



TIKALIA

INFORMACION CIENTIFICO-TECNOLOGICA

VOL. VII No.1



ENERO-JUNIO 1989



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Agronomía



**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. Gustavo Méndez
Vocal II: Ing. Agr. Jorge Sandoval
Vocal III: Ing. Agr. Mario Melgar
Vocal IV: Br. Marco Antonio Hidalgo
Vocal V: Br. Byron Milán**

COMITE EDITORIAL

**Lic. David Pinto Díaz
Ing. Agr. Luis A. Castañeda Amaya
Ing. Agr. Edgar Martínez Tambito
Psta. Dennis Escobar Galicia
Br. Otwald Navas (Representante de la AEA)**

CONTENIDO

PROTECCION DE PLANTAS

Estudios sobre el comportamiento y hospedantes de la Roya Agalladora del Pino (<i>Cronartium</i> spp)	1
<i>José Rodolfo Estrada Rodríguez</i> <i>Edgar O. Franco R.</i> <i>Edil Rodríguez**</i>	

Determinación de la relación entre mosca esteril y mosca silvestre, en un programa de erradicación de la mosca del mediterráneo	9
<i>Oswaldo René Morales Sanjay</i> <i>Ing. Franz W. Hentze P.</i>	

Determinación de la relación poblacional de biotipos, resistencia a fenamifos, reproducción y patogenicidad de <i>Rodopholus similis</i> en zona bananera, Izabal	17
<i>Marco Antonio Durán M, Lauriano Figueroa O.</i>	

SOCIOECONOMIA

Diagnóstico y perspectivas Agrosocioeconómicas del Sector cafetalero guatemalteco	23
<i>Byron Haroldo Contreras Marín</i>	

RECURSOS FITOGENETICOS

Flora de Guatemala: Riqueza y extinción	31
<i>César Azurdía Pérez</i>	
Aspectos relativos a la botánica del bledo	49
<i>César Augusto Azurdía Pérez</i>	
Contribuciones al conocimiento de los recursos genéticos de algunas aráceas comestibles en Guatemala	67
<i>César Augusto P., Max M. González S.</i> <i>Oscar Morales</i>	

RIEGO Y DRENAJE

Resumen de la investigación realizada en frecuencias de riego y evapotranspiración de 1982 a 1987	79
<i>Ing. Jorge Sandoval</i>	

CONSERVACION DE SUELOS

Estudio preliminar de la erosividad de las lluvias en la República de Guatemala	99
<i>Marco Enrique Bravo de León</i> <i>José Jesús Chanay Pantzay</i> <i>Alan Roberto González Figueroa</i>	

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Estudio de los recursos naturales renovables de la finca nacional San José La Colonia, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala	109
<i>Sergio Miguel Godínez, Hugo Antonio Tobías</i> <i>Luis Fernando Ortiz</i>	

NOTAS TECNICAS	119
ENTREVISTAS	121
PUBLICACIONES	125
RESUMENES DE TESIS	129
CONGRESO FORESTAL	145

Presentación

Las ciencias agrícolas están creciendo a pasos agigantados, obligadas por la situación alimentaria deficitaria y por el interés público que ofrece la difusión de las modernas conquistas de la ciencia y la tecnología, aplicadas a un aprovechamiento más fecundo y racional de la tierra.

En este sentido, la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala estudia los procesos de producción agrícola y los recursos naturales renovables, analizando las cuencas hidrográficas como unidades constituidas por la interrelación de los componentes bióticos, abióticos, económicos y sociales. Dar a conocer esto al estudiante, a los profesionales de la Agronomía, a los investigadores, es la tarea primordial de TIKALIA, publicación científico-tecnológica de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos.

La tarea no es sencilla. Las carencias económicas y la falta de investigadores-divulgadores, impiden la producción de este tipo de publicaciones especializadas. Tal circunstancia hace que el quehacer editorial de revistas científicas se lleve a cabo con grandes esfuerzos.

Prueba de lo anterior son el raquítico número de publicaciones de divulgación de la ciencia que circulan en las universidades del país y el casi inexistente espacio que los medios de comunicación masiva conceden a la información científica, que en muchos casos se presenta deformada por el sensacionalismo y la superficialidad; o bien responde a modas tecnológicas que nos tratan de imponer desde afuera.

Esta TIKALIA recoge artículos de investigación de las ciencias agrícolas redactados por investigadores y profesores de la Facultad de Agronomía. La temática es diversa y, de alguna forma, refleja el estado de la investigación científica que realiza su personal académico.

Bien, dejamos que los lectores de TIKALIA participen en el análisis de lo que ahora presentamos y quedan abiertas nuestras páginas a los aportes, a las reflexiones y a las críticas.

PROTECCION DE PLANTAS

ESTUDIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO Y HOSPEDANTES DE LA ROYA AGALLADORA DEL PINO (*Cronartium spp*)

José Rodolfo Estrada Rodríguez*

Edgar O. Franco R.**

Edil Rodríguez**



RESUMEN

El estudio sobre el comportamiento de la roya agalladora del pino, se llevó a cabo en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala, tuvo como objetivo conocer el comportamiento de la enfermedad. La evaluación de la susceptibilidad en la roya agalladora de seis especies de encino se efectuó bajo condiciones controlada, en el invernadero de la Facultad de Agronomía.

Los resultados de la investigación permitieron identificar a las especies de encino (*Quercus conspersa*, *Q. skinneri*, *Q. tristis* y *Q. brachystachys* como especies altamente susceptibles a la enfermedad y a las especies *Q. peduncularis* y *Q. sapotaefolia* como poco susceptibles.

Durante el año de estudio los estadios de la enfermedad se presentaron con mayor frecuencia de la manera siguiente: *pcnium*, de marzo a mayo de 1986; *uredium*, en mayo y junio de 1986; *telium* y *basidium* de junio a septiembre de 1986. Existió una estrecha relación entre el aumento de la humedad con la manifestación de los estadios de la enfermedad, el secamiento de agallas y alta brotación de los árboles de pino.

Los estadios de *picnium* y *aecium* se observaron sobre *Pinus tenuifolia* Benth, y los estadios de *uredium*, *telium* y *basidium* sobre las especies de encino mencionadas anteriormente.

* Estudiante de la Facultad de Agronomía.

** Profesores de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

I INTRODUCCION

Los bosques de Guatemala han sufrido en el transcurso de los años un excesivo deterioro causado por: talas immoderadas, incendios, daños derivados de la presencia de insectos y de enfermedades, con lo cual la productividad de las áreas boscosas se ha reducido drásticamente, poniendo en peligro la conservación de los suelos y la extinción de especies animales y vegetales. De esta situación se deriva el problema que está provocando la roya agalladora del pino (*Cronartium spp*) en los bosques de pino del país.

En Guatemala no se han estimado las pérdidas económicas ocasionadas por la roya agalladora del pino, sin embargo, se puede afirmar, sustentado en investigaciones realizadas en Estados Unidos, que esta enfermedad es la más destructiva de los árboles de pino en el Sur de dicho país, causando la muerte de plantas jóvenes y reduciendo el volumen y la calidad de madera (3).

En lo anterior se derivó la necesidad de realizar el estudio sobre el comportamiento y hospedantes de la roya agalladora del pino en el municipio de San Juan Sacatepéquez, con el propósito de conocer en mejor forma la enfermedad y contar con las bases que en el futuro sirvan para desarrollar métodos efectivos de control.

En este estudio se conoció el comportamiento de la roya agalladora del pino (*Cronartium spp*) en el municipio de San Juan Sacatepéquez, del departamento de Guatemala; esto permitió conocer las siguientes características de la enfermedad: época en que se presentan los distintos estadios de pino, y susceptibilidad de las especies de encino presentes en el área de estudio y en otras áreas de Guatemala. Toda esta información es importante para empezar a desarrollar métodos de control de la enfermedad.

II. MATERIALES Y METODOS

1. Localización del estudio

El estudio se dividió en una fase de invernadero y laboratorio y otra de campo. La primera se realizó en las instalaciones del invernadero y laboratorio de fitopatología de la Facultad de Agronomía, de la Universidad de San Carlos de Guatemala. La segunda fase se llevó a cabo en un bosque artificial de pino y uno natural de encino, localizados en el municipio de San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Dicha área se encuentra en las coordenadas siguientes: 14°36'57" de la latitud norte y 90°38'37" de longitud Oeste; la altitud es de 1845 m.s.n.m. con la temperatura media de 20°C; la humedad relativa media de 70 o/o; precipitación pluvial de 1,136 m.m., correspondiendo a la zona vida bosque húmedo montano bajo subtropical.

2. Metodología de la fase de invernadero y laboratorio

Esta fase se realizó de agosto de 1985 a julio de 1986, comprendió inicialmente la colección de semilla de las especies *Quercus tristis*, *Q. brachystachus*, *Q. sapotaefolia*, *Q. conspersa*, *Q. peduncularis* y *Q. skinneri*. La reproducción se realizó en bolsas de polyetileno inmediatamente después de colectada la semilla. La colección de aeciosporas se realizó en el bosque artificial de San Juan Sacatepéquez, siguiendo las técnicas usadas por el Resistance Screening Center del Servicio Forestal de los Estados Unidos (11). La inoculación de encinos, se realizó en el invernadero de la Facultad de Agronomía, analizando las variables de susceptibilidad relativa, susceptibilidad potencial e incidencia, la medición de estas variables se basó en la metodología desarrollada por Dwinell (2).

3. Metodología de la fase de campo.

Esta fase consistió en la toma de datos cada 15 días, de noviembre de 1985 a noviembre de 1986. Se observó la presencia de los diferentes estadios de la enfermedad y el desarrollo de las agallas.

3.1 Selección de árboles de pino y agallas

Se seleccionaron y marcaron 10 árboles de pino, así como 10 agallas provenientes de infecciones nuevas, se evaluaron las variables: número de agallas por árbol; estadio presente en las agallas; localización, forma y tamaño de agallas; época de brotación y crecimiento del área foliar de los árboles de pino.

3.2 Selección de especies de encino

Se colectaron muestras de cada una de las especies presentes, para su determinación en el herbario de la Facultad de Agronomía. Se seleccionaron y marcaron 10 plantas por especie, se estimó la época de presencia de los distintos estadios de la enfermedad, la época de brotación y crecimiento del área foliar de las especies de encino.

3.3 Registro climatológico del área de estudio

Se tomaron los datos de precipitación promedio mensual que registró la estación más cercana, estos fueron relacionados con el comportamiento de la enfermedad.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

1. Comportamiento de seis especies de encino a la inoculación con la royá agalladora del pino (*Cronartium spp*)

Se manifestaron cuatro especies altamente susceptibles, en su orden: *Q. conspersa*, *Q. tristis*, *Q. skinneri* y *Q. brachystachys*. Mientras que *Q. peduncula-*

ris y *Q. sapotaefolia* se comportaron como poco susceptible con 88 telias por centímetro cuadrado y *Q. sapotaefolia* la menos susceptible con 5 telias por centímetro cuadrado. Dwinell (2), dice que se pueden producir 3,800 esporidias por columna telial, lo cual da la idea de la alta cantidad de basidiosporas que pueden ser producidas por las especies mencionadas como altamente susceptibles. Los síntomas de la enfermedad se presentaron en hojas jóvenes, lo cual coincide con lo afirmado por Snow y Roncadori (8). La susceptibilidad relativa y potencial de la especie de encino se muestran en el cuadro 1.

2. Comportamiento de la roya agalladora del pino.

La roya agalladora del pino (*Cronartium* spp), es macrocíclica y heteroica, presenta los cinco estadíos (picnium, aecium, uredium, telium, y basidium), en diferente época según las condiciones ambientales del lugar donde se desarrolle. Dos estadíos (picnium y aecium) se presentan en un hospedante alterno (pino) y tres (uredium, telium y basidium) en un hospedante primario (encino). El estadío de picnium se pudo observar de la segunda semana de enero a la segunda semana de junio de 1986; aecium de la segunda semana de abril a la segunda semana de junio de 1986; el crecimiento y secamiento de agallas se observó a lo largo del año de estudio; las infecciones nuevas se observaron en noviembre, diciembre de 1985 y febrero, marzo, abril, agosto, septiembre y noviembre de 1986; uredium en diciembre de 1986; basidium en noviembre y diciembre de 1985 y de junio a noviembre de 1986. El comportamiento de la enfermedad durante el año de estudio se muestra en la gráfica 1.

El número promedio de agallas por árbol predominante fue de siete. Las agallas adultas se localizaron en el tallo principal y ramas, con forma irregular. Las agallas provenientes de infecciones nuevas se localizaron en las ramas; su forma fue redonda y cilíndrica; sólo presentaron el estadío de picnium desde la segunda semana de marzo a la segunda semana de mayo de 1986; alcanzaron su mayor crecimiento (largo y ancho) en los meses de junio a agosto de 1986.

La desaparición de los estadíos de picnium y aecium, el secamiento de las agallas, el aumento de la brotación de los árboles de pino, la época de mayor producción de uredium, telium y basidium, coinciden con el aumento de la humedad, producto de la precipitación pluvial. El mismo fenómeno es reportado por Dwinell (1), para la roya fusiforme.

Con los resultados de la investigación se estableció que las especies de encinos altamente susceptibles a la enfermedad son: *Quercus conspersa*, *Q. skinneri*, *Q. tristis* y *Q. brachystachys*. Los estadíos de la enfermedad se presentaron con mayor frecuencia de la siguiente manera: picnium de marzo a mayo de 1986; aecium de la segunda semana de abril a la segunda semana de julio de 1986; uredium en mayo y junio de 1986; telium y basidium de junio a septiembre de 1986. Existió estrecha relación entre el aumento de la humedad, producto de la precipitación pluvial con la manifestación de los estadíos de la enfermedad, el secamiento de agallas y la alta brotación de los árboles de pino.

CUADRO No. 1
 SUSCEPTIBILIDAD RELATIVA Y POTENCIAL E INCIDENCIA DE SEIS ESPECIES DE ENCINO
 A LA ROYA AGALLADORA DEL PINO (*Cronartium* spp)

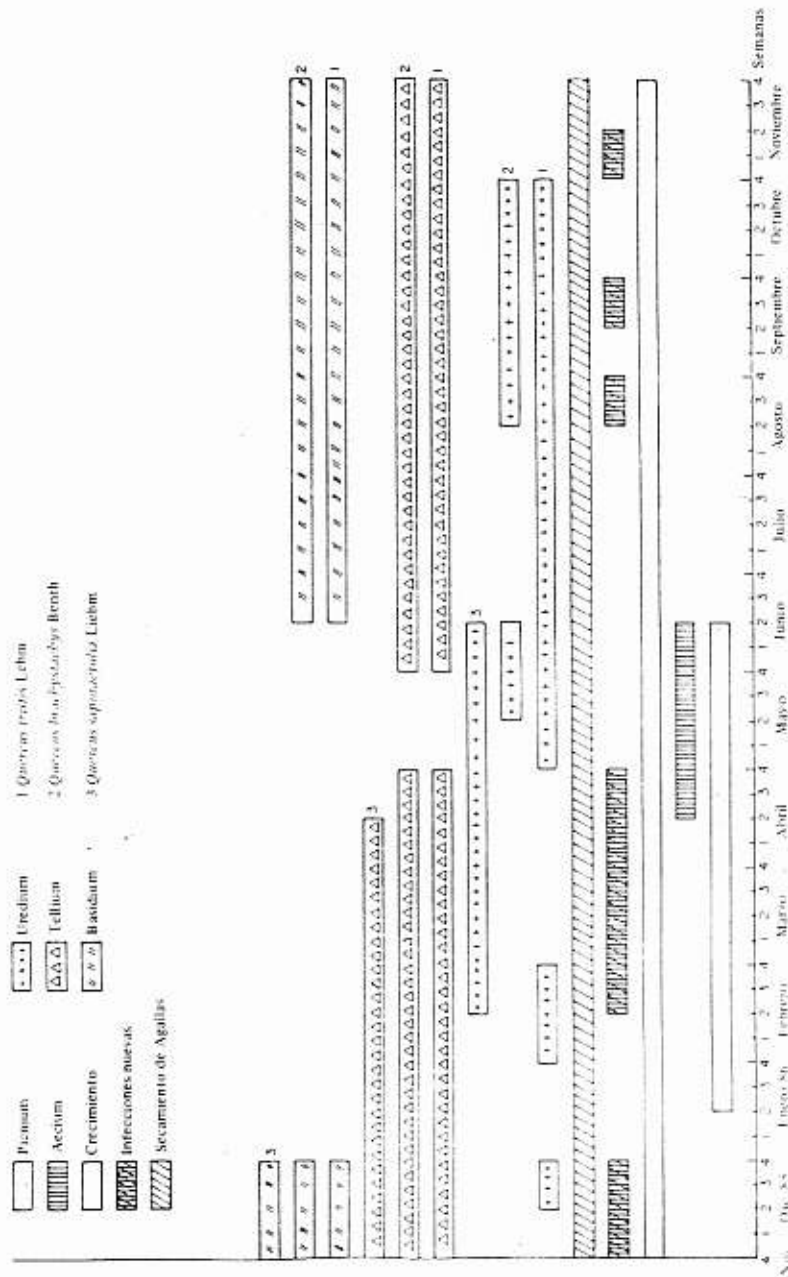
ESPECIE	Número de plántulas inoculadas	Susceptibilidad relativa (a)	Susceptibilidad potencial (b)	Incidencia (c)
1. <i>Quercus c. conspersa</i> Benth	15	88	1,202	47
2. <i>Quercus tristis</i> Liebm	15	36	851	93
3. <i>Quercus brachystachys</i> Benth	15	33	914	100
4. <i>Quercus peduncularis</i> Née	15	6	163	13
5. <i>Quercus sapotaefolia</i> Liebm	15	5	65	67
6. <i>Quercus skinneri</i> Benth	15	34	925	100

(a) = Número promedio de telas por centimetro cuadrado

(b) = Número promedio de telas por hoja

(c) = Porcentaje de plántulas enfermas

GRAFICA No. 1
 MANIFESTACION DE LOS ESTADIOS DE LA ROYA AGALLADORA DEL PINO
 (*Crimartium spp.*), DE NOVIEMBRE DE 1985 A NOVIEMBRE DE 1986



GRAFICA No. 1. Manifestación de los estadios de la roya agalladora del pino (*Crimartium spp.*), de noviembre de 1985 a noviembre de 1986.

La enfermedad es una roya macrocíclica y heteróica, presenta los estadios de picnium y aecium en especies de pino; y de uredium, telium y basicium en especies de encino.

IV. BIBLIOGRAFIA

1. DWINELL, L.D. Biology of fusiform rust. In Management of fusiform rust in southern pines. Gainesville, Florida, University of Florida, 1977. p. 18-22.
2. . Susceptibility of southern oaks to *Cronartium fusiforme* and *Cronartium quercuum*. *Phytopathology (Minnesota)* 64(3):400-403. 1974.
3. FRENCH, D.W.; COWLING, E.B. Diseases of forest and shade - trees. s.n.t. 1975. p. 130-132, 136, 137.
4. HEDGCOCK, G.G.; HUNT, N.R. *Cronartium conigenum*. 2. *Phytopathology (Minnesota)* 12:118-120, 1922.
5. HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. San José, C.R. IICA, 1982. 216 p.
6. JUAREZ MARTINEZ, M.R. Estudio sobre la roya agalladora *Cronartium quercuum* fsp. fusiforme en plantas de pino (*Pinus* spp) en Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía 1983. 45 p.
7. PETERSON, R.S.; SALINAS QUINARD, R. *Cronartium conigenum*; distribución y efectos en los pinos. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Técnico No. 19. 1967. 11 p.
8. SNOW, G.A.; ROCADORI, R.W. Oak leaf age and susceptibility to *Cronartium fusiforme*. *Plant Disease Reporter (Maryland)* 49(12): 972-975. 1965.
9. STANDLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. Flora of Guatemala, Fieldiana Botany. Chicago, Chicaro Natural History Museum, 1952. v. 24 pt. 3, 432 p.
10. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. FOREST SERVICE. Evaluation of five species of pine from Guatemala for Resistance to fusiform rust, RSC Test 305-82. Estados Unidos, Report no RSC-3-83. 15 p.
11. U.S. DEPARTMENT OF AGRICULTURE. FOREST SERVICE. Resistance Screening Center procedures manual; a step - by - step guide used in the operational screening of southern pines for resistance to fusiform rust. Estados Unidos, Report no. 84-1-1. 1983 55 p.

PROTECCION DE PLANTAS

DETERMINACION DE LA RELACION ENTRE MOSCA ESTERIL Y MOSCA SILVESTRE, EN UN PROGRAMA DE ERRADICACION DE LA MOSCA DEL MEDITERRANEO (*Ceratitis capitata* Wied.)*



Oswaldo René Morales Sanjay**
Ing. Franz W. Hentze P.***

RESUMEN

El presente estudio se realizó en el laboratorio de Metodos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, ubicado en la ciudad de Guatemala. Consistió en introducir cinco parejas de moscas silvestres en jaulas de campo y ponerlas a competir con moscas estériles; estas últimas producidas en el laboratorio de Producción y Esterilización del Programa Moscamed. Se efectuaron relaciones que iban de 20 a 100 especímenes estériles por cada mosca silvestre o nativa.

El objetivo fue determinar la relación necesaria entre insectos estériles y silvestres, con el objeto de anular la probabilidad de cópula entre insectos silvestres. Se realizaron análisis de correlación y regresión simples.

Con relaciones 1:20 y 1:40 silvestre-estéril los apareamientos entre moscas silvestres se redujeron en un 80 o/o; en el tratamiento con relación 1:60, los encuentros entre insectos silvestres se redujeron en un 84 o/o; en el tratamiento de relación 1:80 no se presentaron encuentros entre insectos silvestres; y, en el tratamiento relación 1:100, los encuentros entre insectos silvestres se redujeron en un 92 o/o.

Los resultados obtenidos del análisis de regresión demuestran que con relaciones de 120 moscas estériles por cada mosca silvestre, se puede llegar a anular la plaga de un área determinada.

* Nombre de la Tesis al conferírsele el título de Ingeniero Agrónomo.
** Estudiante autor de la Tesis.
*** Ingeniero Agrónomo, Asesor de la Tesis

INTRODUCCION

La mosca del mediterráneo (*Ceratitis capitata* Wied.), es una de las plagas más perjudiciales del mundo. Los países invadidos tienen cuantiosas pérdidas, no sólo por la cantidad de fruta desechada por engusanamiento, sino también por la pérdida de mercados internacionales debido a las estrictas medidas cuarentenarias que se ejercen en los países libres de esta plaga. Si se suma el alto costo de los programas de combate y erradicación que han tenido que financiar algunos países, se llega a la conclusión que esta mosca es uno de los insectos que más daño causa a la fruticultura.

Constantemente se agregan nuevas frutas a la larga lista de hospederos reportados; sin embargo, la mosca del mediterráneo tiene marcada preferencia en nuestro país por el café, caimito, guayaba, cítricos, mango y pera.

En Guatemala y México el Programa Moscamed utiliza dentro del contexto de control la TÉCNICA DEL INSECTO ESTÉRIL o CONTROL AUTOCIDA, como un componente más dentro de la serie de controles que se llevan a cabo para erradicar a la mosca del mediterráneo.

En nuestro país no se han realizado estudios tendientes a determinar la cantidad de insectos estériles a liberar por unidad de superficie con relación a los especímenes nativos capturados por medio de sistemas de detección (trapeo y muestreo de fruta). Es por esta razón que existen dudas sobre la dosificación de moscas estériles a liberar en el campo, no conociéndose si al hacer este tipo de control se están sub-utilizando o sobre-utilizando los recursos en cuanto a la liberación de insecto estéril.

En el presente estudio se evaluaron diferentes proporciones de insecto estéril versus silvestre con el propósito de determinar la relación óptima necesaria para anular los apareamientos entre moscas silvestres y así alcanzar la erradicación de cualquier población nativa.

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en el jardín del laboratorio de Métodos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, ubicado en la ciudad de Guatemala, localidad que presenta las características bajo las cuales se ha encontrado altas poblaciones de mosca nativa. La ciudad de Guatemala se localiza a 1500 msnm, temperatura media anual de 19° C precipitación pluvial promedio anual de 1344 mm.; humedad relativa de 70 o/o clasificada ecológicamente como un Bosque Húmedo Montano Bajo Sub-tropical.

En la realización del experimento se utilizó moscas silvestres de ambos sexos extraídas de fincas cafetaleras del municipio de Ciudad Vieja, Antigua Guatemala y mosca estéril procedente del Laboratorio de Producción y Esterilización, ubicado en San Miguel Petapa, Guatemala, obtenida bajo el sistema de tómbolas.

Para la realización del experimento se evaluaron cinco tratamientos con cinco repeticiones cada uno y los testigos. El diseño utilizado fue al azar; se realizó análisis de varianza. Por ser variables discretas se hizo análisis de regresión y correlación simple, tomando como variable independiente la proporción de moscas y como variable dependiente el número de cópulas. Se hizo uso de estadística descriptiva, lo cual permitió hacer una apreciación objetiva para conocer el decaimiento de las cópulas entre moscas silvestres, de acuerdo al incremento en las proporciones de moscas estériles.

Se utilizó jaulas de campo cilíndricas, de sara con piso de lona, de 2.9 mts. de diámetro por 2.0 mts. de altura, apoyadas en 8 tubos de piliducto colocados a su alrededor. En un costado las jaulas tienen un cierre de cremallera para entrar o salir de ellas. Dentro de cada jaula se colocó un árbol de café, esto con el fin de proporcionar condiciones similares al campo.

Se liberaron dentro de las jaulas las moscas estériles y las moscas silvestres; estas últimas se marcaron en la parte dorsal del torax con colores vistosos, tanto machos como hembras. Esto se hizo para diferenciarlas de las moscas estériles.

Durante cada tratamiento se fue anotando el número de parejas copulando. Se anotó como dato más importante si la cópula se realizaba entre machos y hembras silvestres. Cada tratamiento tuvo una duración de cinco días, tiempo suficiente para que la mosca pueda realizar sus hábitos reproductivos.

En cada tratamiento fueron introducidas cinco parejas de moscas silvestres, en tanto que las estériles su proporción osciló entre 20 y 100 parejas por cada pareja de silvestres; para los testigos se utilizó moscas fértiles del laboratorio y moscas silvestres, en relación 1:1, tanto las moscas fértiles de laboratorio como las silvestres estuvieron en jaulas separadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En los diferentes tratamientos se observó que el número de apareamientos, entre los insectos silvestres, fue disminuyendo en las distintas proporciones en que se pusieron a competir con los insectos estériles.

Se observó en todos los tratamientos que el promedio de hembras que copularon osciló alrededor de un 40 o/o. En el caso de los testigos, todos los machos silvestres se aparearon; hubo un 100 o/o de cópulas, mientras que los machos fértiles de laboratorio bajaron su comportamiento de cópula en un 36 o/o con respecto a los silvestres. Los machos estériles llegaron a copular en promedio, en los cinco tratamientos, un 35 o/o, lo que significa que por cada 10 machos estériles únicamente 3 a 4 copularon bajo condiciones de jaula de campo.

El comportamiento de los insectos no fue uniforme, algunos individuos, como es natural, resultaron más agresivos sexualmente que otros, especialmente en el caso de los especímenes silvestres.

A pesar de la variabilidad observada entre los diferentes grupos de moscas, se manifestaron diferencias sustanciales entre la competitividad de los machos silvestres y los machos estériles, demostrando los nativos o silvestres ser 6 veces más competitivos sexualmente que los estériles.

Los machos silvestres en promedio de copulación, en los cinco tratamientos en que se pusieron a competir, alcanzaron 2.1 cópulas por macho, confirmando con esto la poligamia de los machos; esto también depende de la cantidad de hembras que se encuentran en el campo.

Los machos silvestres alcanzaron su mayor número de apareamiento en el segundo día que estuvieron en competencia con sus similares estériles, para luego comenzar a decaer. Mientras que la mayor cantidad de apareamientos de los machos estériles fue el primer día de exposición; sin embargo la misma estuvo muy por debajo del número de apareamientos de sus similares silvestres.

La agresividad sexual de los machos silvestres mostró una marcada superioridad, tanto en la cantidad de cópulas como en el prolongado de la actividad sexual, en comparación con los machos estériles. Mientras que en los silvestres el número de cópulas solamente decae 2,78 veces entre el primero y el quinto día de evaluación; en los estériles el decaimiento en el número de cópulas fue de 6.65 veces entre el primero y el quinto día de exposición.

A diferencia de los machos, el comportamiento de apareamientos de las hembras tanto estériles como silvestres fue bastante similar. La mayor cantidad de cópulas se observaron en los primeros dos días de exposición, luego fue decayendo hasta casi desaparecer en el quinto día. Con estos datos se puede determinar que las hembras criadas artificialmente y esterilizadas, no presentan ninguna diferencia en cuanto a su comportamiento sexual, con respecto a sus similares silvestres.

Se realizaron pruebas complementarias tomando como base los dos métodos de cría utilizados en la actualidad por el Programa Moscamed. Analizando los mismos se observa que las hembras silvestres realizaron un 70 o/o de sus apareamientos con machos fértiles de laboratorio criados bajo el método de Hawaii, mientras que solo un 30 o/o de sus apareamientos lo llevaron a cabo con los machos silvestres. De acuerdo con lo anterior, las hembras silvestres prefirieron a los machos criados bajo el método o sistema de Hawaii.

Al analizar el otro método de cría se observa que las hembras silvestres realizaron un 72 o/o de sus apareamientos con machos silvestres, y solamente un 28 o/o con machos de laboratorio criados bajo el método o sistema de tómbolas. Esto indica que las hembras silvestres demostraron preferencia para con los machos silvestres.

En el caso de las hembras de laboratorio, tanto las hembras criadas bajo el método de pupación natural como las del método de tómbolas, se aparearon indistintamente con cualquiera de los dos tipos de macho presentes, silvestre y fértil de laboratorio.

La correlación de las cópulas entre machos silvestres y hembras silvestres es negativa, lo que nos indica que a mayor número de insectos estériles en el campo, será menor la probabilidad de encuentro entre insectos silvestres, por lo que el apareamiento entre los mismos es un momento determinado se puede llegar a suprimir o anular.

La presencia del insecto estéril interfiere significativamente en el número de apareamientos sexuales entre la población silvestre. Aunque entre las diferentes proporciones estéril-silvestre no se encontró diferencias significativas, debido a la variabilidad ocasionada por la naturaleza propia de los insectos, se puede observar una tendencia clara de reducción en el número de apareamientos entre silvestres. Esto confirma el objetivo del presente trabajo. Además se observó que el macho silvestre es más agresivo sexualmente que el criado artificialmente.

Se observó en el tratamiento cinco, relación 1:100, que el número de apareamientos de los machos silvestres se incrementó considerablemente. Esto se debió a que estos machos silvestres eran mucho más agresivos y competitivos sexualmente que el resto, lo que ocasionó que aún bajo esta proporción de estériles, se llevaran a cabo algunas cópulas entre macho y hembra silvestre.

La cruz en la cual hay mayor número de apareamiento es entre insectos estériles, esto se debió a la gran cantidad de especímenes en el área experimental. La menor cantidad de apareamientos se da en la cruz de insectos silvestres con silvestres, pues los especímenes de este tipo están en menor número con respecto a los especímenes estériles. Además debe considerarse la alta proporción de moscas estériles que interfieren en los apareamientos entre insectos silvestres.

La evidencia indica que los machos de laboratorio evaluados son menos agresivos sexualmente que los silvestres. Esto puede ser probablemente a tres condiciones principales:

- a. la influencia del método de cría.
- b. el efecto de la radiación.
- c. La homogenización del material genético a través del tiempo por efecto del seleccionamiento del insecto a las condiciones de laboratorio. Además, debe tomarse en cuenta los cambios bruscos a que es sometido en el campo el insecto criado bajo condiciones óptimas en el laboratorio.

Por medio del análisis de regresión simple, considerando el número de apareamientos entre insectos silvestres como variable dependiente, y la proporción de moscas estériles como variable independiente, se llegó a determinar que con una relación de 1:120 moscas (silvestre: estéril) se puede llegar a suprimir una población de mosca nativa en un área determinada.

