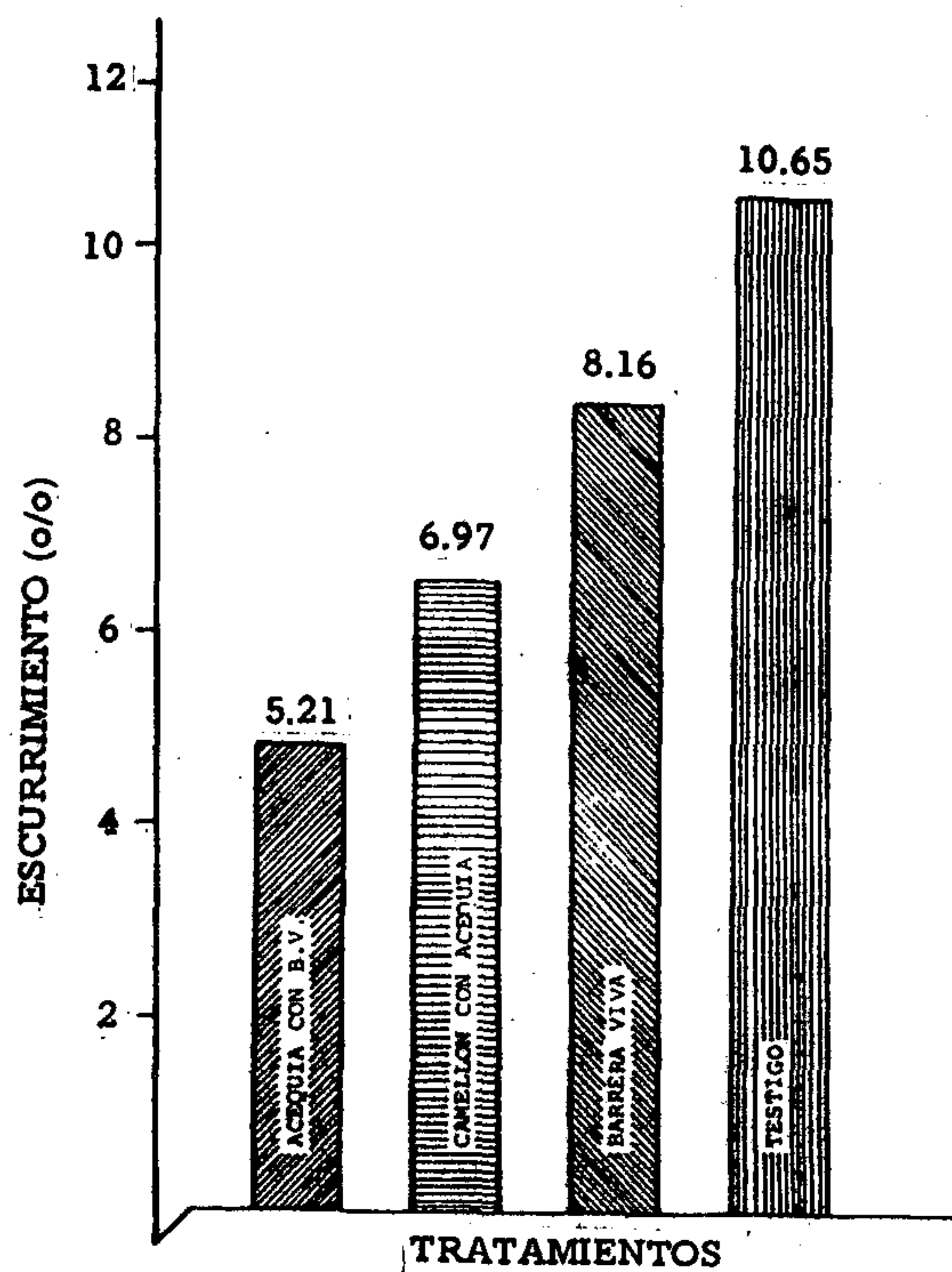


Figura 3. Escurrimiento superficial registrado en las parcelas de escorrentía, 1988.

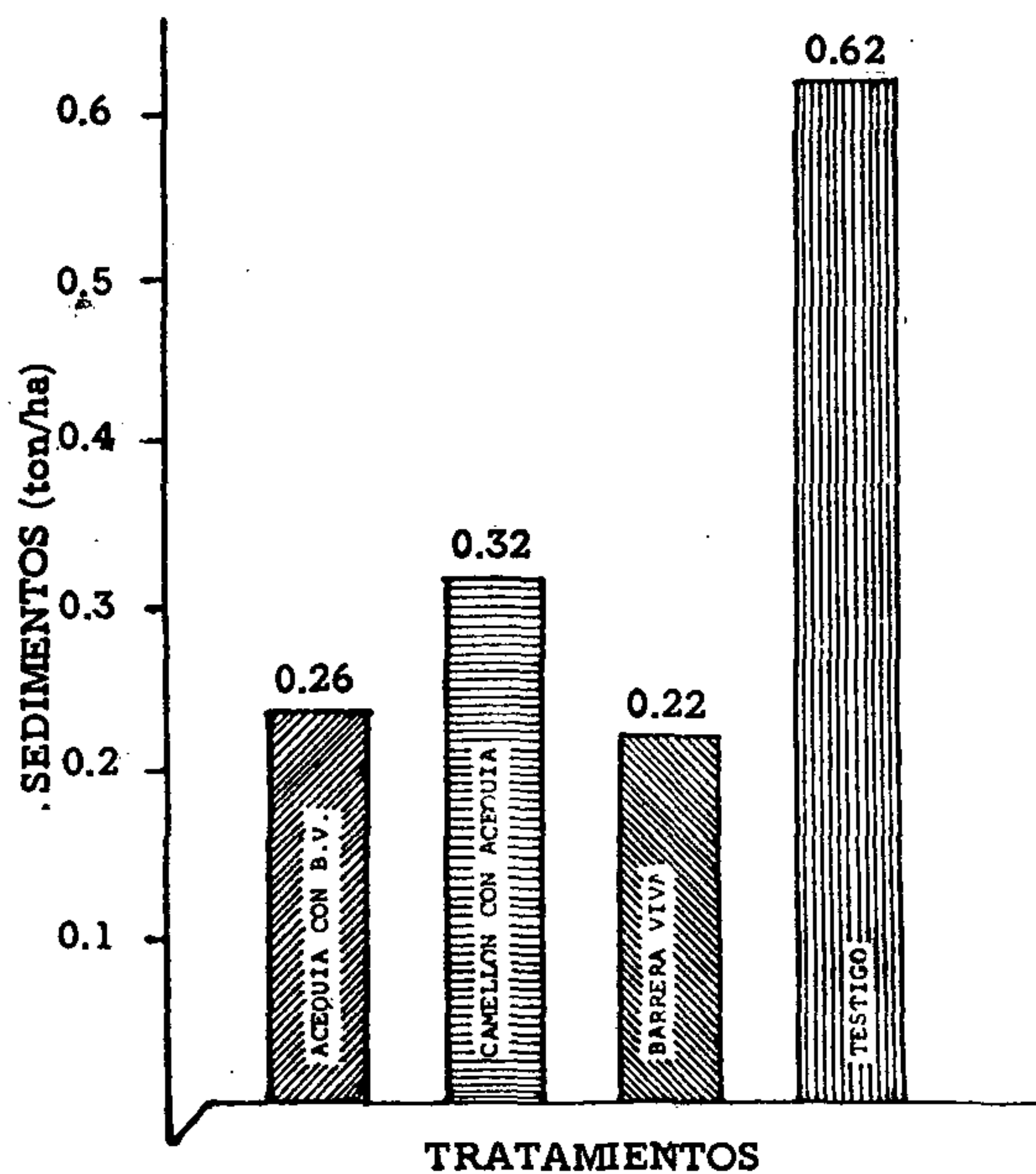


Figura 4. Sedimentos producidos en las parcelas de escorrentía, 1988.

Con base en la prueba estadística de medias, se determinó que el testigo es estadísticamente diferente a los restantes tratamientos, pues registró la mayor pérdida de suelo, mientras que los tratamientos barrera viva, acequia con barrera viva y camellón en contorno con acequia, reducen las pérdidas respectivamente en comparación con la práctica tradicional, siendo estadísticamente iguales. Uno de los factores que influyó para que el tratamiento barrera viva tuviera una mayor efectividad en reducir la cantidad de suelo erosionado en comparación con la acequia con barrera viva, fue el mantenimiento que se le daba a la acequia especialmente a los taludes, pues había movimiento de tierra, lo cual ocasionó que el suelo fuera más susceptible a ser erosionado por el impacto de las gotas de lluvia. Confirmando lo descrito por CENICAFE, en que el uso de herramientas y la profundidad a que se realicen las labores culturales influyen en la erosión al remover y desmoronar el suelo, pues éste queda en condiciones de ser arrastrado fácilmente por el agua de escorrentía.

3.2 Características granulométricas:

Las mayores pérdidas de partículas superiores a los 2 mm se registró en el testigo con 9.79 o/o; mientras que las menores pérdidas se registraron en el tratamiento acequia con barrera viva con 3.60 o/o. La figura 5 muestra esta situación.

Las partículas menores de 2 mm se perdieron respectivamente así, arena, limo y arcilla, habiendo sido en el testigo en donde se registraron las mayores pérdidas, como se evidencia en la figura 5.

Se observa que en todos los tratamientos la arena fue la que más se perdió, mientras que la arcilla se perdió en cantidades menores del 17 o/o, esto se debió a que el porcentaje de arena del suelo en el área de estudio es alto; confirmando lo descrito por FAO de que este tipo de suelos puede ocasionar un considerable desplazamiento de arena en un corto período de lluvia (5). De acuerdo con el Colegio de Post-graduados de Chapingo, México, las partículas de arena son más fácilmente disgregadas que las partículas arcillosas en un suelo (3).

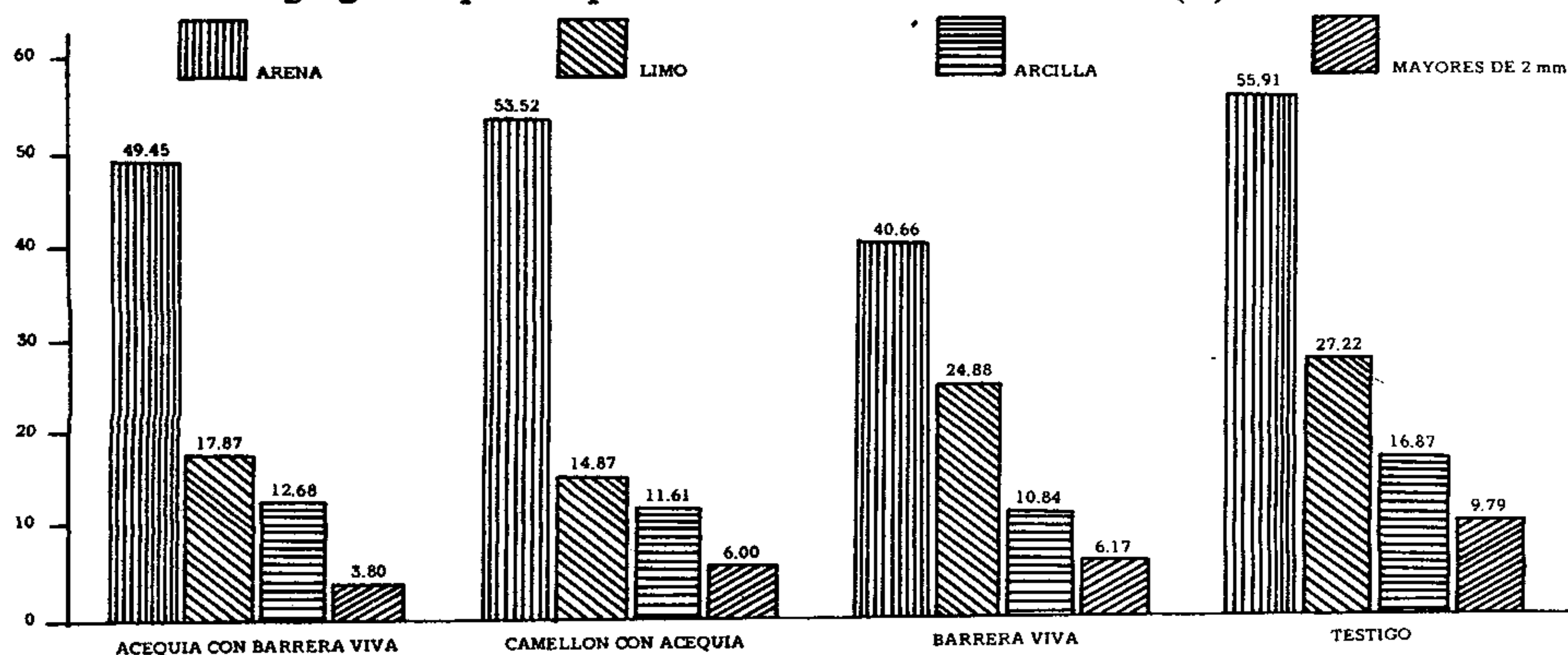


Figura 5. Distribución del tamaño de partículas en los sedimentos según tratamientos evaluados, 1988

4. RENDIMIENTO DEL CULTIVO

Los rendimientos fueron sensiblemente iguales en todos los tratamientos a excepción del testigo que fue el que registró el menor rendimiento, como se aprecia en la figura 6.

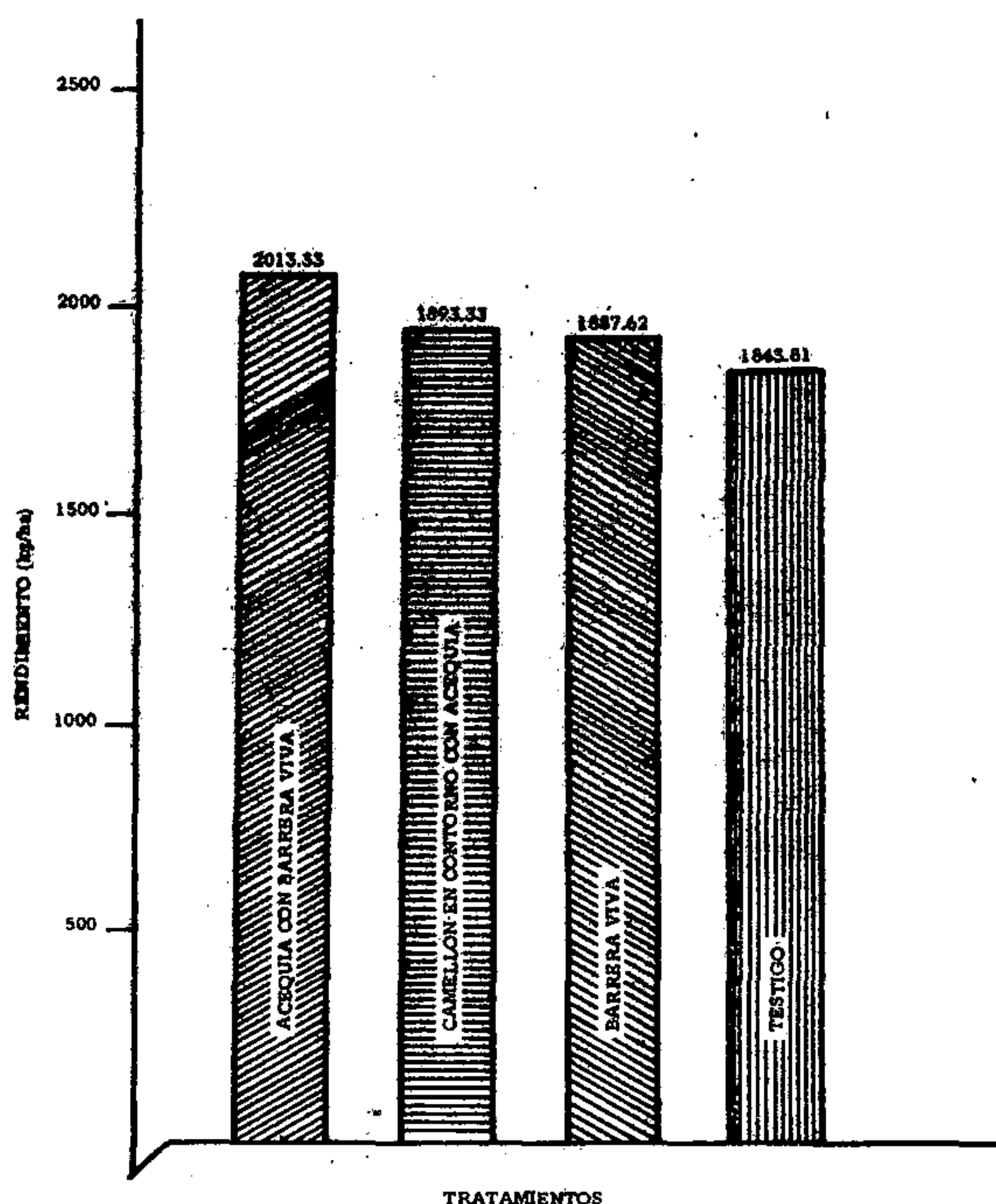


Figura 6. Rendimiento en grano de frijol (*Phaseolus vulgaris*) de las prácticas evaluadas, 1988.

Esto puede explicarse por lo siguiente: en el momento de siembra en todos los tratamientos se sembró sobre un camellón, enterrándose los restos de cosecha del año anterior, con ésto se proporcionó un medio propicio para el desarrollo de las plantas, con lo cual se aprovechó en mejor forma el fertilizante aplicado así también la humedad del suelo, mientras que en el testigo, al principio no hubo formación de camellón, reduciéndose así el efecto de la práctica anterior, lo cual se manifestó en el rendimiento obtenido por tratamiento.

A pesar de que la diferencia fue de 170 kilogramos entre el tratamiento acequia con barrera viva que registró el mayor rendimiento y el que registró el menor (testigo), estadísticamente no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos.

IV. CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en las cuales se desarrolló el presente estudio, se tienen las siguientes conclusiones:

1. DE LA ESCORRENTIA, EROSION Y CARACTERISTICAS DE LOS SEDIMENTOS

- 1.1 Sólo las lluvias mayores de 5 mm provocan escurrimiento, mientras que el arrastre de partículas se da, cuando la precipitación es mayor de 20 mm y con una intensidad media mayor de 15 mm/hora.
- 1.2 En cuanto a escurrimiento, el tratamiento acequia con barrera viva, fue el más efectivo al reducirlo en un 49 o/o en relación al testigo.
- 1.3 El tratamiento camellón en contorno con acequia redujo la erosión en un 52 o/o, la acequia con barrera viva en un 42 o/o y la barrera viva en un 35 o/o en relación a las pérdidas de suelo ocurridas en el testigo.
- 1.4 En cuanto a las características granulométricas en todos los tratamientos, los sedimentos se perdieron en orden decreciente así: arena, limo, arcilla y partículas mayores de 2 mm.

2. DE LA EFECTIVIDAD DE LAS PRACTICAS DE CONSERVACION

- 2.1 Las tres prácticas evaluadas redujeron el escurrimiento superficial y la erosión en comparación al testigo.
- 2.2 Los menores valores de escorrentía superficial y erosión se registraron en las prácticas acequia con barrera viva y barrera viva, mostrando con ello ser más efectivos en el control de la escorrentía y la erosión.

3. DEL RENDIMIENTO DEL CULTIVO

En el tratamiento acequia con barrera viva se registró el mayor rendimiento en relación al testigo; sin embargo, estadísticamente no hubo diferencias significativas entre tratamientos.

V. BIBLIOGRAFIA

1. CABRERA GAILLARD, C.R. 1986. Caracterización de los recursos naturales renovables de la sub-cuenca del río Pensativo. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 212 p.

2. CENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIONES DEL CAFE (Col.). 1975. Manual de conservación de suelos de laderas. Chinchiná, Caldas, Col. 267 p.
3. COLEGIO DE POSTGRADUADOS (Mex.). 1982. Manual de conservación del suelo y del agua. 2 ed. Chapingo, Mex. 584 p.
4. CRUZ, J.R. DE LA. 1976. Clasificación de zonas de vida en Guatemala basada en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 24 p.
5. FAO (Italia). 1967. La erosión del suelo por el agua; algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Italia. Colección FAO: Cuadernos de Fomento Agropecuario No. 81.
6. LOPEZ CHOC, F. 1987. Análisis hidrológico preliminar de las crecidas del río Pensativo. Guatemala, CATIE. 36 p.
7. LOPEZ HERNANDEZ, J.E. 1988. Diagnóstico de la situación actual de los cultivos principales de la aldea San Mateo Milpas Altas, Antigua Guatemala, Sacatepéquez. Diagnóstico EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 27 p.
8. MEDINA, E. 1984. Instructivo de prácticas de laboratorio de suelos. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 5 p.
9. REVOLORIO QUEVEDO, A. 1989. Primera evaluación de tres prácticas de conservación de suelos en la cuenca del río Pensativo, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p.
10. SANCHEZ MENA, A.Y. 1979. Determinación de escurrimiento superficial y erosión en el suelo del área del proyecto de conservación de suelos Michatoya. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 54 p.
11. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA, INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGRONOMICAS. 1987. Marco conceptual y metodológico de la investigación en cuencas hidrográficas. Guatemala. 38 p.

DIAGNOSTICO DE LA PRODUCCION-CONSUMO, ANALISIS Y PERSPECTIVAS DEL SISTEMA DE PRODUCCION DE CACAO

*César Augusto Martínez Ordóñez**

*David Juárez Quim.***

*Byron Haroldo Contreras Marín****

E14

RESUMEN

El estudio se fundamenta en una evaluación del sistema referido a nivel Nacional, la delimitación del mismo se realizó a través del análisis de la cadena lineal de Producción - Consumo, que permitió conocer su estructura, funcionamiento, la trayectoria pasada y actual, así como las perspectivas de evolución futura, como base para la identificación de decisiones de política en la planificación y ejecución de proyectos.

Los resultados indican que el proceso productivo está inmerso dentro de un subsistema tradicional, donde la utilización de un bajo nivel tecnológico es dominante. La estructura comercial interna del sistema descansa en operaciones de intermediación, existiendo financiamiento previo a la cosecha, además dos Firmas Exportadoras controlan el 70 o/o de la actividad determinando el precio. La balanza de pagos evidencia en el tiempo existencia de únicamente saldos positivos por concepto de comercio exterior. Los derivados del cacao se manifiestan como productos inelásticos en función del precio y del ingreso. Las proyecciones indican que la producción estimada para el corto y mediano plazo oscilará de 2213 TM y 3076 TM respectivamente, la que se considera será suficiente para satisfacer la demanda interna y externa.

* Autor

** Asesor, Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía USAC.

*** Asesor, USPADA.

INTRODUCCION

Todo programa de desarrollo agrícola requiere de un proceso objetivo de investigación, a efecto de generar la información necesaria para la planificación y ejecución de los proyectos.

El presente estudio es parte de una línea de investigación iniciado por la Unidad Sectorial de Planificación Agropecuaria y de Alimentación (USPADA) conjuntamente con la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala, con la finalidad de que éste sirva de base para la toma de decisiones y para la definición de políticas y proyectos que tiendan a encausar el desarrollo de este sistema productivo.

El estudio se realizó bajo un enfoque de sistemas; se determina, interpreta y evalúa la estructura y funcionamiento de la cadena lineal del sistema. Además se analiza las interrelaciones de la demanda, oferta, comercialización, transformación y distribución, identificándose los problemas económicos y técnicos del producto.

Se determinó que la producción y productividad se han incrementado en el tiempo por efecto de introducción de clones mejorados por parte de los productores, dado a la influencia de los centros experimentales ubicados en las regiones productivas.

A este sistema entran créditos otorgados por el Sistema Bancario y Fideicomisos de BANDESA, los cuales son de carácter comercial normal y no incentivan a la producción de cacao por el alto interés anual a pagar.

METODOLOGIA

1. GENERALIDADES

Para la ejecución de este estudio fueron estructurados tres marcos: El histórico, el cualitativo y el cuantitativo. El marco histórico dio las bases para conocer la causa, forma y desarrollo del sistema productivo cacao a través del tiempo. El marco cualitativo permitió identificar la estructura, funcionamiento y agentes participantes, a través de la delimitación del sistema productivo, determinando los límites de acuerdo al análisis de la cadena lineal de producción – consumo, las entradas de crédito, asistencia técnica; los componentes de producción, comercialización, transformación, distribución y salidas de consumo interno y exportación. El marco cuantitativo permitió reunir en un sólo cuerpo la información necesaria para interpretar la trayectoria en el tiempo del sistema productivo cacao, a fin de identificar políticas, así como opciones de desarrollo a mediano y corto plazo.

2. UBICACION GEOGRAFICA

El estudio se planteó para las dos regiones identificadas como productoras de cacao en Guatemala, siendo éstas la Sur-Occidental y la Norte, involucrando a varios departamentos.

3. TECNICAS DE INVESTIGACION

Para el desarrollo del marco histórico y cualitativo se hizo uso de investigación documental en centros de información como: Archivo General de la Nación, Instituto Nacional de Estadística (INE), Banco de Guatemala, etc.

Para el marco cuantitativo se hizo uso de la estadística descriptiva para registrar y ordenar la información, con el objeto de facilitar el uso de la estadística inferencial.

4. ANALISIS DE LA INFORMACION

La información se analizó con el uso de estadística inferencial, a través de modelos matemáticos de predicción, ya que la planificación se realiza bajo supuestos teóricos en el corto, mediano y largo plazo. Las variables que se correlacionaron fueron: a) Tiempo - Producción; b) Tiempo - Exportación; c) Tiempo - Superficie cultivada; d) Tiempo - Rendimiento; e) Consumo - Ingreso - Precio.

Los modelos matemáticos que mejor se ajustaron fueron:

- a. Lineal: $Y = a + bx$
- b. Logarítmico: $Y = a + b \ln x$
- c. Exponencial: $Y = ae^{bx}$

Donde:

Y & X = Variables

a & b = Parámetros del modelo.

- d. Econométrico: $Y = ax_1^b x_2^c = \ln a + b \ln x + c \ln x_2$

Donde:

- Y = Consumo estimado
- a = Intercepto
- b = Elasticidad con respecto al precio
- x_1 = Precio al consumidor (kg/Hab)
- c = Elasticidad con respecto al ingreso
- x_2 = Ingreso para el consumo privado

FIGURA 1

MODELO ESQUEMATICO DEL SISTEMA PRODUCTIVO DE CACAO

06

PRODUCCION AGRICOLA

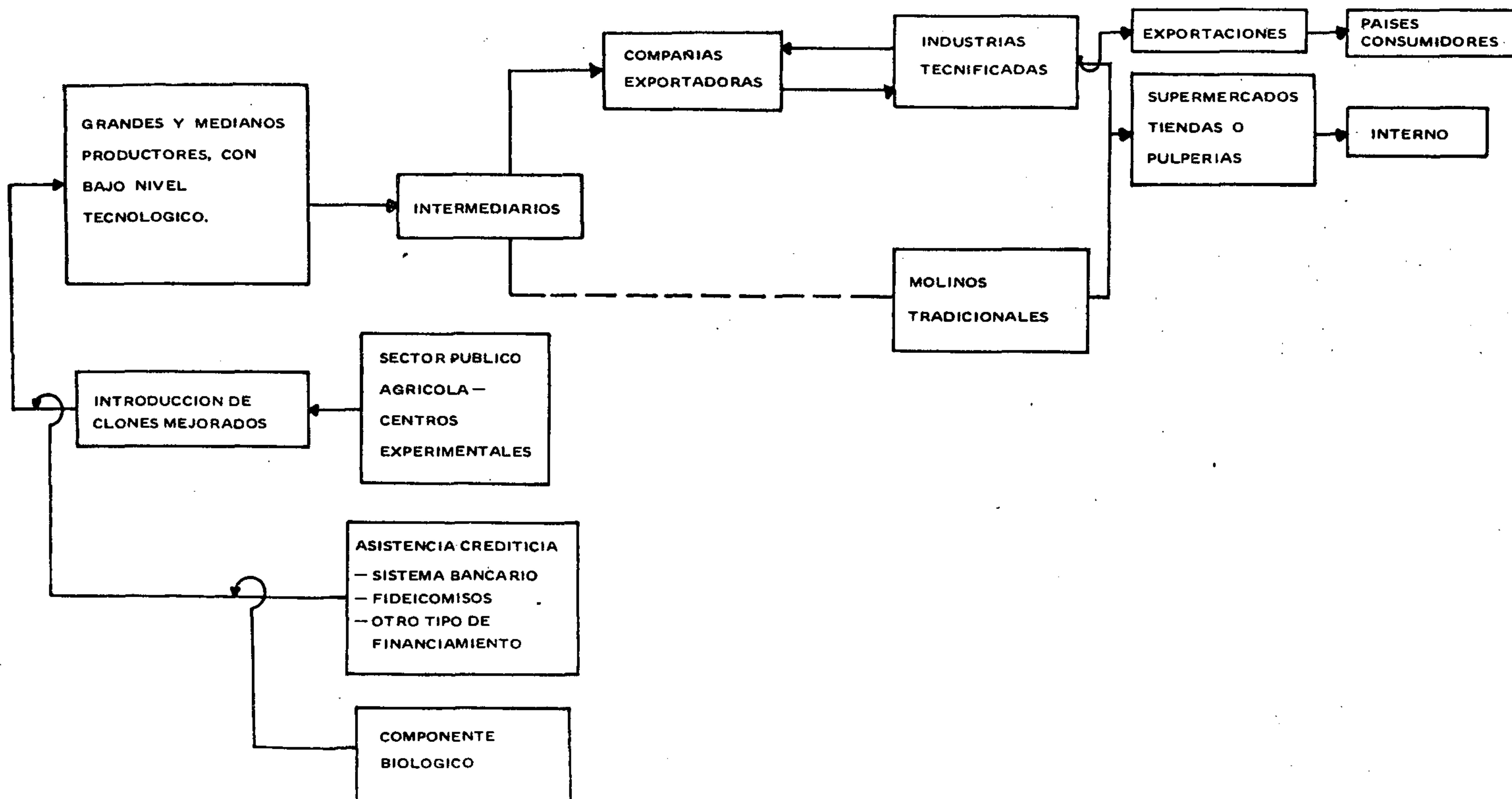
COMERCIALIZACION

TRANSFORMACION

DISTRIBUCION

CONSUMO

SUB-SISTEMA TRADICIONAL



RESULTADOS

Los resultados que se presentan corresponden únicamente al conocimiento de la estructura y funcionamiento del sistema, así como un análisis general de las perspectivas del mismo. Por otro lado, las fases que definen al sistema productivo cacao en Guatemala, se interrelacionan de la manera indicada por la figura 1.

1. ESTRUCTURA Y FUNCIONAMIENTO DEL SISTEMA

a. Producción:

La actividad productiva de cacao en Guatemala se realiza en dos regiones importantes: 1) La Sur-Occidental, que involucra a los departamentos de Suchitepéquez, Retalhuleu, Escuintla, San Marcos y Quetzaltenango, cubriendo un área bajo cultivo de 2,811 has; 2) La Norte, que incluye a los departamentos de Alta Verapaz e Izabal, con un área cultivada de 1,577 has.

En las regiones productoras no existen diferentes niveles tecnológicos de producción (tradicional). La única variación es el tamaño de estrato de finca. En relación a ésto, los medianos productores producen en estratos de finca sub-familiares (0.7 - 7.0 has); y familiares (7.0 - 44.8 has); cubriendo en su totalidad un área bajo cultivo de 466 has, y 1250 has, respectivamente. Por otro lado los grandes productores lo hacen en estratos de finca multifamiliares medias (44.8 - 896 has), cubriendo un área bajo cultivo de 2672 has.

Los centros experimentales de Brillantes y Navajoa del Sector Público Agrícola, participan en la fase de producción con la introducción de clones mejorados entre los productores, condición que ha influido en que aproximadamente el 51 o/o de las plantaciones estén en la etapa de aumento productivo.

El arreglo topológico de las mismas es variado y oscila de 3 a 6 metros al cuadro, además el cultivo se hace en la mayoría de los casos asociado con café, especialmente en las fincas multifamiliares grandes para aprovechar la sombra, variando el número de árboles de cacao de acuerdo al interés manifestado por el productor hacia el otro cultivo.

Por otro lado, los insectos que puedan afectar al cacao no son considerados como plagas en las áreas productivas; las enfermedades como la mazorca negra (*Phytophthora palmivora*), pudrición acuosa (*Monilia roreri*) y escoba de bruja (*Basidiomicetos*), sí han causado daño económico.

b. Comercialización:

Por el bajo nivel tecnológico utilizado por la mayoría de los productores en la labor de secado y fermentado, la fase de comercialización se retrasa, empezando a los 20 ó 30 días después del corte. En la misma intervienen dos firmas que a nivel mayorista demandan el 70 o/o de la producción nacional fijando el precio del producto. Esta fase interactúa con la de producción por la acción de intermediarios, ya que éstos compran el producto en las fincas de los medianos y grandes produc-

tores, involucrándose de manera más directa con los primeros. En tal sentido, el mediano productor utiliza un solo canal, el intermediario, quien traslada una parte del producto a los molinos tradicionales ubicados en los departamentos de Suchi-tepéquez, Izabal, Quetzaltenango y Guatemala, mientras la mayor cantidad lo transporta a industrias tecnificadas y/o compañías exportadoras.

Por otro lado, el productor considerado grande utiliza dos canales: el intermediario cuando la cosecha empieza (agosto, septiembre) y un mercado directo con las compañías exportadoras y/o industrias transformadoras cuando la cosecha se intensifica (octubre, noviembre y diciembre).

En lo que respecta a precios reales al productor, éstos, de 1979 a 1983 se redujeron a una tasa de 10.33 o/o, debido al proceso inflacionario sufrido en la actividad económica del país en este período, donde la tasa inflacionaria fue de 20 o/o. (No obstante que los precios nominales se incrementaron).

En 1984 - 1988, el fenómeno anterior tuvo su máxima expresión reduciéndose los precios a una tasa del 0.99 o/o; en esos años, la inflación se agudizó más, dado a que el mercado regulado no proporcionó un tipo de cambio estable por la influencia del mercado negro. Los productores en general no tuvieron la capacidad de absorber los cambios en el valor de la moneda, ésto aunado en el caso del cacao a la no existencia de un mercado de competencia perfecta, hizo que los productores redujeran aún más su poder de negociación.

En lo que respecta al mercado exterior, actualmente no existe ninguna ley que regule las exportaciones de cacao en grano, por existir un convenio con la Organización Internacional del Cacao (IICO); a través de la misma se estableció que los países miembros de esta Organización que no sobrepasen una producción de 10,000 TM, pueden exportar todo el producto. Guatemala exporta el 31 o/o de su producción de cacao en grano a Estados Unidos, el 67 o/o restante es absorbida por la industria nacional para ser transformado en maqueta y cocoa, a efecto de abastecer la demanda interna y exportando a El Salvador y Honduras.

En los últimos 7 años no ha existido importaciones de cacao en grano, dado a que la producción nacional ha sido suficiente para satisfacer la demanda interna, estimada en 2,000 TM; las importaciones de derivados se han minimizado en un promedio de 15 o/o en maquetas y 5 o/o en cocoa. Por otro lado la balanza de pagos reporta únicamente saldos positivos, presentando un monto mediano de 702.5 miles de quetzales durante el período de 1958 a 1988.

c. Transformación:

La transformación del cacao ha evolucionado en forma diferente, por un lado, un sector moderno, dinámico, tecnificado y capitalizado y, por otro, un sector tradicional de pequeña escala.

En los últimos años el sector moderno ha adquirido una importancia crecien-

te, dado a que ha mejorado su nivel tecnológico y su capacidad instalada, hecho que ha incidido en un incremento de las cantidades de procesamiento.

En el país existen cinco empresas transformadoras, las cuales procesan la mayor cantidad de cacao en grano disponible y exportan derivados, como cacao o polvo de chocolate y marquetas de chocolate. Por otro lado, se articulan a fuentes de financiamiento a fin de formar stocks para realizar importaciones de ciertos insumos necesarios en el proceso productivo.

El sector tradicional está conformado aproximadamente de 200 a 300 pequeños transformadores artesanales, ubicados en los departamentos de Suchitepéquez, Guatemala, Quetzaltenango e Izabal. Los mismos comercializan volúmenes pequeños de cacao en grano, por el hecho de no poseer suficiente capacidad financiera ni infraestructural.

d. Distribución:

La distribución de los derivados del cacao para el consumo humano en el mercado interno, atiende básicamente a dos mercados: Los supermercados y las tiendas o pulperías. El primero ha ido desplazando al segundo por las siguientes razones: 1) Alta acumulación de capital; 2) La compra de productos al mayoreo, lo que impide la competencia de las tiendas o pulperías, las cuales generalmente compran al menudeo a los molinos artesanales.

Por otro lado, la distribución de los derivados del cacao en el mercado externo está dirigido a El Salvador y Honduras en mayor y menor cantidad, respectivamente.

e. Consumo:

En los últimos siete años la disponibilidad de cacao en grano para el consumo industrial ha crecido a una tasa del 26 o/o, ésto significa que se ha absorbido de la producción nacional en promedio un 67 o/o, repartido mayoritariamente en la industria tecnificada.

En lo que respecta al consumo humano de los derivados, éste se encuentra a niveles bajos; de acuerdo a las hojas de balance de alimentos desarrolladas, en los últimos 30 años, el consumo de marquetas o tabletas de chocolate ha oscilado alrededor de 0.039 kg/hab/año, y la cocoa o polvo de chocolate a un promedio de 0.32 kg/hab/año.