BIBLIOGRAFIA

1. ARITA, L. H. 1982. Reproductive and sexual maturity of the mediterranean fruit fly, *Ceratitis capitata* (Wied.) Hawaii Entomology Society (EE.UU.) 24 (1):25-29.
2. BURK, T.; CALKINS, D. O. 1983. Medfly mating behavior and control strategies. Florida Entomologist (EE.UU.) 66(1): 3-18.
3. CHAMBERS, D. L. et al. 1983. Measuring, monitorin and improvid the quality of mass-reared mediterranean fruit flies, *Ceratitis capitata* (Wied.), Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 95(3):285-303.
4. HOLBROOK, F. R.; STEINER, L. F.; FUJIMOTO, M. S. 1970. Mating competitiveness of mediterranean fruit flies marked with flouorescent powder. Journal of Economic Entomology (EE.UU.) 63(2):454-455.
5. HOLDRIDGE, L. 1959. Zonificación ecológica de América Central. Turrialba, C.R., IICA. 216 p.
6. KATIYAR, K.P.; RAMIREZ, E. 1970. Some effects of gamma radiation on the sexual vigour of *Ceratitis capitata* (Wied.). Viena, IAEA. p.83-84.
7. . 1972. Supression of the reproductive potential of a wild strain mediterranean fruit fly by gamma irradiated males in caged coffee trees. Turrialba (C. R.) 22(2): 156-157.
8. . VALERIO, J. 1964. Efecto causado por la introducción de machos esterilizados por radiación gamma en una población normal de moscas del mediterráneo *Ceratitis capitata* (Wied.). Turrialba (C.R.) 4(4): 211-212.
9. NAKAGAWA, S.; et al. 1971. Reproduction of the mediterranean fruit fly: Frecuency of mating in the laboratory. Annals of the Entomological Society of America (EE.UU.) 64(4):949-950.
10. RAMOS DE MEJIA, A. 1980. Guía ilustrada para la identificación de moscas de la fruta. México, Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos, Dirección de Sanidad Vegetal. 25 p.
11. RODRIGUEZ, E.E. 1972. Porcentaje de infertilidad de huevos obtenidos según dosis de rayos gamma aplicada en machos de la mosca del mediterraneo *Ceratitis capitata* (Wied.). Tesis Ing. Agr. Argentina, Universidad de Buenos Aires, Facultad de Agronomía y Veterinaria. 40 p.
12. SANABRIA D., C. A. 1984. Competencia de copulación entre machos estériles de *Ceratitis capitata* (Wied.). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 40 p.

13. STANLAND, CH. CH., et al. 1986. Size as a factor in the mating propensity of mediterranean fruit flies. *Ceratitis capitata* (Diptera: tephritidae), in the laboratory. *Journal of Economic Entomology* (EE.UU.) 79 (3): 614-619.
14. WONG, T.T. Y.; NAKAHARA, M. 1978. Sexual development and mating response of laboratory-reared and native mediterranean fruit flies. *Annals of the Entomological Society of America* (EE.UU.) 1(4): 592-596.
15. . NISHIMOTO, J. I.; COVEY, H.M. 1983. Mediterranean fruit flies (Diptera: tephritidae). Further studies on selective mating response of sile and of unirradiated laboratory reared flies in fiel cages. *Annals of the Entomological Society of America* (EE.UU.) 76(1): 51-55.
16. . et al. 1984. Mediterranean fruit flies (Diptera: tephritidae). Mating choices of irradiated laboratory reared an untreated wild flies of California in Laboratory cages. *Journal of Economic Entomology* (EE.UU.) 77 (1): 58-62.

PROTECCION DE PLANTAS

DETERMINACION DE LA RELACION POBLACIONAL DE BIOTIPOS, RESISTENCIA A FENAMIPHOS, REPRODUCCION Y PATOGENICIDAD DE *Radopholus similis* EN ZONA BANANERA, IZABAL*



Marco Antonio Durán M.**
Lauriano Figueroa Q.***

RESUMEN

Se realizó este estudio para determinar la proporción de biotipos de *Radopholus similis*; su posible resistencia a Fenamiphos; su capacidad reproductiva y patogénica en plantas de banano. Se utilizaron poblaciones de nemátodos procedentes de tres fincas ubicadas en el Depto. de Izabal.

Los resultados muestran que el biotipo cola puntiaguda predominó en las tres fincas estudiadas.

Para determinar la posible resistencia a Fenamiphos, se evaluaron las concentraciones de 0, 15, 30 y 60 ppm de i.a. donde fueron expuestos los nemátodos durante 24 horas. Los resultados indican que el biotipo cola redonda mostró menos mortalidad. La no significancia para la sobrevivencia de *R. similis* procedentes de áreas tratadas por siete años consecutivos, comparadas con áreas nunca expuestas a Fenamiphos, indican la ausencia de resistencia al mismo.

Para determinar la capacidad reproductiva y patogénica, se trasplantaron en macetas conteniendo suelo desinfectado, plántulas procedentes de cultivo de meristematos, 120 días después fueron inoculadas con 800 especímenes de *R. similis*, previamente expuestos a Fenamiphos/maceta; tres meses después se determinaron las poblaciones de *R. similis*, así como el porcentaje de raíz funcional y muerta. El resultado indica que la capacidad reproductiva y patogénica de *R. similis* se reduce ostensiblemente cuando los mismos fueron expuestos a concentraciones de Fenamiphos.

- * Parte del trabajo presentado por el primer autor para optar el título de Ingeniero Agrónomo. Facultad Agronomía.
- ** Ingeniero Agrónomo, Asesor, Coordinador de Productores Asociados de banano, Puerto Barrios, Izabal.
- *** Ingeniero Agrónomo, MSc. Jefe de la Sección de Fitopatología y Nematología del Departamento de Investigaciones Agrícolas de BANDEGUA, Morales, Izabal.

I. INTRODUCCION

Desde el punto de vista económico, los nemátodos, después de la Sigatoka, constituyen la plaga más costosa para su control. Dentro de las catorce especies de nemátodos parasíticos asociados al cultivo de banano y plátano en la zona Atlántica del país, *Radopholus similis* es el que representa mayor importancia económica.

En plantaciones bananeras de Honduras y Costa Rica (3) se han encontrado diferentes proporciones de *R. similis* cola puntiaguda y cola redonda; sugiriendo la posibilidad de que podría ser el biotipo de hembra cola puntiaguda menos patógeno a banano que las hembras cola redonda.

En nuestro medio, no se contaba con información sobre los biotipos existentes y si existía relación alguna entre ellos, densidades de población y daño consiguado donde predomina determinado biotipo; así mismo se desconocía si en áreas bananeras de la zona después de siete años consecutivos de aplicación de Fenamiphos, existían poblaciones de nemátodos que han desarrollado resistencia al mismo.

Por lo antes expuesto, con la presente investigación se determinó la existencia y proporción de los biotipos de *R. similis*, la resistencia de los mismos a Fenamiphos, así como el efecto del mismo en la capacidad reproductiva y patógena de *R. similis*, para lo cual se utilizaron poblaciones de nemátodos procedentes de plantaciones establecidas de banano con la variedad Grand Naine.

II. MATERIALES Y METODOS

La investigación se llevó a cabo en las áreas bananeras de Entre Ríos municipio de Puerto Barrios y municipios de Morales y Los Amates, en el Departamento de Izabal.

El estudio se realizó con poblaciones de nemátodos procedentes de las fincas: Eskimo ubicada en Entre Ríos, donde se muestreó la sección C-5 donde nunca se ha aplicado Fenamiphos; Choctaw, ubicada en Los Amates, donde se muestreó la Sección-30 en la que se aplicó Fenamiphos durante cinco años continuos y se dejó de aplicar en 1983, mientras que en la finca Lanquín ubicada en Morales, se muestreó la Sección B-11 donde se ha venido aplicando Fenamiphos durante siete años consecutivos hasta la fecha.

Las raíces se extrajeron de plantas próximas a llegar a su inflorescencia y en la base de las mismas se extrajo un volumen de suelo en forma cilíndrica de 20 y 30 cm de diámetro y altura respectivamente. Las raíces fueron lavadas, cortadas y licuadas. Los nemátodos fueron extraídos de este material de acuerdo al método directo de Loegering y Taylor con ciertas modificaciones según A. Villardebó (5). Se utilizó un juego de cuatro tamices tipo V.S Standard números 30, 100 y dos de 325 mesh. Las poblaciones de nemátodos fueron expresadas en número de especímenes en 100 g de raíz.

1. DETERMINACION DE LA PROPORCION DE BIOTIPOS DE *R. similis*:

Una vez aforada a 500 cc y agitada la suspensión de nemátodos, se tomaron alícuotas de 2 cc, se extrajeron con la ayuda del estereoscopio especímenes hembras de *R. similis* de los que posteriormente se identificó el respectivo biotipo al microscopio y se determinó la proporción promedio de biotipos cola puntiaguda/cola redonda, para lo cual se realizaron cinco lecturas para cada finca bajo estudio.

2. DETERMINACION DE LA RESISTENCIA DE LOS BIOTIPOS DE *R. similis* a Fenamiphos:

Se utilizó un diseño experimental factorial de 3x2x4 con arreglo de bloques al azar con tres repeticiones, la comparación entre medias se hizo con la prueba de Tukey. El ensayo se produjo en el Laboratorio de Investigaciones Agrícolas de BANDEGUA. Los tratamientos evaluados fueron:

FACTORES	NIVELES
FINCAS (A).....	A ₁ = Finca Eskimo, donde no se había aplicado Fenamiphos.
	A ₂ = Finca Choctaw, donde se había aplicado Fenamiphos, durante 5 años.
	A ₃ = Finca Lanquin, donde se había aplicado Fenamiphos durante 7 años.
BIOTIPOS (B).....	B ₁ = Cola puntiaguda
	B ₂ = Cola redonda
FENAMIPHOS (C).....	C ₁ = 00 ppm de i.a.
	C ₂ = 15 ppm de i.a.
	C ₃ = 30 ppm de i.a.
	C ₄ = 60 ppm de i.a.

Se preparó una solución stock a 1000 ppm de i.a. para hacer las diferentes concentraciones de Fenamiphos evaluadas. Cada unidad experimental estaba constituida por un erlenmeyer de 125 cc, conteniendo 100 cc de cada solución del nematocida a evaluar.

Los especímenes de cada biotipo de *R. similis* se obtuvieron de una suspensión de nemátodos distribuida en embudos de baermann para obtener los móviles, éstos se colocaron en número de 50 en 100 cc con la correspondiente concentra-

ción de Fenamiphos, donde permanecieron durante 24 horas bajo condiciones de temperatura ambiental. Después de este período de exposición, los nemátodos fueron observados al microscopio para realizar las correspondientes lecturas.

Las variables respuesta medidas fueron: número de especímenes muertos y vivos de cada biotipo.

3. DETERMINACION DE LA CAPACIDAD REPRODUCTIVA Y PATOGENICA DE *R. similis* EN BANANO PREVIAMENTE EXPUESTOS A FENAMIPHOS

Se utilizaron plantas de banano obtenidas a partir de cultivo de meristemos procedentes de Costa Rica. El diseño experimental utilizado fué completamente al azar de cuatro tratamientos y con cinco repeticiones. Los tratamientos evaluados (en ppm de Fenamiphos) fueron:

$$a_1 = 00 \quad a_2 = 15 \quad a_3 = 30 \quad a_4 = 60$$

En el invernadero se sembraron en macetas conteniendo suelo franco desinfectado, plántulas de banano que fueron inoculadas 120 días después con una densidad de 800 especímenes de *R. similis* por maceta, previamente expuestos por 24 horas a las diferentes concentraciones de Fenamiphos. Noventa días después de la inoculación, se extrajeron las plantas cuidadosamente de cada maceta a las que se les determinó la densidad de población de *R. similis*, así como el peso de raíz funcional y muerta. Se efectuó análisis de varianza para los parámetros estudiados: densidad de población, peso de raíz funcional y muerta. Para la comparación entre medias se hizo la prueba de Tukey.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

1. DETERMINACION DE LA PROPORCION DE BIOTIPOS COLA PUNTIAGUDA/COLA REDONDA DE *R. similis*:

En las tres fincas estudiadas predomina la variante morfológica cola puntiaguda (cuadro 1) y se encontró un promedio del 3 o/o de raíz muerta, este resultado coincide con la sugerencia de Edward y Wehun (4), quienes indican que el biotipo cola puntiaguda es menos patogénico que el cola redonda (Figura 1), puesto que en países como Costa Rica donde predomina el biotipo cola redonda, el porcentaje de raíz muerta llega hasta un 20 o/o, con la misma población de nemátodos por unidad de peso de raíz.

CUADRO 1
 PROPORCION DE BIOTIPOS COLA PUNTIAGUDA (C.P.)/COLA REDONDA
 (C.R.) DE *R. similis* DE LAS FINCAS BAJO ESTUDIO.

Finca	Municipio	Proporción C.P./C.R.
Eskimo	Puerto Barrios	4.00 : 1
Choctaw	Los amates	4.29 : 1
Lanquín	Morales	5.42 : 1



Figura 1: Biotipos de nemátodos *Radopholus similis*.

2. RESISTENCIA DE LOS BIOTIPOS DE *R. similis* A FENAMIPHOS:

Los promedios de sobrevivencia obtenidos fué de 96.86 o/o para cola puntiaguda y de 99.33 o/o para cola redonda. En todos los tratamientos, a medida que se incrementó la concentración de Fenamiphos disminuyó la actividad de los nemátodos. En el testigo, los nemátodos presentaron gran movilidad, mientras que en las concentraciones de 15, 30 y 60 ppm de Fenamiphos los nemátodos mostraron un efecto nematostático.

La falta de significancia en la sobrevivencia de las poblaciones de *R. similis* procedentes de áreas tratadas con Fenamiphos por siete años consecutivos comparadas con las procedentes de áreas nunca expuestas a este producto, indican la ausencia de resistencia inducida debido a la presión de selección del producto. La pérdida de eficacia de Fenamiphos en reducir las poblaciones de *R. similis* en el campo, como está ocurriendo en la zona bananera de Izabal, podría deberse a la biodegradación por microorganismos; esto coincide con lo reportado por Read, D.C. (2), quien ha encontrado resistencia de nemátodos al grupo de nematicidas no-fumigantes como Fenamiphos, Carbofuran y Oxamyl asociado con la biodegradación de los productos.

3. CAPACIDAD REPRODUCTIVA Y PATOGENICA DE *R. similis* EN PLANTAS DE BANANO PREVIAMENTE EXPUESTOS A FENAMIPHOS:

Sólo en el testigo (sin Fenamiphos), los nemátodos se multiplicaron significativamente, puesto que la población promedio obtenida correspondió a 17 veces a la cantidad inoculada. Este resultado coincide con lo indicado por Murray, D.S.

(1), quien encontró que una población de nemátodos bajo condiciones adecuadas se puede multiplicar hasta cinco veces en un mes; el resto de tratamientos se comportaron estadísticamente iguales, con una tasa de reproducción de 0.38, 0.25 y cero veces con respecto a la cantidad de nemátodos inoculada, para los tratamientos de 15, 30 y 60 ppm de Fenamiphos respectivamente.

Con respecto al peso de raíz funcional, en el testigo se obtuvo el promedio más bajo, mientras que el peso de raíz muerta es significativamente mayor en el testigo con respecto a los tratados con Fenamiphos, como consecuencia del daño ocasionado por las altas poblaciones de nemátodos.

Las conclusiones son las siguientes:

- En las fincas estudiadas: Eskimo, Choctaw y Lanquín predominó la variante morfológica cola puntiaguda y el rango proporcional fué de 4:1 a 5.42:1.
- Bajo condiciones de laboratorio los biotipos cola redonda y cola puntiaguda mostraron el 99.33 o/o y 96.96 o/o de sobrevivencia y el biotipo cola redonda mostró menos susceptibilidad a Fenamiphos.
- Las poblaciones de *Radopholus* estudiadas no mostraron resistencia a Fenamiphos.
- La capacidad reproductiva y patogénica de *Radopholus similis* se incrementó 17 veces en el testigo y se redujo a 0.38, 0.25 y cero veces cuando fueron expuestos a las concentraciones de 15, 30 y 60 ppm de Fenamiphos respectivamente.

IV. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. MURRAY, D.S. 1984. Reproducción de nemátodos. Costa Rica, BANDECO, Sección de Nematología. 6 p.
2. READ, D.C. 1987 Greatly accelerated microbial degradation of aldicarb in re-treated field soil, in flooded soil, an in water. Journal Economical Entomological (EE.UU.) no. 80:156-163.
3. TARTE, R. 1979. Morphological observations on some pathogenic variants of *Radopholus similis*. In Reunion Anual Acorbat (2., 1979, Cali, Colombia). Informe. Colombia, Acorbat. p. 184-188.
4. ; et al. 1981. Differences in population in crease, host preferences and frequency of morphological variants among isolates of the banana race of *Radopholus similis*. Nematropica (EE.UU.) no. 80:43-52.
5. TAYLOR, A.; LOERERING, W. 1960. Nematodes associated with lesions of abaca. Turrialba, C.R. University of Costa Rica. Serial Agriculture No. 5. 25 p.

DIAGNOSTICO Y PERSPECTIVAS AGROSOCIOECONOMICAS DEL SECTOR CAFETALERO GUATEMALTECO*

· Byron Haroldo Contreras Marín



RESUMEN

La producción cafetalera es una actividad de suma importancia en la economía guatemalteca, su exportación ha contribuido en grandes proporciones a la generación de divisas, contribuyendo además en el área fiscal mediante el pago de impuestos de exportación.

El funcionamiento del sistema cafetalero nacional está supeditado al funcionamiento del sistema cafetalero a nivel mundial, en virtud de que las variaciones de los equilibrios en el gran sistema afectan los equilibrios a nivel interno. Ello se pone de manifiesto en las variaciones de los precios, los cuales son transmitidos a través de la cadena agroindustrial hasta la fase de producción agrícola.

Para mantener los ingresos en el sistema cafetalero, ha sido necesario triplicar la producción en el transcurso de 36 años, concentrándose dicha producción en áreas potencialmente aptas para el cultivo. El crecimiento de dicha producción ha beneficiado a un reducido número de la población, situación que repercute en una distribución desigual del ingreso.

Existen perspectivas de crecimiento del sector; no obstante, el beneficio de ese crecimiento se mantendrá concentrado si no se toman las medidas correctivas necesarias para mejorar la distribución del ingreso generado por la actividad cafetalera.

* Trabajo presentado por el autor previo a obtener el título de Ingeniero Agrónomo.

INTRODUCCION

La producción cafetalera es y ha sido por años un rubro de suma importancia en la economía guatemalteca. Sin embargo, a pesar de dicha importancia, la información registrada no ha sido sistematizada y utilizada de tal forma que sirva de base para la planificación de dicho producto.

El presente estudio organizó la información disponible bajo un enfoque de sistemas, a fin de abarcar un concepto de desarrollo integrado de la cadena agroindustrial y manejar en forma coherente las interrelaciones entre sus cinco componentes esenciales: demanda, oferta, comercialización, transformación y distribución; agregándose a la concepción del sistema la identificación de relaciones en las fases de la cadena con el exterior.

El enfoque de sistema facilitó conocer la estructura y la lógica de funcionamiento del sector cafetalero. Ello con el propósito de racionalizar la identificación y formulación de políticas y de proyectos orientados a apoyar y acelerar el desarrollo del sector y/o corregir los desequilibrios de la estructura y funcionamiento de su economía, incluyendo el manejo de intervenciones correctivas de los mecanismos de mercado en sus funciones de asignación de recursos, distribución del ingreso y formación de capital.

MATERIALES Y METODOS

El método utilizado tiene un enfoque sistémico, entendiendo por sistema a una totalidad integrada por los componentes productivos, los servicios y el consumo-exportación y las respectivas políticas y variables macroeconómicas a nivel nacional.

Se trató de establecer un método de análisis que permita conocer el comportamiento del sistema cafetalero en su trayectoria pasada y actual, como de sus perspectivas de evolución futura, como base para la identificación de decisiones de política y de proyectos para la planificación.

El eje del sistema lo constituyó el concepto de cadena agroindustrial o línea de productos, la cual está formada por etapas que guardan estrecha relación en una ordenación lógica y que para el funcionamiento del sistema reciben insumos y servicios del ambiente externo.

Las fases de la cadena agroindustrial fueron definidas de la manera siguiente:

- FASE 1: Comprende la producción, abastecimiento y distribución de insumos de uso específico para la agricultura.
- FASE 2: Incluye el valor de la producción generada a nivel de las explotaciones agrícolas.

- FASE 3: Comprende las actividades de comercialización a nivel mayorista e incluye principalmente costo de transporte entre la finca y las instalaciones de acopio.
- FASE 4: Contempla los procesos de transformación de materias primas para las empresas industriales.
- FASE 5: Se refiere a las actividades de distribución de productos para el consumo interno y/o exportación.
- FASE 6: Es el destino final de los productos generados por el sistema.

A este nivel de abstracción, el método de análisis buscó la integración entre el diseño de un marco cualitativo y un marco cuantitativo.

Con el marco cualitativo se delimitó el sistema cafetalero. Fueron identificados los productos generados por el sistema desde la fase de producción agrícola, hasta el consumo final (intermedio y exportación). Fue posible también identificar los agentes que intervienen en la cadena agroindustrial y la estructura que caracteriza al sistema.

El marco cuantitativo estableció los modelos de equilibrio económico del sistema a partir de principios contables, buscando la coherencia de la información cuantitativa y tratando de superar las deficiencias de las estadísticas. Fue elaborado a partir de la información disponible sobre producción, superficie y rendimientos, comercio exterior, precios de los productos a nivel productor, mayorista y consumidor, consumo per cápita y producción en la fase de transformación.

Dado a que el marco cuantitativo se forma de tres modelos de equilibrio, y de análisis particulares de equilibrio de precios y de mercados, es importante señalar que en el presente estudio únicamente se alcanzó el primer nivel básico, o sea, las cuentas de equilibrio sobre formación de los recursos y utilización de los productos.

En la elaboración de cuentas de equilibrio a nivel de formación de los recursos y utilización de los productos, la coherencia de la información se logró en la estructuración y análisis de las hojas de balance respectivas, de las series de precios y comercio exterior y verificaciones sobre las variaciones del consumo de acuerdo al crecimiento de la población y variaciones de los ingresos y los precios. Finalmente, el equilibrio en valor se integró mediante la ecuación general de equilibrio.

$$\begin{aligned}
 (\text{Formación recursos}) &= (\text{Utilización productos}) \\
 V_p + M + ZM + MC &= CF + CI + E - I \text{ donde:} \\
 V_p &= \text{Valor de la producción a nivel de finca} \\
 M &= \text{Importaciones (valor CIF)}
 \end{aligned}$$

- ZM = Derechos y aranceles de importación
 MC = Valor del margen de comercialización
 CF = Consumo final (gastos de los consumidores)
 CI = Consumo intermedio que corresponde al valor de la producción agrícola utilizada por otras actividades productivas
 E = Valor FOB de las exportaciones.
 I = Cambio de inventarios o stocks de enlace a fin de cada ciclo anual de los productos generados por el sistema.

Este primer modelo de equilibrio fue estructurado para café cereza, café pergamino, café oro, café tostado y molido, y para café soluble.

Con base en el modelo de análisis fueron establecidas proyecciones de las principales variables que están integradas en el marco cuantitativo. Ello con el fin de determinar perspectiva de crecimiento y desarrollo, así como identificar alternativas de políticas y proyectos orientados a mejorar la estructura de funcionamiento del sistema cafetalero nacional, así como la distribución del ingreso que la actividad general.

Para tal efecto fueron estimadas las tendencias para cada variable, utilizando ecuaciones de curvas de aproximación y ajustándolas mediante el método de mínimos cuadrados. La diferencia entre las proyecciones de la oferta y la demanda a tres horizontes de tiempo alternativos fue un indicador de las exigencias en materia de tecnología.

Para establecer las alternativas de políticas a favor de un cambio en la distribución de los ingresos, se trabajó bajo el supuesto teórico de que los incrementos de producción para responder a la demanda se darían en las grandes fincas modernizadas, proyectando dicho incremento en esa fracción de productores. Luego se hizo un planteamiento de intervención en las pequeñas y medianas fincas a fin de que la producción se incrementara en ese estrato. La diferencia entre ambos supuestos, proporcionó una alternativa de política a favor de una mejor distribución del ingreso.

Los datos numéricos fueron procesados en el centro de cómputo de USPA-DA, utilizando el paquete lotus 1-2-3.

RESULTADOS Y DISCUSION:

La participación del sector cafetalero como generador de divisas para el país, se inició en la década de 1850. El inicio de la cañicultura provocó cambios de índole económico y social que redundaron en la expropiación y formación de grandes latifundios, así como en la generación de un mercado de fuerza de trabajo basado en la economía campesina. Estos cambios afectaron principalmente la producción de bienes para el consumo interno y la distribución del ingreso.

La caficultura también permitió que Guatemala se integrara definitivamente al mercado mundial y atrajo hacia el país capital y tecnología extranjera para la producción, transformación y comercialización del grano.

Actualmente el sector cafetalero nacional funciona como: una totalidad integrada por los componentes productivos, los servicios y el consumo, así como las respectivas políticas y variables macroeconómicas que se relacionan con él, en tal grado de interdependencia que cualquier modificación de uno de sus componentes, tiende a modificar las relaciones de equilibrio del sistema. Asimismo, el sector cafetalero guatemalteco es componente de un sistema agroindustrial a nivel mundial. La producción y exportación de café está supeditada al equilibrio internacional de producción y consumo de este artículo.

A nivel mundial, Guatemala comparte la producción de café con 49 países. La comercialización del producto es regulada mediante el sistema de cuotas a la exportación para mantener un equilibrio adecuado entre la oferta y la demanda. Además el producto es sometido a una serie de pruebas de calidad, que en forma conjunta con las condiciones de la oferta y la demanda, determinan el precio internacional del producto.

La actividad cafetalera genera entre el 14 o/o y el 25 o/o del valor de la producción del sector agropecuario y su participación en el valor de la producción agrícola de exportación oscila entre el 50 o/o y el 60 o/o, proporcionando ocupación a aproximadamente el 18,5 o/o de la población económicamente activa del país y al 30 o/o de la población económicamente activa del sector agropecuario.

La exportación de café contribuye en grandes proporciones a la generación de divisas. En el período 1950-1985 la participación de la caficultura en ese rubro ha oscilado entre el 30 o/o y el 45 o/o. Favoreciendo además el área fiscal a través de los impuestos indirectos que gravan las exportaciones.

El volumen de producción de café cereza en Guatemala se ha triplicado en un período de 36 años. Los antecedentes estadísticos muestran una tendencia de crecimiento acompañada de variaciones cíclicas consistentes con las condiciones de la oferta y la demanda en el mercado internacional. En ese mismo lapso, la tasa de crecimiento promedio anual de la producción fue de 2,83 o/o. La tasa de crecimiento de los rendimientos de 2,42 o/o y la de la superficie cosechada del orden de 0,41 o/o. Sin embargo, el valor de la producción a precios constantes de la moneda nos muestra que el incremento de la producción ha sido necesario para mantener el ingreso, en valores similares a los obtenidos en el año cafetalero 1949/50. Dicho ingreso ha beneficiado principalmente a los productores ubicados en explotaciones de más de 64 manzanas. Estos concentran aproximadamente el 80 o/o del valor de la producción en el 3,92 o/o de las empresas cafetaleras participantes.

El ingreso generado en el proceso de producción está concentrado, manifestando cierta inflexibilidad a las variaciones del mercado externo; de tal suerte que los cambios ocurridos en los precios a nivel internacional son transmitidos a través de la cadena agroindustrial hasta la fase de producción agrícola.

Mediante la proyección de las principales variables económicas que integran el sector cafetalero fue posible obtener sus perspectivas de crecimiento. Ellas indican que el crecimiento de la producción en el corto plazo es del orden de 17.13 o/o, en el mediano plazo de 31.56 o/o y en el largo plazo de 47.10 o/o. Ello demanda en materia de tecnología el incremento de los rendimientos a 4,420 Kg/Ha., 4,965 Kg/Ha. y 5,551 Kg/Ha. a cada horizonte respectivamente, manteniendo invariable la superficie cultivada. Dicho crecimiento en términos de valores de la producción y tomando como base el período 1984/85 significa un incremento de dicho valor en el orden de 92.73 o/o para el año 1989/1990, en la cosecha 1994/95 de 116.08 o/o y en el período cafetero 1999/2000 de 141.60 o/o.

Bajo las tendencias actuales se espera que el beneficio del crecimiento del sector se mantenga y/o acentúe en las fincas grandes y modernizadas. Sin embargo, mediante una intervención correctiva encaminada a generar el aumento de la producción en las pequeñas y medianas fincas, se incrementará la participación de este sector en el valor de la producción a niveles de 24.03 o/o, 27.46 o/o y 30.89 o/o, en el corto, mediano y largo plazo.

La generación del crecimiento de producción en las pequeñas y medianas fincas requiere del establecimiento de un programa de desarrollo tecnológico y financiero, que contemple la modernización de la producción en una superficie de 68,367 Ha., con metas respecto a rendimientos de 4,002 Kg/Ha. en el año 1989/1990, de 5,136 Kg/Ha. en 1994/95 y de 6,461 Kg/Ha en la cosecha 1999/2000.

Este esfuerzo incrementaría el ingreso en las pequeñas y medianas fincas cafetaleras en Q.15,865,420.00, Q.26,056,870.00 y Q.38,486,300.00 en cada uno de los horizontes establecidos, ello sin incluir el ingreso que obtendrían al integrarlos a las fases subsiguientes de la cadena agroindustrial.

BIBLIOGRAFIA

1. ASOCIACION NACIONAL DEL CAFE (GUA). 1983. Importancia de la caficultura en el desarrollo económico de Guatemala. Guatemala, 12 p.
2. . 1983. Importaciones en Estados Unidos de Norte América. Boletín informativo Internacional (GUA). Marzo 1983:50.
3. BERTALANFLY, I.V.; CAMPERO, G.; HERNANDEZ, V. 1977. La teoría de sistemas; una revisión crítica con teoría general de sistemas y administración pública. San José, Costa Rica, Editorial Universitaria Centroamericana. 200 p.
4. CARVAJAL, J.F. 1972. Cafeto cultivo y fertilización. Berna, Suiza, Instituto Internacional de la Potesa. 15 p.
5. CASTELLANOS CAMBRANES, J. 1975. Desarrollo económico y social de Guatemala 1863-1885. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala. IIES. 260 p.

6. . El imperialismo alemán en Guatemala; el tratado de comercio de 1887. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, IIES. 296 p.
7. CONVENIO AID 520-000-1/ANACAFE/MAGA/AID. 1982. Diagnóstico del sector cafetalero nacional como consecuencia del apareamiento de la roya del café en Guatemala. Guatemala, v. 1, 300 p.
8. CONVENIO USPADA/PNUD/FAO-GUA/84/009. 1987. Informes parciales sobre objetivos y estrategia de la política e identificación de los programas del plan agrícola 1987-1991. Guatemala, 345 p.
9. . 1987. Marco conceptual y metodológico sobre evaluación y programación de sistemas integrados de producción y consumo por rubros o grupo de productos. Guatemala, 260 p.
10. EASTON, D. 1965. A framework for political analysis. New York, E.E.U.U. Prentice Hall. 298. p..
11. GUATEMALA. BANCO DE GUATEMALA. 1986. Estudio económico y memoria de labores 1985. Guatemala, 300 p.
12. . SECRETARIA GENERAL DE PLANIFICACION ECONOMICA. 1981. Sistema nacional integrado de previsión y acción económica y social. Guatemala, 270 p.
13. LUJAN MUÑOZ, J. 1980. Antología de lecturas. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Humanidades. V.1, tomo 1. 342 p.
14. MALASSIS, M. 1973. Agricultura y proceso de desarrollo; ensayo de orientación pedagógica. Trad. Martínez, M, Tudea Capó, H. Paris, Francia, Unesco. 98 p.
15. MENCHU, E.I.F. 1966. La determinación de la calidad del café. Guatemala, ANACAFE, 38 p.
16. OCHSE, P.; et al. 1965. Cultivo y mejoramiento de plantas tropicales y subtropicales. 2 ed. México, D.F., HELIO. v.2, 560 p.
17. PIEDRA SANTA ARANDI, R. 1981. Introducción a los problemas económicos de Guatemala, 2 ed. Guatemala, Imprenta Universitaria, 195 p.
18. RODAS-REYNA, C.A. 1980. Mantenimiento y operación de los beneficios húmedos. Guatemala, ANACAFE. 35 p.
19. . 1981. Manual de beneficio para pequeños y medianos productores de café. Guatemala, ANACAFE. 43 p.

20. . 1983. Algunas consideraciones sobre el deterioro de la calidad del café en Guatemala. Revista Cafetalera (GUA) No. 233:3-7.
21. ROHR REYES, P. 1985. Manual de Caficultura. Revista Cafetalera (GUA) No. 250:40 p.
22. SPEDDING, C.R.W. 1975. The biology of agricultural system, London, England, Academic press, 261 p.
23. TALCOTT, P. 1968. Analisis de sistemas; los sistemas sociales. In enciclopedia internacional de las Ciencias Sociales, s.1., LIMUSA, v.15, 458 p.
24. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES ECONOMICAS Y SOCIALES, 1981. El cultivo del café en Guatemala. Guatemala, 120 p.
25. VILLAMAR CONTRERAS, M.A. 1977. Apuntes sobre reforma liberal. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales, Colección investigación para la docencia No. 26.

RECURSOS FITOGENETICOS

FLORA DE GUATEMALA: RIQUEZA Y EXTINCION

César Azurdia Pérez*



RESUMEN

La posición geográfica que ocupa Guatemala, así como la existencia de innumerables microclimas aislados, permite la existencia de alta diversidad de flora y fauna. Referente a flora, el análisis de la misma muestra la presencia de especies endémicas, otras propias de Norte América, América del Sur y las Antillas. Por otro lado, diferentes factores perturbantes provocados por la acción del hombre, están reduciendo día a día la superficie del país cubierta con vegetación, conduciendo a que en la actualidad muchas especies estén sometidas a un proceso drástico de erosión genética e inclusive a la extinción.

La combinación riqueza florística y cultural de Guatemala desemboca en un cuadro interesante referente a la utilidad de la flora, de tal manera que en el país existen muchas especies útiles en las diferentes categorías antropogénicas que integran tanto las necesidades primarias como secundarias del hombre.

* Ing. Agr. Msc. Botánica, Catedrático Facultad de Agronomía, Coordinador del Proyecto de Recursos Fitogenéticos.

A. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LA VEGETACIÓN DE GUATEMALA

La posición estratégica que ocupa Guatemala, como componente de un puente entre dos masas de tierra continentales separadas, así como el hecho de ser una estrecha franja entre dos regiones oceánicas, a la par de la existencia de diversas cadenas montañosas que determinan la formación de innumerables microclimas aislados, permite que en su territorio exista gran diversidad florística y faunística. De esta manera, a nivel mundial Guatemala es considerado como un país con gran riqueza vegetal, contenida en su relativa área pequeña si se compara con aquellos ubicados fuera de la región tropical y que ocupan áreas considerablemente mayores.

Una breve revisión de la flora guatemalteca (50) muestra dentro de ella la presencia de taxa frecuentes o propios de otras regiones del continente americano. De esta manera tal como se esperaría, hay partes de Norte América, América del Sur y Las Antillas (Cuadro 1) entre las más importantes.

CUADRO 1.
ALGUNOS TAXA PRESENTES EN LA FLORA GUATEMALTECA
FRECUENTES O PROPIOS DE OTRAS REGIONES AMERICANAS*

REGION	TAXA
Norte	<i>Pinus, Cupressus, Juniperus, Taxus, Abies, Acer, Liquidambar</i> , miembros de <i>Ericaceae</i> , algunas <i>Rosaceae</i> como <i>Alchemilla, Acaena; Cornus</i> .
América del Sur	<i>Asterogyne, Carapa, Couma, Dermalocalix, Coliocarpus, Gustavia, Henriettella, Laomellea, Lepidogathis, Malcuetia, Marila, Maripa, Merinthospodium, Mussantia, Odontedenia, Pachyptera, Phthirusa, Piriqueta, Pourouma, Quiina, Symphonia, Tetragestris, Tococa, Unonopsis</i> .
Antillana	<i>Acoelorrhaphe weightii, Allophylus cominia, Baubinia jennigssi, Bucida buceras, Bumelia retusa, Bunchosia swartziana, Bravaisia tubiflora, Caesalpinia violacea, Cameraria latifolia, Celtis trinervis, Colubrina reclinata, Cordia sebestena, Desmodium cubense, Echinodorus nymphaeoidolius, Ernodea littoralis, Erythroxylon rotundifolium, Euphorbia blodgettii, Gevaid albida, Gymnanthes lucida, Haematoxylon campechianum, Jacquemontia havanensis, Lysiloma bahamense, Malpighia puniceifolia, Metopium brownei, Neomacfadia podopogon, Phaseolus elegans, Pithecolobium keyense, Pinus caribaea, Plumeria obtusa, Sabal mayarum, Suriana maritima, Swartzia cubensis, Thrinax parviflora, Tournefortia gnaphalodes, Tribilium moschata</i> .

* Adaptado de Miranda, F. (42).

Las especies propias de Norte América están distribuidas en Guatemala en el altiplano occidental, central y oriental, haciéndose patente el factor de compen-

sación ecológico que dice que la altitud compensa la latitud. Las especies de origen antillano son más frecuentes en aquella parte de Guatemala que conforma la llamada península de Yucatán, localizada en el norte de El Quiché, Alta Verapaz, Izabal y todo el Petén; mientras que las especies de origen de las zonas tropicales bajas de Sur América, (cuenca del Amazonas y el norte de Sur América), están distribuidas en las regiones cálido-húmedas del país.

Con respecto a Orquídeas Oakes, A. (43), menciona que Guatemala presenta 527 especies y 25 variedades agrupadas en 89 géneros, de las cuales 57 especies son endémicas; esta riqueza es sorprendente si se compara con la existente en México, que es ligeramente mayor en cuanto a número de especies (600), aunque notoriamente mayor en superficie.

En cuanto a helechos, Stolze, R. (51), menciona que Guatemala presenta alta diversidad, reportando 67 géneros para la familia Polypodiaceae, 110 especies pertenecientes a 9 familias primitivas que van desde Ophioglossaceae hasta Cyathaceae.

Bertram, E. (16), en su obra musgos de Guatemala, anota que la flora guatemalteca en cuanto a briofitas es altamente diversa y representativa de los trópicos americanos. Incluye especies mexicanas, del norte de los Estados Unidos y Canadá, especies andinas, un pequeño grupo de especies brasileñas y especies caribeñas. Reporta un total de 205 géneros y 519 especies, de las cuales 55 son endémicas.

En Guatemala hasta la fecha no existe un estudio global que muestre con precisión los diferentes tipos de vegetación presentes en el país, tal como lo ha hecho Miranda y Hernández X (41) y más recientemente Rzedowsky (48) para México; así es como en la literatura nacional se encuentran reportados estudios sinecológicos de áreas reducidas hasta áreas considerablemente más grandes como lo es la unidad denominada cuenca hidrográfica. El trabajo desarrollado por Holdridge (37) en su obra titulada "Los bosques de Guatemala", ofrece información global sobre la vegetación de Guatemala, sin embargo el trabajo más reciente desarrollado por De la Cruz (19), basado principalmente en los principios de la escuela creada por Holdridge, es el trabajo que a la fecha aporta más información referente a vegetación de Guatemala, aunque sea en una forma general. Más recientemente, Leonard (38), en su obra, muestra los tipos de vegetación presentes en Guatemala. En el cuadro 2, se muestran las diferentes zonas de vida propuestas, con su respectiva área cubierta y el total en porcentaje que ocupa el territorio nacional.

B. HABITATS CRITICOS PARA BIODIVERSIDAD DE PLANTAS

Los ecosistemas naturales son modificados principalmente por el uso que el hombre hace de la tierra: agricultura, pastoreo, industria, desarrollo urbano y transporte. El conjunto de estos factores perturbantes, rompe el equilibrio existente entre los componentes bióticos y abióticos, de tal manera que la modificación de uno de ellos afectará al resto de componentes del ecosistema. Se prevee que

CUADRO 2
ZONAS DE VIDA Y TIPOS DE VEGETACION PRESENTES EN GUATEMALA

FORMACIONES VEGETALES	AREA Km ²	TOTAL o/o	TIPO DE VEGETACION*
1. Monte espinoso sub tropical	298	0.85	Bosque bajo y sabanas
2. Bosque seco tropical	216	0.20	Bosque bajo y sabanas
3. Bosque seco sub-tropical	3,964	3.64	Manglares y bosque bajo y sabanas.
4. Bosque húmedo sub-tropical templado	12,320	11.32	Bosque de hoja caduca y roble.
5. Bosque húmedo sub-tropical cálido	27,000	24.81	Bosque húmedo tropical alto (norte de Guatemala); Bosque bajo y sabana (Sur de Guatemala).
6. Bosque húmedo sub-tropical	40,700	37.41	Bosque húmedo tropical alto
7. Bosque muy húmedo sub-tropical frío	2,584	2.37	Bosque de hoja caduca y robles.
8. Bosque pluvial sub-tropical	1,144	1.05	Bosque de hoja caduca y robles.
9. Bosque muy húmedo tropical	2,636	2.42	Bosque húmedo tropical alto.
10. Bosque húmedo montano bajo sub-tropical	9,769	8.98	Bosque de coníferas.
11. Bosque muy húmedo montano bajo sub-tropical	5,512	5.07	Bosque de coníferas.
12. Bosque pluvial montano bajo sub-tropical	908	0.83	Bosque de hoja caduca y robles.
13. Bosque húmedo montano tropical	88	0.08	Bosque de coníferas
14. Bosque muy húmedo montano sub-tropical.	1,040	0.96	Bosque de coníferas

FUENTE: De la Cruz, R. (19)

*Adición del tipo de vegetación adaptado a partir de Leonar, H.J. (38).

estos factores perturbantes se incrementen en los años venideros, debido a el aumento sin precedentes del número de habitantes humanos dentro de un marco de recursos naturales limitados y a la correspondiente demanda, también sin precedentes, de alimentos y otros recursos.

La presencia de habitats críticos para biodiversidad vegetal, por efectos de la perturbación de la vegetación natural y posterior manejo de los ecosistemas, es evidente en Guatemala. Es así como a continuación se mencionarán algunos ejemplos relevantes.

Zona de Manglar. Existe poca información referente a datos concretos que muestren la destrucción notable que en Guatemala se está dando de este ecosistema. Especies como *Avicenia germinans*, *Rizophora mangle*, *Laguncularia racemosa* proporcionan madera para construcción, leña, curtiembre, así también para crear un ambiente adecuado para reproducción de algunas especies acuáticas.

Costa Sur de Guatemala: La eliminación casi total de la vegetación natural existente en esta región, ha conllevado a que las especies maderables, otrora importantes, se consideren en la actualidad en vías de extinción. El cultivo de la caña de azúcar, algodón, desarrollo ganadero e incremento de las áreas urbanas, son los factores perturbantes que han conducido a que la única vegetación persistente en la actualidad, es aquella reducida a pequeñas áreas localizadas en algunas fincas particulares, o bien, a orillas de las corrientes mayores de agua. Por las condiciones particulares de suelo y clima, la vegetación natural de la región corresponde al tipo de bosque con la mayor diversidad vegetal del país, tal como sucede en la zona de vida de El Petén. Una situación similar se ha dado en los departamentos de Izabal, y aquellos que forman parte de la llamada Franja Transversal del Norte, con el agravante de que estos últimos se desarrollan sobre suelos relativamente jóvenes y de vocación forestal.

Sierra de las Minas: La desmedida deforestación que se ha dado en los últimos años en la parte alta de la sierra de Las Minas, está provocando que especies restringidas a la región estén en claro proceso de extinción, tal como *Taxus baccata*, *Drymis granadensis* y otras asociadas.

Áreas con comunidades de Abies. Estas comunidades ocupan áreas relativamente pequeñas en el occidente del país, ya que conforman comunidades microclimáticas. La destrucción de estas comunidades vegetales conlleva dos aspectos relevantes: primero *Abies guatemalensis* es una especie endémica para Guatemala, así como representa el límite sur de la distribución del género *Abies*; segundo, los bosques no disturbados tienden a mantener su composición, mientras que los perturbados tienden a regresar a una etapa anterior del proceso de sucesión ecológica y por consiguiente el pinabete desaparece como componente de las comunidades fuertemente taladas.

C. ESPECIES AMENAZADAS EN GUATEMALA:

Ante el grave deterioro que está sufriendo la vegetación de Guatemala, mis-

ma que tiende a incrementarse en los años venideros, muchas especies están amenazadas en la actualidad. Guatemala forma parte del convenio sobre especies en peligro de extinción (CITES), convenio formulado en 1973 con el objeto de proteger la vida silvestre; en este sentido, nuestro país tiene la responsabilidad no solo de proteger sus propias especies, sino de proteger las especies nativas de otros países que puedan ingresar como artículos de comercio (23).

A nivel mundial se tiene un listado general de las especies amenazadas, el cuadro 3 muestra las que conforman parte de la flora guatemalteca. Sin embargo, un análisis más detallado de la situación de la flora, pone de manifiesto que realmente el número de especies amenazadas es mayor, así Aguilar C. y Rivera (2), sugieren un listado adicional de especies, las cuales están sometidas actualmente a una sobre-explotación. Estas son: Cedros, *Cedrella mexicana* y *C. pacayana*; Caoba, *Swietenia macrophila*; manglares, *Rizophora mangle*, *Conocarpus erecta*, *C. meyeri*, *Laguncularia racemosa*; Volador, *Terminalia amazonia*; Pinos, *Pinus ayacabuite*, *P. strobus* var. *chapensis*; Pino del Quiché, *P. quichensis*; Pino negro, *P. teocote*, Mano de mico o kanac, *Chiranthodendron pentadactylum*; Roble de las alturas, *Quercus* spp.; Encino de Purulhá, *Quercus purulhana*; Santa María, *Callophyllum brasiliensis*; Zapote, *Pouteria pacheocana*; injerto, *Pouteria viride*; Caimito, *Chrysophyllum caimito*; Pacayas, *Chamaedorea* spp.; Guayacán, *Guaicum guatemalensis*; Cacao volador, *Virola guatemalensis*; Cortés, *Tabebuia guayacan*; Anona blanca, *Annona diversifolia*, *Annona purpurea*, *Annona lutescens*; Grejuelo, *Cymbopetalum pendaciflorum*; Granadillo, *Dalbergia stevensonii*; Palo blanco, *Tabebuia donnell-smithii*; Palo de leche, árbol de vaca, *Couma guatemalensis*, Palo mico, *Phyllocarpus septentrionalis*; Tempisque, *Syderoxilom tempisque*; Zapotillo, *Achras bicolor*; Chichipate, *Sweetenia panamensis*; Mora, *Cholorophora tinctoria*; Chichique, *Aspidosperma megalocarpum*; Ciricote, *Cordia sevestana*; Mezcal, *Ulmus mexicana*; Ramón, *Brosimum allicastrum*; Mano de mico, *Dendropanax arborea*; Falso pinabete, *Taxus globosa*, Palo campeche, *Hamaetoxilum campechianum*; Colorín, *Ormosia teleduana*; Mulato, *Triplaris* sp.; Peine de mico, *Apeiba tiliacea*; Guachipilín, *Diphysa robinoides*; Nogal, *Juglans guatemalensis*; Castaño, *Sterculia apetala*; Diversas especies de las familias Bromeliaceae, Arecaceae, Araceae y Orchidaceae.

Se debe agregar a aquellas especies que actualmente no muestran un valor comercial significativo, pero que tienen alto valor antropogénico directo o indirecto; ejemplos de este tipo de especies son todas aquellas ligadas o parientes silvestres de las especies cultivadas, tal como especies de los géneros *Phaseolus*, *Dioscorea*, *Xanthosoma*, *Pouteria*, *Annona*, *Persea*, *Theobroma* (13, 14, 15).

D. PLANTAS DE BENEFICIO ECONOMICO DE GUATEMALA:

La combinación riqueza genética vegetal y riqueza cultural que se da en Guatemala, da como resultado un cuadro interesante de la simbiosis hombre-planta, en virtud de que la mayoría de especies vegetales tienen algún uso, principalmente entre aquellas comunidades humanas con poco contacto con el desarrollo urbano; por otro lado, a nivel mundial, Guatemala es considerado por los países desarro-

CUADRO 3.

ESPECIES DE LA FLORA GUATEMALTECA CONTEMPLADAS EN LOS APENDICES I Y II DE LA RATIFICACION DEL CONVENIO SOBRE EL COMERCIO INTERNACIONAL DE ESPECIES AMENAZADAS DE LA FAUNA Y FLORA SILVESTRE, SUSCRITO EN WASHINGTON, EL 3 DE MARZO DE 1973.

FAMILIA	ESPECIE	NOMBRE COMUN
Juglandaceae	<i>Engelbartia pterocarpa</i>	Palo colorado
Orchidaceae	<i>Cattleya skinneri</i>	Orquidea de skinner
	<i>Lycaste virginalis var. alba</i>	Monja Blanca
Pinaceae	<i>Abies guatemalensis</i>	Pinabete de Guatemala
Rubiaceae	<i>Balmea stormae</i>	
Cactaceae	<i>Rhypsalis ramulosa</i>	
	<i>R. micrantha</i>	
	<i>R. bartletii</i>	
	<i>R. cassutha</i>	
Cyathaceae	<i>Cyathea</i> spp.	Arbol helecho
Meliaceae	<i>Swietenia humilis</i>	Caoba de Honduras
Zygophyllaceae	<i>Guaiacum sanctum</i>	Madera santa

llados, como un banco natural de genes útiles, al cual pueden acudir cuando se plantee algún requerimiento particular.

1. Germoplasma domesticado:

En Guatemala las especies domesticadas utilizadas en desarrollo agrícola y ganadero, tienen dos fuentes de origen: las nativas que normalmente están asociadas al sub-sistema de agricultura tradicional, y los procedentes de otros centros de origen y diversidad vegetal, conformando parte de la mayoría de veces del sub-sistema de agricultura tecnificada.

El trabajo desarrollado por Azurdía P., y González (15), muestra información referente a las especies cultivadas, así como la prioridad que recibe cada cultivo por parte de las instituciones de gobierno, privadas o autónomas. Además, los mismos autores anotan un listado de especies nativas que deberán considerarse dentro de una unidad de recursos fitogenéticos en Guatemala, dada la situación actual y perspectivas de las mismas.

2. Germoplasma silvestre:

a. Para la Agricultura:

En este aspecto se va a tocar especies que tienen importancia en alimentación humana, ya que en los siguientes acápite se anotarán otras especies susceptibles de ser manejadas por medio de agricultura, pero cuyo producto lleva otro destino. Así, el cuadro 4, muestra algunas especies cultivadas y sus parientes silvestres más cercanos; es necesario recordar que en el germoplasma silvestre se sigue conservando alta variabilidad genética, parte de la cual los hace altamente resistentes a los factores ambientales adversos, misma que se ha perdido en las especies cultivadas.

CUADRO 4
ESPECIES NATIVAS DE GUATEMALA CULTIVADAS Y SUS
CORRESPONDIENTES ESPECIES SILVESTRES

ESPECIE CULTIVADA	ESPECIES SILVESTRES LIGADAS
<i>Zea mays</i> (24)	<i>Zea mays</i> spp. <i>parviglumis</i> var. <i>buebuetenanguensis</i> , <i>Zea luxurians</i> .
<i>Phaseolus vulgaris</i> <i>P. Coccineus</i> , <i>P. polyanthus</i> , <i>P. lunatus</i> .	<i>Phaseolus anisotrichus</i> , <i>P. macrolepis</i> , <i>P. xanthobichus</i> , <i>P. oligospermus</i> , <i>P. thuerckheimii</i> , <i>P. persistentus</i> .
<i>Capsicum annum</i> var. <i>annum</i>	<i>Capsicum annum</i> var. <i>aviculare</i> ,
<i>Lycopersicon esculentum</i>	<i>Lycopersicon esculentum</i> var. <i>ceraciforme</i>
<i>Cucurbita mixta</i>	<i>Cucurbita lundelliana</i>
<i>C. moschata</i>	
<i>C. Pepo</i>	
<i>C. ficifolia</i>	
<i>Amaranthus cruentus</i>	
(9)	<i>A. hybridus</i>
<i>Amaranthus dubius</i>	<i>A. spinosus</i>
<i>Solanum tuberosum</i> (25)	<i>Solanum demissum</i> , <i>S. bulbocastanum</i> , <i>S. andigenum</i> f. <i>guatemalense</i> .
<i>Crotalaria longirostrata</i>	<i>C. incana</i> , <i>C. maypurensis</i>

ESPECIE CULTIVADA	ESPECIES SILVESTRES LIGADAS
<i>Manibot esculenta</i>	<i>M. aesculifolia</i> , <i>M. gualanensis</i> , <i>M. ludibunda</i> , <i>M. parvicocca</i>
<i>Ipomoea batatas</i>	<i>I. trifida</i> , <i>I. tiliaceae</i> , <i>I. triloba</i> , <i>I. carnea</i> .
<i>Xanthosoma violaceum</i>	<i>X. hoffmanii</i> , <i>X. mexicanum</i> , <i>X. pedatum</i>
<i>Dioscorea alata</i>	<i>Dioscorea spp.</i>
<i>Dioscorea bulbifera</i>	
<i>Dioscorea convolvulacea</i>	
<i>Pouteria mammosa</i>	<i>P. amygdalina</i> , <i>P. hypoglauca</i> , <i>P. mammosa</i>
<i>Persea americana</i> (45, 46)	
<i>Persea americana</i> var. <i>drymifolia</i>	<i>Persea nubigena</i> , <i>P. schiedearia</i>
<i>Persea nubigena</i> var. <i>guatemalensis</i> .	
<i>Annona cherimola</i>	<i>A. scleroderma</i> , <i>A. pximigenia</i> , <i>A. scleroderma</i>
<i>Annona muricata</i>	
<i>Annona squamosa</i>	
<i>Annona diversifolia</i>	
<i>Carica papaya</i>	<i>C. mexicana</i> , <i>C., pennata</i>
<i>Theobroma cacao</i>	<i>T. bicolor</i> , <i>T. augustiñolium</i>
<i>Bixa orellana</i>	<i>Bixa orellana</i> var. <i>leiocarpa</i>
<i>Pachyrhizus erosus</i> (49)	<i>P. ferrigeneus</i>

b. Para productos medicinales:

En las áreas rurales de Guatemala, el uso de plantas silvestres en la medicina es intenso, a tal grado que en algunos de ellos es la única fuente de aceptación. A pesar de que se tienen a disponibilidad algunas publicaciones referente a plantas medicinales de Guatemala, realmente no se tiene un inventario como el que existe para México (22). No obstante es indudable que la cantidad de especies útiles en medicina es inmensa. Aguilar, G. (3), en su obra Relación de unos

aspectos de la flora útil de Guatemala, describe las propiedades medicinales de 179 especies nativas del país, a la par de reportar otras 74 especies, entre nativas y criollas o naturalizadas, cuyos resultados y utilidad industrial es conocido. Además es importante señalar que actualmente alrededor de la cuarta parte de las medicinas comercialmente producidas en Estados Unidos, se derivan parcial o totalmente de plantas tropicales. El uso de especies silvestres con propósitos medicinales tiende a incrementarse en la medicina.

Para ejemplificar se revisaran brevemente las plantas de uso medicinal de las zonas secas de Guatemala, trabajo desarrollado por Ronquillo B. (47). Reportó un total de 69 especies útiles en alimentación y/o medicina, de las cuales 27 son de doble uso (medicinal y alimenticio); 35 especies medicinales y solamente siete con uso alimenticio. Las especies sobresalientes en cuanto a su valor medicinal, en orden de importancia son: Palo jiote (*Bursera simaruba*), Frijolillo (*Cassia occidentalis*), Apacín (*Petiveria alliacea*), Sauco (*Sambucus mexicana*), Sabila (*Aloe vera*), Huevo de aire (*Calotrophis procera*) y Apazote (*Chenopodium ambrosoides*).

c. Especies forestales y asociadas:

La principal fuente de madera y combustible lo constituyen aquellas especies nativas de Guatemala que han estado y están sobre explotadas, mismas que han sido anotadas en el aspecto correspondiente a especies amenazadas. Se puede agregar que algunas especies nativas, tales como *Alnus arguta*, *A. jorulensis*, *Caesalpinia velutina*, *Heliocarpus spp.*, *Ochroma lagopus*, son de fácil regeneración y crecimiento rápido; por lo que representan una buena opción como especies alternativas en este rubro.

En los bosques primarios de zonas cálidas húmedas, en donde aún persiste, se encuentran especies asociadas, tales como el Xate (*Chamaedorea sp.*), importante desde el punto de vista de exportación, así como el chicozapote (*Manilkara acbrus*) cuya savia es la fuente del chicle, nispero de montaña (*Manilkara chicle*) que produce chicle de menor calidad, el ramón (*Brosimum allicastrum*) productor de un buen forraje para el ganado, savia de uso medicinal y para alimentación humana, frutas y semillas para alimentación humana.

d. Germoplasma silvestre de Guatemala para nuevos usos:

A continuación se anotan algunos ejemplos de plantas silvestres de Guatemala, útiles en algunas categorías antropocéntricas y que se pueden convertir en una buena alternativa para el futuro.

d.1 Grasas: A partir de las semillas de las siguientes especies: *Baltimora recta*; zapote *Pouteria mammosa*, Nogal, *Juglans guatemalensis*; Cacao volador, *Virola guatemalensis*; Napalmite, *Trichilia birta*, Jaboncillo, *Sapindus saponaria*; Peine de mico, *Apeibatibaurbou*; Pathasthe, *Theobroma bicolor*; Chilindrón, *Thevetia peruviana*.

d.2 **Fibras:** Se puede usar la corteza de muchas especies del orden Malvales, tal como: *Belotia mexicana*, *Corchorus capsularis*, *Heliocarpus mexicanus*, *Luebea candida*, *Triumfetta speciosa*.

d.3 **Especies:** Se usan las hojas de: Apazote, *Cbenopodium ambrosoides*; laurel, *Litsea guatemalensis*, *Litsea glaucescens*; alcapa o culantro, *Eryngium foetidum*.

d.4 **Estimulantes:** Se puede usar parte de algunas especies como sustitutos del café, así, las raíces del diente de león, *Taraxacum officinate*, las semillas de algunas leguminosas como *Stizolobium deeringianum* y *Dolichos lablab*, llamados café incasa o nescafé; para obtención de bebidas alcohólicas se pueden usar la corteza de *Lanchoarpus guatemalensis*.

d.5 Venenos:

d.5.1 **Venenos para pescar.** Normalmente se usan los frutos u hojas machacadas de diversas especies denominadas como barbasco, algunas especies son: *Paullinia frutescens*, *P. pinata*, *P. scarlatina*, *Dioscorea spp.*, *Jacquinia aurantiaca*, *Salmea scandens*

d.5.2 Insecticidas y plaguicidas:

Anacardium occidentale: De la semilla se puede obtener un aceite llamado cardol, el cual, puede ser utilizado para proteger la madera contra el ataque de termitas. *Annona purpurea* y *A. Cberimola:* el polvo obtenido a partir de la molienda de las semillas es útil en el control de piojos. *Fernaldia brachypharynx:* las raíces son venenosas y pueden utilizarse para el control de roedores, *Haplophyton cinereum:* Las raíces pueden emplearse para matar cucarachas y otros insectos, *Sarcostemma clausen:* las hojas maceradas aplicadas en la piel del ganado controla la larva del tórsano. *Bursera simaruba:* la resina que produce es utilizada para proteger canoas contra ataque de insectos, *Rourea glabra:* la pasta hecha con maíz y semillas de esta especie es venenosa para muchos animales indeseables. *Zamia loddigesii:* la pasta hecha a base de las raíces sirve para controlar roedores. *Hyptis suaveolens* y *Croton ciliato-glanduliferus:* pueden usarse como repelentes contra zancudos y cucarachas. *Mamea americana:* el polvo obtenido a partir de la semilla, así como una tintura obtenida de la savia, tiene propiedades insecticidas. *Pachyrrisus erosus:* fuente de rotenona.

d.6 Pigmento:

d.6.1 **Rojos-morados:** Palo de campeche, *Haematoxylum campechianum*; Palo Brasil, *Haematoxylum brasiletto*; *Rourea glabra*; moco tinto, *Coriaria thymifolia*.

d.6.2 **Amarillos:** *Chlorophora tinctoria*, alheña, *Lawsonia inermis*.

d.6.3 **Verde:** *Eupatorium albicaule*.

d.7 Materiales para utensilios y herramientas. Miembros de la familias Cucurbitaceae, Poaceae, Leguminosae, Pinaceae.

d.8 Fermentos: Algunos materiales vegetales se agregan a la leche para coagularla, tal como *Urtica* sp. usándose los retoños cocidos con sal; *Cirsium* spp., se usan las flores. Para coagular el hule se puede usar *Calonyction aculeatum*.

d.9 Plantas productoras de enzimas. Algunas leguminosas, tales como *Canavalia ensiformes*, *Robinia pseudocacia*, *Phaseolus coccineus*. De todos se puede extraer ureasa.

d.10 Materias forrajeras: El altiplano occidental de Guatemala caracterizado por el desarrollo de agricultura tradicional, muestra un cuadro interesante en cuanto a materiales forrajeros nativos, los cuales provienen a partir de especies silvestres o bien de malezas, pero en ninguno de los casos de material vegetal sometido a cultivo (7, 8). Méndez Barrios (40), en su informe preliminar reporta un total de 60 especies utilizadas como forraje en el altiplano occidental de Guatemala, sobresaliendo por su contenido de proteína las siguientes especies: *Jaltomata procumbens* (38.93 o/o), *Malva rotundifolia* (27.94 o/o), *Mimosa* sp. (27.19 o/o), *Brassica* sp. (24.49 o/o), engorda ganado (24.12 o/o), *Lepidium oblongum* (22.84 o/o), seguila (22.69 o/o), *Solanum americanum* (21.27 o/o), *Phaseolus multiflorus* (21.16 o/o), *Microsechium helleri* (19.40 o/o)

d.11 Plantas de ornato. Las principales familias conteniendo especies con valor ornamental son: Orchidaceae, Compositae, Rosaceae, Agavaceae, Bignoniaceae, Poaceae, Cactaceae, Araceae, Liliaceae, Iridaceae, Balsaminaceae, Geraniaceae, Campanulaceae, Magnoliaceae, Euphorbiaceae, Rubiaceae, Theaceae, Apocynaceae, Crassulaceae, Caryophyllaceae.

d.12 Plantas melíferas: Existen muchas especies dependiendo de la localidad de que se trate. En forma general se puede anotar a *Tecoma stans*, *Medicago sativa*, *Melilotus* sp., *Trifolium* sp., y muchas otras más.

d.13 Plantas usadas como afrodisíacos: *Turnera diffusa*, *T. odorata*, *T. palmeri*, *T. ulmifolia*, *Piriqueta cistoides*, *Lupinus* sp., *Eryngium* sp.,

D.14 Fuente de nuevos cultivos: Mediante el seguimiento de las diferentes etapas que constituyen el proceso de evolución de plantas cultivadas de malezas o bien especies silvestres, actualmente en Guatemala hay varias especies que debido a su alta demanda, se requiere manejarlas como una especie cultivada para poder incrementar su producción. Es así como *Pimenta dioica*, *Chamaedorea* sp. (xate), las muy conocidas especies alimenticias de los géneros *Physalis* (miltomate), *Solanum* (hierba mora), *Crotalaria* (Chipilín), *Amaranthus* (bledo), entre otras, están siendo manejadas de acuerdo a los intereses particulares del hombre para convertirlas en nuevos cultivos. (8).