De acuerdo con el análisis econométrico, los derivados del cacao se manifiestan inelásticos en función del precio, presentando coeficientes negativos, lo que indica que los precios están inversamente relacionados con las cantidades consumidas de los mismos, es decir que a un incremento o decremento de los precios las cantidades consumidas decrecerán o se incrementarán. Asimismo, los derivados son inelásticos con respecto al ingreso para el consumo privado, presentando coefi-

cientes más cercanos a 0 que a 1, lo que indica que cualquier incremento del ingreso no producirá incremento en la demanda de estos productos. En general el fenómeno del mínimo consumo de estos productos es porque éstos no son parte de la canasta básica; la disponibilidad de los productos para el consumo no son suficientes dado al crecimiento de la población guatemalteca, el precio alto de estos derivados y a un incremento general de los niveles de ingreso de la población. El signo negativo y los valores más cercanos a 0 que a 1 de la variable ingreso, manifiestan que estos derivados están más relacionados a bienes inferiores (superfluos), siendo esto último poco representativo en virtud de que los mismos provienen de un mercado imperfecto, los consumidores no responden significativamente a los cambios del precio y, a la posibilidad de existencia de sustitutos.

2. PERSPECTIVAS DEL SISTEMA PRODUCTIVO CACAO EN GUATEMALA

Para este análisis se consideraron dos horizontes: a corto plazo (1989-1990) y el mediano plazo (1995). Se estima en base a los modelos matemáticos generados: $Y = 3210.06x$ (producción - tiempo), $y = 18,777.16 + 9.77 x$ (exportaciones - tiempo) y $Y = 791,545.81 + 104,446.09 \text{ LN}(X)$ (consumo industrial - tiempo), que en corto plazo, no ocurrirán cambios relevantes en los horizontes planteados, la producción neta de cacao en grano se mantendrá en el rango de las 2213 TM, y los rendimientos aumentarán alrededor de 488 kg/ha; mientras que en el mediano plazo se incrementará a 3076 TM, o sea a una tasa de crecimiento del 6 o/o anual; y los rendimientos oscilarán alrededor de 575 kg/ha.

La demanda de los productos manifestarán comportamientos similares, es decir las industrias transformadoras demandarán en el corto plazo el 63 o/o de la producción nacional de cacao en grano y en el mediano plazo el 60 o/o por lo que no se importará como hasta ahora cacao en grano para complementar el abastecimiento interno. Los países importadores de cacao en grano guatemalteco demandarán en promedio en los horizontes planteados el 30 o/o de la producción nacional.

BIBLIOGRAFIA

1. ARCE T. 1987. Hojas de balance de alimentos, sistemas de información de nutrición de Costa Rica. Costa Rica, IICA. 5 p.
2. CASTRO, A. 1978. Introducción a la economía; un enfoque estructuralista. 28 ed. México, Siglo XXI. 43 p.
3. CONTRERAS MARIN, B. 1988. Diagnóstico y perspectivas agrosocio-económicos del sector cafetalero guatemalteco. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 128 p.
4. CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1989. Guía técnica del cultivo de cacao. Costa Rica. 7 p.
5. FISHER, S. 1984. Macroeconomía. 4 ed. New York, Mc Graw-Hill. 186 p.
6. GUATEMALA, BANCO DE GUATEMALA. 1986. Resumen quincenal de memoria de labores. Guatemala 72 p.
7. ——— INSTITUTO TECNICO DE CAPACITACION Y PRODUCTIVIDAD. 1981. Guía técnica del cultivo de cacao. Guatemala. 13 p.
8. MENDOZA, G. 1982. Compendio de mercadeo de productos agropecuarios. Costa Rica, IICA. 102 p.
9. MONTERO, G. 1986. La planificación del desarrollo agropecuario. 5 ed. México, Siglo XXI. 92 p.
10. ORGANIZACION INTERNACIONAL DEL CACAO. 1989. Boletín trimestral de estadísticas del cacao. Londres. 10 p.
11. PETERSON, W. 1981. Principios de microeconomía. México, CECSA. 45 p.

MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

PRIORIZACION DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLAN

Edin Emilio Montúfar Echeverría (*)
Ing. Agr. Gilberto Daniel Alvarado C. (**)
Ing. Agr. M. Sc. Alan González F. (***)

210

RESUMEN

En la cuenca del lago de Atitlán existen tres subcuencas importantes: la del río Quiscab, la del río Panajachel y la subcuenca Azul.

Para la selección de estas subcuencas se utilizó la metodología para priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y aguas, propuesta por el Ministerio de Agricultura del Perú (1), introduciéndole parámetros de mayor importancia para el área y suprimiendo otros que se consideraron no adecuados o de los que se carecía de información para evaluarlos.

La cuenca prioritaria se determinó evaluando diez parámetros, asignándole a cada uno los correspondientes valores absoluto (V_{Ai}) y relativo (VR_i), además del coeficiente de ajuste (C_{ai}), que permitieron determinar el puntaje total (V_{sc}) para cada subcuenca.

Los valores totales son los siguientes: para la subcuenca del río Panajachel 23.56, para la del río Quiscab 17.79 y para la subcuenca Azul 19.66.

La subcuenca priorizada fue la del río Panajachel, para la que se recomienda se elabore un plan de manejo de sus recursos naturales renovables; se actualice periódicamente el inventario de los mismos y se prioricen sus microcuencas.

* Autor de la tesis de grado "Priorización de Subcuencas de la cuenca del lago de Atitlán".

** Técnico en Planificación, Ministerio de Desarrollo Urbano y Rural. Asesor.

*** Consultor del Plan Trifinio, OEA-IICA. Asesor.

INTRODUCCION

Los recursos naturales renovables en Guatemala han sufrido un deterioro acelerado, situación que ha provocado consecuencias extremas, tales como: la pérdida de bosques, alteraciones edáficas, cambios en el régimen hidrológico y extinción de especies vegetales y animales.

A lo anterior hay que agregar la demanda de estos recursos por parte de la población, lo que obliga al conocimiento de los mismos en áreas específicas, con el objeto de ordenarlos para su uso sostenido y que sirvan como elementos de desarrollo de las comunidades.

La cuenca del lago de Atitlán representa un patrimonio no sólo nacional sino mundial; por lo que es necesario llevar a cabo estudios para conocerla y establecer políticas para su conservación, sin descuidar el desarrollo de las comunidades que en ella se localicen, además hay que efectuar la jerarquización de áreas de desarrollo para aprovechar sus recursos a través de proyectos específicos.

En este estudio se da información relacionada con la ubicación del estudio y la metodología seguida, así como información complementaria de la cuenca del lago de Atitlán.

Para la consecución de la investigación se realizaron consultas sobre metodología para el estudio de cuencas que se han utilizado en investigaciones anteriores a nivel centro y suramericano. La metodología tomada como base fue la propuesta por el Ministerio de Agricultura del Perú (1), en virtud de que evalúa en forma detallada los aspectos de suelo y agua, aspectos institucionales y presenta una adecuada cantidad de parámetros a evaluarse, sin embargo, se le introdujo modificaciones en cuanto a algunos parámetros que se consideraron de importancia para la misma.

1. MATERIALES Y METODOS

1.1 Ubicación:

La cuenca del lago de Atitlán se ubica en la vertiente del Pacífico dentro de la región fisiográfica denominada Tierras Altas Volcánicas.

Al Norte colinda con las partes altas de la cuenca del río Motagua, al Este con la del río Madre Vieja, al Oeste con el río Nahualate y al Sur con las cabeceras de los microcuencas de los ríos San José, Santa Teresa, Nicá y Mocá.

La parte central de la cuenca se localiza en las coordenadas geográficas $91^{\circ} 11' 00''$ de Latitud y $14^{\circ} 45' 12''$ de Longitud. Tiene una superficie de 540 km^2 y un perímetro de 118.5 Km., una elevación mínima de

1,562 msnm, una elevación media de 2,205 msnm y una elevación máxima de 3,340 msnm (2).

1.2 Subcuencas componentes

Según el estudio efectuado se determinó la existencia de tres subcuencas principales, a saber: la subcuenca del río Quiscab, la subcuenca del río Panajachel y la subcuenca Azul (figura 1).

1.2.1 Subcuenca del río Panajachel

Esta subcuenca tiene como corriente principal la del río Panajachel, de donde se deriva su nombre; el mismo, se origina en la confluencia de los ríos Quecheljyá y Pacubalya con un curso de Norte a Sureste formando un delta al desembocar en el lago de Atitlán (3)..

1.2.2 Subcuenca del río Quiscab

La subcuenca del río Quiscab tiene como corriente principal, la del río Quiscab, de donde se deriva su nombre. Este río se forma de la unión de los ríos Novillero y Zarbabal; corre al sureste, le afluyen los ríos Chuiscalera y Xibalbay y descarga en el lago de Atitlán (3).

1.2.3 Subcuenca Azul

Esta subcuenca tiene como cuerpo de agua principal la del lago de Atitlán; se ha tomado como una unidad a pesar que posee más de cien pequeños cauces de agua. La subcuenca Azul se localiza en la parte Sur de la cuenca del lago de Atitlán y en ella se ubican varios de los conos volcánicos de la región.

1.3 Parámetros evaluados en la cuenca

Los parámetros evaluados en la cuenca del lago de Atitlán se enumeran a continuación:

- 1.3.1 Recurso humano
- 1.3.2 Grado de erosión
- 1.3.3 Receptividad del poblador rural
- 1.3.4 Cobertura boscosa
- 1.3.5 Accesibilidad y vías de comunicación
- 1.3.6 Areas silvestres
- 1.3.7 Disponibilidad del recurso hídrico
- 1.3.8 Grado de contaminación de los recursos agua y suelo
- 1.3.9 Tamaño de la subcuenca
- 1.3.10 Turismo

Cada parámetro se evalúa con base a tres componentes:

- Valor absoluto (VA_i), que evalúa el grado de importancia,
- Valor relativo (VR_i), que evalúa cualitativa y cuantitativamente el grado de afectación del parámetro de la subcuenca, y,
- El coeficiente de ajuste (CA_i), que relaciona el área de influencia del parámetro entre el área de la subcuenca.

Para obtener el puntaje total de la subcuenca, se usó la siguiente expresión:

$$V_{sc} = \sum_{i=1}^{i=10} VA_i * VR_i * CA_i$$

En donde:

- V_{sc} = puntaje total de la subcuenca.
- VA_i = valor absoluto del parámetro i .
- VR_i = valor relativo del parámetro i .
- CA_i = coeficiente de ajuste del parámetro i .

1.4 Parámetros para priorización de las subcuencas

Habiendo seleccionado y ordenado según su importancia los parámetros a evaluar, y después de delimitar las subcuencas que conforman la cuenca del lago de Atitlán, se establecieron los rangos de puntaje y valor relativo (VR_i) para cada parámetro, así como, su respectivo valor absoluto (VA_i) (Anexo A). Los coeficientes de ajuste (CA_i), de manera general, se obtuvieron de la relación: puntaje obtenido por parámetro/máximo puntaje que se puede alcanzar, a excepción del coeficiente de ajuste para los parámetros recurso humano, cobertura boscosa, tamaño de la subcuenca y turismo, que se obtuvieron de las relaciones: sumatoria de índices de volumen y densidad de población/máximo puntaje que se puede obtener, área de bosque/área de la cuenca, área de la subcuenca/área de la cuenca y el promedio de la sumatoria de número de hoteles y número de habitaciones por subcuenca, respectivamente.

1.b Información básica

Se revisó y recopiló información relacionada con: población; erosión; tenencia de la tierra; bosque; carreteras; proyectos relacionados con la vida silvestre y reserva forestal; agua; suelo; turismo.

La información obtenida y que sirvió de base para la priorización de subcuencas de la cuenca del lago de Atitlán, se presenta en el anexo B.

2. RESULTADOS

Los resultados obtenidos (anexo C), permitieron ordenar las subcuencas de la cuenca del lago de Atitlán de la siguiente manera:

- 1o. Subcuenca del río Panajachel
- 2o. Subcuenca Azul
- 3o. Subcuenca del río Quiscab (figura 1)

El anterior ordenamiento se sustenta en:

- 2.1 En la subcuenca del río Panajachel los valores relativos más altos corresponden a los parámetros recurso humano, cobertura boscosa, accesibilidad y vías de comunicación.

En lo que respecta a recurso humano, la subcuenca del río Panajachel, es la subcuenca que menor número de habitantes reporta, aunque es la segunda en cuanto a densidad de población. Por otra parte, según la información obtenida, se determinó que es la subcuenca que posee infraestructura vial que le permite tener comunicación con la mayor parte de las poblaciones que en ella se asientan.

Los parámetros grado de erosión y receptividad del poblador rural presentan iguales valores con la subcuenca del río Quiscab, diferenciándose de la subcuenca Azul en que, el último parámetro citado, es más alto.

En esta subcuenca no se detectaron proyectos relacionados con la vida silvestre y los valores del resto de parámetros evaluados oscilan entre 3.0 y 5.0.

- 2.2 En la subcuenca Azul el parámetro receptividad del poblador rural presenta el valor relativo más alto que en las otras dos subcuencas, existiendo valores relativos similares para los parámetros recurso humano, grado de erosión, accesibilidad y vías de comunicación.

El tamaño de la subcuenca alcanza un valor relativo de 8.9, sin embargo, este no influye en gran medida al momento de determinar el puntaje total de la subcuenca (V_{sc}).

Los valores del resto de parámetros evaluados oscilan entre 3.5 y 7.0, sobresaliendo, para esta subcuenca, un valor relativo (VR_i) igual a 7.0 en el parámetro turismo. En esta subcuenca tampoco se detectaron proyectos relacionados con la vida silvestre.

- 2.3 En la subcuenca del río Quiscab se observa un mayor balance entre los valores relativos de los parámetros evaluados que en las otras dos subcuencas, pues en ella no existen valores relativos extremos.

En esta subcuenca no se detectaron proyectos relacionados con la vida silvestre, aquí también el parámetro turismo alcanza un valor relativo igual a 7.0.

Finalmente es necesario destacar, que los valores numéricos finales (Vsc) para cada subcuenca, no son más que la expresión de la ponderación obtenida para cada parámetro evaluado y que permitió la priorización de la subcuenca del río Panajachel, al alcanzar ésta, el mayor valor final por subcuenca.

3. CONCLUSIONES

- 3.1 En la cuenca del lago de Atitlán existen tres subcuencas importantes que son las formadas por el río Quiscab, el río Panajachel y el lago de Atitlán, a la que se le denominó subcuenca Azul. Las dos primeras forman los abanicos fluviales más notorios, y la tercera posee corrientes de corto recorrido, con caudales pequeños o inexistentes.

- 3.2 De acuerdo a la investigación realizada, la priorización de las subcuencas de la cuenca del lago de Atitlán, está en el siguiente orden:

- 1o. Subcuenca del río Panajachel
- 2o. Subcuenca Azul
- 3o. Subcuenca del río Quiscab.

Esta priorización no sólo brinda la oportunidad de dirigir los esfuerzos de planificación, asignación de recursos y ejecución de programas hacia un manejo sostenido de los recursos naturales renovables de la subcuenca del río Panajachel, sino que además, ofrece información que permitirá tomar decisiones de carácter preventivo y correctivo en pro-vecho de la conservación y manejo sostenido de los recursos naturales renovables de la subcuenca del río Quiscab y subcuenca Azul.

- 3.3 Los parámetros recurso humano, grado de erosión, receptividad del poblador rural, cobertura boscosa y accesibilidad y vías de comunicación, alcanzan los mayores valores relativos en las tres subcuencas determinadas.

- 3.4 Los parámetros áreas silvestres, disponibilidad del recurso hídrico, grado de contaminación de los recursos agua y suelo, tamaño de la

subcuenca y turismo, alcanzan los valores relativos más bajos en las tres subcuencas, aunque para los parámetros tamaño de la subcuenca y turismo alcanzan valores relativamente altos en dos de las subcuencas (Azul y Quiscab).

- 3.5 En su orden, los parámetros recurso humano (en la subcuenca del río Panajachel), receptividad del poblador rural (en la subcuenca Azul) y grado de erosión (en las subcuencas Panajachel y Azul) respectivamente, alcanzan los mayores puntajes totales (Vsc).

ANEXO A
RESUMEN DE PARAMETROS UTILIZADOS PARA LA PRIORIZACION
DE SUBCUENCAS DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLAN

PARAMETRO	Valor Absoluto	Valor Relativo según Rango de puntaje	
		Rangos de Puntaje	Valor Relativo
Recurso humano	1	0 - 2	3.0
		3 - 6	7.0
		7 - 9	10.0
Grado de erosión	0.9	5 - 19	2.5
		20 - 34	5.0
		35 - 47	7.5
		48 - 62	10.0
Receptividad del poblador rural	0.8	0 - 7	3.5
		8 - 14	7.0
		15 - 21	10.0
Cobertura boscosa	0.7	0 - 25	4.0
		26 - 50	6.0
		51 - 75	8.0
		76 - 100	10.0
Accesibilidad y vías de comunicación	0.6	1 - 14	3.5
		15 - 28	7.0
		29 - 42	10.0
Areas silvestres	0.5	1 - 14	3.0
		15 - 30	7.0
		31 - 45	10.0
Disponibilidad del recurso hídrico	0.4	2 - 10	2.5
		12 - 20	5.0
		22 - 30	7.5
		32 - 40	10.0
Grado de contaminación del agua y suelo	0.3	3 - 9	3.5
		10 - 16	7.0
		17 - 24	10.0
Tamaño de la subcuenca	0.2	0 - 25	4.0
		26 - 50	6.0
		51 - 75	8.0
		76 - 100	10.0
Turismo	0.1	0 - 3	3.0
		4 - 6	7.0
		7 - 10	10.0

FUENTE: Metodología para priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y aguas. Ministerio de Agricultura del Perú, modificada por Edin Emilio Montúfar Echeverría.

ANEXO B
RESUMEN DE INFORMACION BASICA POR PARAMETRO, TEMA Y
SUBCUENCA DE LA CUENCA DEL LAGO DE ATITLAN

Parámetro	Tema	Subcuenca Quiscab	Subcuenca Panajachel	Subcuenca Azul
Recurso humano	Población			
	No. de habitantes	26,500	11,350	41,633
	Densidad (H/Km ²)	179	171	128
Grado de erosión	Erosión			
	Area (Km ²) y o/o			
	Ligera	10.563-7 o/o	2.121-3 o/o	7.250-2
	Moderada	69.686/47	33.001/50	64.188/19
	Libre	67.751/46	31.438/47	129.302/40
Receptividad del poblador rural	Propiedad			
	Cooperativa Agr.	1	1	5
	Asentamiento Agr.	1	1	4
	Individual	215	283	701
Cobertura boscosa	Bosque			
	Area (Km ²)	88	50	121
	o/o de cobertura	59	76	37
Accesibilidad y de comunicación	Caminos (Conservación)			
	Troncal	bueno	bueno	— — —
	Secundario	regular	regular	— — —
		malo	bueno	
	Terciario	regular	regular	regular
	Herradura	malo	regular	bueno malo
Areas silvestres	Situación de Proyectos			
	Estudio	0	0	4
Disponibilidad del recurso hídrico	Demanda poblacional agrícola	escaso limitado	escaso limitado	escaso limitado
Grado de contaminación del agua y suelo	Grado	-	-	-
	Alto	X	-	X
	Medio	-	X	-
	Bajo			
Tamaño de la subcuenca	Area (Km ²)	148	66	326
	o/o respecto a la cuenca	27.4	12.2	60.4
Turismo	No. de hoteles	3	41	7
	No. de habitaciones	25	644	84

FUENTE: Elaboración propia con información recabada en instituciones Gubernamentales.