E. PRESIONES Y AMENAZAS CONTRA LAS PLANTAS DE GUATEMALA:

La extinción natural de diversas especies se ha llevado a cabo a través de los siglos por causas evolutivas, por el medio ambiente y las relaciones intra e interespecíficas (clima, competición, degradación, etc.); sin embargo, en la actualidad el hombre sin conciencia ecológica está provocando en forma acelerada la destrucción de su ambiente (2).

En Guatemala y Centro América, según Leonar, H.J. (38), la destrucción ambiental comprende destrucción de manglares, urbanización en las mejores tierras agrícolas, destrucción de cuencas, incremento de inundaciones, frente de deforestación, erosión severa del suelo, entre las principales. Esto es la resultante de la combinación de los aspectos de desarrollo socio-económico que han puesto en movimiento las fuerzas que han alterado profundamente el paisaje del país. Primero, la necesidad continua y generalizada por más tierra, provocada por la explosión de la población, segundo la extensión de la actividad ganadera en más de la mitad de las tierras agrícolas del país, principalmente en respuesta a las demandas de exportación, el estímulo y la asistencia financiera proporcionada por las agencias de desarrollo institucional.

Por otra parte, en Guatemala el 72 o/o de la extensión territorial tiene aptitudes forestales, las cuales presentan limitaciones en cuanto a su manejo y no debe tratarse con criterio agrícola; empero la disminución de la vegetación se ha dado en los últimos años en una forma presurosa, tal como lo muestra la información disponible, indicándose que para Guatemala el bosque natural cerrado y bosque natural abierto en 1970 cubría 51,000 km² (47 o/o del territorio nacional) y ya para 1980 quedaban 45,500 km² de cubierta forestal (42 o/o del territorio nacional), es decir, que en tan solo 10 años se perdió una cobertura forestal de 5,500 km², equivalente al 11 o/o de la existente en 1970. Información más reciente, referente a vegetación primaria indica que para 1983 la tasa de pérdida de 1983 (25,700 km²) (38). Otra información que llama la atención es la reportada por Castañeda et al, (17) quien indica que los bosques del Petén (comunidades con la más alta diversidad vegetal), principalmente en la parte baja, están siendo destruidos drásticamente a causa de programas de colonización, a tal extremo que de 1970 a 1975 fue talada aproximadamente el 33 o/o de su vegetación latifoliada. Con respecto a los bosques de coníferas, la presión a la que actualmente están sujetos se debe básicamente también al incremento de la frontera agrícola, así como también a su explotación comercial y demanda no comercial por leña, postes y estacones. Otro elemento destructivo son plagas naturales como el llamado gorgojo del pino y otros insectos que han afectado severamente alrededor de unas 200,000 hectáreas de bosque de pino en el altiplano occidental y central de Guatemala. Leonard, H.J. (38), indica que a pesar de existir la industria forestal en Guatemala y en Centro América ésta no es un renglón sustancial en la economía de los países, a excepción de Honduras; por lo tanto, la eliminación de la vegetación en una forma presurosa conlleva más pérdidas económicas y ambientales que beneficio inmediato a largo plazo. El resultado concreto se visualiza en el deterioro de nuestros recursos naturales, especies en extinción, incremento de inundaciones, destrucción de cuencas, etc.

Aguilar y Rivera (2), mencionan que los principales factores que han contribuido al deterioro de la vegetación y la vida silvestre guatemalteca son de tipo legal y político, social y cultural, demográfico y cultural, técnico y científico, y de orden económico y financiero.

Con respecto a especies vegetales nativas de uso en agricultura, ganadería y medicina, principalmente, actualmente están sometidas a un proceso de erosión genética por efectos de pérdida de la vegetación natural, pero básicamente por la aparición de nuevas tecnologías, la sustitución de variedades locales por variedades importadas o mejoradas, colonización de nuevas tierras y especialmente por el desconocimiento de su potencial (13).

BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGUILAR C., J.M. et al. Las coníferas de Guatemala, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Dirección General de Investigación, Cuadernos de investigación No. 12-87. 80 p. 1988.
- 2.- AGUILAR C., M.A. y J.L. RIVERA. Situación actual de la vida silvestre de Guatemala. *Perspectiva (Guatemala)*, 2:145-154. 1983.
- 3.- AGUILAR G., J.I. Relación de unos aspectos de la flora útil de Guatemala. Guatemala, Tipografía Nacional. 393 p. 1966.
- 4.- AGUILAR, S. Uso actual del recurso forestal de la subcuenca del río Itzapa, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 71 p. 1987.
- 5.- ARAGON B., U.R., C. AZURDIA y M. MELGAR. Caracterización preliminar del ramón (*Brosimum alicastrum* Swartz) in situ, en el bosque muy húmedo subtropical cálido de Petén, Guatemala. 12 p. 1988.
- 6.- AZURDIA P., C.A. Consideraciones preliminares sobre la distribución y variabilidad del género *Capsicum* en el norte, oriente y centro de Guatemala. *Tikalia (Guatemala)* 3(1): 57-75.. 1984.
- 7.- AZURDIA P., C.A. Enfoques antropocéntricos relación hombre-planta. *Perspectiva (Guatemala)* 4:106-111. 1984.
- 8.- AZURDIA P., C.A. La otra cara de las malezas. *Tikalia (Guatemala)* 3 (2): 05-23. 1984.
9. AZURDIA P., C.A. Botánica del bleado (*Amaranthus* spp.). Guatemala, Primer simposio nacional sobre el cultivo del bleado. 23 p. 1988
- 10.- AZURDIA P., C.A. y A. MARTINEZ. Propuesta para la conservación y evaluación de los recursos fitogenéticos de Guatemala. *Tikalia (Guatemala)* 2(2):05-16. 1983

- 11.- AZURDIA P., C.A. et al. Investigaciones sobre caracterización de germoplasma de especies cultivadas nativas de Guatemala. *Perspectiva (Guatemala)* 8:190-195, 1986.
- 12.- AZURDIA P., C.A., M. GONZALEZ y O. AQUINO. Alternativas alimentarias contra el hambre. Colegio de Ingenieros Agrónomos de Guatemala, 13 p. 1985.
- 13.- AZURDIA P., C.A. y M. GONZALEZ. Informe final de proyecto de recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos. 256 p. 1986.
- 14.- AZURDIA P., C.A. y M. GONZALEZ. Los recursos genéticos de algunos cultivos nativos de Guatemala. *Perspectiva (Guatemala)* 8:180-189. 1986.
- 15.- AZURDIA P., C.A. y M. GONZALEZ. Situación actual y planes futuros en recursos genéticos vegetales en Guatemala. En Reunión regional sobre recursos fitogenéticos de Mesoamérica y el Caribe. Tomo I. 305-482 p. 1986.
16. BARTRAM, E. Mosses of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, Fieldiana. Botany vol. 26, 442 p. 1949.
- 17.- CASTAÑEDA, L. et al. Diagnóstico de la situación de los recursos naturales renovables de Guatemala. *Tikalía (Guatemala)* 2 (1):75-105. 1983.
- 18.- CASTILLO, S. et al. Caracterización de los recursos suelo, agua y vegetación de la cuenca del río Achiguate. *Tikalía (Guatemala)* 3 (2): 36-70. 1984.
- 19.- CRUZ DE LA, J.R. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Ministerio de Agricultura y Alimentación, Instituto Nacional Forestal, Dirección General de Servicios Agrícolas. 42 p. 1982.
- 20.- DE POLL, E. Plantas comestibles y tóxicas de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, , CECON. Serie Documentos Ocasionales No. 1. 114 p. 1983.
- 21.- POLL, E. Catálogo de plantas del Jardín Botánico. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, CECON. Serie Publicaciones Misceláneas No. 3. 1987.
- 22.- DIAZ, J.L. ed. Usos de las plantas medicinales de México. Monografías cien

- tíficas II. Instituto Mexicano para el estudio de las plantas medicinales. 329 p. 1976.
- 23.- DIX, M. Guatemala y su responsabilidad en el CITES (flora). In Leiva, J.M, ed. Primer seminario taller sobre áreas silvestres en Guatemala. Facultad de Agronomía, USAC. 116-118 p. 1985.
 - 24.- DOEBLEY, J.F. and H. H. ILTIS. Taxonomy of *Zea* (Gramineae) J.A. subgeneric classification with key to taxa. Amer. J. Bot. 67 (6): 982-992. 1980.
 - 25.- FLORES C., R. Taxonomía, distribución y potencial de los *Solanum* tuberosos silvestres de México. México, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Folleto Misceláneo No. 20. 33 p. 1969.
 26. FLORES T., S.A. Estudio preliminar de la vegetación de la cuenca del río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 71 p. 1984.
 - 27.- GODOY, J.C. Areas silvestres protegidas potenciales de Petén. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Centro de Estudios Conservacionistas. Serie de documentos Ocasionales No. 4. 35 p. 1987.
 - 28.- GONZALEZ F., M.J. Plan de manejo para el refugio de vida silvestre de la base militar General Felipe Cruz, San José, Escuintla. Tesis Lic. en Biología. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala. 170 p. 1986.
 - 29.- GONZALEZ, J. y C. CASTAÑEDA. Las comunidades de pinabete (*Abies guatemalensis* Rehder) en Guatemala. *Tikalía (Guatemala)* 2(1): 5-36 p. 1983.
 - 30.- GUATEMALA. INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Banco de semillas forestales. Boletín informativo No. 1. 16 p. 1988.
 - 31.- GUATEMALA. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA. FACULTAD DE AGRONOMIA. Memorias. Primera reunión sobre recursos fitogenéticos de Guatemala. 78 p. 1985.
 - 32.- GUATEMALA. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACIA, ESCUELA DE BIOLOGIA. *Hortus Botanicus*. 30 p. 1981.
 - 33.- GUATEMALA. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, INSTITUTO GUATEMALTECO DE TURISMO. Biotopo Cerro Cahurí, Plan Maestro. 122 p. 1981.

- 34.- GUATEMALA. UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA, INSTITUTO GUATEMALTECO DE TURISMO. Biotopo Chocón Machacas, Plan Maestro. 89 p. 1981
- 35.- HAWKES, J.G. Conservación de recursos genéticos en colecciones in situ y ex situ. In: Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos ed. *Lecturas sobre recursos fitogenéticos*. Conservación, 2: 7 p. 1985.
- 36.- HEREDIA C., G. Zonificación ecológica y reconocimiento de la vegetación de la cuenca del río Grande de Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 110 p. 1984.
- 37.- HOLDRIDGE, L.R. Los bosques de Guatemala. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas e Instituto de Fomento de la Producción de Guatemala. 185 p. 1950.
- 38.- LEONARD, H.F. Recursos naturales y desarrollo económico en América Central: un perfil ambiental regional. Tr. del inglés por Gerardo Budouski y Tirso Maldonado. Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 267 p. 1987.
- 39.- LUNDELL, C.L. The vegetation of Peten. Washington, D.C. Carnegie Institution of Washington, 221 p. 1937.
- 40.- MENDEZ B., J.J. Informe preliminar sobre forrajes tradicionales usados en el altiplano occidental de Guatemala. HELVETAS. 122 p. 1984.
- 41.- MIRANDA, F. y E. HERNANDEZ. Los tipos de vegetación de México y su clasificación. México, Colegio de Post-graduados, Chapingo, México. Sobre el Boletín de la Sociedad Botánica de México No. 28. 178 p. 1963.
- 42.- MIRANDA, F. Vegetación de la península Yucateca. Colegio de Post-graduados, Chapingo, México. 110 p. 1979.
- 43.- OAKES, A. Orchids of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, Fieldiana: Botany, Vol. 26 number 1 and 2. 1952, 1953.
- 44.- PENNINGTON, T.D. y J. SARUKHAN. Árboles tropicales de México. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. 413 p. 1968.
- 45.- POPENOE, W. Importantes frutos tropicales. Unión Panamericana oficina de Cooperación Agrícola, Washington, D.C. 29 p. 1938.
- 46.- POPENOE, W. Fruticultura Centro Americana. Caiba (Honduras) 3(4): 225-338. 1953.

- 47.- RONQUILLO B., F.A. Colecta y descripción de especias vegetales de uso actual y potencial en alimentación y/o medicina, de las zonas semiáridas del nororiente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 254 p. 1988.
- 48.- RSEDOSWKI, J. Vegetación de México. Editorial Limusa, México. 431 p. 1978.
- 49.- SORENSEN, M. A taxonomic revision of the genus *Pachyrhizus* (Fabaceae-Phaseoleae). *Nordic Journal of Botany* 8 (2): 167-192. 1988.
- 50.- STANDLEY, P. et al. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, 1946 (*Fieldiana Botany* v. 24 pte. 1-13).
- 51.- STOLZE, R.G. Ferns and Fern allies of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. *Fieldiana: Botany*, vol. 39, number 1-3. 1982.
- 52.- VELIZ, M.; E. VILLAGRAN y C. MENDEZ. Caracterización ecológica de la comunidad de Kanac (*Chiranthodendron pentadactylon*) del volcán Acatenango, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, Curso de Ecología Vegetal. 35 p. 1985.
- 53.- VILLAR A., L. Vida silvestre y conservación: un reto de gestión universitaria. *Perspectiva (Guatemala)*. 1:111-123. 1983.
- 54.- WILLIAM, W. The useful plants of Central America. Ceiba (Honduras) 24 (1-2). 342 p. 1981.

RECURSOS FITOGENETICOS

ASPECTOS RELATIVOS A LA BOTANICA DEL BLEDO (*Amaranthus spp*)*

César Augusto Azurdia Pérez**



RESUMEN

La familia *Amaranthaceae* presenta especies con caracteres anatómicos, morfológicos y fisiológicos altamente evolucionados. Específicamente el género *Amaranthus* contiene flores reducidas, unisexuales, con polinización anemófila, autógama y halógama; la anatomía de su hoja responde al patrón fotosintético de la vía de fijación de Carbono C₄, es decir, presencia de mesófilo con parenquima de empalizada y esponjoso definido, y anatomía de Kranz; la testa de la semilla es rígida y rica en taninos; el tipo de fotosíntesis que presenta las hace ser especies con alta capacidad de fijación de energía a la par de una baja relación de transpiración; por otro lado, el bledo es sensible al fotoperiodo de días cortos así como sus semillas presentan dormancia, la cual aún no está bien claro como romperla.

En Guatemala se reporta la presencia de especies de bledo referidas como cultivadas en otros países: *A. cruentus*, *A. caudatus*, *A. dubius*, que en efecto son las de más alta producción de hoja y semilla, *A. hybridus* con una sección que contiene poblaciones con alta producción de semilla y hoja y una segunda con poblaciones tipo maleza, *A. polygonoides* y *A. viridis*, buenas productoras de hoja, *A. scariosus* y *A. spinosus*, típicas malezas de zonas cálidas.

* Presentado en el Primer Simposio Nacional sobre el Cultivo del Bledo, Quetzaltenango, Guatemala, 28 - 29 de julio de 1988

** Ing. Agr. M.Sc. Botánica, Facultad de Agronomía, USAC, Guatemala.

INTRODUCCION

El bledo está constituido por varias especies pertenecientes al género *Amaranthus*, distribuidas ampliamente en Guatemala. El interés mundial que en los últimos años han provocado estas especies se debe al redescubrimiento de su potencial productivo y nutricional, a tal grado que en la actualidad se consideran como una alternativa alimenticia a nivel mundial.

Guatemala forma parte de un centro de origen y diversidad, por lo que se espera que dentro de él exista riqueza genética de *Amaranthus*. De esta cuenta, el proyecto de Recursos Fitogenéticos desarrollado por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) y el Comité Internacional de Recursos Fitogenéticos, han propiciado investigación básica en diferentes materiales genéticos de *Amaranthus*, de manera que la mayor parte de la información anotada en el presente artículo, es producto de dichas investigaciones. La botánica comprende diferentes disciplinas: anatomía, morfología, fisiología, ecología, sistemática y evolución, entre otras. El presente documento encierra aspectos relativos a dichas disciplinas, en dos aspectos: el primero constituido por la conceptualización teórica del tema específico y el segundo, en la medida de las posibilidades, ejemplos de investigaciones realizadas en Guatemala.

EVOLUCION:

La familia *Amaranthaceae* está constituida por especies que vienen a conformar una de las líneas de evolución que se dan dentro del orden *Caryophyllales* al cual pertenece. Se considera que su posible antecesor directo podría haber sido algún miembro de la familia *Phytolaccaceae*, pasando luego por características similares a las de la actual *Chenopodiaceae*, hasta alcanzar el grado evolutivo que actualmente presentan. Para entender esta línea de evolución es necesario tener presente la conceptualización de la evolución de las plantas con flor, tal como lo plantea el denominado Sistema Lógico Deductivo creado por los sistemáticos modernos. Este concepto en esencia sostiene que en las plantas superiores es más fácil perder partes que ganar, así como que la simplificación y fusión de partes es más probable que la elaboración. De esta manera, es posible entender que *Phytolaccaceae* por sus características primitivas (flor con sépalos, pétalos y estambres numerosos y libres, y carpelos apocárpicos), mediante el seguimiento de los procesos de fusión y reducción, pudo haber dado origen a *Amaranthaceae*, caracterizada por la presencia de caracteres avanzados tal como ausencia de sépalos y pétalos, estambres fusionados y lo más importante, flores unisexuales agrupadas en inflorescencias. Estas características de flor avanzada permiten que ante la ausencia de corola vistosa, la polinización obligatoriamente tenga que ser anemófila, a la par de que la presencia de flores unisexuales, conlleva al establecimiento de especies alógamas, situación ésta que hace a la familia *Amaranthaceae* poseer especies con alta variabilidad genética. El caso particular del género *Amaranthus* plantea una situación especial en su biología floral, el arreglo y secuencia de la antésis de las flores unisexuales favorece una combinación de

autopolinización y polinización cruzada. Cada una de las cimas de la inflorescencia principia en una flor estaminada, seguida por un número indefinido de flores pistiladas. Los estigmas de las primeras flores pistiladas están receptivos antes que las flores masculinas se abran; la mayoría de las flores pistiladas se desarrollan después que las flores estaminadas han caído de la inflorescencia. Sin embargo, cimas de diferente edad están presentes en cada inflorescencia, de tal manera que el polen puede ser transferido a flores femeninas receptoras, permitiendo de esta manera también la autopolinización (11).

Otro aspecto evolutivo importante de señalar es que la familia *Amaranthaceae* ha evolucionado en regiones cálidas, secas y con suelos salinos, lo cual ha producido adaptaciones anatómicas y fisiológicas especiales, tal como presencia de tricomas globuliformes que actúan como estructuras secretantes externas para eliminar las sales que en exceso se presentan en el suelo, asimismo cutícula gruesa, en algunas especies presencia de espinas y presencia del tipo de fijación del carbono atmosférico, por la vía altamente evolucionada denominada C4.

En el caso particular de algunas amarantáceas como aquellas pertenecientes a los géneros *Celosia* y particularmente *Amaranthus*, no se puede olvidar que por el hecho de ser importantes desde el punto de vista antropogénico, estas están también sometidas a otro tipo de evolución: bajo domesticación. Sauer y Anderson, citados por Azurdia (1) indican que por efecto de evolución bajo domesticación, algunas plantas cultivadas se han originado a partir de especies silvestres o bien malezas, mediante el siguiente seguimiento:

- 1) Área perturbada por el hombre.
- 2) Las plantas silvestres o malezas se mueven dentro del área perturbada.
- 3) El hombre encuentra algún uso de ellas y, a través del tiempo,
- 4) Aprende a perturbar el suelo (cultivarlo) con el propósito de cosechar más cantidad de malezas ahora convertidas en cultivo.

Las malezas al pasar por la serie de etapas mencionadas sufren modificaciones anatómicas y morfológicas así como fisiológicas, que las hacen convertirse al final de cuentas en una población con características en buena parte, requeridas por el hombre, tal como mayor producción de grano, follaje, incremento en el contenido de determinados principios químicos, etc. Por otro lado, algunas veces las malezas por efecto de evolución divergente dan origen a una planta cultivada y a otra maleza con rasgos muy parecidos al de la planta cultivada, creando lo que se denomina el complejo planta cultivada-maleza, difícil de ser tratado desde el punto de vista sistemático, pero interesante desde el punto de vista genético, ya que normalmente en la población de malezas se encuentra aquella variabilidad genética necesaria para enfrentar los factores ambientales adversos que se han perdido en las poblaciones de especies cultivadas. El género *Amaranthus* es un ejemplo apropiado, ya que actualmente se considera que a nivel mundial existen tres especies cultivadas destinadas para producción de grano como son: *Amaranthus hypochondriacus*, *A. cruentus* y *A. caudatus*, cada una de ellas con su especie silvestre más relacionada, como son, *A. powellii*, *A. hybridus* y *A. quitensis*, respectivamente.

Centros de origen y diversidad:

Según Zohary (18), un centro de origen y diversidad de plantas cultivadas es aquella área geográfica en la cual determinadas especies fueron domesticadas, a la vez que en la actualidad presentan alta variabilidad genética, dentro de la cual se incluyen los parientes diversos. Los centros de diversidad se caracterizan por estar ubicados en áreas montañosas, presentando mayor número de ambientes heterogéneos que permiten mayor aislamiento entre las comunidades vegetales y humanas agrícolas de cada uno de ellos. A la par de ello, las poblaciones humanas existentes en dichos centros, provienen de culturas antiguas de reconocido progreso.

Guatemala presenta las características anotadas por Zohari: en su territorio se encuentra alta diversidad vegetal así como riqueza cultural, formando parte de un centro de origen y diversidad de plantas cultivadas, el mesoamericano. El género *Amaranthus* es una de esas especies.

Para el caso de las especies cultivadas del género *Amaranthus* destinadas para producción de grano, cada una de ellas tiene su propia zona de origen y diversidad, *Amaranthus hypochondriacus* en la parte nor oeste y central de México, asociada con su especie silvestre más relacionada, *A. powellii*, especie pionera de cañones, desiertos y otros habitats abiertos de la cordillera occidental de México; *A. cruentus* del sur este de México y de la altiplanicie central de Guatemala y su especie silvestre ligada *A. hybridus*; *A. caudatus* de los Andes, presente con su especie silvestre ligada *A. quitensis*, especie pionera de zonas arenosas de las montañas de Sur América (14). Referente a las especies destinadas para consumir su hoja a manera de hortaliza, se tiene nuevamente a *A. cruentus*; *A. dubius* que muestra diversidad en América Central, a la par de *A. spinosus* que puede ser su especie silvestre ligada (11); *A. hybridus*, de las zonas tropicales del mundo, especialmente del sur de México y América Central; *A. blitum* de la zona del Caribe y *A. tricolor*, de la India y sur este Asiático. (7).

Morfología y anatomía:

El género *Amaranthus* comprende especies herbáceas, anuales, plantas robustas erectas o procumbentes; tienen una raíz pivotante con numerosas raíces secundarias, color blanco o rosado; tallo simple o ramificado, de coloración púrpura, verde o rojizo, generalmente cubierto de pubescencias especialmente en las proximidades de la inflorescencia; hoja alterna, peciolada, simple, borde entero u ondulado, forma elíptica, ovalada, lanceolada o rombo ovalada, ápice agudo, flores pequeñas, unisexuales, agrupadas en espigas o panículas, tépalos en número de tres a cinco, cinco estambres de filamentos filiformes o subulados, antera oblonga o lineal oblonga de cuatro celdas, gineceo con un estilo plumoso de tres ramificaciones; fruto en utrículo, dehiscente a manera de una cápsula membranosa, o coriacea, algunas veces con dos o tres dentaduras en el ápice, semilla de color blanco, café rojizo o negro, lisa, brillante, de forma lenticular y comprimida.

Algunos estudios de caracterización de *Amaranthus* conducidos por el proyecto de recursos fitogenéticos de Guatemala, han permitido conocer un poco más

en detalle la morfología básica de las distintas especies de *Amaranthus* presentes en Guatemala (6, 8, 9, 12, 13, 15). Así por ejemplo, en el estudio de Orozco M. (12), trabajando con materiales genéticos recolectados a nivel nacional se pudo establecer que el 16 o/o de los caracteres medidos u observados se presentaron constantes (cuadro 1), el 10 o/o fueron caracteres casi constantes (cuadro 2), y el resto fueron caracteres altamente variables (cuadro 3).

CUADRO 1.
CARACTERES CONSTANTES PRESENTES EN LA CARACTERIZACION DE
37 CULTIVARES DE BLEDO (*AMARANTHUS* SPP), EN EL VALLE DE LA
ERMITA, GUATEMALA, 1986

Carácter	Estado:
Hábito de crecimiento	erecto
Prominencia de las venas de las hojas	rugoso
Tipo de raíz	axonomorfa
Presencia de inflorescencias axilares	presentes
Tipo de sexo	monoica
color de la semilla	negra
testa de la semilla	traslucida
forma de la semilla	ovoide

CUADRO 2
CARACTERES CASI CONSTANTES PRESENTES EN LA CARACTERIZACION
DE 37 CULTIVARES DE BLEDO (*AMARANTHUS* SPP)
EN EL VALLE DE LA ERMITA, GUATEMALA, 1986

Carácter	Estado:
Espinas en las axilas de las hojas	ausente
Pigmentación de la hoja	verde normal
Forma de la hoja	romboide
Margen de la hoja	entera,

CUADRO 3
 CARACTERES VARIABLES PRESENTES EN LA CARACTERIZACIÓN
 DE 37 CULTIVARES DE BLEDO (*AMARANTHUS* SPP.)
 EN EL VALLE DE LA ERMITA, GUATEMALA, 1986

Caracter cualitativo	Estado	o/o de ocurrencia
Índice de ramificación	Pocas ramas en la base del tallo	19
	Muchas ramas en la base del tallo	25
	Ramas a lo largo del tallo	56
	Nada	11
Pubescencia del tallo	Escaso	82
	Visible	18
Pigmentación del tallo a la floración	Verde	38
	Mezclado (rojo-verde)	62
Pigmentación del peciolo	Verde	70
	Púrpura	25
	Púrpura oscuro	5
Pigmentación del tallo al emerger	Verde	38
	Púrpura o rosado	62
Pubescencia de la hoja	Nada	46
	Escaso	51
	Abundante	3
Densidad de la inflorescencia	Floja	27
	Intermedia	35
	Densa	38
Actitud de la inflorescencia terminal	Erecta	46
	Curvada	54
Forma de la inflorescencia	Panícula con ramas cortas	62
	Panícula con ramas largas	38
Color de la inflorescencia	Verde	67
	Verde-rosado	20
	Rosado	8
	Rojo	5

Dehis-cencia	Baja (10 o/o)	8
	Intermedia (10-50 o/o)	65
	Alta (+50 o/o)	27
Caracteres cuantitativos;	Rango:	Media:
Altura de la planta a floración (cm)	36-202	111
Largo de las ramas laterales del ápice (cm)	9-37	23
Largo de las ramas laterales basales (cm)	30-197	110
Longitud de la hoja (cm)	6.43-16.71	9.37
Ancho de la hoja (cm)	3.95-8.06	5.67
Longitud de la raíz principal (cm)	29.0 -53.20	40.70
Longitud de inflorescencia central (cm)	12.93-37.80	24.05
Longitud de inflorescencia lateral (cm)	9.36-25.03	16.18
Número de inflorescencias por planta	4 -50	32
Diámetro de la semilla (mm)	0.80-1.17	0.96
Rendimiento de semilla por planta (gr)	10.22-118.18	37.78
Número de semillas por gramo	1.724-4,276	2,722
Diámetro de la planta (cm)	32.87-88.73	67.30

Los resultados del estudio morfológico citado vienen a comprobar la alta variabilidad existente en el género *Amaranthus* para Guatemala, confirmándose de esta manera, en parte, la anotación vertida referente a que Guatemala es un centro de origen y diversidad vegetal.

Respecto a anatomía, los aspectos más relevantes se centran en la anatomía de la semilla y de la hoja, ya que ambas determinan en gran parte aspectos fisiológicos propios del género *Amaranthus*. El corte transversal y longitudinal de la semilla (figura 1) muestra la presencia de un embrión periférico, envolviendo una masa de tejido parenquimático de reserva, denominado perisperma, además, cubriendo el ápice subterminal una masa de tejido endospermico, todo esto, cubierto por una testa (3), la que según Suárez R., y Engleman (17), está constituida por una cutícula externa, una matriz con presencia de estalactitas, un tegmen y una cutícula nuclear (figura 2). Los mismos autores mencionan que el grosor de la testa de la semilla en *A. hypochondriacus*, varía según el color, así, la testa negra es la más gruesa (23-25.6 u), la parda menos gruesa (8.2-10.6 u) y la blanca ligeramente más delgada (4.9-7.6 u) que la parda. Las variedades con testa negra y parda presentan mayor contenido de compuestos fenólicos (incluyendo taninos condensados) por lo que presentan testas;

- a) de mayor grosor y dureza.
- b) color más oscuro.
- c) probablemente menos permeable al agua, y
- d) probablemente más resistentes al ataque de patógenos, en relación con la testa de la variedad blanca.

La hoja presenta la anatomía típica de cualquier especie que desarrolla el tipo de fotosíntesis C4. Así, es notoria la diferencia entre el parénquima de empalizada y el parénquima esponjoso, así como la presencia de la denominada anatomía de corona o de Krantz, consistente en que cada haz vascular está rodeado de una o más capas de parénquima ricas en cloroplastos y otros organelos propios de los componentes protoplasmáticos.

Fisiología:

El género *Amaranthus* es uno de los pocos géneros de dicotiledóneas que presenta el sistema de fijación del carbono denominado C4. Este sistema es más rápido y eficiente que el más frecuente conocido como C3, ya que se fija con mayor cantidad de CO₂ en el compuesto de cuatro carbonos denominados ácido fosfoenolpirúvico para formar los ácidos málico y aspártico, solamente un 10 o/o de CO₂ se fija en el compuesto de tres carbonos llamado ribulosa difosfato para formar el ácido fosfoglicérico; es decir, en el proceso fotosintético que se lleva a cabo en *Amaranthus*, existen dos formas de fijación del CO₂ atmosférico. La deficiencia mostrada por aquellas especies que solamente presentan el sistema C3, se debe a que en el mismo buena parte del CO₂ inicialmente fijado se pierde incorporado al ácido glicólico por medio de la fotorespiración.

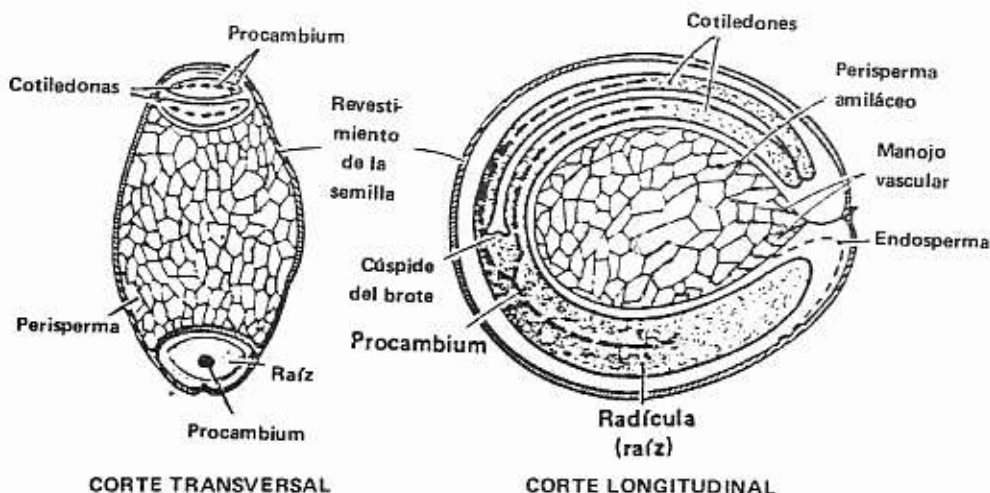


Figura 1. Corte transversal y longitudinal de la semilla de *Amaranthus*.