ANEXO C
RESULTADOS OBTENIDOS PARA LOS PARAMETROS EVALUADOS EN LAS SUBCUENCAS DE LA
CUENCA DEL LAGO DE ATITLAN

PARAMETROS	SUBCUENCA QUISCAB				SUBCUENCA PANAJACHEL				SUBCUENCA AZUL			
	VA	VR	Ca	P	VA	VR	Ca	P	VA	VR	Ca	P
Recurso humano	1	7.0	0.5	3.5	1	10.0	0.83	8.3	1	7.0	0.67	4.69
Grado de erosión	0.9	7.5	0.69	4.66	0.9	7.5	4.66	4.66	0.9	7.5	0.56	3.78
Receptividad del poblador rural	0.8	7.0	0.57	3.19	0.8	7.0	0.57	3.19	0.8	10.0	0.71	5.68
Cubierta boscosa	0.7	8.0	0.16	0.90	0.7	10.0	0.09	0.63	0.7	6.0	0.22	0.92
Accesibilidad y vías de comunicación	0.6	7.0	0.52	2.18	0.6	10.0	0.88	5.28	0.6	7.0	0.40	1.68
Areas silvestres	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.5	3.0	0.06	0.09
Disponibilidad del recurso hídrico	0.4	5.0	0.38	0.76	0.4	5.0	0.38	0.76	0.4	5.0	0.38	0.76
Grado de contaminación del agua y suelo	0.3	3.5	0.25	0.26	0.3	3.5	0.38	0.40	0.3	3.5	0.25	0.26
Tamaño de la subcuenca	0.2	6.0	0.27	0.32	0.2	4.0	0.12	0.10	0.2	8.0	0.60	0.96
Turismo	0.1	7.0	0.45	0.02	0.1	3.0	0.82	0.24	0.1	7.0	0.12	0.84
Valor total de la subcuenca (Vsc)	15.79				23.56				19.66			

VA = Valor absoluto; VR = Valor relativo; Ca = Coeficiente de ajuste; P = $\frac{VA_i}{VR_i} \cdot Cai$

FUENTE: Elaboración propia con información recabada en instituciones Gubernamentales.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. CONVENIO AID/ROCAP/PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS CATIE (PERU). Metodología para priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y aguas. Turrialba, C.R., CATIE. 76 p.
2. GUATEMALA. 1981. Diccionario Geográfico de Guatemala. Guatemala 4 v.
3. ——— INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1970. Estudio morfométrico de cuencas lago de Atitlán. Guatemala, Esc. 1:50,000. 6 p. Color.

BIBLIOGRAFIA COMPLEMENTARIA

1. ALVARADO CABRERA, D.G. 1980. Modelo general para el desarrollo agrícola y forestal de la cuenca del río Blanco. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 38 p.
2. BOTERO, P.J.; BENAVIDES, S.T.; ELBERSEN, G.W. 1975. Una metodología para levantamientos edafológicos. Bogotá, COL., s.n. 21 p.
3. BOVAY ENGINEERS HOOSTON (TEX.). 1975. Prefeasibility study for a master plan of the renewable natural resources of Guatemala; Water. s.l., Program of feasibility studies AID. V. 3, 187 p. (AID 520-L-016).
4. CASTAÑEDA, C; PINTO, D. 1981. Recursos naturales de Guatemala. Guatemala, S.M. 80 p.
5. CONVENIO AID/ROCAP/PROYECTO REGIONAL DE MANEJO DE CUENCAS CATIE (PERU). Metodología para priorización de cuencas, subcuencas y microcuencas en conservación de suelos y aguas. Turrialba, C.R. CATIE 76 p.
6. DICCIONARIO ENCICLOPEDICO. 1975. Barcelona, España, Salvat. s.p.
7. ESCOBAR REYES, O.L. Necesidad de educación ambiental en Guatemala. Tesis Lic. en Pedagogía. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Humanidades. 155 p.
8. GONZALEZ, A. 1986. Metodología para la identificación de áreas críticas y formulación de alternativas para un desarrollo sostenido en la cuenca del río Grande de Terraba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Costa Rica, CATIE. 210 p.
9. GUATEMALA. DIRECCION GENERAL DE ESTADISTICA. 1984. Censos nacionales; IV habitación-IX Población 1981. Guatemala. 500 p.
10. ——— INSTITUTO NACIONAL DE TRANSFORMACION AGRARIA. 1984. Asentamientos agrarios localizados en el departamento de Sololá. Guatemala. 16 p.
11. ——— LEYES, DECRETOS, Etc. 1989. Ley de áreas protegidas; decreto No. 4-89. Guatemala, Congreso de la República de Guatemala. 43 p.
12. GUTIERREZ, C.; INGER, J. 1982. Priorización de cuencas operativas de Nicaragua. Financiera de Inversiones de Nicaragua. Nicaragua. 84 p.

13. MONTALAMBERT, M.R.; CLEMENT, J. 1983. Disponibilidad de leña en los países en desarrollo. Roma, s.n. s.p.
14. OLAYA, A. 1985. Metodología para determinar prioridades del manejo integral de cuencas hidrográficas y su aplicación en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., Universidad de Costa Rica, 196 p.
15. PERNALLETE, O.; GUERRA, M. 1977. Metodología para la determinación de prioridades en manejo de cuencas hidrográficas. Maracay, Venezuela, Universidad de los Andes, Facultad de ciencias forestales. 38 p.
16. SEMINARIO SOBRE CIENCIA, TECNOLOGIA, SOCIEDAD Y DESARROLLO (1982, San José, C.R.). 1982. Costa Rica, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 41 p.
17. SEMINARIO SOBREPRIORIZACION DE CUENCAS (1987, Guatemala.). 1987. Ed. por Basterrechea M. Guatemala, CATIE, Proyecto Regional de Manejo de Cuencas. s.p.
18. TRUJILLO, A. 1978. Determinación de prioridades a nivel de cuencas y subcuencas para la zona MARNR-4 Estado Falcón, Caracas. Caracas, Venezuela, Universidad de los ANDES' Facultad de ciencias forestales. 34 p.

MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS

PLAN PRELIMINAR PARA EL MANEJO DE LA MICROCUENCA DE LA LAGUNA DE CALDERAS, GUATEMALA

Luis Fernando Pereira Rodas
Alan Roberto González F.(1)
Efrain Medina Guerra(2)

P10

El presente trabajo está relacionado con el uso adecuado de la tierra; permitió establecer las bases preliminares para el manejo de la microcuenca de la laguna de Calderas, Guatemala.

La secuencia metodológica de trabajo para el desarrollo del estudio correspondió a: 1) Caracterización biofísica y socioeconómica, 2) Diagnóstico, 3) Ordenación y 4) Propuesta del plan de manejo, adoptando el nivel preliminar de estudio y planificación.

En la ordenación (obtenida de la caracterización y diagnóstico) se delimitaron dos zonas de manejo: Protección y uso múltiple.

Sobre la base de la zonificación, se definió el Plan de Manejo, estructurado en programas y subprogramas, para la protección, conservación y rehabilitación de los recursos naturales renovables de la microcuenca.

Los programas y subprogramas formulados corresponden a: 1) Manejo de los recursos naturales: manejo del agua, suelo, bosque y fauna silvestre, 2) Desarrollo: reordenamiento del uso de la tierra, extensión y asistencia técnica, reordenamiento económico y promoción social, 3) Investigación y 4) Operación: administración.

Cada programa y subprograma contiene información referente a sus objetivos y propuesta de actividades a desarrollar.

Sin embargo, el principal problema en la ejecución del plan, lo constituye la falta de una estructura legal, política e institucional; por lo que hacia ello deben orientarse los esfuerzos posteriores.

* Resumen basado en el trabajo de tesis que, previo a recibir el título de Ingeniero Agrónomo, presentó el primero de los autores.

(1) Ing. Agr. Msc. en Manejo de Cuencas, asesor de tesis.

(2) Ing. Agr. Msc., Coordinador de la Sub-área de Manejo y uso de suelo y agua, Facultad de Agronomía, asesor de tesis.

INTRODUCCION

Debido a la explotación inadecuada de los recursos naturales, se ha alterado la estabilidad de muchos ecosistemas. Los procesos de alteración de los mismos han producido impactos negativos que alcanzan lugares distantes del sitio donde se generan.

Una opción inmediata que pretende afrontar esta problemática consiste en apoyar los esfuerzos sobre investigación para el manejo ambiental con fines de desarrollo y conservación.

El presente documento forma parte de dicha opción, con la aplicación a nivel preliminar de una metodología para la planificación del manejo de cuencas hidrográficas.

Para ello, se seleccionó la microcuenca de la laguna de Calderas, Guatemala, al presentar dicha área las siguientes características: 1) Una notable y acelerada degradación del ecosistema formado por la microcuenca y 2) La dependencia del recurso agua por parte de una creciente población rural que ve reducida a un mediano y corto plazo, sus posibilidades de subsistencia, conjuntamente con el decremento de la calidad y cantidad del agua de la laguna.

El objetivo de este trabajo, es planificar el manejo de los recursos naturales de la microcuenca. Para el efecto, se procedió a determinar las características biofísicas y socioeconómicas del área e integrar dicha información en la ejecución del diagnóstico.

La información generada, se utilizó para su análisis y discusión, lo que permitió finalmente la elaboración de la propuesta de ordenación y manejo de la microcuenca.

El Plan propuesto estructura en programas y subprogramas, las actividades que son necesarias implementar para proteger, conservar y rehabilitar los recursos del área. Se pretende que la información presentada sirva de base para la toma de decisiones por parte de organismos e instituciones correspondientes, sobre las acciones correctivas que deben desarrollarse en beneficio del ecosistema y por ende de la población en general.

MATERIALES Y METODOS

1. Descripción general del área.

La microcuenca de la laguna de Calderas es una microcuenca cerrada, localizada en la parte media de la cuenca mayor del río María Linda, sobre la vertiente del océano Pacífico, entre los meridianos 90°35'10" y 90°36'19" de longitud Oeste y los paralelos 14°23'18" y 14°25'05" de latitud Norte. Los límites geográficos de la microcuenca son: al Norte, las aldeas el Bejucal (San Vicente Pacaya, es-

cuintla) y el Pepinal (Amatitlán, Guatemala); al Oeste, las aldeas de San Francisco de Sales y el Cedro (San Vicente Pacaya); al Este, por las aldeas Mesillas Altas y Mesillas Bajas (Amatitlán) y al Sur, por los cerros Grande y Chiquito. (8).

Posee una extensión superficial de 5.1072 km^2 , abarca parcialmente las aldeas de San José Calderas, Amatitlán (4.35 km^2) y la aldea San Francisco de Sales, San Vicente Pacaya (0.7572 km^2). (8)

La fisiografía del área es mayoritariamente de terrenos montañosos y de ladera, su relieve es muy irregular, siendo las categorías de ondulado a escarpado las más representativas. La forma de la microcuenca es la de un vaso de almacenamiento, como resultado de constituir una microcuenca cerrada. Su orientación es de Sur a Norte. La microcuenca posee diferencias altitudinales que oscilan de los 2570 a 1778 msnm, con una elevación media de 1960 msnm. (8).

La geología del área es exclusivamente volcánica del período cuaternario, rocas ígneas y metamórficas, coladas de lava, material lahático, tobas y edificios volcánicos. (5). La única fuente de agua superficial de la microcuenca la constituye la laguna, con una extensión de 32.45 há.

Según Simons et al. (9) los suelos de la microcuenca corresponden a la serie Alotenango, con textura arenosa, color café oscuro, consistencia suelto. También se identificaron las series Pacaya y Cimas volcánicas.

De acuerdo al mapa de zonas de vida basado en el sistema Holdridge (6), el área de la microcuenca se ubica en la zona de vida "Bosque húmedo Sub tropical (templado)". El uso actual es principalmente agrícola, con cultivos permanentes en mayor escala (café), intensivos (maíz y frijol) y un remanente de bosque mixto latifoliado.

2. Etapas de estudio

2.1. Actividades preliminares

a. Recopilación de información

Con el propósito de determinar el tipo y cantidad de información existente sobre el área se efectuó la recopilación del material fotográfico, cartográfico y bibliográfico, para la planificación de el volumen de datos o para profundizar los niveles de análisis y prever el tipo, ubicación e intensidad de muestreos.

b. Ampliación y generación de información:

La secuencia de actividades de esta etapa corresponden a: 1) Reconocimiento total del área de estudio, 2) Comprobación de la fotointerpretación preliminar, 3) Inicio de observaciones generales y detalladas, 4) Ajuste de las líneas de fotointerpretación, 5) Validación y/o rectificación de la información obtenida a nivel preliminar, y 6) Obtención de la información.

Para el desarrollo de las actividades descritas, se utilizó el siguiente material: Mapa topográfico de la hoja Amatitlán (No. 2059 II, Esc. 1:50,000), fotografía aérea de cuatro diferentes años, (1962, 1972, 1982, 1985). Equipo de fotointerpretación y de apoyo (estereoscopios de bolsillo y de espejos, acetatos, crayones, rapidógrafos, mapa base, etc.). De la información más importante se obtuvo: Clasificación taxonómica de los suelos a nivel de gran grupo (2); uso actual y cobertura, capacidad de uso de la tierra por la metodología propuesta por el USDA (7) y la comparación del uso de la tierra para cuatro diferentes épocas.

La información de las características biofísicas, se complementó con la ejecución de un estudio socioeconómico, realizado a través de visitas a las instituciones de servicio con presencia en el área, consultas a los moradores, observaciones directas y entrevistas, elaborando para esta última actividad un cuestionario.

2.2 Diagnóstico

Para el desarrollo del diagnóstico de la microcuenca, se efectuaron las siguientes actividades

- Procesamiento y expresión de la información biofísica y socioeconómica (descripciones, cuadros, figuras, etc.) que forman la caracterización de la microcuenca.
- Evaluación de los aspectos ambientales más afectados en la microcuenca. Para el efecto, se empleó como base el método de interpretación y valoración, con apoyo de listas de control, que son listas de efectos ambientales por identificación. (1, 3, 4). El procedimiento concreto se efectuó por medio del análisis del uso de la tierra para cuatro diferentes épocas. Para cada año se obtuvieron mapas temáticos en transparencias del uso actual; las transparencias fueron sobrepuestas sucesivamente en orden cronológico, detectando las diferentes manifestaciones de uso para un período determinado de años (años según fotos), complementando lo anterior, a través de la superposición de mapas temáticos de uso actual y capacidad de uso, para obtener el mapa de problemática en el uso de la tierra (método de interpretación y valoración). Adicionalmente, por medio de actividades como recorridos de campo, entrevistas y observaciones directas, se confeccionaron listas de efectos ambientales (método de identificación). Ambas metodologías permitieron obtener la evaluación de los efectos ambientales.
- Asimismo, se puntualizó información referente a los sitios físicos de mayor riesgo en la microcuenca, mediante la elaboración del mapa de áreas críticas obtenido de la superposición de los mapas de pendientes, susceptibilidad a la erosión, uso actual y cobertura, capacidad de uso, problemática en el uso de la tierra, así como del resultado de recorridos de observación en el área, mapeando los sitios con problemas actuales y potenciales, con apoyo de los datos de las características físicas de los suelos y de la tecnología aplicada al proceso de utilización de los recursos naturales del área.

- La evaluación de los aspectos ambientales más afectados en la microcuenca y la determinación de las áreas críticas, permitió efectuar un listado de las situaciones problema existentes en el sitio de estudio, para resumir los resultados del diagnóstico.
- Con base en dicha información, se introdujo en el estudio el concepto de generación de escenarios, cuya determinación pretende establecer una secuencia lógica de eventos que demuestren cómo bajo ciertas condiciones en el presente, pueden desarrollarse y llegarse a determinados estados en el futuro (3).
- Se generaron tres escenarios, que corresponden a: extrapolativo, especulativo y normativo. Los dos primeros se efectuaron asumiendo menor y mayor grado respectivamente, el probable desarrollo y la secuencia de eventos que posiblemente ocurran si se mantienen las tendencias actuales y del pasado reciente. El escenario normativo se estableció con base a estados deseables en el futuro, lo que implica la adopción de una serie de medidas para llegar a dicho futuro.

2.3 Propuesta del plan de manejo preliminar.

La sobreposición de mapas temáticos acerca del uso actual y capacidad de uso, definidos en las etapas anteriores del estudio, permitió determinar la problemática en el uso de la tierra; información que sirvió de base para establecer las zonas de manejo de la microcuenca, pretendiendo un reordenamiento en el uso de la tierra.

Definidas las áreas de acuerdo al nivel de uso que sus condiciones naturales pueden aceptar, conjuntamente con un análisis socioeconómico de las posibilidades de la población en el uso de la tierra, para el cumplimiento de sus satisfactores básicos, así como para la elevación de su nivel de vida, se procedió a estructurar programas y subprogramas de manejo en la microcuenca, cuya formulación pretende alcanzar el equilibrio entre desarrollo y conservación.

En cada programa y subprograma, se describen los objetivos y las actividades más relevantes a desarrollar para alcanzar los mismos.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. Características biofísicas más importantes

1.1 Hidrología

El sistema de drenaje de la microcuenca está constituido por una serie de cauces efímeros ubicados en toda el área, que fluyen directamente a la laguna. El agua captada en la microcuenca producto de la precipitación es la única fuente de recarga superficial de la laguna.

Se determinó que el uso principal del agua es para consumo humano, obtenida tanto a nivel directo de la laguna como por medio de la utilización de sistemas de bombeo. En total son 14 aldeas las que se benefician del agua, con una población aproximada total de 7797 habitantes.

1.2. Suelos

En la microcuenca se determinó la existencia de los siguientes órdenes de suelos: Inceptisoil, Mollisoil y Entisoil. Dentro de ellos, el gran grupo VITRANDEPTS del orden inceptisoil es el más representativo.

1.3. Erosión y sedimentación

El mayor problema de erosión en el área, es escurrimiento superficial. Las principales fuentes de sedimentación son las cárcavas y la erosión de áreas de cultivo, senderos y caminos.

1.4. Aspectos geotécnicos

Los principales aspectos geotécnicos del área, están asociados a la proximidad de la microcuenca al volcán de Pacaya. Las constantes erupciones y emanaciones de material volcánico tienen marcada incidencia en la estabilidad de la tierra.

1.5. Uso actual

El mayor uso en el área es el agrícola, en el que dominan los cultivos anuales y permanentes. Asimismo, por su extensión, se mencionan como usos importantes, el área ocupada por pastos y un remanente del bosque mixto latifoliado.