FUENTE: Becker y Saunders (3)

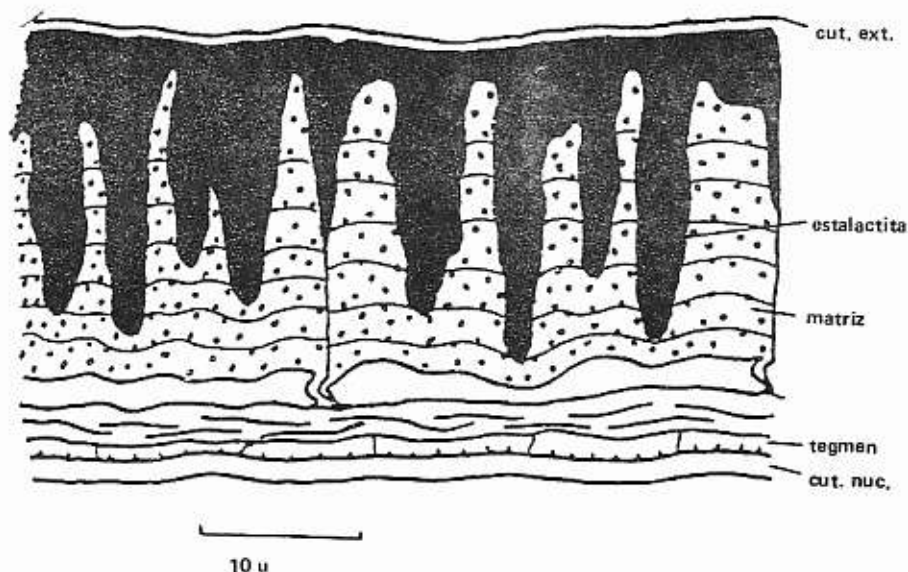


Figura 2. Detalle de las capas componentes de la testa de semilla negra de *Amaranthus hypochondriacus*.

FUENTE: Suárez R. y Engleman (17).

En el caso de *Amaranthus*, el tipo de fijación C4 se desarrolla en el mesófilo de la hoja de donde los productos inicialmente formados (ácido málico y aspártico) pasan a la vaina del haz en donde se lleva a cabo el sistema C3, en el cual es de esperar que se pierda buena parte del CO₂ por medio de la fotorespiración; sin embargo, este CO₂ eliminado por esta vía es eficientemente recapturado por la ribulosa difosfato o por el ácido fosfoenolpirúvico, antes de que se pierda en la atmósfera. A continuación se muestran algunas características comparativas entre aquellas especies con sistema C3 y C4.

Mediante la revisión de la información generada por García Vázquez (5), la que en forma resumida se muestra en el cuadro 4, se puede constatar la eficiencia fotosintética que presentan los miembros del género *Amaranthus*, traducido en las altas producciones de materia verde de hojas y tallos, así como materia seca de la hoja, durante un período de cultivo de 120 días. Si se piensa que bajo estas circunstancias se podría obtener tres ciclos de cultivo al año, se esperaría una producción de materia seca de hoja de 6.46 Ton/Ha/año para el sistema de cuatro cortes cada 30 días; 8.53 Ton/Ha/año para el sistema de tres cortes a cada 40 días y 10.60 Ton/Ha/año para el sistema de dos cortes a cada 60 días.

Característica	C3	C4
Tasa fotosintética	15-30 mg CO ₂ /dm ² /hr	35-70 mg CO ₂ /dm ² /hr
Anatomía de hoja	Ausencia de vaina del haz.	Presencia de vaina del haz
Relación de transpiración	450-950 (gr H ₂ O/gr de materia seca incrementada)	230-350
Fotorespiración detectable	Si	Solamente en la vaina del haz.
Temperatura óptima para fotosíntesis	15-25°C	20-40°C
Producción de materia seca (Tons/ha/año)	22+03	39+17

CUADRO 4
RESUMEN DEL RENDIMIENTO DE LA PARTE AEREA DEL CULTIVO DE
AMARANTHUS HYPOCHONDRIACUS A DIFERENTE ESTADO DE
DESARROLLO Y NUMERO DE CORTES*

	Rendimiento de materia verde (tallos y hojas)		Rendimiento de materia seca foliar		
	Kg/Ha	Ton/Ha/ 120 días	Kg/Ha	Ton/Ha/ 120 días	Ton/Ha/ año **
4 cortes (c/30 días)	32,132	35.34	1,958	2.15	6.46
3 cortes (c/40 días)	36,083	39.69	2,586	2.84	8.53
2 cortes (c/60 días)	70,552	77.61	3,211	3.53	10.60

*Fuente: García Vásquez, C. O. (5)

** Dato supuesto si se piensa en tres ciclos de cultivo al año.

El proceso de germinación de *Amaranthus* es poco conocido, sin embargo, se reporta que estas semillas presentan dormancia, la cual no desaparece con la aplicación de ácido giberélico, sino que parece estar ligada esencialmente a un problema de penetración de agua y oxígeno al interior de la semilla, es decir, esta dormición está causada por la impermeabilidad o la resistencia mecánica de la semilla. Por otro lado, la luz es un factor importante, ya que su presencia estimula la germinación, así mismo se ha encontrado que la temperatura óptima para obtener la más alta germinación es de 30°C.

Ikenaga *et al* citado por Morales Y. (10) al estudiar la germinación de semillas de *A. viridis* observaron que:

- a) El tratamiento con ácido sulfúrico concentrado elevó el porcentaje de germinación tres veces más que el de las semillas no tratadas.
- b) La temperatura óptima para la germinación fue de 35°C obteniéndose un 0/o cercano al 100 0/o, y
- c) Las giberelinas no afectaron la germinación de las semillas.

El estudio conducido por Morales Yan (10) con semillas de *A. cruentus* y *A. caudatus*, fue el primero que se realizó en Guatemala, tendiente a conocer algunos métodos de escarificación para acelerar la germinación en bledo. Utilizó cuatro tratamientos: semillas remojadas en agua a temperatura de 60°C durante medio minuto; semillas remojadas en agua normal durante 24 horas; semillas en refrigeración a temperatura de 5°C durante 24 horas; y, semillas sin ningún tratamiento. Concluyó que ninguno de los tratamientos utilizados tuvo efecto sobre la germinación de la semilla, siendo notorio que el tratamiento con agua a temperatura normal durante 24 horas provocó la germinación de las semillas que fisiológicamente estaban aptas para germinar, siguiéndole en efectividad el tratamiento de la semilla con agua a temperatura de 60°C durante 30 segundos.

Las especies del género *Amaranthus* son sensibles a la longitud del día (11). Por ejemplo, algunas líneas de *A. hypochondriacus* procedentes de México no alcanzan a formar flor durante el verano en Pensylvania; sin embargo, sí alcanzan la madurez en días cortos del invierno bajo condiciones de invernadero. *Amaranthus caudatus* es una especie de día corto, alcanzando a florecer y formar semilla cuando el día es menor de ocho horas (11). Durante el mes de septiembre de 1984 se sembró un ensayo de caracterización de 30 cultivares de bledo provenientes de diferentes partes de Guatemala, en la estación experimental de El Oasis, La Fragua, Zacapa, perteneciente al ICTA (9). Se observó que el ciclo del cultivo se redujo drásticamente por efecto de floración temprana debido a que en los meses de octubre a noviembre la longitud del día se acorta en Guatemala. Uno de los datos más sobresalientes es que el 0/o de proteína de la semilla se redujo a un 8-10 0/o, mientras que en condiciones normales se tiene de un 14 a 16 0/o.

Sistemática y Ecología:

La sistemática de *Amaranthus* es confusa, por lo tanto en la actualidad se requiere de la elaboración de una monografía para la familia. Para el caso de Guatemala, Standley y colaboradores (16) señala la presencia de siete especies, sin embargo, la utilización de esta fuente bibliográfica, así como aquella reportada en el tratado más reciente (7), ha mostrado la existencia de ocho especies. Inicialmente se describirá brevemente cada una de estas especies, haciéndose énfasis en su distribución, caracteres agronómicos y caracteres sistemáticos diferenciales, seguidamente se presentará un ejemplo en el cual se muestre mediante el uso de la Taxonomía numérica la agrupación de cultivares en su especie respectiva según sus similitudes.

Amaranthus caudatus:

Es una especie nativa de las montañas de Los Andes, por lo tanto, se espera que en Guatemala esté distribuido en regiones con condiciones ecológicas similares a su lugar de origen. Es así como esta especie puede encontrarse frecuentemente en el altiplano occidental de Guatemala, en localidades que varían en altitud desde 900 a 2,300 m.s.n.m. Tal como lo reporta la bibliografía, ésta es una especie con alta producción de semilla, 1,647.91 - 2,991.66 Kg/Ha., para la localidad de Pachalí, San Raymundo y 1,032.29 - 2,689.58 kg/Ha., para la localidad de los campos de la Facultad de Agronomía, según Estrada Flores (4); similares resultados se han obtenido por Orozco M. (12), Solís S. (15) y González R. (6). Así también, en dichos estudios se llegó a comprobar que esta especie es una de las tres mejores productoras de hoja destinada para consumirse a manera de hortaliza. Otros caracteres agronómicos importantes son la altura de la planta (196-202 cms), días a floración (91-118), contenido de proteína en la semilla (13.7 15.2 o/o), contenido de proteína en la hoja (26.1-31.0 o/o), según Orozco (12) y Estrada (4).

Algunos caracteres morfológicos fundamentales para su determinación sistemática son: Tépalos en número de cinco, los Tépalos internos más cortos que los externos, las bracteas no sobrepasan las ramas del estilo, inflorescencias grandes, laxas, tépalos anchos y ápice obtuso (7).

Amaranthus cruentus:

Las recolecciones de germoplasma de *Amaranthus* realizadas en Guatemala (2), indican que esta especie es más frecuente en localidades ubicadas en los 1,800 - 2,000 metros sobre el nivel del mar, aunque algunas veces se localiza en localidades de menor altitud como son Cahabón, Alta Verapaz, (930 ms.n.m) y Rabinal, Baja Verapaz (1006 m.s.n.m.). Se presentaron producciones de 796.87 a 2092.7 Kg/Ha. de semilla en Pachalí, San Raymundo y de 922.91 a 2496.87 Kg/Ha., en los campos de la Facultad de Agronomía (4). Referente a producción de hoja, se obtuvo de 230.0 a 655.0 Kg/Ha a los 95 días después de la siembra, para la localidad de Pachalí, San Raymundo (4). La semilla contiene alto contenido de proteína (13.3 - 15.6 o/o), así como la hoja (24.6 - 29.0 o/o); altura de planta a floración varía de 65.6 cm a 114.56 cm, días a floración 67 a 75.

Los caracteres a nivel de flor y fruto diferenciales para definir su posición sistemática son: cinco Tépalos, Tépalos internos más corto que los externos, brácteas no exceden a las ramas de los estilos, inflorescencias grandes, inflorescencia laxa, las ramas del estilo erectas y Tépalos con ápice agudo (7).

Amaranthus hybridus

Especie de amplia distribución en Guatemala, siendo frecuente en localidades que van de 20 a 2,500 m.s.n.m. Dentro de esta especie se presentan dos tipos bien definidos, aquellos tipos de maleza caracterizados por su corto período para alcanzar la floración 45-60 días, baja producción de hoja y de semilla así como plantas relativamente pequeñas (65-72 cm). El otro tipo, constituido por individuos con características opuestas al tipo maleza, tal como alta producción de semilla (1062.5 - 3368.75 Kg/Ha) y de hoja (1,609.37 - 5,893.75 Kg/Ha) (6); días a floración (80-90 días), altura de planta (100.1-253.3 cm) (6), contenido de proteína en la semilla (13.35-16.36), contenido de proteína en la hoja (24.44-28-92 o/o) (6).

Caracteres sistemáticos claves son: Tépalos en número de cinco, brácteas más grandes que las ramas del estilo, inflorescencias moderadamente desarrolladas, tépalos más pequeños que el utrículo, tépalos internos con ápice agudo (7).

Amaranthus dubius

Se encuentra distribuido en regiones cálido seco y húmedo, ubicadas desde el nivel del mar hasta los 1,400 m.s.n.m. (2). En los trabajos de caracterización realizados a la fecha (6, 12, 13), debido a que se han efectuado en localidades ubicadas por encima de nivel de su distribución natural, se ha observado respuesta agronómica pobre, así: Baja producción de semilla (100-110 Kg/Ha), hoja (785.5 - 862 Kg/Ha de materia verde), días de floración (97), altura de planta a la floración (50.07-50.87) contenido de proteína en hoja (24.94-26.50 o/o), en semilla (14.00-15.55 o/o) (15).

Los caracteres morfológicos claves para su determinación son: cinco tépalos, tépalos aproximadamente del mismo tamaño del utrículo, plantas sin espinas, las cimas con una flor inicial estaminada y el resto pistilada (7).

Amaranthus viridis

Dentro del material recolectado por el programa de Recursos Fitogenéticos (2), solamente un cultivar fue determinado como perteneciente a esta especie (13, 15). Este proviene de Patzún, Chimaltenango, a una altura de 2,440 m.s.n.m. La caracterización desarrollada por Solís Samayoa (15) reportó las siguientes características: Producción de semilla (1950 Kg/Ha), hoja (1368 Kg/Ha de materia verde), días a floración (104), altura de la planta a la floración (109 cm), contenido de proteína en la hoja (23.25 o/o), en semilla (13.75 o/o).

Para su determinación es importante reconocer los siguientes caracteres morfológicos: Tres Tépalos, Tépalos más pequeños que el utrículo, utrículo indehiscente y rugoso (7).

Amaranthus spinosus:

Es una maleza distribuída en las zonas secas y cálidas del país. Debido a que en Guatemala no es utilizada su semilla y hoja en alimentación humana, el proyecto de Recursos fitogenéticos (2), no puso interés en la misma, a tal grado que solamente una muestra se recolectó. La misma se intentó caracterizar en la localidad de Patzicía (15), obteniéndose alguna información referente a la misma, así: altura de la planta a floración (24.50 cm), rango de germinación irregular, días a germinación (12), días a floración (67), no alcanzó a formar semilla.

Los caracteres sistemáticos clave de esta especie son: cinco Tépalos, éstos de igual longitud que el utrículo, plantas con espinas, inflorescencias con las cimas superiores estaminadas y las inferiores pistiladas (7).

Amaranthus polygonoides:

Especie distribuída en áreas con clima templado y frío, tal como aquellas del altiplano guatemalteco ubicadas en niveles sobre el nivel del mar que van desde los 1,500 a 2,600 metros. Los estudios de caracterización llevados a cabo han mostrado que esta especie es buena productora de semilla (2,292-2,400 Kg/Ha), materia verde aérea a los 45 días después de la siembra (86.5 - 187.5 kg/Ha), altura de planta a floración (51.53 - 90.46 cm), días a floración (74.81), o/o de proteína en la hoja (23.80 - 29.68), o/o de proteína en semilla (14.51-14.95) (12, 15).

Caracteres sistemáticos diferenciales son: Plantas sin espinas y con flores agrupadas en las axilas de las hojas (16).

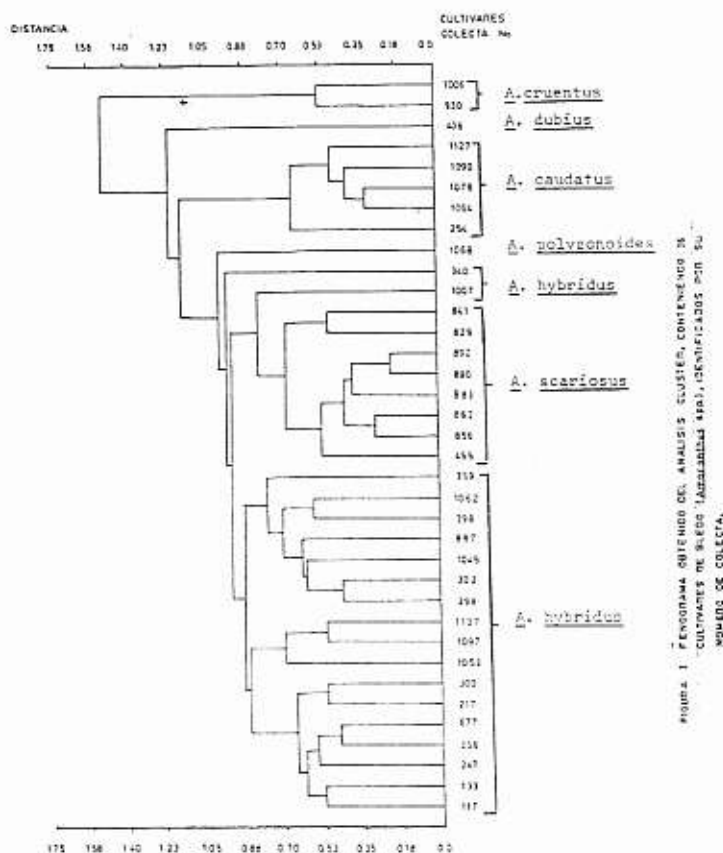
Amaranthus scariosus:

Es una especie distribuída principalmente en la costa sur y Atlántica de Guatemala hasta altitudes de 200 m.s.n.m. Se presenta como una maleza importante en los cultivos de la región. Según Orozco (12), alcanza una altura a floración de 49.13 - 113.6 cm, días a floración de 54 a 61, o/o de proteína en la hoja 12.5-13.8, baja producción de semilla por planta (17.70 gr a 28.51 gr) y baja área foliar.

Es importante reconocer los siguientes caracteres para establecer su ubicación sistemática: plantas sin espinas, inflorescencias terminales, fruto dehiscente y liso, tépalos de las flores pistiladas espatulado, contenido en la parte baja a manera de uña, más o menos urceolada a la madurez.

En el estudio desarrollado por Orozco M. (12), se estableció la presencia de seis especies (figura 3). El fenograma muestra que la especie *A. cruentus* es morfológicamente menos parecida a las restantes cinco ya que viene a conformar uno de los dos núcleos. Las características diferenciales radican en la pigmentación de los

tallos, hojas e inflorescencias ya que estos cultivadores son de color rojizo; además son plantas vigorosas con alta producción de semilla y hoja. Los subnúcleos que definen al segundo núcleo muestran que las especies con mayor semejanza morfológica son *A. scariosus* y una sección de *A. hybridus*, estos dos grupos de cultivares se caracterizan por presentar baja producción de semilla, baja producción de hoja, poca altura al momento de la floración, floración temprana, alta dehiscencia de las inflorescencias, es decir, son las típicas malezas existentes dentro del género *Amaranthus*, tipificadas desde el punto de vista ecológico por presentar estrategia reproductiva del tipo "r". Otros aspectos relevantes son: La especie *A. polygonoides* tiene mayor similitud con *A. hybridus* y *A. scariosus* que con las restantes; *A. caudatus* tiene más característica en común con *A. polygonoides*, *A. hybridus* y *A. scariosus* que con las dos restantes; *A. dubius* es la especie con mayor diferenciación morfológica dentro del segundo núcleo; por último, se pudo establecer que los caracteres cualitativos y cuantitativos utilizados en la caracterización definieron y diferenciaron en una forma precisa a los cultivares en su respectiva especie, tal como se observa en el fenograma de la figura 3.



BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AZURDIA P., C.A. La otra cara de las malezas, TIKALIA Guatemala, 3(2): 5-23. 1984.
2. AZURDIA P., C.A. Informe final del proyecto de Recolección de algunos cultivos nativos de Guatemala. Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Consejo Internacional de Recursos Fitogénicos, 256 p. 1986.
3. BECKER, R. y M. SAUNDERS. El Amaranto; su morfología, composición y usos como alimento y forraje. El Amaranto y su potencial. Boletín (Gua). (1) 1-3. 1984.
4. ESTRADA, F., E.E. Evaluación preliminar del rendimiento foliar, semilla y proteína de 16 cultivares de Amaranto (*Amaranthus* spp.) bajo condiciones de la ciudad capital y San Raymundo, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía, 49 p. 1987.
5. GARCIA V., C.O. Evaluación de rendimiento y contenido de proteína foliar en Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) a diferentes estados de desarrollo y número de cortes. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía, 60 p. 1986.
6. GONZALEZ R., M.A. Caracterización morfológica y bromatológica de 30 cultivares nativos de Bledo (*Amaranthus* spp.) en el municipio de San Miguel Petapa, Departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. 63 p. 1987.
7. GRUBBEN G., S.H. and D.H. Van SLOTEN. Genetic resources of *Amaranthus*. Roma, FAO. 57 p. 1981.
8. JUAREZ G., J.R. Caracterización preliminar de 16 muestras de bledo (*Amaranthus* spp) de las regiones del Occidente, Centro y Oriente de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía, 115 p. 1984.
9. MAKEPEACE, O. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 30 cultivares de bledo (*Amaranthus* spp.) en El Oasis, La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. Inédito.
10. MORALES Y., S.M. Uso de métodos de escarificación para acelerar la germinación en bledo (*Amaranthus* sp.) Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. 51 p. 1984.

11. NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. Amaranth: Modern potentials for an ancient crop. Washington, D.C. National Academy Press. 80 p. 1984.
12. OROZCO M., E.F. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 37 cultivares de bledo (*Amaranthus* spp.) nativos, en el Valle de la Ermita, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 58 p. 1987.
13. PEREZ M., F. Caracterización floral para determinar especies en el germoplasma de *Amaranthus* sp. recolectado en el norte y oriente de Guatemala. Informe final de investigación. Guatemala, Instituto Técnico de Agricultura. 32 p. 1984.
14. SAUER, J.D. Grain Amaranth. In: N.W. Simmonds ed. Evolution of Crop Plants. Edinburg School of Agriculture, Scotland. 4-7, 1979.
15. SOLIS S., L.F. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 32 materiales genéticos de bledo (*Amaranthus* spp.) en el municipio de Patzicía, Departamento de Chimaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Fac. de Agronomía. 81 p. 1987.
16. STANDLEY, P.C. and J. A. Steyermark. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum. Fieldiana Botany V. 24, Part 4, p. 143-147, 1946.
17. SUAREZ R., G. y E. M. Engleman, Depósito de taninos en la testa de *Amaranthus hypochondriacus* L. (Alegria). *Agrociencia (México)* 25-50. 1982.
18. ZOHARY, D. Centers of origin and centers of diversity. In O.H. Frankel and E. Bennett ed. International biological Programme, Bell and Bain LTD, Glasgow, Britain. 33-42 p. 1970.

RECURSOS FITOGENETICOS

CONTRIBUCIONES AL CONOCIMIENTO DE LOS RECURSOS GENETICOS DE ALGUNAS ARACEAS COMESTIBLES (*Xanthosoma* y *Colocasia*) EN GUATEMALA.

César A. Azurdia P.*
Max M. González S.**
Oscar Morales***



RESUMEN

El programa conjunto en materia de recursos genéticos desarrollado por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas y el Comité Internacional de Recursos Fitogenéticos, con la colaboración del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, desarrollaron una investigación básica con especies alimenticias del género Colocasia y Xanthosoma. Durante cuatro años se recolectó material reproductivo en el país para establecer una colección viva, a partir de la cual se desarrolló un trabajo de caracterización. Las especies en estudio están distribuidas en las regiones costeras y parte norte del país, siendo manejadas por agricultores que desarrollan el subsistema de agricultura tradicional. Se estableció que existe variabilidad a nivel morfológico y bromatológico, diferenciándose por medio del análisis de grupos los cultivares de Xanthosoma y Colocasia, así como estableciéndose preliminarmente que el contenido nutricional es ligeramente más alto en Colocasia que en Xanthosoma. Se observó que existe relación entre el tamaño de la parte aérea de las plantas y el tamaño y peso del cormo.

* Profesor Investigador, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.
** Investigador, Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola (ICTA), Guatemala.
*** Estudiante, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

INTRODUCCION

La búsqueda de nuevas fuentes alternativas alimentarias para contrarrestar los efectos cada día más alarmantes de la desnutrición, así como el requerimiento de nuevas alternativas de producción agrícola para diversificar la agricultura en búsqueda de nuevos mercados tanto nacionales como internacionales, asimismo el deterioro de los recursos genéticos vegetales en los países tercermundialistas, ha planteado la necesidad urgente de establecer programas que conlleven a la búsqueda, conservación y desarrollo de los recursos fitogenéticos a nivel regional y nacional. En Guatemala, a partir de 1981 la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos y el Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA), con la colaboración del Comité Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF) y el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), vienen desarrollando un programa de esta naturaleza, el cual incluye las Aráceas comestibles del género *Colocasia* y *Xanthosoma*. Las especies pertenecientes a estos géneros producen estructuras subterráneas con alto valor alimenticio, siendo importantes a nivel mundial principalmente en las regiones tropicales. Sin embargo, en Guatemala se conoce poco referente a las mismas a pesar de que son sumamente frecuentes en las áreas costeras así como en el norte del país. De esta manera, se pretendió en la primera fase de la investigación recolectar material de las especies en mención a nivel del país, para establecer una colección viva a partir de la cual se pueda obtener material reproductivo para experimentos posteriores, a la par de que se conservaba adecuadamente el recurso. En la segunda fase, se caracterizó parte de la colección para conocer de la misma aspectos tales como variabilidad morfológica, bromatológica y algunos componentes primarios del rendimiento, para que a partir de dicha información, se pueda identificar materiales genéticos promisorios para futuras evaluaciones agronómicas.

METODOLOGIA

Recolección y establecimiento de colecciones vivas. El proyecto global de recolección de cultivos nativos de Guatemala tuvo una duración de cuatro años (1982 - 1985), período durante el cual se recolectó germoplasma de *Colocasia* y *Xanthosoma*. Para lograr el objetivo planteado, el primer paso realizado fue la ejecución de una gira de exploración a las áreas de estudio para poder establecer contactos y determinar especies presentes, así como época apropiada para recolección de material reproductivo. Con esta información se procedió a la elaboración de calendarios adecuados de recolección. Para la planificación y desarrollo se tomaron en cuenta las indicaciones planteadas por Hawkes (3) y Hernández X. (4), en la medida de las posibilidades. Los datos tomados en el campo fueron los indicados por la boleta oficial del CIRF. Los materiales genéticos fueron establecidos en la Finca Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitépéquez (Guatemala), perteneciente a la Facultad de Agronomía.

Caracterización agronómica, morfológica y bromatológica. El ensayo se estableció en la Finca Bulbuxyá, utilizándose 14 cultivares de *Colocasia* y siete de *Xanthosoma* provenientes de la colección nacional. Cada cultivar fue sembrado en un surco, distribuidos al azar, a una distancia de 1.5 m entre surco y 1.0 m en

tre planta: cada surco contea 15 plantas del mismo cultivar, de las cuales se eligieron 10 para caracterizar. Los datos obtenidos correspondieron a los contenidos en el descriptor oficial del CIRF para el género *Colocasia* (5). El análisis bromatológico se realizó a partir del corno y se desarrolló en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. A las variables cualitativas se les obtuvo su media aritmética, desviación estándar, coeficiente de variación y rango; a su vez, en las variables cualitativas se reportó su porcentaje de ocurrencia y moda. Además las variables bromatológicas sirvieron para desarrollar un análisis de varianza y prueba de medias, y, tanto las cualitativas como cuantitativas fueron utilizadas para desarrollar el análisis de agrupamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

A. Situación actual de los recursos genéticos de *Colocasia* y *Xanthosoma*.

A.1 Riqueza genética. Las cinco especies de *Xanthosoma* presentes en territorio nacional son nativas de Guatemala, mientras que la única especie de malanga, *Colocasia esculenta* (L.) Schott es introducida; sin embargo, en la actualidad ya se encuentra naturalizadas en regiones del norte y costa Atlántica de Guatemala. Solamente *Xanthosoma violaceum* Schott es utilizada en alimentación humana, al igual que *C. esculenta*, mientras que las restantes especies de *Xanthosoma* se encuentran en estado silvestre y algunas cultivadas para ornamento. Dentro de estas últimas se tiene a (8): *Xanthosoma Hoffmannii* Schott, *X. mexicanum* Liebm., *X. robustum* Schott y *X. pedatum* Hemsl.

Las especies de *Xanthosoma* no útiles en alimentación humana se encuentran asociadas a vegetación secundaria o primaria, mientras que la malanga, (*Colocasia esculenta*) así como el quequexque, Ox, quequexcamote o badú (*Xanthosoma violaceum*) es frecuente encontrarlas en alturas menores a 1,000 mt. sobre el nivel del mar, tanto en la vertiente del Pacífico como Atlántica, ya sea en vegetación secundaria o cultivada en pequeña escala a nivel de huerto familiar.

A.2 Recolecciones obtenidas. Las aráceas son especies que requieren preferentemente temperaturas altas, así como suelos suficientemente húmedos. Este condicionante en parte limita su distribución en el oriente de Guatemala, en donde la población no tiene la costumbre de comerla frecuentemente como sucede en otras regiones. Es así como las recolecciones obtenidas se obtuvieron a partir de lugares en donde la precipitación pluvial no sigue el patrón típico de las zonas secas de El Progreso, Zacapa y Jutiapa. En los lugares anotados el Yampí (*Xanthosoma* sp) y la malanga (*C. esculenta*) son sembrados por una sola vez, tanto a nivel de huerto familiar o bien en campo abierto.

En el Petén e Izabal son sumamente frecuentes las aráceas, en cuyas localidades reciben los nombres comunes de macal-quequexque, macal, yampí, badú, quequexcamote (*Xanthosoma*) y malanga, ox, badú, macal blanco, macal morado (*X. esculenta*). Los diferentes nombres comunes que recibe dan una idea de la amplia utilización que se hace de estas especies, así mismo, es notorio que los nombres comunes están asociados a diferentes grupos étnicos. La malanga ha tomado cier-

to grado de importancia en el Departamento de El Petén, en donde durante el año de 1983, se reportaba la presencia de una plantación extensiva con la finalidad de exportar la producción hacia los Estados Unidos de Norte América. En ambos departamentos lo común es encontrar el quequexque y la malanga sembrada en áreas pequeñas, tanto a campo abierto como en los huertos familiares, otras veces creciendo a lo largo de canales naturales de drenaje o a orilla de carreteras.

Referente a las Verapaces, las Aráceas comestibles se encuentran en forma más frecuente en las partes bajas, húmedas y calurosas del Departamento de Alta Verapaz, tal el caso de la cuenca del río Polochic, así como el pié de monte que va a terminar a la Franja Transversal del Norte. En esta última área es interesante observar como los agricultores en sus pequeñas propiedades cultivan ox y malanga asociadas con chile cobanero, yuca y maíz.

La costa sur de Guatemala es otra área en la que están presentes en forma abundante las araceas comestibles, siendo más notorio *Colocasia* que *Xanthosoma*. La principal fuente de producción está ubicada en los parcelamientos agrarios, donde pueden haber pequeñas áreas cultivadas, tanto en campo abierto o en huertos familiares.

En el altiplano occidental y central de Guatemala, las araceas comestibles son prácticamente desconocidas, tanto porque no crecen en los climas de la región, así como porque las comunidades indígenas no tienen la costumbre de consumir dichos alimentos.

A.3 Erosión Genética. Las especies cultivadas son manejadas racionalmente por las poblaciones humanas, por lo tanto, se considera que no existe erosión genética. El peligro es alto para las especies silvestres propias de vegetación primaria, ante la eliminación a paso acelerado de que se está dando de ésta en el país.

B. Caracterización agronómica, bromatológica y morfológica.

B.1. Variabilidad morfológica y agronómica. Para el caso de *Colocasia*, del total de caracteres observados y medidos, el 42.85 o/o de éstos se manifestaron constantes, mientras que para *Xanthosoma* correspondió un 48.78 o/o. Estos resultados plantean que dichos géneros presentan poca variabilidad en Guatemala, si se comparan con la variabilidad relativa que presentan otros géneros de plantas cultivadas nativas de Guatemala, tales como *Cucurbita mixta* (7), *C. pepo* (1), *Amaranthus spp.* (2, 6) entre otros. Para el caso de *Colocasia* es comprensible este comportamiento, debido a que la misma no es nativa de Guatemala, sin embargo para ambos géneros no hay que olvidar que son de reproducción asexual, por lo tanto muchos de sus caracteres (cualitativos principalmente) se espera que tengan poca variabilidad. El Cuadro 1 muestra los caracteres constantes tanto en *Colocasia* como en *Xanthosoma*; es de hacer notar que el 61 o/o de los reportados en dicho cuadro presentan el mismo estado en ambos géneros, mientras que el restante 39 o/o puede servir en parte para diferenciarlos morfológicamente. El Cuadro 2 contiene la información referente a la variabilidad presente en cuanto

a valores cuantitativos, es notoria la diferencia referente a valores comparativos en un mismo carácter para *Colocasia* y *Xanthosoma*, además, dentro de cada género los rangos son grandes. Este comportamiento se puede predecir si se piensa que los caracteres cuantitativos son los más altamente influenciados por el ambiente, por lo tanto, los de mayor variabilidad.