1.6 Capacidad de uso

En términos generales, la microcuenca posee una capacidad de uso eminentemente forestal, con más del 50 o/o del total del área ubicada entre las clases VI a la VIII, con limitaciones severas para la agricultura, por el alto peligro a la erosión, pedregocidad y la presencia de arena y grava en el suelo.

2. Socioeconómicas

La cuenca soporta un total de 1129 habitantes, para una densidad de 221 habitantes por km.²; la tasa de crecimiento poblacional se estima en 2,55 o/o. Las condiciones de vida de la población son muy bajas; infraestructura física deficiente. La estructura agraria está representada por una tenencia de la tierra mayoritariamente arrendada, tamaño promedio de las unidades productivas de 0.7 a 7 há., la ocupación principal es la agrícola; el principal producto es el café, con producciones muy por debajo de otras áreas cafetaleras (650 a 1950 kg/há). La comer-

cialización es principalmente por intermediarios, no existiendo fuentes públicas de financiamiento; la extensión y asistencia técnica es deficitaria.

3. Diagnóstico

La integración de la información obtenida en la determinación de los aspectos ambientales más afectados en la microcuenca y la ubicación y delimitación de áreas críticas, permitió obtener información sobre las situaciones problema, siendo éstas:

- Contaminación de la laguna
- Azolvamiento del lecho acuático
- Tala de árboles
- Nivel tecnológico tradicional
- Tendencia a la atomización de la tierra.
- Producción de maíz y frijol para autoconsumo
- Inadecuados canales de comercialización.
- Ausencia de organización comunitaria efectiva.
- Altos niveles de erosión del suelo.
- Uso de la tierra con fines agrícolas en áreas con capacidad de uso diferente.
- Ausencia de prácticas de conservación de suelos.
- Propensión al uso agrícola en tierras marginales para ello.
- Actividades de pastoreo, que reducen la capacidad de regeneración natural del bosque.
- Ausencia de asistencia técnica y crediticia.
- Niveles bajos de salubridad, nutrición, educación, vivienda y en general de servicios básicos.

Escenarios posibles

Escenario Proyecciones

- | | | |
|-----------|------|---|
| Actual | 1.1. | Incremento del minifundio |
| | 1.2. | Ocupación de tierras marginales para la agricultura |
| | 1.3 | Sucesión acuática |
| | 1.4 | Vulcanismo y antropía |
| | 1.5 | Emigración de la población |
| Acelerado | 2.1 | <i>Eutroficación y desaparición de la laguna</i> |
| | 2.2 | Procesos acelerados de destrucción de los recursos naturales. |
| | 2.3 | Procesos antrópicos de degradación |

- Controlado 3.1 Absorción de la población económicamente activa
 3.2 Control de la población a nivel familiar.

4. Plan de ordenación

Las zonas delimitadas con base a las condiciones biofísicas del área y del diagnóstico, corresponden a:

4.1. Zona de protección:

Objetivo: Mantener el estado natural del área.

Descripción del área: Con una extensión de 134 há. se localiza en las cimas de los cerros Grande, Chiquito y Hoja de Queso. Su capacidad de uso es eminentemente forestal.

4.2. Zona de uso múltiple:

Objetivo: Propiciar actividades de conservación y rehabilitación de áreas, con base en la capacidad de uso de la tierra y la factibilidad social de modificación.

Descripción del área: Posee una extensión de 376 há. De acuerdo a la intensidad de uso, ésta zona se subdivide en: 1) Continuación del uso actual, 2) Uso actual con manejo y 3) Recuperación.

5. Plan de manejo

El plan de manejo se estructuró en programas y subprogramas, de acuerdo al siguiente cuadro:

Cuadro de programas y subprogramas de manejo, microcuenca laguna Calderas.

PROGRAMA	SUBPROGRAMA
Manejo ambiental	Manejo de la laguna manejo y conservación de suelos Manejo de bosques Manejo de fauna silvestre
Desarrollo	Reordenamiento del uso de la tierra Extensión y asistencia técnica Reordenamiento económico Promoción Social
Investigaciones	— — — — —
Operaciones	Administración

Descripción de los subprogramas:

a) Manejo de la laguna:

Objetivo: Detener la eutroficación y sucesión acuática, asegurar el aprovisionamiento de agua a la población.

Estrategias:

- Reducir la erosión con la implementación de prácticas y estructuras de conservación de suelos, prohibir el uso a nivel directo de la laguna, veda temporal en la instalación de nuevas bombas para la extracción de agua.

b) Manejo y conservación de suelos

Objetivos: Conservar el recurso suelo, rehabilitar áreas degradadas.

Estrategias:

- Reforestar áreas muy inclinadas, cortes y rellenos de caminos, establecer plantaciones forestales en los terrenos limpios, utilización de prácticas para manejo y conservación de suelos.

c) Manejo de bosques:

Objetivo: Proteger la cobertura boscosa

Estrategias:

- Vedar cualquier tipo de aprovechamiento forestal, propiciar la regeneración natural y apoyarla con actividades de reforestación, restringir el pastoreo.

d) Manejo de fauna silvestre:

Objetivo: Proteger e incrementar las poblaciones faunísticas.

Estrategias:

- Prohibir la caza o recolección de fauna, introducir especies de plantas que provean de alimentación a la fauna, prohibir el daño y alteración de habitats.

e) Reordenamiento del uso de la tierra

Objetivo: Promover el aprovechamiento de la tierra con base en su capacidad de uso.

Estrategias

- Con base en el mapa de capacidad de uso de la tierra y el mapa de zonificación, y zonas de manejo, definir para cada área el uso correspondiente, elaborar mapas de identificación de propiedades y recomendación del uso a que debe ser sometida.

f) Extensión y asistencia técnica

Objetivo: Crear las condiciones necesarias para la aceptación y ejecución de las actividades propuestas en el plan.

Estrategias

- Dar a conocer el futuro de los recursos del área de continuar el ritmo y forma de uso actual.

g) Reordenamiento económico:

Objetivo: Propiciar un mejoramiento de la estructura económica de la población asentada en la microcuenca.

Estrategias

- Fomentar el cooperativismo, impulsar la instalación de un mercado artesanal, propiciar la abertura de nuevos mercados y la eliminación de intermediarios, promover créditos y otros incentivos para la producción y conservación, inclusión de paquetes tecnológicos.

h) Promoción social

Objetivo: Promover un incremento en la calidad de vida de la población.

Estrategias

- Ampliar y fortalecer los servicios educacionales y de salud, incremento en la calidad de la alimentación, fortalecer la organización comunitaria, mejorar servicios de agua potable, deposición de excretas y aguas servidas.

i) Investigación

Objetivo: Formular estudios que permitan obtener información que apoye y retroalimente los esfuerzos de manejo del área.

Estrategias

- Hacer énfasis en investigaciones hidrogeotécnicas, geotécnicas, batimé-

tricas y de sucesión vegetal; promover la ejecución de un plan de manejo a nivel semidetallado.

j) Administración

Objetivo: Promover la ejecución del plan.

Estrategias:

- Promover el cumplimiento de la Ley de Consejos de Desarrollo para permitir la administración del plan, solicitar el nombramiento de un representante de la Comisión Nacional de Manejo de Cuencas para asesoría y coordinación en la ejecución del plan, elaborar planes operativos anuales, revisar y evaluar continuamente el plan.

CONCLUSIONES

1. El desarrollo del diagnóstico del área, manifiesta la necesidad de promover acciones inmediatas para la puesta en ejecución de actividades prioritarias contenidas en el plan, a fin de garantizar en el corto y mediano plazo, la protección, conservación y rehabilitación de la microcuenca de la laguna de Calderas.
2. Los aspectos más relevantes relacionados con el deterioro ambiental de la microcuenca son: la degradación y reducción del bosque natural, el uso inapropiado de la tierra y la repercusión de dichas actividades en problemas de sedimentación, contaminación, eutroficación y tendencia a la desaparición de la laguna.
3. Las actividades a desarrollar para la puesta en operación del plan de manejo se fundamentan en el reordenamiento en el uso de la tierra, en donde cada unidad sea utilizada conforme su capacidad de uso y las necesidades de la población que tiene acceso y uso de los recursos del área.

RECOMENDACIONES

1. Es necesario que este plan sea ejecutado en el menor tiempo posible, en virtud de que solamente mediante su ejecución y actividades complementarias de supervisión, control, vigilancia y evaluación del plan, podrá determinarse la necesidad de su modificación y de la toma de medidas correctivas con el fin de replantear los objetivos y procesos de planificación en el manejo.
2. Previo al inicio de cualquier actividad, debe de promoverse y asegurarse la participación de las comunidades asentadas en el área, con el fin de hacer valideros los esfuerzos que sobre el particular se realicen.

3. La continuación de la fase de investigación a través de la realización de un estudio de manejo a nivel de semidetalle.

CUADRO 1
CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA, MICROCUENCA LAGUNA
CALDERA, GUATEMALA

Clase	Sub clase	Unidad	Extensión/has	o/o
I	s = pedregoso		61.36	12.0
II	s = "		26.4	5.2
IV	e = peligro de erosión s = pedregoso		25.12	4.9
VI	e = peligro de erosión	1 = peligro de erosion	134.24	26.3
VII	e = "	1 = "	200.38	39.2
VIII	s = pedregoso	0 = arena y grava en el sustrato	21.92	4.3
VIII	s = pedregoso w = humedad	3 = lenta o muy lenta permeabilidad	8.8	1.7
Laguna			32.48	6.4
TOTALES			510.72	100.0

FIGURA 1
USO ACTUAL Y COBERTURA, MICROCUENCA LAGUNA CALDERAS
GUATEMALA

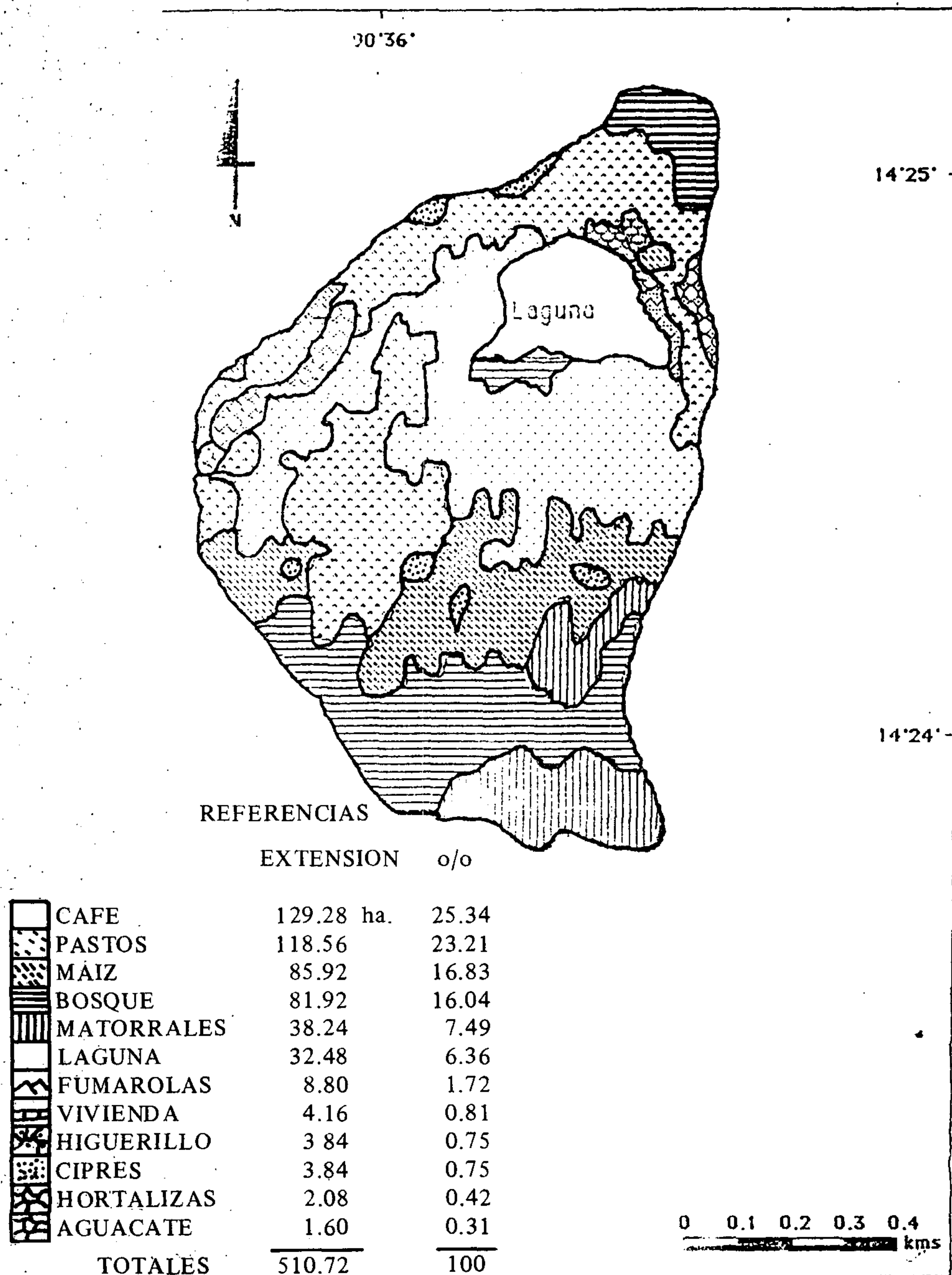
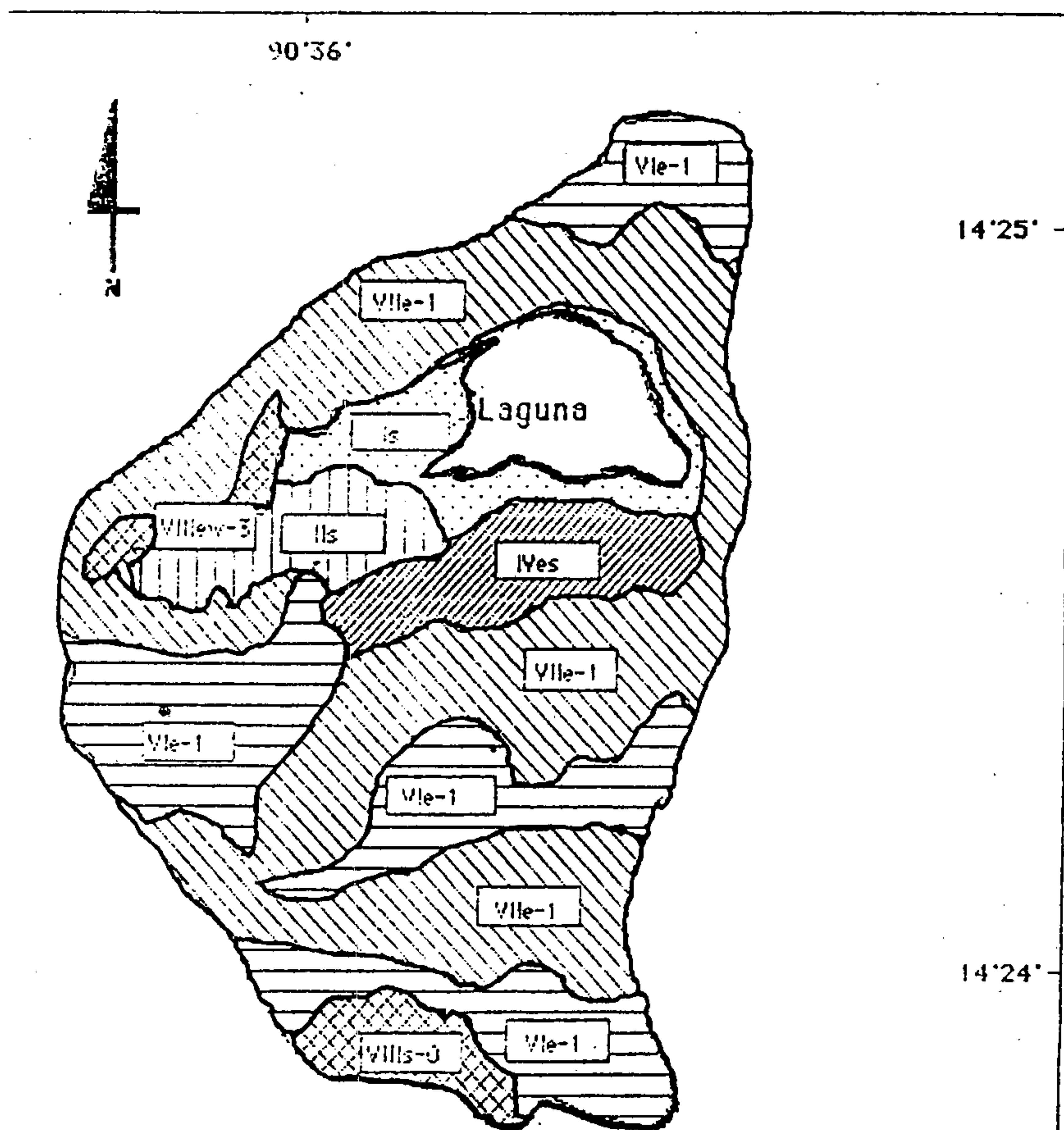


FIGURA 2
CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA MICROCUENCA LAGUNA
CALDERA GUATEMALA



REFERENCIAS

Clase	Extensión	o/o
Is	61.28 ha	12.00
IIs	26.40	5.17
IVes	25.12	4.92
Vle-1	134.44	26.32
VIIe-1	200.28	39.21
VIIIIs-0	21.92	4.29
VIIew-3	8.80	1.72
Laguna	32.48	6.37
Totales	510.72	100.00

0 0.1 0.2 0.3 0.4
kms

BIBLIOGRAFIA

1. CONTRERAS MANFREDI, H. s.f. Impacto social de los impactos ambientales. Costa Rica, CATIE. 6 p.
2. ESTADOS UNIDOS. AGRICULTURAL RESERACH SERVICE. 1975. Soil taxonomy, a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. Estados Unidos de América, USDA. Handbook No. 436. 754 p.
3. FERREIRO, O.E. 1984. Metodología para la planificación del manejo de cuencas hidrográficas y su aplicación a la cuenca del Río Tuis, Costa Rica. Tesis Mag. Sc Turrialba, C.R./CATIE. 489 p.
4. GOMEZ OREA, D. 1987. El medio físico y la planificación. Madrid, España, Centro Internacional de Formación de Ciencias Ambientales, 163 p.
5. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1972. Atlas Nacional. Guatemala. 52 p.
6. ——— INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. 1983. Mapas de zonas de vida a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Geográfico Militar. Esc. 1:250,000. Color.
7. LUCKE, O. 1986. Consideraciones básicas sobre aplicación de metodologías de análisis en la planificación de uso de la tierra y la toma de decisiones. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 34 p.
8. PEREIRA RODAS, L.F. 1986. Caracterización preliminar de la cuenca de la laguna de Calderas, Guatemala. Investigación Inferencial EPSA. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 140 p.
9. SIMMONS, 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, José de Pineda Ibarra. 1000 p.

MANEJO DE BOSQUES

EL MANEJO DE LOS BOSQUES TROPICALES EN EL TROPICO HUMEDO: ALGUNAS CONSIDERACIONES PARA SU VIABILIDAD ECONOMICA

Claudio Cabrera Gaillard*



K10

RESUMEN

El manejo de los bosques naturales puede ser una opción para la conservación de la biodiversidad de los mismos y para la producción de bienes y servicios en el tropico humedo. Para el manejo de los bosques naturales se deben tomar en cuenta cuatro elementos: el tiempo: la producción forestal necesita de un tiempo extremadamente largo, los productos: que en gran parte se desconoce su utilidad; el valor de los bienes y servicios: en donde la economía tiene mucha dificultad en evaluarlos, y el comercio internacional de productos forestales tropicales: que obedece a la división internacional del trabajo.

Los cuatro elementos son fundamentales para poder planificar el desarrollo forestal continuo y a largo plazo de los países tropicales. Las soluciones para frenar la deforestación en el trópico dependen de la toma de decisiones y las acciones a nivel internacional, nacional y microregional.

* Docente Investigador, área Integrada, Facultad de Agronomía. Universidad de San Carlos de Guatemala.

I. INTRODUCCION

Actualmente la deforestación en el trópico húmedo ha alcanzado tal intensidad que se ha convertido en inquietud a nivel mundial (Sirkis, 1989).

Según Palo y Salmi (1987) la intensidad de la deforestación y el estado de los bosques tropicales está íntimamente ligada a la densidad de la población humana. Esta consideración es importante, pero otros factores de tipo social son determinantes en la relación hombre-naturaleza. En la figura 1 se puede notar la relación entre el porcentaje del área boscosa y la densidad de población para algunos países de América tropical a mayor densidad de población menor porcentaje de área boscosa.

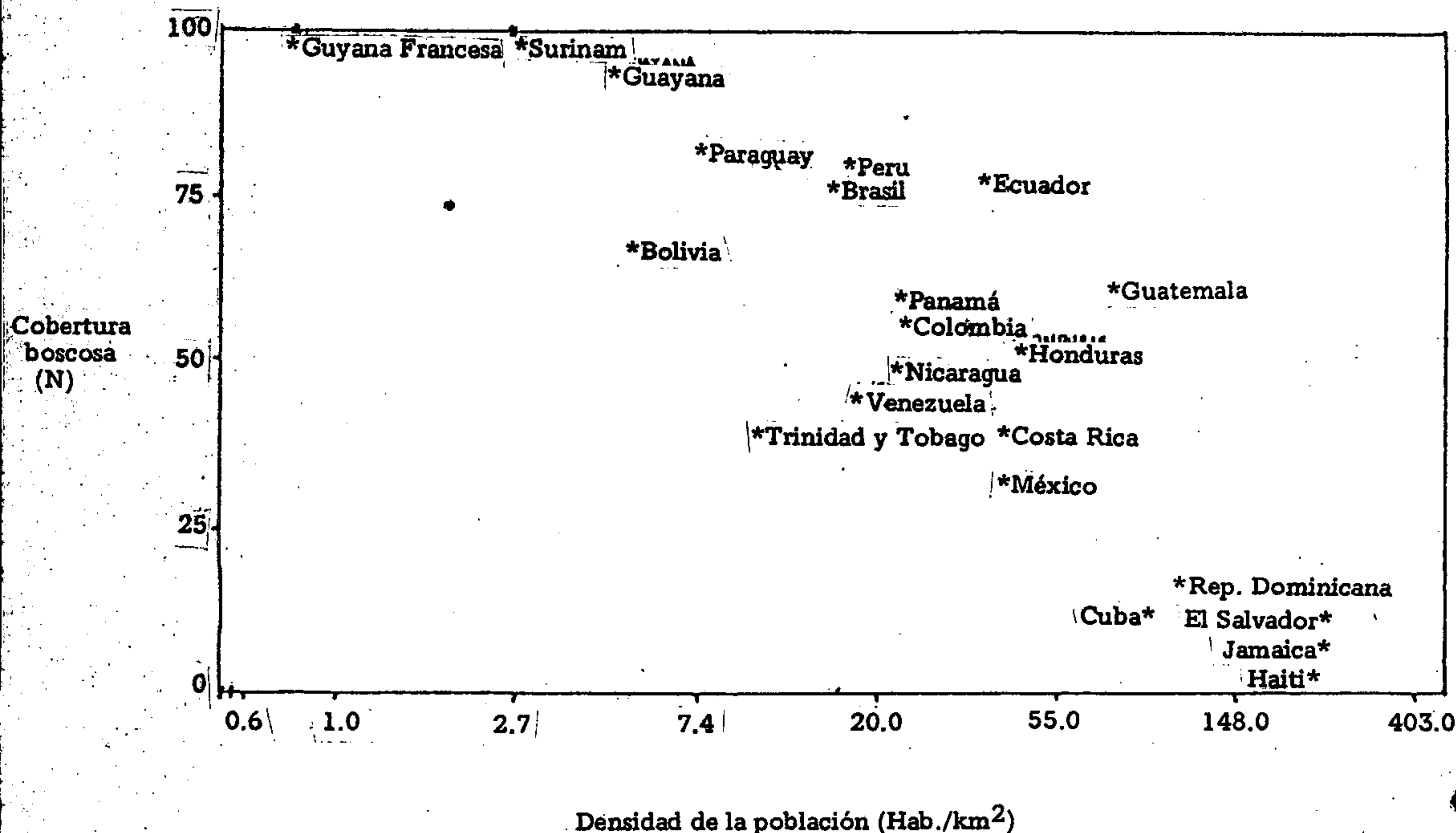


Fig. 1. Relación entre cobertura boscosa (o/o) y la densidad de la población para algunos países de América Tropical (Palo y Salmi, 1987).

La importancia de los bosques tropicales húmedos¹ no radica en la producción de oxígeno. Según Sirkis (1989), la Amazonia no es "el pulmón de la tierra" ya que prácticamente consume la totalidad del oxígeno que produce, pero constituye el banco genético más grande del planeta y el hábitat de más del 60 o/o de

1 Para el presente artículo: bosque tropical húmedo es el ecosistema constituido esencialmente de especies latifoliadas, establecido hasta 100 m de altitud en la zona tropical

especies de todos los seres vivos. Una muestra de 2 ha de bosque tropical húmedo puede albergar más de 200 especies de árboles en comparación con 10 a 20 que pueden encontrarse en una muestra similar en bosque de clima templado (Hadley y Lanly, 1983).

Independientemente de la superficie deforestada anualmente, los principales problemas de la transformación de bosques naturales tropicales en agroecosistemas son: Pérdida de material genético existente, trastorno de los ciclos biogeoquímicos y cambios climáticos y microclimáticos.

La solución al problema de conservación de los ecosistemas naturales puede encontrarse a través de la planificación de diferentes estrategias, que respondan esencialmente a las necesidades básicas de la sociedad: manejo de áreas protegidas, manejo de bosques naturales, plantaciones forestales, sistemas agroforestales o intensificación de los agroecosistemas de acuerdo con la capacidad de uso de los suelos.

El presente artículo se centra en el manejo de los bosques naturales en el trópico húmedo y de los principales inconvenientes para su uso sostenido, como una alternativa para la conservación de la biodiversidad.

La ordenación "clásica" de los bosques naturales en el trópico, presenta un inconveniente principal: el pequeño número de especies explotables, que limita el volumen comercial con respecto al volumen total. El volumen comercial representa aproximadamente el 5 o/o del volumen para África y América tropical y 15 o/o para Asia tropical (B.C. Yeom, 1984). Esta limitante determina en cierta medida la incapacidad de los ecosistemas naturales manejados para competir con otros usos de la tierra: urbano, agrícola, ganadero e inclusive plantaciones forestales.

Como lo afirma Alba (1953), dos líneas de acción son necesarias para resolver el problema del bajo volumen comercial:

- a) Ampliar la gama de especies comerciales, a través de la investigación en el campo de la transformación de productos y subproductos forestales y/o;
- b) Aumentar el rendimiento de los árboles de las especies comerciales.

II. ECONOMIA FORESTAL EN EL TROPICO HUMEDO, ALGUNOS ELEMENTOS

En una región en donde la economía dominante es de "libre mercado" el bosque natural es transformado en otros usos de la tierra (agricultura, ganadería) porque su explotación no puede competir económicamente con ellos (Leslie, 1987).

Según Leslie (1974), la producción forestal como actividad económica, presenta ciertas características que obligan a analizar este sector en forma particular. Dentro de los elementos más importantes se pueden mencionar:

a) **El tiempo.** La producción forestal necesita de un tiempo extremadamente largo en comparación con otros usos de la tierra como la agricultura y la ganadería.

b) **Los productos:** El bosque tropical húmedo posee una serie de productos cuya utilidad se desconoce, variable que es determinada por la diversidad de las especies que lo componen, la heterogeneidad espacial de sus ecosistemas y el poco estudio que ha sido objeto.

c) **El valor de los bienes y servicios** La economía como ciencia tiene mucha dificultad en evaluar los bienes y servicios generados en el bosque.

d) **El comercio internacional de productos forestales tropicales.** El cual obedece a la división internacional del trabajo, y donde la función de los países subdesarrollados es proveer materia prima.

Según Deurr (1960) en el proceso de producción forestal, el producto (la madera) está físicamente ligado y es inseparable de la fábrica (el árbol). En consecuencia se tiene que poner en práctica una serie de técnicas originales para identificar y conservar el capital.

A) EL TIEMPO

La diferencia entre la silvicultura y la agricultura radica en la duración del ciclo de producción. Este hecho es característico sobre todo para la producción de madera, ya que aún las especies de rápido crecimiento —por ejemplo (*Gmelina arborea*)— tienen un ciclo de por lo menos 5 años para ser utilizada en fabricación de pasta de papel. Para la mayoría las otras especies de turno puede llegar al menos a 20 años (Leslie, 1974). Debe tomarse en cuenta también que la reproducción física de una masa forestal puede tomar la mitad o más, de toda la vida de un agricultor tropical.

El tiempo es limitante a nivel microeconómico, ya que impide que la ordenación forestal pueda competir con otros usos de la tierra. En los otros sectores o subsectores de la economía, los procesos son a plazos bastante cortos y no consideran en la mayoría de los casos la sostenibilidad del sistema a largo plazo, ni los costos para mantenerlo.

Las implicaciones económicas del tiempo se reflejan directamente en el pago de las amortizaciones por parte de las empresas forestales (ver cuadro 1).

A nivel macroeconómico, la limitante más importante se presenta en la planificación del desarrollo y la producción forestal, ésta debe realizarse a un plazo

mucho mayor que el de las transiciones políticas, frecuentes en los países tropicales.

B) LOS PRODUCTOS

El bosque tropical húmedo genera una serie de productos animales y vegetales que no se toman en cuenta en las evaluaciones de "rentabilidad". En el norte de Costa de Marfil, por ejemplo, el consumo de carne proveniente de animales silvestres es de 27 g diarios por persona (Sale, citado por Yaa Ntiamoa-Baidu, 1987) y en Nigeria, del 46 al 62 o/o de la carne consumida proviene de animales silvestres. El 95 o/o de las personas entrevistadas en ese estudio consumen carne silvestre regularmente (Martin, 1983).

Según De Camino (1987) en el ecosistema bosque tropical hay gran cantidad de valores, muchos de los cuales no se conocen suficientemente. Algunos estudios de caso han sido realizados sobre los productos alimenticios en el bosque tropical húmedo (UNESCO, 1989).

En 1982 Catinot propuso la utilización integral del bosque tropical húmedo para fines industriales. Pero dos condiciones eran necesarias para lograr la utilización integral: a) que la utilización de los productos sea asegurada por una industrialización económicamente sana; y b) que la regeneración del bosque integralmente destruido sea asegurada por plantaciones forestales, manteniendo el potencial económico y ecológico del sitio (Catinot, 1982). Actualmente los métodos silvícolas de "apoyo a la regeneración natural" han demostrado su eficiencia. Sobre todo en este momento en el que se está ampliando la lista de especies comerciales (Maitre, 1987). En Costa de Marfil cada año se incluye una nueva especie en la lista de especies comerciales, debido a la investigación en el campo de la tecnología de la madera (Cabrera, 1988).

Otro problema que se plantea es el modo de industrialización de los productos utilizables industrialmente del bosque tropical húmedo. De hecho las formas de transformación de productos forestales fueron concebidas para bosques templados, con un número reducido de especies. La transposición de los modelos de transformación industrial de los bosques templados a bosques tropicales húmedos encuentra dificultades sobre la cantidad de especies explotables y su regeneración natural, y por ende la baja tasa de retorno en el manejo.

En efecto, no se han desarrollado técnicas de transformación de productos forestales apropiados para el trópico húmedo, solo se ha tratado de adaptar el bosque a las formas de transformación existentes; como ejemplo, se puede notar que todos los métodos silvícolas utilizados hasta el momento en el trópico húmedo tiene como regla general la simplificación del ecosistema (Cabrera, 1988).

Cualquiera que sea el producto final, todos los bienes comercializables del bosque natural son productos extractivos tanto los productos leñosos (madera) y no leñosos (frutos, hojas, flores, raíces, látex, resinas, fauna silvestre, etc.).

Siendo los productos provenientes del bosque natural de orden extractivo, el costo de ellos no toma en cuenta su propia reproducción como materia prima. A continuación se presentan elementos relacionados con el valor de los bienes y servicios generados en los bosques tropicales húmedos.

C) EL VALOR DE LOS BIENES Y SERVICIOS

La palabra precio tiene su origen en el latín "pretium" y está definida por la relación de valor de un bien con otro; relación de intercambio entre un bien y otro (la moneda por ejemplo).

El precio de la madera esta formado por ella misma, el costo de extracción y transporte, el costo de los impuestos y un beneficio.

Para la teoría liberal el precio de un producto se determina con respecto a la ley de la oferta y la demanda. Existen dos problemas si este principio se aplica al manejo de bosques naturales: a) no se toma en cuenta la reproducción de la materia prima y b) ¿Cómo se puede confiar en la ley de la oferta y la demanda de un recurso que no se está produciendo y del que no se conocen sus existencias (oferta)?

Por otra parte, Deléage y Hémery (1989) en su estudio "la ecología crítica de la economía", afirman que el análisis de Marx hace del trabajo la fuente exclusiva de la creación de valor, ignorando el costo tácito de los productos naturales.

Para Passet (1984 y 1989) la teoría económica cualquiera que sea su origen, posee muchas limitaciones para poder evaluar los bienes y servicios generados por los ecosistemas naturales.

Algunas investigaciones realizadas en países industrializados basados en el costo de oportunidad, plantean la evaluación de los beneficios no monetarios del bosque (Beazley, 1961 y Borgau, 1970).

Tomando en cuenta el ejemplo de la producción de madera se puede notar que el costo de la misma en los países tropicales está formado esencialmente por el costo de extracción y el costo de transporte, pero en ningún momento la reproducción de la materia prima.

El cuadro 1 presenta los diferentes componentes del precio "a la salida de la explotación¹" para tres países. Se puede notar que los impuestos representan en los países africanos menos del 11 o/o del gasto, y este mismo rubro representa en Asia el 31 o/o.

1. El precio a la salida de la explotación esta formado por los gastos generales de explotación en el bosque (Esteve & Lepitre, 1988).

CUADRO 1
COMPONENTES DEL COSTO (o/o) A LA SALIDA
DE LA EXPLOTACION

ACTIVIDAD	(1985) Camerun	(1985) Congo	(1985) R.C.A.*	(1981) Indonesia
Impuestos	11.1		10.7	29.8
Salarios	24.9	32.1	21.4	16.0
Amortizaciones	23.0	22.5	6.1	18.6
Carburantes y lubri.	12.2	12.9	28.3	4.8
Repuestos	15.4	22.1	25.6	15.8
Gastos Grales. Seguros	13.4	10.4	7.8	14.9

Fuente: Esteve y Lepitre, 1988.

*R.C.A.: República Centroafricana.

Se puede notar también en este cuadro la importancia de las amortizaciones en la explotación; aproximadamente 20 o/o para Camerún, el Congo e Indonesia y 6 o/o para la República Centroafricana (R.C.A.).

Para el caso de las exportaciones, el precio puesto en barco (FOB: free on board) es el precio de la madera en rollo destinada a la exportación, cargada sobre el barco que la transporta (Esteve y Lepitre, 1988).

El cuadro 2 muestra la formación del precio de costo FOB en algunos países de Africa. Se puede notar la importancia del transporte mayor² con una variación del 25 al 75 o/o.

El precio de la madera a nivel internacional ha variado considerablemente. Para Febre y Schrimmer (1986), entre 1970 y 1985 existió una baja en la demanda y dificultades en la oferta. El aumento del precio del petróleo y del dólar afectaron los costos de inversión y de mantenimiento del material y equipo de explotación (de origen norteamericano en su mayoría). Por otra parte el recurso forestal tropical se encuentra menos disponible y a mayores distancias

D) EL COMERCIO MUNDIAL DE PRODUCTOS FORESTALES TROPICALES

En 1984 el volumen de intercambio monetario de maderas tropicales fue igual al valor del comercio de cacao y café juntos (Ministerio de Agricultura, Francia, 1984). El 83 o/o proveniente del Asia de sudeste, 13 o/o del Africa y 4 o/o de América tropical.

2. Transporte mayor: transporte de la madera de la salida de la explotación a la industria de transformación

CUADRO 2
 PORCENTAJE DE LA PARTICIPACION DEL PRECIO A LA SALIDA
 DE LA EXPLOTACION Y EL TRANSPORTE MAYOR EN LA FORMACION
 DE PRECIO DE LA LLEGADA A LA INDUSTRIA

ACTIVIDAD	Camerún	Congo	Costa de Marfil	Gabon
Precio a la salida de la explotación	48	37	45	54
Transporte mayor	52	63	55	46
T O T A L	100	100	100	100

Fuente: Esteve y Lepitre, 1988.

Se puede notar que solamente 4 maderas de la familia Dipterocarpaceae (Asia tropical) suman el 61 o/o del comercio en Asia. Entre 1973-74 estas cuatro maderas sumaban 50 o/o de las exportaciones mundiales de maderas tropicales.

El comercio mundial de maderas tropicales está determinada por la división internacional del trabajo y el orden económico internacional. De 1980 a 1988 las maderas tropicales perdieron el 18 o/o de su valor en el comercio internacional (Gombaudo, 1989) acelerando la degradación de los términos del intercambio.

Para De Camino (1987) un análisis más profundo podría considerar la influencia de las formaciones boscosas del trópico en el macroclima como un beneficio no pagado por las sociedades industrializadas.

Según Huguet (1989) un metro cúbico de madera tropical cuesta entre 10 a 100 veces menos que un metro cúbico de madera de un país templado, a similares condiciones de calidad.