B.2 Variabilidad bromatológica. En los diferentes componentes analizados se muestra alta variabilidad, tanto a nivel intergenético como intragenético (Cuadro 3). Los resultados en forma preliminar indican que los cultivares de *Xanthosoma* tienen en promedio mayor porcentaje de proteína en base seca (11.77 o/o) que la presente en *Colocasia* (9.36 o/o); sin embargo, *Colocasia* supera a *Xanthosoma* en contenido de materia seca (29.06 o/o vs. 25.83 o/o) y almidón (43.93 vs 39.04 o/o); para cenizas (5.26 o/o) vs 4.93 o/o) y contenido de fibra (3.73 o/o vs 4.93 o/o) por lo tanto en forma general, al menos para el presente ensayo se puede decir que el contenido bromatológico es más rico en *Colocasia* que en *Xanthosoma*.

CUADRO 1.
CARACTERES CONSTANTES CON SU RESPECTIVO ESTADO, PRESENTES
EN LOS CULTIVARES DE *COLOCASIA* Y *XANTHOSOMA* CARACTERIZADOS
EN LA FINCA BULBUXYA, SAN MIGUEL PANAM,
SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA

Carácter	<i>Colocasia</i> Estado	<i>Xanthosoma</i> Estado
Margen de la hoja	Ondulado	Ondulado
Apéndice de la hoja	Ausente	Ausente
Superficie de la hoja	Opaco	Opaco
Jaspeado de la hoja	Ausente	Ausente
Patrón de venación	Y parte	Y parte
Patrón de la vaina de la hoja	Abierto	Abierto
Formación de flores y frutos	Ausente	Ausente
Manifestación de cormos	Manifiesta	Manifiesta
Color de la corteza del corno	Café	Café
Aroma del corno cocinado	Aromático	Aromático
Palatabilidad del corno crudo	No irritable	No irritable
Habito de crecimiento	Erecto	Inclinado
Peciolo	Peltado	Hastado
Orientación de la lámina	Caediza	Erecta
Forma de la lámina	Peltada	Sagitada
Cerocidad del peciolo	No glauco	Glauco
Exterior del corno (epidermis)		Figroso
Arreglo de las hojas		Destorso

El análisis comparativo de la riqueza bromatológica de los cultivares de *Xanthosoma* y *Colocasia* en cuanto a región de procedencia (Cuadro 4) indica para el caso de *Colocasia* que los cultivares del oriente de Guatemala tienen en promedio el más alto contenido de proteína (11.16 o/o) y cenizas (4.45 o/o); sin embargo, su contenido de almidón es el más bajo (34.95 o/o). Los materiales de el Departamento de Izabal parecen ser los más interesantes, dado que tienen el más alto contenido de materia seca (31.57 o/o), alto contenido de cenizas (5.49 o/o) proteína (9.37 o/o) y bajo contenido de fibra (3.21 o/o). Los materiales provenientes de Nicá, San Marcos y Panzos, Alta Verapaz, presentan valores interesantes que no pueden pasar desapercibidos.

Para *Xanthosoma* algunos materiales genéticos provenientes de El Petén y Alta verapaz resultaron ser los de mejor contenido nutricional, comparados con el originario de Izabal.

B.3 Asociación de caracteres. Para el caso de *Colocasia*, los resultados indicaron que el tamaño de la parte aérea de la planta está asociada con el tamaño de la estructura subterránea engrosada. Así, tamaño del cormo está correlacionado positivamente con el largo del peciolo, largo de vaina, largo y ancho de lámina; el tamaño de lámina está correlacionado positivamente con el contenido de almidón.

CUADRO 2
CARACTERES CUANTITATIVOS REPORTADOS EN LA
CARACTERIZACION DE CULTIVARES DE *COLOCASIA* y *XANTHOSOMA*
DESARROLLADA EN LA FINCA HÚLBUXYA,
SAN MIGUEL PANAM, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA.

Caracter	<i>Colocasia</i> Rango	<i>Xanthosoma</i> Rango
Tamaño de la planta	77.1 - 156.8 cm	79.2 - 126.4 cm
Largo total del peciolo	65.8 - 129.6 cm	70.2 - 106.9 cm
Largo de la vaina de la hoja	36.7 - 70.2 cm	42.2 - 57.2 cm
Largo de la lámina	25.3 - 55.0 cm	25.2 - 39.5 cm
Ancho de la lámina	15.4 - 41.2 cm	18.3 - 27.6 cm
Largo del cormo	7.95- 17.0 cm	9.7 - 15.25cm
Peso del cormo	0.5 - 2.1 kg	0.6 - 1.2 kg
Producción por hectárea	3,333.0 - 14,000 kg	4,000 - 8,000 kg

CUADRO 3.

RESUMEN DE LA CARACTERIZACION BROMATOLOGICA DE 21 CULTIVAR DE ARACEAS, *COLOCASIA SP* Y *XANTHOSOMA SP (+)*
EN LA FINCA BULBUXYA, SAN MIGUEL PANAM, SUCHITEPEQUEZ, GUATEMALA.

Colecta No.	Humedad		Nitro- geno	Proteina		Humedad residual		Materia seca	Cenizas		Fibra cruda		Calorias		Azúcares		Almidón	
	o/o	\bar{X}		o/o	o/o	\bar{X}	o/o		\bar{X}	o/o	\bar{X}	o/o	\bar{X}	o/o	\bar{X}	o/o	\bar{X}	o/o
128	72.67		1.92	12.00		12.92		27.33	7.13		3.71		413.13	13.89		36.19		
134	70.38		1.94	12.11		12.11		29.62	6.51		4.82		395.47	3.92		28.99		
249	71.78		1.88	11.77		12.05		28.22	4.95		2.98		421.47	4.03		25.70		
307	64.26		1.60	10.02		12.23		35.74	4.11		2.19		414.51	2.90		23.23		
419	71.70		1.60	10.00		14.84		28.30	6.39		2.21		364.27	2.54		21.39		
464	70.29		1.86	11.65		11.88		29.71	4.60		2.16		378.32	3.97		45.22		
603	80.21		1.40	8.71		11.13		19.78	4.86		4.36		420.04	9.27		43.35		
616	69.07		1.07	6.65		12.69		30.93	4.43		2.77		418.18	4.58		58.59		
617	68.60		1.18	7.38		12.35		31.40	5.76		5.25		444.70	6.45		59.04		
621	64.34		2.15	13.45		12.47		35.66	5.23		2.61		444.66	4.45		59.13		
760	68.18		0.63	3.91		12.40		31.81	4.21		9.95		390.62	4.75		46.41		
771	80.81		0.73	4.55		13.08		19.19	5.75		3.90		417.66	11.25		59.80		
833	68.48		1.44	8.97		11.79		31.52	5.12		2.11		423.37	3.07		47.58		
110	72.25	70.93	1.59	9.91	9.36	12.73	12.48	27.74	4.53	5.26	3.23	3.73	462.94	9.07	6.01	60.62	43.93	
+ 475	63.09		2.34	14.61		12.63		36.91	5.32		3.44		396.64	5.80		47.33		
+ 554	81.23		2.66	16.62		11.95		18.77	4.24		7.56		438.94	7.24		46.26		
+ 370	77.75		2.69	16.47		12.73		22.25	6.42		5.17		401.75	6.04		46.61		
+ 453	71.78		0.74	4.59		12.72		28.22	3.34		2.55		420.75	7.26		28.79		
+ 563	76.90		1.05	6.22		12.57		23.09	4.40		4.72		411.47	7.89		57.23		
+ 610	79.46		2.38	14.90		13.20		20.54	7.91		6.33		407.61	4.83		23.89		
+ 612	68.97	65.15	1.45	9.03	11.77	14.38	12.91	31.03	2.73	4.93	3.80	4.80	423.09	7.79	6.69	23.70	39.04	

CUADRO 4.
 PRINCIPALES COMPONENTES BROMATOLÓGICOS DE *COLOCASIA* Y *XANTHOSOMA*,
 SEGUN REGIÓN DE PROCEDENCIA

Región	<i>Colocasia</i> Materia seca o/o	Proteína o/o	Almidón o/o	Cenizas o/o	Fibra Cruda o/o
Oriente	29.73	11.16	34.95	5.45	3.29
Izabal	31.57	9.37	49.49	5.45	3.21
El Petén	23.59	5.72	49.85	4.94	6.07
Panzós, Alta Verapaz	29.71	11.65	45.22	4.60	2.16
Nicá, San Marcos	31.52	8.32	47.58	5.12	2.11
	<i>Xanthosoma</i>				
Izabal	28.22	4.59	28.79	3.34	2.55
El Petén	23.14	12.65	39.44	5.20	5.50
Panzós, Alta Verapaz	39.61	14.61	47.33	5.52	3.44

En *Xanthosoma* el comportamiento descrito para *Colocasia* no se hace evidente, es decir que no existe una clara asociación entre el tamaño de la parte aérea con el del cormo. Únicamente se puede observar que la humedad en fresco y fibra cruda están correlacionados positivamente con el tamaño del cormo: el contenido de materia seca correlaciona negativamente con tamaño de cormo y contenido de fibra también correlaciona negativamente con contenido de materia seca.

B.4 Similitud entre cultivares. La Figura 1 muestra la similitud que existe entre los cultivares de *Colocasia* y *Xanthosoma*. Se puede establecer la formación de dos núcleos, el primero constituido por cultivares de *Xanthosoma* y el otro por cultivares de *Colocasia*. Las diferencias entre estos núcleos han sido anotadas en el listado de caracteres anotados en el Cuadro 1. El núcleo perteneciente a *Colocasia* se divide en dos subnúcleos, uno constituido por los cultivares recolectados en El Petén y la costa sur de Guatemala y el otro provenientes del oriente de Guatemala; la diferencia entre estos dos núcleos radica en el color del margen de la hoja, color de la vaina de la hoja y color de la unión del peciolo. El núcleo de cultivares de *Xanthosoma* también se subdivide en dos subnúcleos, el primero de ellos constituido por cultivares de El Petén e Izabal, mientras que el otro lo constituye el único cultivar de Alta Verapaz; los caracteres que los hacen diferentes son: color del peciolo, color del anillo basal del peciolo, color de la vaina de la hoja, color del margen de la hoja y forma del cormo.

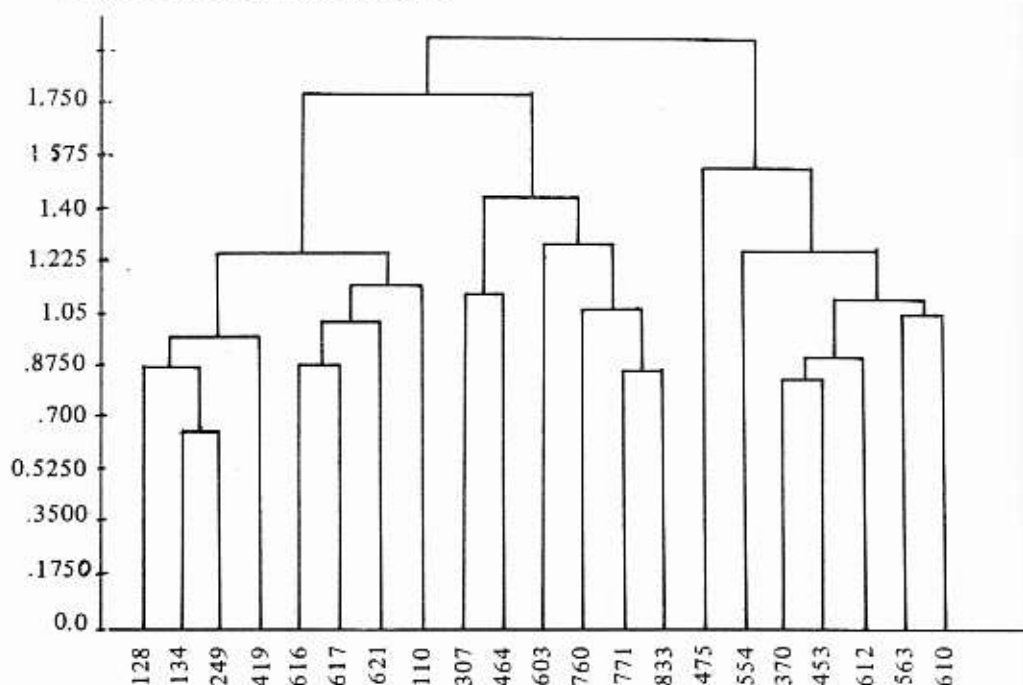


Figura 1. Fenograma de 21 cultivares de Aráceas (*Colocasia* sp. y *Xanthosoma* sp.) caracterizados en el Centro de Agricultura Tropical Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitepéquez, 1987.

CONCLUSIONES

- 1o. Los cultivares pertenecientes al género *Colocasia* y *Xanthosoma* se cultivan en las regiones cálido húmedo del país, principalmente a nivel de huerto familiar o algunas veces asociado al cultivo de maíz. *Colocasia* es más conocido en la costa sur y Atlántica y El Petén, mientras que *Xanthosoma* se conoce más en El Petén y Alta Verapaz.
- 2o. Las especies cultivadas de *Xanthosoma* y *Colocasia* se considera que por ser manejadas por agricultores que desarrollan el subsistema de agricultura tradicional, están siendo bien conservadas y no se percibe el peligro de erosión genética. El problema se vislumbra en las especies silvestres de *Xanthosoma*, las cuales forman parte de la vegetación primaria de la región, la que desaparece a pasos agigantados cada día.
- 3o. En los cultivares de malanga y quequexque caracterizados existe variabilidad agromorfológica y bromatológica, no obstante en los caracteres agromorfológicos, el 42.85 o/o se manifestaron constantes para malanga y el 48.78 o/o para quequexque.
- 4o. El análisis bromatológico realizado mostró que los cultivares de *Colocasia* y *Xanthosoma* presentan alto nivel nutricional. Se muestra alta variabilidad en cuanto al contenido de proteína, cenizas, fibra cruda, azúcares totales y almidón; siendo los cultivares identificados con el código 621, 134, 128 y 110 los más promisorios para el caso de malanga y el 370 y 563 para quequexque.
- 5o. Se determinó que existe asociación entre los caracteres cuantitativos, concluyéndose que características referentes al tamaño de planta (largo del peciolo, o sea que cultivares de porte alto, poseen cormos más grandes y pesados.
- 6o. El análisis de grupos definió dos núcleos, uno formado por los cultivares de *Colocasia* y el otro los de *Xanthosoma*, a la vez, dentro de *Colocasia* hubo una separación de dos subnúcleos, uno constituido por materiales genéticos provenientes del oriente de Guatemala y otro, integrado por materiales de El Petén y la costa sur. De igual manera, *Xanthosoma* definió dos subnúcleos, materiales de Izabal y El Petén conformaron el primero, y un material proveniente de Alta Verapaz, el segundo.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. CASTILLO M., J.J. Caracterización preliminar de 49 entradas de ayote (*Cucurbita* spp) del altiplano central de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 113 p. 1987.
2. GONZALES R., M.A. Caracterización morfológica y bromatológica de 30 cultivares nativos de bledo (*Amaranthus* spp.) en el municipio de San Miguel Petapa, departamento de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 62 p. 1987.
3. HAWKES, J.G. Genetic Resources-Collection preservation and use. Curso intensivo sobre recursos fitogenéticos, CIAT, Cali, Colombia. 19 p. 1983.
4. HERNANDEZ X., E. Exploración etnobotánica y su metodología. Colegio de Post-graduados, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México. 69 p. 1980.
5. INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. Descriptors for *Colocacia*, Roma. 16 p. 1980).
5. OROZCO, E. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 37 cultivares nativos de bledo (*Amaranthus* spp.) en los campos de la Facultad de Agronomía, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 58 p. 1987.
7. OTZOY, M. Caracterización agromorfológica y bromatológica de 18 cultivares nativos de pepitoria (*Cucurbita mixta* Pág.) del norte y sur de Guatemala en el Valle de San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 80 p. 1986.
8. STANDLEY, P. et. al. Flora of Guatemala. Chicago. Chicago natural History Museum. (*Fieldiana Botany* v. 24 Dart q

RIEGO Y DRENAJE

RESUMEN DE LA INVESTIGACION REALIZADA EN FRECUENCIAS DE RIEGO Y EVAPOTRANSPIRACION DE 1982 A 1987

*Ing. Jorge Sandoval
Facultad de Agronomía*



I. INTRODUCCION

Para la planificación, diseño y operación de sistemas de riego es indispensable el conocimiento de la cantidad de agua a aplicar y la frecuencia adecuada de riego. El agua es esencial para las plantas, pero tanto su déficit como su exceso son perjudiciales a la producción, es por ello que se hace necesaria la investigación en riego y así poder utilizar más eficientemente el recurso agua que cada día es más escaso y costoso.

En este reporte se presenta un resumen y análisis de los resultados de los experimentos realizados de 1982 a 1987 en el proyecto de investigación en frecuencias de riego y evapotranspiración del Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Durante esos 6 años se han ejecutado 20 experimentos en 6 regiones de Guatemala, en los cultivos de tomate, melón, cebolla, chile pimiento, pepino, maíz, frijol, tabaco y remolacha, habiendo sido todos ellos trabajados a través de investigaciones de tesis para optar al título de Ingeniero Agrónomo. No está demás hacer notar que en Guatemala antes de 1982 la investigación sobre uso del agua por los cultivos era prácticamente inexistente.

Este programa de investigación será continuado durante el tiempo necesario para cubrir las zonas y cultivos principales bajo riego en el país, hasta obtener resultados consistentes y confiables.

Docente - Investigador de la Facultad de Agronomía. Autor del Libro "Principios de Riego y Drenaje."

2. OBJETIVOS

- 2.1 Determinar la frecuencia de riego más recomendable para diferentes cultivos y regiones de Guatemala.
- 2.2 Determinar la evapotranspiración total o consumo de agua en el ciclo de cultivo.
- 2.3 Establecer el grado de agotamiento de la humedad aprovechable del suelo.
- 2.4 Verificar la adaptabilidad para el área de estudio, de diferentes fórmulas que estiman la evapotranspiración.
- 2.5 Establecer la relación evapotranspiración/evaporación de tanque tipo "A" para diferentes etapas de desarrollo del cultivo.

3. METODOLOGIA

Las plantas se siembran en el campo en parcelas experimentales de tamaño variable dependiendo del cultivo. El método de riego utilizado es el de surcos, por ser el más empleado en Guatemala, derivando el agua de los canales hacia los surcos mediante sifones previamente calibrados, o usando orificios previamente aforados, con una carga de agua constante para asegurar que la cantidad de agua aplicada sea la necesaria para elevar la humedad del suelo en la zona principal de raíces a capacidad de campo. El diseño experimental utilizado es el de bloques al azar.

Los tratamientos consisten en aplicar el agua a intervalos de riego preestablecidos de días, incorporando dentro de los mismos un testigo con la o las frecuencias de riego usadas por los agricultores del lugar, tratando de cubrir un amplio rango que va desde intervalos cortos hasta relativamente largos, lo cual permite explorar el comportamiento de la planta cuando se le somete a tensiones de humedad que van desde muy altas a bajas. Lo anterior implica que la frecuencia de riego se mantenga fija para cada tratamiento y la lámina o cantidad a reponer en cada riego varía de acuerdo a la cantidad de agua consumida en el período entre un riego y el subsiguiente.

Para calcular la evapotranspiración se determina la humedad del suelo después de aplicar el riego (cuando el suelo está a capacidad de campo) e inmediatamente antes de aplicar el riego subsiguiente, la diferencia entre los dos contenidos de humedad así determinados es la cantidad de agua evapotranspirada en el período entre dos riegos. El método gravimétrico, usando horno para secado de suelo, es usado para determinar la humedad del mismo; se toman 2 ó 3 muestras de suelo por cada parcela y por cada estrato de 30 cm de espesor (hasta completar la profundidad radicular). A cada muestra se le calcula el porcentaje de humedad en base a peso de suelo seco y al final se promedia el resultado obtenido de las 2 ó 3 muestras por cada parcela y estrato, para así obtener un solo dato de porcentaje de humedad el cual es luego expresado en términos de lámina de agua.

Para verificar si los valores de tasa de evapotranspiración semanal calculados con las fórmulas, equivalen a los valores de evapotranspiración medidos en el campo, se efectúan análisis de correlación lineal simple. De obtener coeficientes de correlación altos, se concluye que el modelo de regresión lineal simple explica satisfactoriamente la relación entre los datos medidos y los calculados con la fórmula; entonces deben efectuarse dos pruebas de hipótesis para determinar que la pendiente de la recta es igual a uno y que el intercepto es igual a cero, de ser así esto indica que los valores de evapotranspiración calculados con la fórmula son equivalentes a los medidos en el campo y que la fórmula sí se adapta a la región y cultivo.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se presentan algunas características climáticas de las 6 localidades en las cuales se ha experimentado.

De manera general en estos lugares la precipitación es casi nula en los meses de noviembre a abril, período en el cual se realizan los experimentos.

CUADRO 1.
LOCALIZACION Y CARACTERISTICAS CLIMATICAS
DE LOS SITIOS EXPERIMENTALES

LUGAR	Long. oeste	Lat. norte	TEMPERATURA			Altura snm (m)	Precip. pluvial (mm)	Humed. relativa media a- nual (%)
			min.	prom.	max.			
La Fragua Zacapa	89° 32.5'	14°57.5'	19	27	38	210	500	70
Guastatoya El Progreso	90° 0.4'	14° 51'	15	27.4	40	517	857	67
El Rancho El Progreso	89° 05'	14° 56'	19.9	28.0	34.6	260	739	64
San Jeróni- mo, B. V.	90° 14'	15° 04.	15.3	21.1	27.6	960	867	74
Monjas, Jalapa	89° 52.5'	14°29.5'	16.4	22.0	29.0	960	956	65
Bárceña Villa Nueva	90° 36.6'	14°30.25'	14.5	19.7	24.8	1300	1000	75

Se discutirán a continuación los resultados obtenidos para cada cultivo tratando de resumir, si se deseara mayor profundidad en la información se recomienda consultar la bibliografía que se cita en este reporte.

4.1 TOMATE

Se han efectuado cinco experimentos en el cultivo del tomate, como se muestra en el Cuadro 2. A continuación se discutirán los aspectos investigados en este cultivo.

CUADRO 2
EPOCA DE SIEMBRA-COSECHA, LUGAR, VARIEDAD Y TIPO DE SUELO
EN QUE SE REALIZARON LOS CINCO EXPERIMENTOS EN TOMATE.

Experimento	Siembra-cosecha	Lugar	Variedad	Suelo	Estudiante Investigador
Tomate I	Dic/82-Feb/83	El Rancho	Roma VF	Franco arenoso	Jorge L. Soberanis
Tomate II	Nov/83-Feb/84	La Fragua	UC-82c	Arcilloso	José Luis Zea
Tomate III	Nov/83-Feb/84	La Fragua	UC-82c	Franco-arcillo-arenoso	Francisco Andriano
Tomate IV	Ene/85-Abr/85	Guastatoya	Roma VF	Franco arcilloso	Edwin Oliva
Tomate V	Dic/86-Abr/87	San Jerónimo	UC-82c	Franco-arenoso	Mario Orozco

4.1.1 Rendimiento:

El Cuadro 3 resume los rendimientos en TM/ha obtenidos en los diferentes experimentos.

Se puede concluir que de manera general el agricultor de Guatemala tiende a regar más frecuentemente que lo necesario, ya que en los cuatro lugares en donde se experimentó el agricultor riega cada 8 días, pudiéndose alargar la frecuencia 12, 16 y hasta 20 días. Pudo determinarse en los cinco experimentos que la frecuencia de riego no tuvo efecto sobre la mortalidad de las plantas ni sobre la calidad del fruto.

CUADRO 3
 RENDIMIENTO EN TM/HA DE LOS CINCO EXPERIMENTOS
 REALIZADOS EN TOMATE

Frecuencias de Riego (días)	Tomate I El Rancho	Tomate II La Fragua	Tomate III La Fragua	Tomate IV** Guastatoya	Tomate V San Jerónimo
4	23.77*				
6	23.25*				
8	22.48*	43.7*	30.71*	11.27*	23.04*
10	21.57*				
12	23.64*	38.8*	28.56*	10.29*	20.48*
16		37.5*	27.62*	8.58*	20.07*
20		38.8*	22.91*	7.29*	18.90*
24		30.4*	18.79	8.38*	17.40*
25				5.30	16.56*

* Representan los rendimientos mayores y que no presentan diferencia estadísticamente significativa (dentro del mismo experimento).

** Los rendimientos obtenidos en este experimento se consideran muy bajos, probablemente por presencia de sodio en el suelo.

Se considera que más experimentación debe ser desarrollada en Tomate en cada una de las regiones para obtener resultados aún más consistentes y confiables.

4.1.2 Uso del Agua:

En esta parte se discute lo referente a la lámina total de agua consumida o evapotranspiración, el número de riegos aplicados y el agotamiento de la humedad aprovechable del suelo entre capacidad de campo y punto de marchitez permanente.

Como puede observarse en el Cuadro 4 a intervalos de riego más largos la lámina consumida siempre decrece, corroborándose de esta manera que, si existe más disponibilidad de agua en el suelo, las plantas tienden a consumir más. Si consideramos que no es recomendable regar cada 4 ó 6 días (porque no existe diferencia estadísticamente significativa con el rendimiento del riego cada 12, 16 ó 20 días) entonces podemos concluir que de manera general el tomate regado con una frecuencia de 8 días consume alrededor de 35 a 40 cm y regado cada 24 y 28 días alrededor de 20 a 25 cm. Lógicamente se dan las variaciones con el lugar, la época, variedad, densidad de siembra y tipo de suelo. Si trabajamos con términos promedio regando cada 12 ó 16 días, que es lo recomendable por el momento, el cultivo consume aproximadamente 28.5 cm durante su ciclo y 7 riegos deben ser aplicados en promedio.

CUADRO 4
LAMINA TOTAL DE AGUA CONSUMIDA (CM)
Y NUMERO DE RIEGOS APLICADOS

Frecuencia de riego (días)	Tomate I El Rancho	Tomate II La Fragua	Tomate III La Fragua	Tomate IV Guastatoya	Tomate V San Jerónimo
4	62.7 (18)				
6	41.0 (12)				
8	31.7 (9)	36.9 (10)	40.6 (10)	34.1 (11)	44.2 (13)
10	23.9 (7)				
12	23.2 (6)	33.9 (7)	28.2 (7)	28.9 (8)	32.1 (9)
16		32.6 (6)	26.4 (6)	23.7 (7)	27.8 (8)
20		30.3 (5)	23.8 (5)	21.3 (6)	27.0 (7)
24		28.1 (4)	19.9 (4)	20.9 (5)	25.8 (6)
28					23.9 (5)

() = número de riegos aplicados.

El agotamiento de la humedad aprovechable, del estrato 0-30 cm de suelo, en todos los experimentos regados con frecuencia de 8 días nunca fue mayor del 50 o/o. En ningún lugar ni tratamiento la humedad del suelo alcanzó valores de punto de marchitez permanente, esta es una de las razones por la cual las frecuencias de riego usadas no causaron mortalidad de plantas. SE determinó además que la etapa de mayor consumo de agua es a finales de la floración, en la fructificación y cosecha.

4.1.3 Verificación de la adaptabilidad de fórmulas para calcular la evapotranspiración:

En lo referente a la verificación de las fórmulas para calcular evapotranspiración, en "El Rancho" se probó únicamente la de Blaney-Criddle modificada por Phelan, siendo equivalente a evapotranspiración medida al regar cada 10 y 12 días. En la Fragua se probaron las fórmulas de Blaney-Criddle modificada por Phelan y la de Hargreaves modificada en 1966, equivaliendo la primera a la evapotranspiración medida al regar cada 8 y 12 días. En Guastatoya se probaron las fórmulas de Blaney-Criddle y Hargreaves modificada en 1966 y 1983 a la evapotranspiración medida al regar cada 8 días. En San Jerónimo también se probaron todas las fórmulas anteriores, encontrándose que ninguna se adapta para calcular la evapotranspiración en tomate de la zona.

4.1.4 Relación evapotranspiración/evaporación de tanque tipo "A"

Los valores del coeficiente "C", que representan la relación evapotranspiración/evaporación del tanque tipo "A" fueron determinados para 4 etapas de desarrollo y se muestran en el Cuadro 5.

En este Cuadro no aparecen datos para el tomate sembrado en El Rancho por no haberse medido la evaporación. Como puede notarse los valores varían de un lugar a otro, se considera que más experimentación es necesaria para lograr afinar estos coeficientes en cada región y poder usarlos en el cálculo de la evapotranspiración para conocer el requerimiento de riego del cultivo a partir de datos de evaporación de tanque.

CUADRO 5
COEFICIENTE "C" DE LA RELACION
EVAPOTRANSPIRACION/EVAPORACION DE TANQUE TIPO "A"

Etapa de Desarrollo	Tomate II La Fragua	Tomate III La Fragua	Tomate IV Guastatoya	Tomate V S. Jerónimo
Desar. Vegetativo	0.58	0.49	0.65	0.78
Floración	0.77	0.57	0.72	0.60
Fructificación	0.66	0.58	0.57	0.58
Cosecha	0.57	0.58	0.34	0.50

Los valores de "C" del Cuadro 5 son calculados con el promedio del valor de "C" de las frecuencias que más rendimiento tuvieron.

4.2. MELON

Se han efectuado 4 experimentos en la Fragua, Zacapa, del melón, 3 de ellos en el tipo Honey Dew y uno en Cantaloupe como se muestra en el Cuadro 6.

4.2.1 Rendimiento:

En el Cuadro 7 se resume los rendimientos de melón en cajas exportables/ha. La dimensión de una caja exportable es tal que acomoda aproximadamente 18 a 20,5 kg. de fruta en promedio; si en una caja caben 10 melones entonces se dice que el melón es No. 10 ó de diámetro 10.

Como puede observarse en el Cuadro 7, en los tres experimentos realizados en el melón tipo Honey Dew, regar cada 8, 12 ó 16 días produce rendimientos que no presentan diferencias estadísticamente significativas (exceptuando el Melón I

CUADRO 6.
EPOCA DE SIEMBRA-COSECHA, VARIEDAD Y TIPO DE SUELO
EN QUE SE REALIZARON LOS CUATRO EXPERIMENTOS
DE MELON EN LA FRAGUA, ZACAPA

Experimento	Siembra-cosecha	Variiedad (Tipo)	Suelo	Estudiante Investigador
Melón I	Feb/84-Abr/84	Tam Dew Honey Dew)	Arcilloso	Luis F. Méndez
Melón II	Ene/84-Abr/84	Mayan Sweet (Honey Dew)	Franco- arcilloso	Manfredo Co- rado
Melón III	Ene/86-Marzo/86	Dulce (Can- taloupe)	Arcilloso	Gerardo Méndez
Melón IV	Ene/86-Marzo/86	Mayan Sweet (Honey Dew)	Arcilloso	Mardoqueo Gil

en el cual regar cada 12 días produjo menos que cada 16 días). Puede recomendarse entonces regar este tipo de melón cada 8, 12 ó 16 días; además aún regando cada 12 ó 16 días se producen más de 850 a 1,000 cajas exportables/ha (exceptuando en Melón I), lo cual es considerado un rendimiento bueno para la región.

Al regar este tipo de melón con una frecuencia más larga de 16 días se produce una buena cantidad de melones, pero éstos no cumplen con los requisitos de exportación, lo cual es importante ya que el producto se destina exclusivamente a la exportación. Se recomienda que un experimento más sea desarrollado en La Fragua en este tipo de melón.