Algunos países desarrollados muestran su inquietud por el problema de la deforestación en los trópicos, por ejemplo Cassen (1989) en su artículo "¿De quién es la Amazonia?", realiza un análisis del problema de la injerencia de los países desarrollados en la colonización (con fines agropecuarios) realizada en el norte de Brasil.

Pocas han sido las medidas a nivel internacional que han abordado el problema fundamental. Se puede tomar en consideración tres ejemplos:

- a) El convenio internacional de comercio de maderas tropicales, cuyas conclusiones generales son 4:

- * apoyo a la investigación para el desarrollo,
 - * apoyo a la reforestación y el manejo de bosques,
 - * apoyo a la información sobre mercados y fluctuaciones del mismo y
 - * apoyo a la intensificación de las actividades de transformación en los países productores.
- b) Una segunda proposición es el pago de la "deuda por naturaleza" (debt for nature swaps), encausada principalmente para la conservación de los ecosistemas. El objetivo es transferir a nivel nacional, parte del valor de la deuda externa para el manejo de áreas silvestres.
- c) El Plan de Acción Forestal Tropical (PAFT) propuesto por la FAO, es un instrumento para reforzar el compromiso y para reorientar, intensificar y armonizar las actividades con miras a la conservación, la regeneración y el aprovechamiento sostenido de los recursos forestales tropicales en apoyo de un desarrollo socioeconómico duradero (FAO, 1985). El objetivo principal es ayudar a los países en desarrollo a decidir las prioridades nacionales en materia de recursos forestales y su potencial, actualizar sus políticas y planes a tal efecto preparar propuestas y obtener apoyo económico necesario para costear programas y proyectos que les permitan llevar a efecto sus políticas y planes nacionales.

Estos tres ejemplos pueden contribuir a frenar el problema de la transformación de los ecosistemas naturales, pero no abordan el problema estructural: la competitividad de los ecosistemas naturales manejados con otros usos de la tierra.

III. CONDICIONES ECONOMICAS PARA LA VIABILIDAD DEL MANEJO DE LOS BOSQUES NATURALES EN EL TROPICO HUMEDO.

¿Cómo poder hacer más competitivo el manejo de bosques naturales con respecto a otros usos de la tierra? Las posibles alternativas son realizables a diferentes niveles de decisión y de acción. Siempre dependiendo de las condiciones específicas de una región, país, comunidad o bosque manejado.

La realidad socio-económica de cada país define la propiedad del recurso forestal, en el caso de los países del Asia tropical y Africa tropical, las tierras forestales son, en su mayoría, propiedad del Estado. En el caso de América tropical (a excepción de Perú y Ecuador) el sector privado se está apropiando de las tierras forestales.

Este factor es de suma importancia porque define quien maneja el bosque. Entre los actores pueden estar: el Estado a través del servicio nacional de bosques, los industriales madereros, el propietario del terreno (pudiendo también ser el Estado) y el comerciante de madera.

En el presente artículo se aborda el problema a nivel general. Se trata de presentar las condiciones económicas para la viabilidad del manejo de los bosques

naturales en el trópico húmedo, desarrollando los cuatro elementos que se consideraron fundamentales: el tiempo, los productos, el valor de los productos y los intercambios internacionales en los diferentes niveles de decisión.

1) NIVEL INTERNACIONAL

La preocupación de los países industrializados motivada por la 'hipótesis Gaia' (Lovelock, 1986) despertó un marcado interés en el futuro de los bosques tropicales. La disminución de la capa de ozono, el efecto de invernadero y sus dramáticas consecuencias, han puesto en guardia a los países desarrollados (Cassen, 1989; Passet, 1989; Morin, 1989).

Esta preocupación provocó inclusive conflictos diplomáticos entre Brasil y Francia (Ramonet, 1989) porque se ponía en duda la capacidad de los brasileños para manejar sus recursos naturales.

La contradicción mayor de estos conflictos radica en que se pretende que los países tropicales protejan sus bosques pero no se valorizan los productos forestales de esos países a nivel internacional. Este problema está directamente relacionado al comercio internacional de maderas tropicales. Se hace necesario un convenio internacional de maderas tropicales que garantice la reproducción de la materia prima, cualquiera que sea el productor.

Si los países industrializados desean que los países tropicales protejan sus bosques conjuntamente con su biodiversidad, deben al menos comprar las maderas tropicales a su justo valor.

Se hace necesario también el financiamiento de proyectos pilotos de manejo de bosques naturales y programas de investigación a largo plazo. Las líneas de investigación prioritarias pueden ser: a) silvicultura en bosque natural: evaluación de diferentes métodos silvícolas (más de 10 métodos de silvicultura tropical han sido utilizados desde hace 60 años en África tropical, Cabrera, 1988); b) estudio de las especies llamadas secundarias y de su transformación, así como de otros productos provenientes del bosque y; c) comparación económica de varios tipos de manejo con otros usos de la tierra.

2) A NIVEL NACIONAL

El Estado es el encargado de darle prioridad a la producción de un bien determinado a través de políticas económicas. Esa prioridad se puede materializar a través del subsidio directo o indirecto, con el objeto de incentivar el bien prioritario.

En las economías de corte neoliberal existe una protección sobre todo del sector primario (agricultura en Inglaterra, EEUU y Japón). Esta protección se realiza a través de la transferencia de recursos de un sector de la economía a otro.

Pero en casi ningún país tropical la producción de madera ha sido prioritaria con respecto a los otros productos provenientes del suelo. El nuevo oleaje liberal plantea la "rentabilidad" en cualquier actividad. Una pregunta escapa a esta concepción, ¿es rentable el gasto que se realiza para mantener la "soberanía nacional"? ¿No serán los bosques parte de la seguridad nacional? Ya se expuso que la importancia de los bosques no es solamente nacional sino mundial.

Es necesaria la transferencia de recursos financieros entre sectores e inclusive sub-sectores de la economía nacional.

Una política económico-financiera es necesaria para otorgarle al subsector forestal más importancia a través de la transferencia de recursos y la recaudación de fondos internacionales, a fin de disminuir la importancia del tiempo como limitante del desarrollo forestal a nivel nacional.

3) A NIVEL DE UNIDAD PRODUCTIVA

Hay algunas recomendaciones que pueden exponerse con respecto al problema de la eficiencia de las unidades productivas (ecosistemas naturales manejados).

Mientras se siga explotando el bosque como si fuera una explotación minera, todos los problemas económicos mencionados seguirán vigentes. Por consiguiente se hace necesaria la delimitación de áreas de manejo de bosques naturales, lo cual conduciría a:

- * disminución de los costos de infraestructura y transporte, muy importante en la explotación forestal (valor de los bienes y servicios).
- * disminución de las zonas de bosque perturbado,
- * mejoramiento de las medidas de protección de las zonas de manejo claramente localizadas.
- * involucrar a la industria de transformación en la producción forestal

Se hace necesaria también la transformación de la materia prima "in situ" (bosque, comunidad cercana, región o país), con el objeto de disminuir el volumen de transporte, aumentar la capacidad de transporte y agregar valor a la materia prima lo antes posible. Esto podría contribuir a involucrar a los agricultores en las unidades de manejo de bosques.

Sin una acción a diferentes niveles de decisión política internacional, regional, nacional o microregional basada sobre principios socio-económicos, el bosque no

podrá resistir la competencia de otros usos de la tierra. El manejo de los bosques naturales alcanzará importancia hasta el momento de una crisis generalizada y una posible competencia de los productos forestales con otros productos de origen agrario.

IV. BIBLIOGRAFIA

1. ALBA, P. (1953). A propos de l'enrichissement des forêts denses de l'ouest africain. *Bois et forêts des tropiques*. (32). 11-14.
2. BEAZLEY, R.I. (1961). Some considerations of optimizing public forest recreational development an value. *Journal of forestry*. 59(9):644-650.
3. BORGAU, J.M. (1970). Essai d'évaluation économique de la fonction récréative de la forêt. *Revue Forestière Française*. 22 (3):401-414.
4. CABRERA-GAILLARD, C. (1988). Aménagement de la forêt dense humide contribution a l'étude des éclaircies, le cas de la forêt de Yapo. CTFT-ENGREF, Montpellier, France, 70p.
5. CAMINO, R. de (1987). Algunas consideraciones económicas en el manejo de bosques tropicales, In Conferencia sobre manejo de bosque tropical. Río Piedras, Puerto Rico.
6. CASSEN, B. (1989). A la recherche d'une nouvelle solidarité. *Le Monde Diplomatique* (428) 15.
7. CATINOT, R. (1978). L'utilisation integrale des forêts tropicales humides est-elle possible?. *Bois et forêts des Tropiques*, (181):3-14.
8. DELEAGE, J.P. & HEMERY, J. (1989). L'écologie critique de l'économie. In *rappel a la nature; Homme et la société* (91-92).
9. DUERR, W.A. (1960). Fundaments of forestry economics. Mc Graw-Hill. New York, Chap. 1.
10. ESTEVE, J. & LEPITRE, C. (1988). Exploitation forestière CTFT, Nogent-sur-Marne, Francia. 203p.
11. FAO, (1985). Plan de acción forestal tropical, FAO, PNUD, BM, WRI Roma 32p.
12. GOMBAUD, J-L. (1989) Retour aux lois du marché sauvage, concurrence chute de cours. *Le Monde Diplomatique*, (428): 26-27.

13. HADLEY, M. & Lanly, J.P. (1983). Ecosystems forestières tropicaux différences et similitudes. UNESCO, 19(1). 2-19.
14. HUGUET, L. (1989). L'aménagement des forêts plantées ou forêts naturelles. *Sylva* (2) 1.
15. LESLIE, A.J. (1974). Problemes économiques de la forestierie tropicale. FAO. Rome, 138p.
16. LESLIE, A.J. (1987). Los bosques tropicales de especies mixtos; nuevo examen de los aspectos económicos de lo sistemas de ordenación natural. *Unasylva* 39 (155) 146-57.
17. LEROY, O. (1985). Nord-Sud, le dossier des produits de base les bois tropicaux. Bruxelles, pp. 244-252.
18. LOVELOCK, J.E. (1986). Gaia, a new look at life on earth. Trad. Coutariau P & Rollinat Ch. Le Rocher, Mónaco, 193p.
19. MAITRE' H.F. (1986). Dynamique des peuplements de forêt dense humide en Afrique. *Bois et Forêts des Tropiques* (213) 3-12.
20. MARTIN, G.H.C. (1983). Bushmeat in Nigeria with environmental implication as natural ressource *Environ. Conser* 10:125-132.
21. MINISTERE DE L'AGRICULTURE, FRANCE (1984). Le commerce international des bois tropicaux. Direction des forêts. Francia, sp.
22. NTIAMOA-BAIDOU, Y. (1987). La fauna silvestre del Africa occidental en peligro. *Unasylva* 39(156). 27-35.
23. PALO, M. & SALMI, J. (1987). Deforestation or development in the third world? The finnish forest research institute Helsinki, Finlandia, pp. 72-74.
24. PASSET, R. (1983). L'économie et le vivant. Payot, Francia. 241p
25. PASSET, R. (1989). Que l'économie serve a la biophère. *Le Monde Diplomatique*, (425) 4-5.
26. RAMONET, I. (1989). A qui appartient l'Amazonie? *Le Monde Diplomatique*. (421). 27.
27. SCHIRMER, I. & FEBRE, E. (1986). Profesion: Importador de maderas tropicales, una actividad en mutación en un mercado en regrésión *Bois et Forêts des Tropiques* (213). 14-25.

28. SIRKIS, A. (1989). L'Amazonie peut encore etre sauvée?. Le Monde Diplomatique. (428):6.
29. UNESCO. (1989). Se nourrir de la forêt equatoriale. UNESCO-MAB-CNRS. Paris, 96p.
30. YEOM, B.C.F. (1984). ¿Cuáles son las posibilidades de las especies arboreas poco conocidas? *Unasylva* 36(145):3-22.

NOTAS TECNICAS

EL USO Y MANEJO DE LOS PLAGUICIDAS

H10

Por. Ing. Agr. MSc. Alvaro Hernández

Durante muchos años la táctica del control químico utilizando diversos plaguicidas agrícolas para cultivos de consumo interno y de exportación, ha sido factible debido a la disponibilidad ilimitada de los mismos.

Muchos técnicos ante la problemática de plagas (patógenos, nemátodos, insectos, etc.) automáticamente recomendaban dichos productos como medida eficaz e inmediata.

Actualmente pequeños, medianos y grandes productores de hortalizas y otras plantas de consumo humano, al exportar estos productos a otros países, especialmente a los Estados Unidos, se ven en la necesidad de conocer las normas y reglamentos en relación al uso de plaguicidas, pues de lo contrario se corre el riesgo de que sean rechazados.

Los técnicos y los agricultores en general, relacionados con el ramo de exportación de productos no tradicionales, tienen que considerar lo siguiente:

1. País a donde se exportará el producto de consumo humano.
2. Si se exporta a EEUU se deben usar plaguicidas aprobados por la Environmental Protection Agency (EPA).
3. Considerar el cultivo y el tipo de plaguicida registrado en los Estados Unidos.
4. Considerar que existen niveles de tolerancia de residuos de plaguicidas que son permitidos en los productos que se exportan.
5. Tomar en cuenta la limitación de que no se puede aplicar un producto plaguicida unos días antes de la cosecha, según la norma, según el cultivo y según el plaguicida.
6. Seguir correctamente las recomendaciones de la etiqueta del producto y las indicaciones del vendedor o distribuidor.

Teniendo presente lo anterior, se evitará tener consecuencias económicas lamentables. Muchos productos son rechazados en el extranjero por no ajustarse a las normas ecológicas de exportación.

Para mayor información y con el único ánimo de contribuir al manejo seguro de los plaguicidas agrícolas en los productos de exportación no tradicionales, dirigirse a:

1. Centro de Información de la Gremial de Exportadores de Productos no Tradicionales.
Edificio Cámara de Industria.
6to. Nivel, Ruta 6, 9-21, Zona 4 Guatemala-Guatemala
Teléfonos 318525, 315947, 347183.
2. Universidad de San Carlos de Guatemala.
Facultad de Agronomía
Ciudad Universitaria, Zona 12
Edificio T-8, Tercer Nivel, C-15.
Teléfonos 760790-94, Extensión 472
Ing. Agr. Alvaro Hernández Dávila
Profesor de Entomología, Plaguicidas Agrícolas y
Control Integrado de Plagas.

CAMELLONES CRUZADOS RETIENEN EL AGUA DE LLUVIA.

¿Sufren sus cosechas por falta de agua algunas veces? Si es así, y si sus terrenos son planos, o casi planos, lo que le voy a decir ahora puede provocar una gran diferencia en sus cosechas.

Como usted sabe, casi todas las plantas obtienen el agua y el alimento que necesitan por medio de sus raíces que absorben la humedad del suelo. Usted también sabe que si el suelo llega a secarse mucho, las plantas no crecerán bien, se marchitarán y muchas pueden morir.

Pero algunas veces cuando llueve fuerte cae tanta agua en un tiempo tan corto, que el agua no penetra en el suelo en seguida, sino que se extiende sobre el terreno y escurre hacia las partes bajas que encuentra. En vez de que se empape el suelo bajo la superficie, donde sus cultivos puedan utilizarla, la mayor parte de esa agua se pierde o se desperdicia, sin ser aprovechada por sus cultivos. ¿Cómo puede usted evitar este desperdicio?

En algunas partes de Africa, los agricultores que trabajan con tierras secas usan un método o sistema especial para ayudarse a retener la preciosa agua de lluvia en sus terrenos, de manera que sea absorbida por el suelo y ayudar al crecimiento de los cultivos. Esto es lo que hacen esos agricultores

Primero que todo, ellos cultivan en hilera, productos tales como el maíz y el sorgo, y también las plantas de raíz y tubérculos, en fila en lo alto de los camellones. Cuando llueve, el agua se recoge en los surcos, entre los camellones. Si el terreno es laderoso o aunque la inclinación sea muy poca, los camellones y surcos se hacen al contorno y no de arriba hacia abajo. Esto evita que el agua escurra hacia abajo.

Para asegurarse de que el agua se mantenga en los surcos y no desaparezca, estos agricultores africanos hacen pequeños embalses, por medio de camellones que se cruzan o atraviesan a intervalos, en el surco, digamos cada 2 ó 3 metros (de 5 a 10 pies). Los pequeños camellones cruzados forman secciones en el surco, que evitan que el agua se escurra hacia las partes bajas de los surcos.

De esta manera usted ha hecho una serie de represas en cada surco, que se llenarán de agua cada vez que llueva. Los camellones rectos y los que usted cruza, hacen que el agua se mantenga exactamente donde cayó, y que escurra lentamente dentro de la tierra, donde las raíces de sus plantas puedan utilizarla. El resultado es que sus cultivos crecerán mejor y producirán mejores cosechas.

Si usted prueba este método, recuerde estas cosas:

Primero: acerca de los camellones donde sus cultivos crecerán: si su terreno no es completamente plano, no olvide trazar los camellones al contorno y no de arriba hacia abajo, para evitar que el agua corra hacia abajo y cause erosión.

Después de hacer los camellones para sembrar, haga los camellones cruzados que tapan la salida del agua de lluvia en los surcos. Use un azadón o una pala o cualquier otro instrumento que sirva para el caso, y no olvide la distancia de 2 metros (5 ó 10 pies) entre los camellones cruzados dentro de cada surco. Esto puede hacerlo al momento de la siembra o antes si lo prefiere. Así conservará el agua de lluvia que sus suelos necesitan.

Algo muy importante que usted debe saber es que los camellones cruzados que usted hace entre surcos, nunca deben tener la misma altura que tienen los camellones en fila donde están los cultivos. Los camellones cruzados deben tener unas cuantas pulgadas de altura menos que los camellones principales. Por ejemplo, si los camellones principales tienen 30 centímetros (12 pulgadas de alto), los camellones cruzados entre surcos pueden ser de unos 20 centímetros (8 pulgadas) de alto. Está claro, ¿Verdad?

Esto se hace por precaución, en caso de que las lluvias sean excesivamente fuertes, y el agua retenida en los pequeños embalses llegue a lavar el suelo de los camellones principales donde están los cultivos. La diferencia de altura entre unos y otros camellones hará que el exceso de agua escurra sin alcanzar la altura donde están los cultivos.

A propósito, si los camellones se mantienen en forma después de la época de lluvias, usted se evitará el trabajo de hacerlos otra vez antes de sembrar para la próxima cosecha.

En regiones donde no hay mucha lluvia o ésta es irregular, este método puede ser muy útil para mejorar las cosechas, al menos en terrenos planos o casi planos.

FUENTES DE INFORMACION:

1. **Water Conservation for Everyone (1976, 12 páginas), impreso por el Ministerio de Agricultura y Recursos Naturales. Lilongwe, Malawi. Enviado por el participante de la Red McKey Mphepo.**
2. **Afiche e información enviados por el participante de la Red James Biscoe, Post Production Industry Advisory Unit, Box 4046, Harare, Zimbabwe.**
3. **Participante de la Red Catherine G. Wituka, Kenya Woodfuel Development Programme, P.O. Box 1444. Kakamega, Kenya.**
4. **Soil Conservation, Second edition (1981, 324 páginas), por Norman Hudson, publicado por Cornell University Press, 124 Roberts Place, Ithaca, New York 14851, U.S.A.**

Tomado de la Red de Radio Rural de los países en desarrollo. Paquete 14, Toronto, Ontario, Canadá M5G 2G3.

UN METODO SIMPLE QUE AYUDA A DESCASCARAR Y DESGRANAR EL MAIZ

Si usted cultiva maíz, tenemos un consejo que nos dió Stanislas Dike, de Nigeria. Se trata de un método simple, que él usa para arrancar las hojas o cáscaras que forman la tusa de las mazorcas secas de maíz, al momento de la cosecha.

Para empezar, Stanislas tiene esta pregunta para usted: se ha puesto a pensar en el dolor que se siente en las puntas de los dedos, durante y después de cosechar maíz? Es posible que el mismo dolor lo haya sentido muchas veces, sin saber cómo evitarlo.

Pues bien, el siguiente es un método simple que Stanislas recomienda para evitar el dolor: hágase de un clavo largo bien puntiagudo, o de un perno junto con un pedazo de cuerda o cordón de 45 a 50 centímetros (18 a 20 pulgadas) de largo. Amarre una punta de la cuerda bajo la cabeza del clavo, y la otra punta en la muñeca de su mano derecha, para que el clavo no escape de su mano. Hecho lo anterior, está listo para empezar el trabajo.

Tome el clavo con su mano derecha y una mazorca con la izquierda. Use la punta afilada del clavo para romper la cáscara en la punta o parte superior de la mazorca. En seguida, usando las dos manos, usted puede arrancar las hojas fácilmente. De este modo usted no volverá a maltratarse las yemas de los dedos descascarando los montones de mazorcas de maíz que usted cosecha.

Stanislas Dike informa que ellos están usando este método en las 50 hectáreas (unos 125 acres) en el cultivo de maíz que tienen en el Estado de Ogun en Nigeria. Yo pensé en el método, lo probé y en seguida lo introduje entre mis colegas, termina Stanislas.

Tomado de la Red de Radio Rural de los Países en Desarrollo Paquete 14, Toronto, Ontario, Canadá M5G 203.

RESUMEN DE TESIS

FOI

EVALUACION DE CUATRO SISTEMAS DE LABRANZA EN AJONJOLI (*Sesamum indicum* L) EN LA COMUNIDAD AGRARIA MONTECRISTO, COATEPEQUE, QUETZALTENANGO

Nicolás de Jesús Acevedo Sandoval*
Mike Estrada Ajá**

Los objetivos específicos a evaluar fueron: determinar el sistema de labranza más adecuado en función del rendimiento del cultivo de ajonjolí (*Sesamum indicum* L.), determinar el sistema de labranza más rentable y establecer el comportamiento del cultivo en función de los sistemas de labranza evaluados.

El costo de producción más bajo por hectárea fue con el sistema de tracción animal con Q.1,084.34 y el más alto con tracción mecanizada con Q.1,666.25.

El sistema que mayor rendimiento por unidad de área presentó fue el de tracción mecanizada con 905.76 Kg./Ha.

La mayor rentabilidad se obtuvo en el sistema manual con un valor de 110.74 o/o.

El mejor comportamiento del cultivo se presentó en el tratamiento con tracción mecanizada.

Ajonjolí *Sesamum indicum* L. Renta %
Mecanización % tracción animal % labranza
Crea %

* Estudiante Facultad de Agronomía. USAC.

** Catedrático Facultad de Agronomía. USAC. Asesor.

**EVALUACION DE HERBICIDAS PRE-EMERGENTES
Y TRATAMIENTOS MECANICOS EN EL CONTROL DE MALEZAS
EN MANI (*Arachis hypogaea* L.), EN EL VALLE DE CHICAJ,
SAN MIGUEL CHICAJ, BAJA VERAPAZ.**

Otro Gabriel Salguero Vásquez*
Manuel de J. Martínez**

El presente estudio se realizó en el valle de Chicaj donde las malezas son el factor biológico limitante de mayor importancia para el cultivo del maní.

Los objetivos fueron evaluar el grado de control sobre las malezas, los efectos fitotóxicos en la planta de maní, determinar costos y beneficios de los diversos tratamientos y determinar si entre los tratamientos evaluados existe al menos un método de control de malezas más eficaz que el que actualmente usan los agricultores.

El diseño experimental empleado fue el de bloques al azar con 10 tratamientos y 4 repeticiones y en una sola localidad.

Se determinó que Linurón, pendimetalin y acetanilida no producen efectos fitotóxicos, en la planta de maní; el tratamiento con oxyfluorfen produce daños severos en la planta de maní en los primeros días para luego desaparecer totalmente.

El mayor control de las malezas se logró con la aplicación de Linurón, teniendo este mismo tratamiento los mayores rendimientos por unidad de área.

Los resultados del estudio muestran que la especie de mayor presencia fue el pasto bermuda (*Cynodon dactylon* (L.) pers.), la cual por su hábito de propagación (estolonífera) dio los mayores problemas en su erradicación.

Finalmente, la mejor relación Beneficio/Costo se obtiene con la aplicación de Linurón.

* Conductor de la Investigación

** Ingeniero Agrónomo, M. Sc. Facultad de Agronomía USAC, ASESOR

RELACION ENTRE LA ESTRUCTURA FISICA Y LA COMPOSICION QUIMICA SOBRE EL GRADO DE REVENTADO DEL MAICILLO Y VALOR NUTRITIVO DEL PRODUCTO

702
S.O.4

Edgar Tuna*
Ricardo Bressani**

El manejo ineficiente de los recursos alimenticios de origen vegetal es limitante en la baja eficiencia de la producción en América Latina, y una forma de incentivar la producción y que se pueda traducir en mayor ingreso al agricultor, es diversificando el uso del producto primario; el sorgo reventado es uno de ellos.

En el presente trabajo se estudió la relación entre la estructura física y la composición química sobre el grado de reventado del maicillo y valor nutritivo del producto, para lo cual se evaluaron varios parámetros físicos y químicos antes y después del proceso. Para este fin, se establecieron las condiciones óptimas de reventado, para luego evaluar el grado de expansión de los cultivares estudiados y así poder analizar la asociación del grado de expansión con las características físicas y químicas del grano. Finalmente, se llevó a cabo una evaluación del efecto del proceso de expansión sobre el valor nutritivo usando el material para el desarrollo de un producto a base de maicillo expandido, suplementado con soya.

Las características físicas y la composición química así como los contenidos de lisina, triptofano y amilosa de los 11 materiales estudiados fueron similares a los informados en otros estudios de maicillos de América Latina. Se encontró que un remojo de 45 minutos favoreció el reventado del grano. El proceso básicamente no indujo cambios en la composición proximal pero sí redujo la lisina, triptofano y amilosa. Asimismo, el proceso redujo la calidad protéica así como la digestibilidad del maicillo, pero la adición del 15 o/o de soya dió origen a un alimento de sabor agradable y mejor calidad nutritiva. No se encontraron correlaciones entre las características físicas y químicas con el porcentaje de reventado; sin embargo, los materiales con tests dieron los menores porcentajes de reventado.

* Autor, tesis de grado. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

** Asesor. Coordinador de investigación. División Ciencias Agrícolas y de Alimentos. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP)

**COMPORTAMIENTO DE ALGUNOS FACTORES NUTRICIONALES
DURANTE EL DESARROLLO DEL GRANO DE FRIJOL COMUN**
(*Phaseolus vulgaris*)

Byron Trinidad Herrera*
Ing. Agr. Arnoldo García**
Dr. Enrique Acevedo***
Dr. Ricardo Bressani***

La presente investigación se realizó con el objetivo de determinar la concentración de nitrógeno total, taninos, almidones totales, fibra y azúcares libres, así como en qué etapa de la formación y/o desarrollo se sintetizan en el grano de frijol tales componentes.

De acuerdo a los resultados obtenidos se determinó que al transcurrir el tiempo de desarrollo del grano de frijol, el contenido de materia seca, nitrógeno total, azúcares libres y de flatulencia lignina y hemicelulosa se incrementan; el contenido de humedad polifenoles totales y celulosa disminuyen; las paredes celulares y el contenido de almidones totales permanecen constantes y los taninos condensados y taninos biológicamente activos fluctúan.

En base húmeda: el contenido de taninos condensados, nitrógeno total, almidones totales, azúcares libres, contenido celular, paredes celulares, lignina, hemicelulosa y celulosa se incrementan; mientras que los polifenoles totales, taninos biológicamente activos y cenizas presentan un comportamiento irregular.

A medida que el grano madura, los compuestos polifenólicos, que protegen al grano contra el ataque de microorganismos y constituyen factores antinutricionales para la dieta humana, disminuyen mientras que los componentes fibrosos y proteínicos aumentan.

* Autor Tesis de Grado, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

** Ingeniero Agrónomo, Asesor Jefe Lab. de Bioquímica y Alim. INCAP.

*** Doctores, Asesores, Div. Ciencias Agrícolas del INCAP

**EVALUACION DE DOS METODOS DE SIEMBRA
Y DE ESCARIFICACION EN PARAISO BLANCO**
(*Moringa oleifera* Lam) EN VIVERO

Otto Santiago Avilés Recinos*
Marco Romilio Estrada Muy**

En el presente trabajo se evaluaron dos métodos de siembra utilizando semillero con transplante a bolsa y directamente en bolsa de polietileno, así como cuatro tratamientos de escarificación: utilizando agua a 92°C por uno y dos minutos, remojo con agua a temperatura ambiente por 12 y 24 horas, comparándolos con un testigo.

Dicho ensayo se estableció en la primera semana de junio de 1988. Para ello se utilizó el Diseño de Bloques al Azar con arreglo bifactorial. La unidad experimental consistió en 50 semillas, que una vez que germinaron y emergieron se cambió a 25 plántulas.

Se midieron las siguientes variables respuesta: días a emergencia y porcentaje de germinación para ambas modalidades de siembra; altura de plántula y largo de raíz al momento del transplante cuando se utilizó semillero, y porcentaje de supervivencia al transplante. Luego cuando todos los materiales se encontraron en bolsa, se midieron las siguientes variables: Altura de planta a los 40, 60 y 90 días y pesos brutos y netos en fresco y en seco.

Los mejores resultados se obtuvieron cuando se sembró directamente en bolsa de polietileno y utilizando remojo con agua a temperatura ambiente por 24 horas o sin escarificación.

* Autor del trabajo de tesis.

** Ing. Agr. Profesor de Pastos y Forrajes de la Facultad de Agronomía de la USAC, Asesor 1990.

OPTIMIZACION DEL PROCESO TERMICO HUMEDO EN TRES ESPECIES DE AMARANTO (*Amaranthus* spp), SECADO EN RODOS Y EVALUACION QUIMICA Y BIOLOGICA

Prof. Billy R. Estrada H.*

Dr. Ricardo Bressani **

Ing. Agr. Aníbal Martínez

El estudio en tres especies de amaranto sometidas a diferentes condiciones de humedad (15, 20 y 25 o/o, y secado en rodos a diferente velocidad de rotación (3, 5 y 7 RPM), luego de ajustar los datos a porcentaje en base seca, reportó que, la proteína varió entre especies, siendo el contenido mayor en *A. cruentus* (16.78), que en *A. caudatus* y *A. hypochondriacus*. En la rotación de los rodos, el contenido de proteína varió significativamente, siendo mayor a 5 RPM (16.33), así mismo en la humedad, siendo más alta a una humedad de remojo de 25 o/o (16.44).

La variación en el contenido de grasa se debió a la humedad y a velocidad de rotación.

La lisina disponible no varió entre especies, en tanto el almidón se dañó totalmente, debido al tratamiento térmico. El perfil de ácidos grasos fue muy similar al de las muestras crudas.

En el análisis biológico, el valor más alto para NPR² fue 3.59 para *A. cruentus*, estadísticamente diferente al resto, mientras, el valor de digestibilidad aparente más alto corresponde al *A. caudatus* (76.68 o/o).

* Asistente Técnico en Ingeniería de Alimentos (INCAP).

** Coordinador de Investigación, División de Ciencias Agrícolas (INCAP).

*** Decano Facultad de Agronomía (USAC).

**EVALUACION DE LA SOBREVIVENCIA DE
Rhizobium leguminosarum biovar *Phaseoli* EN CUATRO
SOPORTES NO ESTERILES, CON POTENCIAL PARA
PREPARAR INOCULANTES.**

Víctor Manuel Sabán Chin*
Rolando Aguilera Mejía**

El presente estudio se efectuó con el fin de establecer cuál de 4 soportes seleccionados permite la sobrevivencia a la cepa de *Rhizobium leguminosarum* biovar *phaseoli* TAL 1376, en poblaciones no menos de 1×10^7 cel/gr de soporte inoculado por un tiempo no menor de 2 meses, para obtener así materiales de procedencia nacional que puedan servir como base para preparar inoculantes.

Se recolectaron 10 suelos que reportaban contenidos de materia orgánica arriba del 16 o/o, seleccionándose 4 provenientes de los municipios Capellanía y Chiantla (Huehuetenango), Chinique en Quiché y Purulhá (Baja Verapaz), satisfaciendo las características físico-químicas para considerarse soportes.

La preparación de los soportes consistió en el secado, molido, tamizado neutralizado (pH) y empaquetado. Posteriormente el rejuvenecimiento de la cepa, hasta llevarla a una concentración celular mínima de 1×10^9 cel/cc de dilución luego se efectuó el proceso de impregnación y maduración para almacenarlos a 26°C.

La evaluación de la sobrevivencia se efectuó utilizando el método de conteo en platos, propuesto por Miles y Misra, realizando conteos cada 20 días para conocer la fluctuación de la población en cada soporte conforme aumentaba el tiempo, hasta un límite donde la población descendiera de 1×10^7 cel/gr de soporte (considerado nivel mínimo de comercialización del inoculante).

El diseño estadístico empleado fue completamente al azar, utilizando 4 tratamientos con 3 repeticiones. De acuerdo al análisis estadístico e interpretación de resultados, se demostró que los soportes con mayor contenido de materia orgánica y capacidad de retención de humedad mantienen poblaciones altas de rizobios por mayor tiempo, constituyéndose así la turba Purulhá como la de mayor sobrevivencia (83 días); seguido de Chiantla (59 días).

* Estudiante-Investigador. Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Autor del Trabajo. 1989.

** Ingeniero Agrónomo. Profesor de Microbiología. Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Asesor. 1989.

**"DETERMINACION DE LA PATOGENICIDAD DE
Beauveria bassiana (BALS.) VUILL EN 20 ESPECIES PLAGA EN
LABORATORIO Y SU EFECTO EN EL CAMPO
EN *Pieris* sp."**

410

Mario Francisco Chonay Chonay*
Lauriano Figueroa Quiñónez **

El uso intensivo de insecticidas químicos ha traído como consecuencia el desequilibrio ecológico en los sistemas agrícolas. Por ello, como componente del manejo integrado de plagas, el control biológico, mediante el uso de entomopatógenos ha cobrado importancia en el control de plagas.

El trabajo de investigación se desarrolló en dos fases: la primera fase consistió en determinar la patogenicidad de *Beauveria bassiana* en 20 especies de insectos plaga previamente recolectados, se inocularon con una suspensión de 3×10^7 esporas/cc.

Las especies parasitadas fueron: *Epilachna* sp., *Ceratitis capitata*, *Diabrotica* sp., *Pieris* sp., *Spodoptera frugiperda* y *Trichoplusia nii*; el rango de parasitismo fue de 65 - 95 o/o.

La segunda fase se llevó a nivel de campo en el cultivo de la coliflor (*Brassica oleracea* var. *Botritis*) para el control de *Pieris* sp.. Se evaluaron bajo el Diseño de Bloques al Azar, seis tratamientos los cuales fueron: Testigo absoluto, Insecticida químico, (Metamidophos), Tamarón: 1.45 l/ha, *Bacillus thuringiensis* (Dipel): 0.5 kg/ha y tres concentraciones de *Beauveria bassiana* (6×10^7 , 3×10^7 y 1×10^7 esporas/cc).

Estadísticamente no se encontró diferencia significativa en los seis tratamientos evaluados, esta situación se presentó debido al uso racional de insecticidas químicos en la zona, el cual favoreció otros tipos de control biológico.

* Resumen de Tesis previo a optar el Título de Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, USAC.

** Ingeniero Agrónomo Msc Investigador del Centro experimental de BANDEGUA, Asesor.

**EVALUACION DE LA PRODUCTIVIDAD DEL HELECHO
DE LA ESPECIE *Azolla microphylla*, EXISTENTE EN
SANTIAGO ATITLAN Y SU CAPACIDAD DE FIJACION
SIMBIOTICA DE NITROGENO CON
EL ALGA *Anabaena sp.***

José David Castro Navarro*
Rolando Aguilera**

El presente estudio del helecho *Azolla microphylla* procedente de las orillas del lago de Atitlán, fue realizado en la cabecera departamental del departamento de Chimaltenango a una altura promedio de 1,800 m.s.n.m., con una temperatura promedio de 16.4°C, entre los meses de agosto y septiembre de 1989.

Los objetivos definidos fueron: Evaluar la productividad y la cantidad de nitrógeno fijado en la simbiosis del helecho *Azolla microphylla* con el alga *Anabaena sp.*, independientemente del sustrato en que crece. Para tal fin, se establecieron 8 tratamientos con 4 repeticiones, en un diseño completamente al azar con arreglo factorial 4x2; los niveles de factor sustrato fueron: agua del Lago de Atitlán, agua tratada con nutrientes, agua de cañería de la cabecera departamental de Chimaltenango y agua servida de afluentes que pasan por la parte norte de los Aposentos, Chimaltenango, y 2 niveles de pH: pH 5.0 y el natural de cada agua colectada.

Las variables respuestas fueron, peso seco, o/o de nitrógeno y área foliar de las plantas cosechadas.

Los tratamientos que tuvieron mejores resultados en cuanto a variables respuestas fueron: El agua tratada con nutrientes y el agua servida con pH modificado a 5.0, ya que con dicho tratamiento se obtuvo la mejor producción de biomasa, mayor cantidad de nitrógeno por planta y mejor desarrollo del área foliar. Observándose también que los tratamientos con pH mayores de 5.0 tuvieron los rendimientos más bajos. Estas aguas fueron las de cañería y la del Lago de Atitlán. De lo que se concluye que el pH más bajo y aguas más ricas en nutrientes, producen los mejores rendimientos de biomasa del helecho.

* Estudiante investigador, Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, marzo de 1990.

** Profesor investigador, Sub-Area de Protección de Plantas, Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala, marzo de 1990.

12/03/90 Cyar

Se terminó de imprimir el 30 de
Marzo de 1991, en los talleres de
DIXON PRINT Calle Mariscal 6-95
Zona 11, Tel. 731184. Su edición:
500 ejemplares.