CUADRO 7.
RENDIMIENTO EN CAJAS EXPORTABLES/HA DE LOS CUATRO
EXPERIMENTOS REALIZADOS EN MELON EN LA FRAGUA, ZACAPA

Frecuencias de riego. (días)	Melón I (Honey Dew) c.e./ha	Melón II (Honey Dew) c.e./ha	Melón III (Cantaloupe) c.e./ha	Melón IV (Honey Dew) c.e./ha
8	1080*	1727*	964*	1065*
12	704	1136	705	1062*
16	767*	1095	731*	1048*
20	585	837	653	1396*
24	723	734	672	1217*
28	530	745		

* Representan los rendimientos mayores y que no presentan diferencia estadísticamente significativa (dentro del mismo experimento).

En el caso del Melón III del tipo Cantaloupe, debido a que solo se cuenta con un experimento y que existe la inconsistencia de que regar cada 16 días produjo más que cada 12 días, se recomienda efectuar más investigación y mientras tanto regar con una frecuencia de 8 días, para no arriesgarse a que la calidad del melón no llene los requisitos de exportación.

En ninguno de los 4 experimentos la frecuencia tuvo efecto sobre la mortalidad de las plantas. En cuanto a los grados Brix del fruto existe una tendencia a ser más alto en los melones regados cada 24 días, pero los grados Brix del fruto de los tratamientos regados con frecuencias de 8 a 20 días cumplen con los requisitos de calidad para exportación.

4.2.2 Uso del Agua:

En el Cuadro 8 se muestra la lámina total evapotranspirada y el número de riegos aplicados en cada tratamiento.

CUADRO 8
LAMINA TOTAL DE AGUA CONSUMIDA (cm)
Y NUMERO DE RIEGOS APLICADOS.

Frecuencia de riego (días)	Melón I (Honey Dew)	Melón II (Honey Dew)	Melón III (Cantaloupe)	Melón IV (Honey Dew)	Promedio de Melón I, II, IV (Honey Dew)
8	35.1 (7)	36.6 (8)	38.1 (8)	37.5 (7)	36.4
12	25.2 (5)	26.9 (6)	28.3 (5)	30.7 (6)	27.6
16	30.6 (5)	29.5 (5)	32.7 (5)	32.3 (5)	30.8
20	21.4 (4)	19.8 (5)	27.1 (4)	30.9 (4)	24.0
24	26.1 (4)	17.8 (4)	26.2 (4)	28.6 (4)	24.2
28	22.6 (4)	20.2 (4)	-	-	21.4

() Número de riegos aplicados

En el inciso anterior se recomienda regar el Melón Tipo Honey Dew cada 8, 12 ó 16 días, al usar estas frecuencias de riego el consumo promedio de agua para los tres experimentos en este tipo de melón fue bastante uniforme, teniendo valores de 36.4, 27.6 y 30.8 cm respectivamente y el número de riegos es de 5 a 7. La evapotranspiración para el melón tipo Cantaloupe fue de 38.1, 28.3 y 32.7 cm para las frecuencias de riego de 8, 12 y 16 días lo cual es bastante similar al consumo de agua del tipo Honey Dew. Se recomienda aplicar 8 riegos en el Melón tipo Cantaloupe.

En los tratamientos regados cada 28 días la humedad del suelo alcanzó valores de punto de marchitez permanente, los otros tratamientos no se llegó a PMP. Las etapas de mayor consumo de agua fueron la fructificación y cosecha.

4.2.3 Verificación de la adaptabilidad de fórmulas para calcular la evapotranspiración:

Se trabajó con las fórmulas de Blaney-Criddle modificada por Phelan y la de Hargreaves modificada en 1966, encontrándose que ninguno de estos métodos estiman adecuadamente la tasa de evapotranspiración en melón en La Fragua, Zacapa.

4.2.4 Relación evapotranspiración/evaporación de tanque tipo "A"

Esta relación fue determinada para 3 etapas de desarrollo del cultivo y usando el promedio de los tratamientos regados de 8 a 16 días que fueron los más productivos. El resultado se muestra en el Cuadro 9.

CUADRO 9
COEFICIENTE "C" DE LA RELACION
EVAPOTRANSPIRACION/EVAPORACION DE TANQUE TIPO "A"

Etapa del Desarrollo	Melón I	Melón II	Melón III	Melón IV
Desarrollo vegetativo	0.34	0.19	0.44	0.52
Floración	0.57	0.40	0.63	0.47
Fructificación	0.74	0.66	0.84	0.69

Como puede observarse en el Cuadro 9, los coeficientes determinados varían mucho de un experimento a otro, por lo que no se recomienda usar el tanque de evaporación tipo "A" para calcular la evapotranspiración en melón en esta zona ya que daría datos poco confiables. En la etapa de fructificación los coeficientes "C" son más altos en todos los experimentos, lo cual reafirma que en esta etapa el consumo de agua es mayor, recomendándose que se mantenga el suelo sin déficit de humedad.

4.3 CEBOLLA

Se han efectuado tres experimentos en cebolla variedad Chata Mexicana, dos de ellos en Bárcena, Villa Nueva y el otro en Monjas, Jalapa; el Cuadro 10 muestra las características generales de estos experimentos. En Diciembre de 1987 se principió otro experimento en Bárcena, el cual será el último en este lugar ya que se han obtenido resultados bastante consistentes en los dos primeros.

4.3.1 Rendimiento:

El Cuadro 11 resume los rendimientos de bulbos en T.M./ha obtenidos en los tres experimentos.

CUADRO 10
EPOCA DE SIEMBRA-COSECHA, LUGAR Y TIPO DE SUELO
EN QUE SE REALIZARON LOS EXPERIMENTOS EN CEBOLLA

Experimento	Siembra-cosecha	Lugar	Suelo	Estudiante Investigador
Cebolla I	Dic/83-Feb/84	Bárcena Villa Nueva	Franco arcilloso	Francisco Sánchez
Cebolla II	Dic/84-Marzo/85	Bárcena Villa Nueva	Franco arcilloso	Mario Sagastume
Cebolla III	Ene/87-Abril/87	Monjas, Jalapa	Arcilloso	David Pineda

CUADRO 11
RENDIMIENTO DE BULBOS EN T.M./HA DE LOS TRES EXPERIMENTOS
REALIZADOS EN CEBOLLA

Frecuencia de Riego - (días)	Cebolla I (Bárcena)	Cebolla II (Bárcena)	Cebolla III o (Monjas)
4	25.6*		
8	29.8*	29.8*	27.1*
12	25.2*	25.9+	23.7+
16	25.2*	25.4+	21.6
20	21.3	20.3	17.6
24	17.7	17.9	15.6
28		15.0	13.3
32		13.7	- . -

* Rendimiento superior a los demás (dentro del mismo experimento)

+ Rendimiento que le sigue al superior (dentro del mismo experimento)

Para la zona de Bárcena es conveniente hacer notar la gran similitud de los resultados obtenidos en los dos experimentos. Regando con una frecuencia de 8 días se producen 29.8 TM/ha y regando cada 12 y 16 días se obtienen cerca de 25.5 TM/ha, rendimiento que es considerado bueno. Los agricultores en este lugar riegan la cebolla con intervalos de riego menores de 8 días. La cebolla sembrada en Monjas y regada cada 8 días produjo 27.1 TM/ha, rendimiento que sí presenta diferencia estadísticamente significativa con la regada cada 12 días, que es de 3.7

TM/ha rendimiento considerado aún bueno, en condiciones de poca disponibilidad de agua podría regarse cada 16 días que aún produce 21.6 TM/ha lo cual es aún considerado aceptable. Más experimentación es necesaria en Monjas sobre este cultivo.

En ninguno de los 3 experimentos las frecuencias de riego usada tuvieron efecto sobre la mortalidad de las plantas.

4.3.2 Uso del agua:

En el Cuadro 12 se muestra la lámina total evapotranspirada y el número de riegos aplicados en cada tratamiento. Para el experimento en Cebolla I no se presenta la lámina de agua consumida, debido a que no se calculó correctamente.

CUADRO 12
LAMINA TOTAL DE AGUA CONSUMIDA (cm)
Y NUMERO DE RIEGOS APLICADOS.

Frecuencia de riego (días)	Cebolla I (Bárcena)	Cebolla II (Bárcena)	Cebolla III (Monjas)
4	— (17)		
8	— (9)	34.6 (9)	27.9 (9)
12	— (6)	24.4 (6)	20.9 (7)
16	— (5)	20.2 (4)	18.5 (5)
20	— (4)	17.2 (3)	18.0 (4)
24	— (3)	16.0 (3)	17.3 (3)
28		14.5 (2)	16.0 (3)
32		14.2 (2)	15.4 (3)

() = número de riegos aplicados.

En el Cuadro 12 puede observarse que invariablemente el consumo de agua es menor a medida que se alarga el intervalo de riego variando de 14.2 a 34.6 cm. Debe notarse que el ahorro de agua es sustancial al lugar cada 12 días comparado con riego cada 8 días, por lo que puede ser recomendable regar cada 12 días si se desea ahorrar agua por ser escasa o cara, obteniéndose producciones aún aceptables. Esto dependerá del análisis económico.

En los experimentos realizados en Bárcena la humedad del suelo alcanzó valores de PMP para los tratamientos regados cada 20 días ó más. En Monjas no se alcanzó el PMP.

4.3.3 Verificación de la adaptabilidad de fórmulas para calcular la evapotranspiración:

La única fórmula verificada fue la de Hargreaves modificada en 1983, llegándose a determinar que ésta estima bien la evapotranspiración si el cultivo se riega cada 12 días en Bárcena y cada 8 días en Monjas. Además los resultados obtenidos con esta fórmula correlacionan muy bien con la evapotranspiración medida en los otros tratamientos, pudiendo ser ajustada.

4.3.4 Relación evapotranspiración/evaporación de tanque:

En el experimento de Cebolla I no se midió la evaporación y en el de Cebolla II se midió con un tanque evaporímetro de fibra de vidrio (Rossbach FV-122-R). En Monjas si se usó el tanque tipo "A". La relación E_t/E_v fue determinada para 4 etapas de desarrollo del cultivo y usando el promedio de los tratamientos regados cada 8, 12 y 16 días que fueron los más productivos. El resultado se muestra en el Cuadro 13.

CUADRO 13
COEFICIENTE "C" DE LA RELACION
EVAPOTRANSPIRACION/EVAPORACION

Etapas de desarrollo	**	Cebolla II (Bárcena)	Cebolla III (Monjas)
Inicial	20	0,36	0,25
Desarrollo	30	0,56	0,31
Mediados	26	0,88	0,49
Final	12	0,43	0,55

** Duración aproximada de la etapa en días

Más experimentación en estos lugares es necesaria para poder usar estos coeficientes en el cálculo de la evapotranspiración a partir de datos de evaporación.

4.4 CHILE PIMIENTO, PEPINO, TABACO, REMOLACHA, MAIZ Y FRIJOL.

Las características generales de los ocho experimentos realizados en estos cultivos se presentan en el Cuadro 14. Como puede observarse, en ningún cultivo de los presentados se ha hecho investigación más de una vez en cada lugar, por lo que se recomienda continuar experimentando en estas regiones con los mismos cultivos hasta obtener resultados consistentes y confiables.

CUADRO 14
EPOCA DE SIEMBRA-COSECHA, LUGAR, VARIEDAD Y TIPO DE SUELO
DE LOS EXPERIMENTOS REALIZADOS EN CHILE PIMIENTO, PEPINO,
TABACO, REMOLACHA, MAIZ Y FRIJOL.

Experimento (Cultivo)	Siembra-cosecha	Lugar	Variiedad	Suelo	Estudiante Investigador
Chile Pimiento I	Dic/82-Mar/82	El Rancho	Criolla	Franco arenoso	Augusto Tello
Chile Pimiento II	Ene/85-Mayo/85	Guastatoya	Pimiento rojo	Franco arcilloso	Luis Morán
Pepino I	Ene/86-Abr/86	La Fragua	Poinsett	Arcilloso	Luis Morales
Pepino II	Dic/86-Marz/87	San Jeró- nimo	Poinsett	Franco arenoso	Walther Orozco
Tabaco	Ene/85-Abr/85	Guastatoya	KY-17	Franco arcilloso	Jorge Ruano
Remolacha	Ene/85-Abr/85	Bárcena	Detroit	Franco arcilloso	Juljo Cruz
Maíz	Ene/86-Mayo/86	La Fragua	ICTA B-1	Arcilloso	Mario García
Frijol	Ene/87-Abr/87	San Jeró- nimo	ICTA-Ostúa	Franco	Ingrid Figueroa

4.4.1 Rendimiento:

El Cuadro 15 resume los rendimientos obtenidos en los ocho experimentos para las diferentes frecuencias de riego usadas.

De acuerdo a los resultados obtenidos se recomienda que el chile pimiento en El Rancho sea regado cada 12 días, el pepino en La Fragua cada 16 días y en San Jerónimo cada 8 días, el tabaco en Guastatoya cada 8 días, la remolacha en Bárcena cada 6 días, el maíz en La Fragua cada 12 días y el Frijol en San Jerónimo cada 12 días.

En ningún experimento la frecuencia de riego tuvo efecto sobre la mortalidad de plantas

CUADRO 15
 RENDIMIENTOS EN TM/HA OBTENIDOS EN CADA EXPERIMENTO Y FRECUENCIAS DE RIEGO

Frecuencia de riego (df/as)	Chile Pimiento I El Rancho	Chile Pimiento II Guastatoya (1)	Pepino I La Fragua	Pepino II San Jerónimo (2)	Tabaco	Remolacha	Maíz (3)	Frijol (3)
4	21.7*							
6	25.7*					31.7*	2.1*	0.56*
8	26.1*	5.9*	21.5*	16.8*	11.3*			
10	24.1*							
12	25.7*	4.1	19.3*	11.5*	8.5	22.0	2.1	0.44*
16		2.5	18.5*	11.2	7.0		1.9	0.35
18						18.0		
20		2.2	9.8	9.1	7.9		1.0	0.19
24		1.1	10.7	11.0	3.3	17.4	1.0	0.18
28		0.7	10.4	7.4	3.5		0.9	0.18
30						14.2		
36						11.4		

* Representan los rendimientos mayores y que no presentan diferencia estadísticamente significativa (dentro del mismo experimento).

(1) Los rendimientos en este experimento se consideran muy bajos, probablemente por presencia de sodio en el suelo.

(2) Rendimiento de pepino considerado bajo en la región, no se pudo determinar la causa de este rendimiento.

(3) El rendimiento de la variedad ICTA-Ostúa usada en este experimento fue bajo, comparado con el de otras variedades.

4.4.2 Uso del agua:

En el Cuadro 16 se muestra la lámina total evapotranspirada y el número total de riegos aplicados en cada tratamiento.

CUADRO 16
LAMINA TOTAL DE AGUA CONSUMIDA (cm) Y NUMERO DE RIEGOS APLICADOS

Frecuencia de riego (días)	Chile Pim. I El Rancho	Chile Pim. II Guastatoya	Pepino I La Fra- gua	Pepino II S. Jeró- nimo	Tabaco Guastatoya El Progreso	Remolacha Bárcena Villa Nueva	Maíz Fragua (Zacapa)	Frijol San Jeró- nimo Baja Ve- rapaz
4	59,9 (22)							
6	45,8 (15)				46,0			
8	34,3 (11)	33,2(12)	39,9 (7)	30,8 (11)	35,9 (14)		49,6 (8)	28 (9)
10	32,1 (9)							
12	31,1 (7)	34,9 (9)	32,5 (5)	27,6 (8)	27,5 (11)	21,5	44,2 (17)	22,8 (7)
16		21,3 (7)	28,5 (5)	25,4 (7)	26,0 (9)		32,2 (6)	21,8 (6)
18						16,4		
20		21,0 (6)	28,4 (4)	17,9 (6)	23,0 (8)		37,7 (5)	19,2 (5)
24		16,2 (5)	23,2 (4)	14,8 (5)	23,2 (8)	15,8	34,8 (5)	18,1 (5)
28		14,9 (5)	23,3 (4)	16,0 (5)	20,1 (7)		26,8 (5)	16,5 (4)
30						13,8		
36						13,6		

() = Número de riegos aplicados

De manera general en casi todos los tratamientos de los experimentos realizados, la humedad aprovechable del suelo no se agotó en un 100 o/o

4.4.3 Verificación de la adaptabilidad de fórmulas para calcular la evapotranspiración

La fórmula de Blaney-Criddle modificada por Phelan fue comparada con la evapotranspiración medida en todos los cultivos, excepto remolacha, encontrándose que no se adapta para el cálculo de la evapotranspiración (excepto en el pepino sembrado en San Jerónimo y regado cada 12 días). La fórmula de Blaney-Criddle modificada por Hansen se probó para calcular la evapotranspiración en el chile pimiento en Guastatoya, tabaco, remolacha y frijol no adaptándose en ningún caso.

La fórmula de Hargreaves modificada en 1966 tampoco se adaptó para el cálculo de evapotranspiración en chile pimiento (Guastatoya), tabaco, remolacha, maíz y frijol. Por último la fórmula de Hargreaves modificada en 1983 se probó para los cultivos de chile pimiento (Guastatoya), maíz y frijol, no adaptándose en ningún caso.

De manera general, se puede concluir que ninguna de las fórmulas puestas a prueba se adaptan para estimar la evapotranspiración. Es probable que en investigaciones futuras no se siga verificando la adaptabilidad de las fórmulas, sino que se traten de desarrollar los coeficientes de cultivo para poder usar las fórmulas con mejores resultados; sin embargo, para determinar estos coeficientes es mejor contar con lisímetros o efectuar una serie de experimentos en el mismo lugar y cultivo en los cuales se obtengan datos más consistentes.

4.4.4 Relación Evapotranspiración/evaporación de tanque tipo "A":

El Cuadro 17 muestra los coeficientes "C" para diferentes etapas de desarrollo de los cultivos investigados, estos coeficientes fueron obtenidos en casi todos los casos promediando los valores calculados para las frecuencias regadas cada 8 y 12 días que de manera general dieron los rendimientos mayores. En chile pimiento (El Rancho) y en tabaco (idem) no se determinaron estos coeficientes para las diferentes etapas de su ciclo.

CUADRO 17
COEFICIENTE "C" DE LA RELACION
EVAPOTRANSPIRACION/EVAPORACION

Etapa de desarrollo	Chile Pim. II (Guast.)	Pepino I La Fragua	Pepino II San Je-Jeronimo	Remolacha	Maíz	Frijol
Etapa inicial				0.23		
Des. veget.	0.58	0.43	0.65	0.58	0.57	0.58
Mediados de período				1.08		
Floración	0.84	0.57	0.84	-	0.88	0.64
Fructific.	0.25	0.69	0.88		1.05	0.63
Etapa final				0.66		
Cosecha	0.19	0.68	0.93			

Más experimentación es necesaria para poder usar estos coeficientes en el cálculo de la evapotranspiración a partir de datos de evaporación.

5. BIBLIOGRAFIA

1. ANDRINO ALVAREZ, F. 1985. Efecto en los rendimientos de tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) de cinco frecuencias de riego y verificación de la adaptabilidad de fórmulas empíricas para estimación de evapotranspiración en El Oasis, La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 99 p.
2. CORADO ESQUIVEL, M.R. 1984. Efecto de seis frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración en melón (*Cucumis melo* L.) en el Valle de la Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 63 p.
3. CRUZ CORZO, J.F. 1987. Efecto de seis frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración en remolacha (*Beta vulgaris* var. *grasa*) para la zona de Bárcena, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 58 p.

4. FIGUEROA GUERRA, I.E. 1987. Efecto de seis frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración del cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en la Unidad de Riego San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 82 p.
5. GARCIA ALDANA, M.R. 1987. Efecto de cinco frecuencias de riego sobre el rendimiento y la evapotranspiración del maíz (*Zea mays* L.) en el Valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 58 p.
6. GIL RODRIGUEZ, M. 1987. Efecto de cinco frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración del melón (*Cucumis melo* L.) tipo Honey Dew, variedad Mayan Sweet, en el Valle de la Fragua, Zacapa, Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 p.
7. MENDEZ GARCIA, J.G. 1986. Efecto de cinco frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración en melón (*Cucumis melo* L.) tipo Cantaloupe en el Valle de La Fragua, Zacapa, Tesis, Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 65 p.
8. MENDEZ GUZMAN, L.F. 1984. Efecto de seis frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración en melón (*Cucumis melo* L.) en el Valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 92 p.
9. MORALES MILIAN, L.E. 1986. Efecto de seis frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración del pepino (*Cucumis melo* L.) en La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 68 p.
10. MORAN PALMA, L.F. 1987 Efecto de seis frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración en el cultivo del chile pimiento (*Capsicum annum* L.) en la Unidad de Riego El Progreso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 104 p.
11. OLIVA CERMEÑO, E. 1986. Efecto de seis frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en la Unidad de Riego El Progreso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 95 p.
12. OROZCO GODINEZ, M.E. 1987. Efecto de seis frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración en tomate (*Lycopersicon esculentum* L.) en la Unidad de riego San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing.

Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 66 p.

13. OROZCO MONTENEGRO, W.J. 1987. Efecto de seis frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración del pepino (*Cucumis sativus* L.) en el centro de producción San Jerónimo, Baja Verapaz, Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 74 p.
14. PINEDA HERRERA, D.A. 1987. Efecto de siete frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración de la cebolla (*Allium cepa* L.) para la Unidad de Riesgo "Laguna El Hoyo" municipio de Monjas Jalapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 61 p.
15. RUANO ROSSIL, J.M. 1985. Efecto de seis frecuencias de riego sobre el rendimiento y evapotranspiración del cultivo del tabaco (*Nicotina tabacum* L.) en la Unidad de Riego El Progreso. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 119 p.
16. SAGASTUME GARZA, M.B. 1986. Efecto de siete frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración en cebolla (*Allium cepa* L.) para la zona de Bárcena, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 52 p.
17. SANCHEZ CHAVEZ, J.F. 1984. Efecto de seis frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración en cebolla (*Allium cepa* L.) para la zona de Bárcena, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 66 p.
18. SOBERANIS L. J.L. 1983. Efecto de la frecuencia de riego en los rendimientos y la medición de evapotranspiración en tomate (*Lycopersicon esculentum*) en la Unidad de Riego El Rancho-Jicaro. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 64 p.
19. TELLO S., C. A. 1983. Efecto de cinco frecuencias de riego en el rendimiento y evapotranspiración en tomate (*Lycopersicon esculentum*) en la Unidad de Riego Rancho-Jicaro. Tesis. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 70 p.
20. ZEA MORALES, J.L. 1985. Efecto de cinco frecuencias de riego sobre el rendimiento y la evapotranspiración en el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum*) en un suelo de la serie Chicaj del Valle de La Fragua, Zacapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía, 78 p.

CONSERVACION DE SUELOS

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA EROSIVIDAD DE LAS LLUVIAS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

Marco Enrique Bravo de León*

José Jesús Chonay Pantzay**

Alan Roberto González Figueroz**



RESUMEN

La distribución e intensidad de las lluvias causan el desprendimiento del suelo, dando origen a lo que se denomina erosión hídrica. Para analizar este proceso erosivo deben cuantificarse los índices de erosividad y conocer sus variaciones para la República de Guatemala.

Los cálculos de los índices de erosividad de las lluvias fueron analizados para cada estación pluviográfica del país (13, 12, 11, 6, 8, 5).

El presente trabajo constituye la etapa final de estimación de los índices de erosividad de las estaciones pluviométricas, mediante la selección de la ecuación de regresión con mayor índice de correlación para aumentar la densidad del factor "R" de la ecuación universal de predicción de pérdida de suelo.

El mapa de iserosividad servirá de base para calcular las pérdidas de suelo y será una guía útil en la evaluación, selección y planificación de prácticas mecánicas y vegetativas de conservación de suelos.

En base a las curvas de iserosividad se concluye que el rango de variación de "R" va de 2,000 a 34,000 MJ.mm/ha. hora. año. Mayores valores de "R" nos indican áreas con mayor riesgo a la pérdida del suelo; la superposición del mapa de iserosividad con mapas temáticos del país permitirá identificar áreas críticas a la erosión hídrica.

* Autor del trabajo de investigación para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

** Ingeniero Agrónomo M.C. Docente-investigador de la Facultad de Agronomía, USAC. Asesor de tesis.

*** Ingeniero Agrónomo M. Sc. Investigador, División de Estudios Geográficos del Instituto Geográfico Militar. Asesor de tesis.

INTRODUCCION:

En Guatemala, las características de vegetación, suelos y relieve permiten la susceptibilidad del recurso suelo a la erosión debido a la intensidad de las lluvias; por lo que el país requiere aprovechar dicho recurso de una manera eficiente.

La cubierta vegetal que en 1950 se calculó en un 64.7 o/o y en 1981 se estimó en 39.6 o/o evidencia el aumento de regiones deforestadas, por lo que cabe señalar que la cubierta vegetal es un factor importante contra el impacto de la precipitación (15).

La disminución de la cubierta forestal manifiesta el riesgo al deterioro del suelo que provocan la intensidad de las lluvias que inciden en los procesos erosivos (9).

Debe contarse con información acerca de la capacidad de las lluvias para producir erosión, debe cuantificarse la agresividad de la lluvia y saber sus variaciones en el tiempo ya que ésta constituye el factor que determina la dispersión del suelo, reduce la infiltración y aumenta la escorrentía (1).

Este trabajo comprende la estimación de los índices de erosividad en estaciones pluviométricas, ya que previamente se determinó el índice de erosividad de las lluvias en las estaciones pluviográficas del país. Por lo que el mismo presenta la potencialidad de las lluvias para producir erosión en el territorio de la República de Guatemala.

Se utilizó la metodología de estimación de "R" por correlación y se interpoló para proyectar las curvas de isoerosividad; por lo que el mapa establece un diagnóstico de la capacidad erosiva de las lluvias y es útil en la evaluación, selección y planificación de prácticas de conservación del suelo en cada lugar particular de la República.

MATERIALES Y METODOS

La República de Guatemala está situada en la región subtropical del hemisferio norte, con una extensión de 108,889 km², entre los paralelos 13°44' a 18°30' al Norte y meridianos 87°24' a 92°14' al Oeste de Greenwich. El país tiene 962 km fronterizos con México, 200 km. con Belice, 147 km. con El Salvador y 300 km. con Honduras; sus litorales se prolongan a 170 km. hacia el mar de Las Antillas y 240 km. del lado del Pacífico. El relieve es marcadamente alto, con casi el 60 o/o de niveles montañosos.

Para las diferentes zonas ecológicas la precipitación pluvial varía desde 400 hasta 4000 mm anuales con variaciones altitudinales que van desde el nivel del mar hasta 4000 m. La variabilidad del país en clima, suelos y altitud es un factor importante en el tipo de vegetación y por tanto, en la clase de cultivos que pueden producirse (4).

Se distinguen en el país cuatro provincias fisiográficas que son de Norte a Sur: las Tierras bajas del Petén, La Cordillera Central, La Provincia Volcánica y la Planicie Costera del Pacífico (7)

Según el Diccionario Geográfico Nacional (7) en el país se determinan claramente dos regiones hidrográficas: la de los ríos que desembocan en el Océano Pacífico y la de los que vierten sus aguas en el Océano Atlántico, esta última se divide en dos: la región hidrográfica del Golfo de México y la del Golfo de Honduras.

La temperatura de las diversas localidades es tan variada como la superficie del suelo, pero sin tocar en ninguna de ellas los extremos de frío o calor.

El presente trabajo de investigación consistió en la recopilación de la información de los índices de erosividad de las lluvias, de la ecuación universal de predicción de pérdida de suelo. Para el cálculo se utilizó la metodología del EI_{30'} propuesta por Wischmeier y Smith en 1959 (16).

En el cuadro 1, se presentan las estaciones meteorológicas que cuentan con pluviógrafo en todo el país, a las cuales se analizó y determinó el índice de erosividad (13, 12, 11, 6, 8, 5).

CUADRO 1
ESTACIONES PLUVIOGRAFICAS, SU UBICACION O INDICES DE
EROSIVIDAD PARA LA REPUBLICA DE GUATEMALA

Código	Nombre de la estación	Latitud G M S	Longitud G M S	Altura m.s.n.m.	Indices de erosividad MJ.mm/ha.hora.año
3.14.1	Santa Cruz Balanyá	14-41-18	90-54-55	2080	2548.01
6.1.20	Observatorio Nacional	14-35-11	90-31-58	1502	3869.76
6.1.10	Radio Sonda	14-34-16	90-54-55	1460	3329.10
6.1.3	La Brigada	14-38-40	90-34-30	1610	3976.92
6.2.3	Mil Flores	14-28-12	90-37-45	1189	3251.35
12.3.1	Morazán	14-55-49	90-08-31	370	4568.72
11.9.5	Mi Ilusión	15-55-15	89-14-00	10	18662.56
8.1.4	Puerto Barrios	15-44-16	88-35-30	2	15022.64
8.4.6	Mariscos	15-25-26	89-04-54	1	11411.54
1.7.10	Panzós	15-33-50	89-38-25	30	11070.32
8.4.7	Los Amates	15-15-55	89-05-44	76	9245.38
11.11.2	El Porvenir	16-31-00	90-89-08	125	5777.46
8.3.6	Las Vegas	15-36-00	88-58-00	10	5540.45
1.1.8	Cobán	15-28-00	90-24-27	1383	3700.35
22.6.2	Unión	14-57-48	89-17-28	1000	6835.96
22.3.2	Fragua	14-57-51	89-35-05	218	1565.73
4.5.4	Ipala	14-37-15	89-37-05	828	4144.98
4.4.2	Esquipulas	14-33-32	89-20-31	950	6513.07
10.3.1	Asunción Mita	14-20-04	89-43-21	478	4500.39

Código	Nombre de la estación	Latitud		Longitud		Altura m.s.n.m.	Índices de erosividad Mj.mm/h
		G	M S	G	M S		
10.11.2	Montófar	13-48-38		90-09-18		10	8113.52
10.9.2	El Jobo	14-00-32		89-54-26		330	5332.46
9.1.2	Potrero Garrillo	14-45-38		89-55-56		1760	2667.75
2.3.3	Caibita	14-39-34		89-52-32		960	4129.30
5.0.5	San José	13-56-10		50-50-04		6	9770.09
5.1.14	Sábana Grande	14-22-00		90-50-00		730	29078.39
5.1.17	El Chupadero	14-16-07		90-47-33		270	21413.47
5.10.8	Comantulul	14-19-00		91-03-00		280	26073.98
5.12.8	Tiquisate	14-17-10		91-32-21		70	19177.91
18.1.3	Los Esclavos	14-15-10		90-16-42		737	12739.14
17.3.1	Catarina	14-51-30		92-04-36		233	30841.59
17.1.3	San Marcos	14-57-15		91-48-34		2420	1709.44
13.14.3	Labor Ovalle	14-51-20		91-30-50		2420	1166.45
15.3.2	El Asintal	14-33-43		91-43-28		355	30646.23
20.1.3	Chojojá	14-32-43		91-29-34		430	33635.89
20.4.11	La Concha	14-26-58		91-11-00		670	34047.58
7.1.3	Huehuetenango	15-12-02		91-28-05		1902	1603.79
7.19.3	San Pedro Necta	15-19-42		91-45-49		1600	1996.33
7.30.3	Soloma	15-39-10		91-36-03		1600	1642.95
7.31.2	Todos Santos	15-30-35		91-36-12		2500	1034.50
14.5.2	Chinique	15-02-22		91-01-41		2000	1552.88
14.8.1	Nebaj	15-23-53		91-08-22		1906	2095.14
19.10.5	El Capitán	14-38-35		91-08-26		1562	1615.04
19.19.4	Sgo. Atilán	14-37-56		91-13-53		1592	1437.31
19.5.2	Xejuyú	14-44-20		91-07-30		2400	1307.31
21.1.4	Juchanep	14-56-08		91-22-58		2500	1068.11

Recopilados los valores del factor "R", se localizó la red de estaciones con pluviógrafo, de acuerdo a las coordenadas geográficas y se asignó a cada estación su respectivo índice, en un mapa de la República de Guatemala a escala 1:1,000,000.

La precipitación promedio anual de las estaciones pluviográficas registradas en las tarjetas de control meteorológico del Instituto Nacional de Sismología, Vulcanología Meteorológica e Hidrología se correlacionó con los índices de erosividad de esas estaciones. Cada ecuación de regresión se eligió en base a las provincias fisiográficas; para este caso se dividió el país en cuatro regiones.

Las estaciones pluviométricas y el valor de la precipitación promedio anual de cada una de ellas fueron utilizadas para ampliar la densidad de estaciones a las cuales se estimó el valor de "R" o índices de erosividad a nivel nacional.

1. Análisis de correlación y regresión del índice de erosividad y la precipitación promedio anual para estaciones con pluviógrafo.

En la generación de la ecuación se utilizó como variable X la precipitación promedio anual en mm, y Y índices de erosividad, para encontrar la relación de mejor ajuste entre las variables seleccionadas mediante el coeficiente de regresión.

En el cuadro 2 se presentan los coeficientes de correlación para las diferentes ecuaciones y provincias fisiográficas.

CUADRO 2
PROVINCIAS FISIOGRAFICAS, SU COEFICIENTE DE
CORRELACION Y MODELO ESTADISTICO.

Provincia fisiográfica	r_L	r_G	r_E
Tierras Bajas del Petén	0.93	0.84	0.83
Cordillera Central 1	0.59	0.57	0.55
Cordillera Central 2	0.81	0.85	0.84
Planicie Costera del Pacífico	0.93	0.96	0.93
	Modelo estadístico	Modelo estadístico	Modelo estadístico
	$y = a + bx$	$y = ax^b$	$y = ab^x$

2. Estimación de "R" por correlación:

Para la elaboración del mapa de capacidad erosiva de las lluvias en todo el territorio de la República de Guatemala, se utilizó la metodología propuesta por Paulet (10) modificada en la presente investigación para la estimación de los índices de erosividad.

- Se recopiló el valor de la precipitación promedio anual de las estaciones meteorológicas con pluviómetro.
- Para cada estación fisiográfica el "R" se estimó en base a la ecuación de regresión seleccionada.

CUADRO 3
ECUACIONES DE PREDICCIÓN PARA EL ESTIMADO DE "R" EN
CUALQUIER ESTACION PLUVIOMETRICA, SEGUN LA PROVINCIA
FISIOGRAFICA Y EL COEFICIENTE DE CORRELACION

Provincia fisiográfica	Ecuación de Predicción			r
	Modelo lineal $y = a + b(\overline{PPA})$			
Tierras bajas del Petén	"R"	a	b	
	Estimado	- 5090.89	+ 6.01 (\overline{PPA})	0.93
Cordillera Central 1	"	929.59	+ 0.47 (\overline{PPA})	0.59
Cordillera Central 2	"	- 3945.68	+ 7.95 (\overline{PPA})	0.81
	Modelo geométrico $y = a(\overline{PPA})^b$			
Planicie Costera del Pacífico	"R"	a	b	
	Estimado	- 0.29 (\overline{PPA})	1.35	0.96

De acuerdo con Brinker y Taylor (2), con el uso de una regla de escalas y una escuadra se interpoló el valor de "R" entre el índice de erosividad estimado de una estación pluviométrica y el índice de erosividad calculado de una estación pluviográfica.

En el cuadro 3 se observa que:

y = estimación del valor de "R" en MJ.mm/ha.hora.año

a y b= son los coeficientes de regresión

PPA = Precipitación promedio anual de cualquier estación pluviométrica

r = coeficiente de correlación

RESULTADOS Y DISCUSIONES:

En la figura 1, se presenta el mapa preliminar con las curvas de isoerosividad para la República de Guatemala, escala 1:1,000,000; el cual se obtuvo a partir de la interpolación gráfica entre valores calculados y estimados del factor "R".

Las curvas de isoerosividad están trazadas a cada 2000 unidades, o sea a intervalos con múltiplos de 2, que se distribuyen siguiendo tendencias definidas. Para el Norte del país se proyectan curvas con valores crecientes que oscilan de 2000 a 1,000 MJ. mm/ha.hora.año.

En el sector Centro-Este del país las variaciones en las curvas de isoerosividad van desde 2000 a 8000; mientras que para el Sur los valores tienen una ten-

dencia creciente a partir del litoral del Pacífico hacia la Planicie Costera con índices de 6000 a 34,000 y de aca decrece hacia la provincia volcánica con valores de 34,000 a 2000 MJ.mm/ha.hora.año.

Para el sector Oeste del país, los índices oscilan entre 1000 a 2000 MJ.mm/ha.hora.año; por lo que se le considera como zona de menor potencial erosivo de las lluvias. Este sector que se identifica como $> 1 < 2$, indica que el rango de valores se encuentra comprendido entre 1 y 2 según lo muestra la isofnea en la figura 1.

Las zonas de mayor potencial erosivo coincide con la Planicie Costera del Pacífico la cual por su posición fisiográfica recibe los sedimentos de las tierras altas volcánicas de la Provincia Volcánica.

El modelo de mejor ajuste que caracteriza las relaciones entre estaciones pluviográficas es el modelo lineal.

Areas potencialmente erosionables.

La determinación de estas áreas pueden efectuarse de acuerdo a los comportamientos variables de los valores de "R", resulta que a mayor valor de este corresponden mayores riesgos de pérdida de suelo por efectos de las lluvias. Que varían con las condiciones de cobertura vegetal, características del suelo y pendiente, estos aspectos se representan en los mapas temáticos del país.

CONCLUSIONES

1. El modelo de mejor ajuste, en el análisis de las provincias fisiográficas para la relación de la precipitación promedio anual con el factor "R" o índice de erosividad es el lineal, presentando diferentes coeficientes de correlación.
2. En el mapa de capacidad erosiva de las lluvias para la República de Guatemala, el rango de variación de los índices de erosividad va de 2,000 a 34,000 MJ.mm/ha.hora.año. La región de mayor potencial erosivo coincide con la Planicie Costera del Pacífico, mientras que al Oeste del país se le considera región de menor potencial erosivo; sin embargo el riesgo a la erosión puede ser mayor en esta región debido a la topografía accidental y la escasa cobertura vegetal.

BIBLIOGRAFIA

1. BAVER, L.D.; GARDNER, W.H.; GARDNER, W.R. Física de suelos. Trad. la 4ta. ed. inglesa por Jorge Manuel Rodríguez. México, UTHEA, 1983, 429 p.
2. BRINKER, R.C.; TAYLOR, W.C. Topografía elemental. Trad. por José Luis Lepe. México, D.F., Centro Regional de Ayuda Técnica, 1969, 686 p.
3. CASTAÑEDA, L. et al. Diagnóstico de la situación de los recursos naturales de Guatemala. Tikalía (Gua) 1 (2), 1983, 93-97.
4. CASTAÑEDA, C.; PINTO, D. Recursos naturales de Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981, 142 p.
5. CID ASTURIAS, R.G. DEL. Determinación del índice de erosividad de la lluvia para las estaciones pluviográficas de la zona noroccidental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1986. 47 p.
6. GALINDO PEREIRA, F. Determinación del índice de erosividad de la lluvia para las estaciones pluviográficas ubicadas en la región sur de Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1987. 55 p.
7. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Diccionario geográfico de Guatemala. Guatemala, tomo 2, 1978, 1983 p.
8. HERNANDEZ DIAZ, H. Determinación del índice de erosividad de la lluvia en la zona suroccidental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1986. 42 p.
9. MONTALDO, P. Agroecología del trópico americano. San José, C.R., IICA, 1982. 207 p.
10. PAULET I., M. et al. Intensidades máximas y erosividad de las lluvias en la República Dominicana, Santo Domingo, IICA-INDRHI, 1982. 83 p.
11. PAZ A., O. Determinación del índice de erosividad de la lluvia para las estaciones pluviográficas de la zona oriente de Guatemala. Sin publicar.
12. PORTILLO, E. Determinación del índice de erosividad de la lluvia para las estaciones pluviográficas de la zona norte de Guatemala. Sin publicar.

13. ROLDAN, J.M. Determinación del índice de erosividad de la lluvia para las estaciones pluviográficas de la zona central de Guatemala.
Sin publicar.
14. SARCEÑO Z., E.R. Análisis estadístico descriptivo. Guatemala, Editorial Universitaria, 1984. 329 p.
15. SUAREZ DE CASTRO, F. Conservación de suelos. San José, C.R., IICA, 1980. 321 p.
16. WISCHMEIER, W.H.; SMITH, D.D. Predicting rainfall erosion losses; a guide to conservation planning. Washington D.C., U.S. Department of Agriculture, Agriculture Hand book No. 537, 1978. 58 p.

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

ESTUDIO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE LA FINCA NACIONAL SAN JOSE LA COLONIA, COBAN, ALTA VERAPAZ, GUATEMALA*



Sergio Miguel Godínez**
Hugo Antonio Tobías**
y Luis Fernando Ortíz**

RESUMEN

La Finca Nacional San José La Colonia, es una área destinada por el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación para que las entidades gubernamentales desarrollen sus programas y proyectos de trabajo en cumplimiento de sus objetivos.

En el presente estudio se analizó la cantidad y calidad de los Recursos Naturales Renovables presentes en dicha Finca; localizada en una zona kárstica y donde el material originario de los suelos lo constituyen cenizas volcánicas y calizas karstificadas.

Los resultados más relevantes indican que en el área se identifican los suelos siguientes: *Typic hydrandepts* (34o/o), *Typic Tropobumults* (59o/o), *Oxic Dystrandeps* (6o/o) y *Andeptic Tropofluvents* (1o/o).

La Finca se encuentra en la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical frío. El área tiene escasamente una cobertura natural de bosque, que representa el 17.6o/o de su superficie total. Las principales especies arbóreas son *Pinus maximinoi* H.E. Moore y *Liquidambar styraciflua* L.

En el estrato arbustivo las especies en mayor abundancia son: *Palicourea galeottiana* Mart., *Cuphea axilliflora* Koebne, *Myrica cerifera* L., *Eugenia* sp. *Rapanea myricoides* (Schlecht), Lundell. En el estrato herbáceo las especies encontradas son: *Pteridium aquilinum* var *arachnoideum* Kubn, *Selaginella* sp. *Ichnanthus arilaris* (nees) Nitcho & Clase y *Panicum* sp.

En la Finca existe abundancia de agua en los ríos Chió y Tzajamil y se les clasifica como C₂S₁ y C₁S₁; en cuanto a calidad bacteriológica las aguas no son aptas para consumo humano por las altas concentraciones de *E. coli*.

Finalmente, de acuerdo a las características del área, se definen varias categorías de manejo, recomendando una zonificación que comprende: áreas de protección, producción y recreación.

* Trabajo publicado en Comunicaciones Iberoamericanas del II Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo, Sevilla, España, Septiembre 1988.

** Ingenieros Agrónomos Docentes-Investigadores de la Facultad de Agronomía de la USAC.

INTRODUCCION

La región Norte de Guatemala, hacia la frontera con México, principalmente en los Departamentos de Petén, Alta Verapaz e Izabal, es un área en donde la geología está representada por materiales sedimentarios (calizas karstificadas). En el Departamento de Alta Verapaz, algunos autores han reportado la presencia de una capa de espesor variable de cenizas volcánicas, que cubren las calizas en áreas de superficie muy variable.

En la parte Sur del Departamento de Alta Verapaz existe una zona representativa de las condiciones anotadas anteriormente que de acuerdo a las regiones fisiográficas del país, esta área está comprendida en la región denominada "Tierras altas sedimentarias". Dentro del área se encuentra una finca propiedad del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, la cual se conoce con el nombre de "San José La Colonia".

La finca antes mencionada, tiene una superficie de 9.98 km.², está en la jurisdicción del Municipio de Cobán, en las coordenadas geográficas de 15° 26' a 15° 28' latitud Norte y de 90° 20' a 90° 21' longitud Oeste, a una elevación de 1,375 metros sobre el nivel del mar. En cuanto a sus variables climáticas, se reporta una temperatura media anual de 17.5° C y una precipitación pluvial media anual de 2,084 mm. distribuidos en todo el año.

El presente estudio fue desarrollado por el Programa de Recursos Naturales Renovables del Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía y para su realización se partió del objetivo de generar información básica sobre los recursos agua, suelo y vegetación para el manejo integral de la finca.

METODOLOGIA PARA EL ESTUDIO DEL RECURSO SUELO

El estudio del recurso suelo se efectuó a nivel semidetalle y para el levantamiento se siguieron las especificaciones de Vink, A.P.A. en la fase de gabinete, habiéndose utilizado el método de fotopreparación, a partir de fotografías aéreas infrarrojo-color del área de estudio escala 1/20,000 y material cartográfico escala 1/50,000. Se definieron las unidades fisiográficas de acuerdo a la geomorfología y fisiografía, las cuales se clasificaron de acuerdo a Botero *et al*, dentro de las categorías de provincia fisiográfica, gran paisaje, paisaje y elementos del paisaje.

Los suelos estudiados fueron clasificados de acuerdo a Taxonomía de suelos (1975) del USDA; simultáneamente a este trabajo se hizo la clasificación por capacidad de uso de la tierra.

La información fue vaciada finalmente en un mapa escala 1/25,000.

PARA EL ESTUDIO DE LA VEGETACION

Con la ayuda de la fotografía aérea se estableció el uso de la tierra, efectuan-

do una estratificación en las que se separó: área de cultivos, monte bajo y matorral, bosque natural y plantaciones forestales.

Se realizó un muestreo de vegetación en toda el área de la finca, con el fin de determinar las especies más importantes y se muestrearon 18 parcelas de 100 m² para árboles, 35 parcelas de 16 m² para arbustos y 39 parcelas de 1 m² para las hierbas.

También se efectuó un inventario forestal para establecer el área basal y volumen del fuste total existente en el área de la Finca, habiendo muestreado 30 parcelas de 1,000 m² para el bosque natural y 16 parcelas de 500 m² para las plantaciones forestales, todas de forma rectangular.

PARA EL ESTUDIO DEL AGUA

Calidad microbiológica: para el efecto se realizaron dos muestreos simples, uno en época de estiaje y otra en la de mayor pluviosidad en las diferentes fuentes de agua de la Finca; de aquí se determinó la ocurrencia de *Escherichia coli*.

Para la calidad química; también se realizaron dos muestreos simples en las mismas épocas y fuentes.

Para la determinación de la cantidad en las fuentes corrientes, se efectuaron dos aforos con molinete de hélice en las mismas épocas de los muestreos de agua, en los dos ríos que cruzan la Finca determinando su caudal.

RESULTADOS Y DISCUSION

RECURSO SUELO

Génesis

Las formaciones geológicas presentes en el área, corresponden en su mayor parte al Cretácico Albiano-Cenomaniano constituido por caliza foraminífera, en menor proporción las del Terciario-Cuaternario constituidos por suelos café y rojizos y depósitos aluviales del Cuaternario.

Según Simons *et al*, los suelos del área se han desarrollado en clima húmedo sobre depósitos de ceniza volcánica blanca de grano fino transportada por el viento, que al depositarse no alteró el modelo del paisaje kárstico, estos depósitos son puntuales y de distribución irregular que han originado suelos con una buena infiltración.

Los suelos del área de la finca son en general profundos, de baja fertilidad, su textura va de franco arcilloso a arcillosa, con una saturación de bases baja y de pH ácido.

CARACTERISTICAS Y CLASIFICACION DE SUELOS

La provincia fisiográfica en donde se encuentra la finca, es Tierras Altas Sedimentarias de Guatemala, que abarca el gran paisaje Montañas de Chirrepec que comprende los paisajes denominados Colinas Kársticas Altas y Colinas Kársticas bajas, ordenamiento que se observa en el Cuadro 1, de la leyenda fisiográfica y edafológica.

El mapa de suelos de la finca que corresponde a la Figura 1, presenta las distintas unidades de suelos, son asociaciones y consociaciones de suelos clasificados a nivel de subgrupos según taxonomía de suelos y su correspondiente clasificación por capacidad de uso de la tierra.

Los suelos desarrollados en el área se han clasificado como Typic Hydrandepts (34, 4 o/o), Typic Tropohumults (59.0 o/o), Oxic Dystrandeps (5.6 o/o) y Andeptic Tropofluvents (1 o/o).

Los suelos clasificados como Typic Hydrandepts presentan un perfil profundo y de buen drenaje desarrollado sobre ceniza volcánica blanca de grano fino, manifestando el fenómeno de tixotropía en los horizontes superficiales y se produce una recristalización de los materiales alofánicos al secarse el suelo ya que en su estado natural siempre permanecen húmedos. La capacidad de intercambio varía de 15 a 48.7 meq/100 gr, el pH oscila entre 5.7 a 6.8 y la saturación de bases varía de 1.4 a 16 o/o.

Los suelos clasificados como Typic Tropohumults, son bien evolucionados y en áreas puntuales se han formado pequeñas capas de plintita especialmente en las colinas kársticas altas, poseen un horizonte argílico bien definido y de un grosor que supera un metro; poseen un pH que oscila de 5.7 a 7.0; la capacidad de intercambio varía de 19 a 49.1 meq/100 gr. y la saturación de bases está comprendida entre 1.33 a 25 o/o y poseen complejos de Fe y al-humus, al-OH.

Los Oxic Dystrandeps son suelos formados a partir de sedimentos de erosión en los valles intercolinares que comprenden las formaciones kársticas denominadas dolinas y uvalas. Los suelos allí desarrollados poseen una capacidad de intercambio que va de 20.2 a 29.74 meq/100 gr; el pH oscila entre 5.8 a 7.0 y una saturación de bases que varía de 12.22 o/o a 37.85 o/o.

La alta pluviosidad establece una lixiviación rígida de las bases y los materiales originarios para los Typic Hydrandepts determina la acidez de estos suelos. La densidad aparente de estos suelos es baja y varía de 0.26 a 0.72 gr/cc.

CUADRO 1: LEYENDA FISIOGRAFICA Y EDAFOLOGICA DE LA FINCA NACIONAL SAN JOSE LA COLONIA, COBAN

PROVINCIA FISIO-CLIMA- GRAFICA.TICA	GRAN PAISAJE	ELEMENTOS DEL PAISAJE	C L A S I F I C A C I O N TAXONOMICA		UNIDAD	ARE.: ha. %	
				CAPACIDAD DE USO			%
TIERRAS ALTAS SEDIMENTARIAS B'z'a'Ar	MONTAÑAS DE CHIREPEC	COLINAS KARSTICAS BAJAS A1	Colinas kársticas bajas	Consoc. Typic Tropohumults VIe	A11	313.01	31.68
			Valles intercolina- res	Consoc. Oxíc Dystrandeps IIc	A12	39.57	4.01
			Pié de Monte	Consoc. Typic Hydrandeps IIIc,IIIIs	A13	25.89	2.62
			Terraza aluvial Ch'io	Consoc. Typic Hydrandeps IIIe	A14	19.89	2.01
			Terraza aluvial Tz'ima'jil	Asoc. Typic Tropohumults- Typic Hydrandeps	A15	14.17	1.43
			Valles intercolina- res	Consoc. Typic Hydrandeps IIIe	A16	5.62	0.57
	COLINAS ALTAS A2	MONTAÑAS DE CHIREPEC	Terraza aluvial Tz'ima'jil	Consoc. Andeptic Tropofluvents IIh	A17	9.84	1.00
			Valles intercolina- res	Consoc. Oxíc Dystrandeps IIc	A21	7.50	0.76
			Colinas kársticas	Consoc. Typic Hydrandeps IIc	A22	25.44	2.67
			Colinas kársticas	Asoc. Typic Tropohumults- Typic Hydrandeps	A23	525.06	53.24

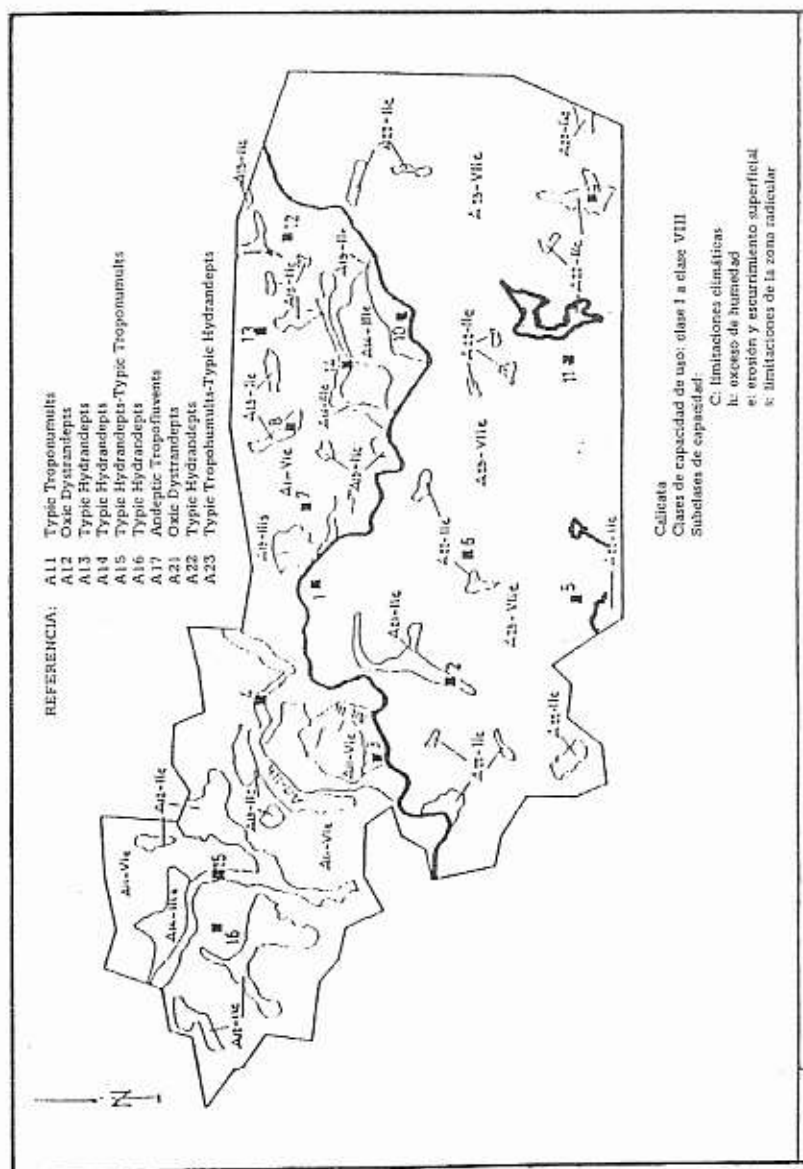


FIG. 1 MAPA DE UNIDADES FISIOGRAFICAS, CLASIFICACION TAXONOMICA Y POR CAPACIDAD DE USO DE LOS SUELOS DE LA FINCA NACIONAL SAN JOSE LA COLONIA, COBAN, A.V. ESCALA 1:25000

Los suelos clasificados como Andeptic Tropofluvents se ha formado en la terraza aluvial del río Tzimajil a partir de constantes deposiciones de materiales fluviales, que han tenido un enriquecimiento constante de CaCO_3 que es aportado por el agua del río que aflora y tiene un origen subterráneo en las formaciones de calizas, las que sufren el proceso de disolución química, factor que influye en el alto porcentaje de saturación de bases en el perfil del suelo de esta unidad y que varía de 71.33 o/o a 85.55 o/o; con un pH que va de 6.4 a 6.8 y una capacidad de intercambio comprendida entre 16.94 y 23.68 meq/100 gr y la densidad aparente es relativamente alta y varía de 0.62 a 0.89 gr/cc.

Los valores de pH en NaF 1M, son mayores que 10 lo cual determina una alta capacidad de retención de fósforo tanto nativo y agregado en forma artificial, al establecerse una correlación positiva entre estos dos factores, contribuyendo en esta retención la presencia de aluminio intercambiable, al ocurrir la retención de fósforo predominantemente como fosfatos de Al.

RECURSO VEGETACION

USO DE LA TIERRA

El uso de la tierra en el área de la Finca es la siguiente: cultivos de maíz y frijol en asocio principalmente 319.76 ha, pastos naturales 18.08 ha, área urbana 11.80 ha, monte bajo y matorral 408.48 ha, y cubierta forestal 237.34 ha. que a su vez se estratificó en plantaciones forestales 53.10 ha y el bosque natural comprende los estratos de bosque de coníferas (*Pinus maximinoi* H.E. Moore) con 79.40 ha, bosque de latifoliadas con 42.50 ha, y bosque mixto 51.88 ha.

ZONA DE VIDA Y COMPOSICION FLORISTICA

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de acuerdo al sistema Holdridge, la Finca se encuentra en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical frío.

Al estudiar la vegetación se estableció que en el estrato arbóreo las especies más importantes son: *Pinus maximinoi* H.E. Moore y *Liquidambar styraciflua* L. acumulando estas dos especies el 63 o/o de los valores de importancia.

En el estrato arbustivo y monte bajo, como especies más importantes están: *Palicourea galeottiana* Mart., *Cuphea axilliflora* Koehne, *Myrica cerifera* L., *Eugenia* sp., *Rapanea myricoides* (Schlecht), Lundell y *Leandra melanodesma* (Naudin) Cogen acumulando estas cinco especies el 48 o/o de los valores de importancia.

Las especies dominantes en el estrato herbáceo son: *Pteridium aquilinum* var. *arachnoideum* Kuhn., *Selaginella* sp., *Ichnanthus axillaris* (nees) Nitcho & Chase y *Panicum* sp. acumulando un total de 64 o/o de los valores de importancia.

La utilización principal de la flora en esta área ha sido principalmente para la producción de energético doméstico y madera para construcciones rurales, especialmente las especies *P. maximinoi* H.E. Moore y *Liquidambar styraciflua* L.

Para el área forestal se ha determinado con un 90 o/o de confianza la estimación del volumen de todo el fuste que asciende a un total de 23,628.64 m³ y el área basal total es de 2,778.6 m², se trata de un bosque maduro y disturbado especialmente en el estrato de coníferas que además es un bosque maduro.

RECURSO AGUA

HIDROGRAFIA

La Finca es cruzada por los ríos Chió y Tzimajil que son corrientes de drenaje perenne y de tipo angular y son afluentes del río Cahabón que drena hacia la vertiente del Atlántico de Guatemala; en lo que se refiere a agua subterránea, se registra un drenaje interno favorable a través de las grietas subterráneas formadas por la disolución de calizas fenómeno que le da un color azul-verde a las aguas que brotan del manto subterráneo. En el área son abundantes las dolinas especialmente las de artesa, uvalas y sumideros que son característicos del paisaje kársticos.

CALIDAD DEL AGUA

Los análisis químicos de las fuentes de agua muestreadas, indican que ninguna de las fuentes tiene peligro de salinidad y sodicidad clasificadas como aguas C₂S₁ principalmente y C₁S₁ para dolinas de artesa en época de estiaje y posee un pH menor de 7 generalmente y con valores más ácidos en la época de menor precipitación.

La calidad bacteriológica del agua usada para consumo humano es de mala calidad al estar contaminada con *Escherichia coli*, con más de 370 coliformes/100 ml en época lluviosa y con más de 20 coliformes/100 ml en época de estiaje.

CONCLUSIONES

Se han identificado en el área de la Finca los subgrupos de suelos de acuerdo a taxonomía de suelos: Typic, Hydrandepts, Typic Tropohumults, Oxic Dystrandepts y Andeptic Tropofluvents.

Las características físicas relevantes de los suelos son: baja densidad aparente no mayor de 0.89 gr/cc, textura arcillosa predominante en húmedo y la recristalización de arcillas en los Typic Hydrandepts.

Las características químicas más relevantes son: baja saturación de bases, pH ácidos, CIC generalmente bajo, pH en NaF 1 M mayor de 10, lo que evidencia la presencia de materiales amorfo tipo alofana en Typic Hydrandepts y óxidos de Fe y Al, complejos de Fe, Al-humos y Al-OH en los Typic Tropohumults, característica que propicia la retención de fósforo.

Las especies más importantes en el estrato arbóreo son *P. maximinoi* H.E. Moore y *Liquidambar styraciflua* L.; en el estrato arbustivo y monte bajo están *Pali-courea galeottiana* Mart., *Cuphea axilliflora* koena, *Myrica cerifara* L., *Eugenia* sp., *Rapanen myricoides* (schlecht) Lundell y *leandra melanoma* (Naudin) Cogen y en el estrato herbáceo *Pterydium aquilinum* var. *arachnoi deum* kum., *Selaginella* sp., *Icbanantbus Axillaris* (Ness) Hitcho chase y *Panicum* sp. son las dominantes

El agua de las diferentes fuentes no presenta problemas de salinidad ni dureza.

El agua no es apta para consumo humano, debido a la alta contaminación de bacterias *E. coli* y la turbidez en la época lluviosa.

BIBLIOGRAFIA

- ALVARADO, A. and BOUL, S.W. 1985. Field estimation of phosphate retention by Andepts. *Soll Sci. Soc. A.m. J.* 49:911-914.
- BOTERO, P.J.; BENAVIDES, S.T. y ELBERSEN, G.W. 1975. Una metodología para levantamiento edafológico. Bogotá, Colombia, CIAF. 21 p.
- CRUZ, J.R. DE LA. 1982 Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento: Guatemala, Instituto Nacional Forestal. p. 23-26.
- GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. 1976. Hoja cartográfica de Cobán (2162). Esc. 1/50,000. Color. Guatemala.
- LOJAN, L. 1968. Tendencias del crecimiento radial de 23 especies forestales Turrialba (C.R.) 18 (3): 275-281.
- LLOPIS LLADO, N. 1970. Fundamentos de hidrogeología cársica. España, Blume. 269 p.
- MATTEUCCI, S.D. y COLMA, A. 1982. Metodología para el estudio de vegetación OEA. MONOGRAFIA No. 22. 163 p.
- SIMMONS, CH.; TARANO, J.M. y PINTO, J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José Pineda Ibarra. p. 475-501.
- SOIL TAXONOMY, a basic system of soil classification for making and interpreting soil survey. 1975. USDA.; Agricultural Research Service. Handbook No. 436. 754.
- STANDLEY, C. y STEYERMARK, J. 1958. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago, Natural Museum, Fieldiana Botany, v 24, parte 1-13.sp.

NOTAS TECNICAS

SISTEMAS DE VIVEROS FORESTALES

Schifter-Maschinem (Austria) produce una útil serie de máquinas e implementos para usarse en el proceso de viveros forestales, asimismo un amplio rango de cercados, cargadores, rastrillos y máquinas procesadoras. Algunos ejemplos:

- Producción de semillas de granos. Plantas de separación de varios tamaños y capacidades.
- Preparación de sitios y semilleros. Máquina movedora del suelo, rodillo preparador de la cama para semillero y máquina sembradora; cada uno de estos instrumentos unido a un tractor por medio de un enganche de tres puntos.
- Transplante. Schifter produce una plantadora remolcable que se ajusta para 5, 6 ó 7 hileras, con capacidad de hasta 100,000 plántulas por día, así como un transplantador autopropulsado.
- Cultivación. Tres tractores livianos, o modelos acarreadores de implementos (13,6 KW, 21,2 KW y 25 KW) pueden ser suficientes con sus implementos para todas las operaciones de cultivación, tales como desmalezado, fertilización, aspersión y otras labores.
- Cosecha de plantas. Con el alzador de plantas Schifter un recipiente horizontal se mueve hacia adelante a través del suelo y otra palanca remueve la tierra de las raíces. El ancho de labor es de 135-150 cm. a una profundidad de 25 cm.

COLLARES PLASTICOS PARA PLANTULAS.

Plántulas forestales de coníferas pueden ser protegidas contra el daño del coleóptero *Hilobius abietis* sin el uso de químicos, usando collares teno, de fabricación sueca, hechos de un plástico biodegradable. Un collar es colocado alrededor de cada plántula cuando está plantado. Adicionalmente, el collar además conduce a un efecto positivo de invernadero, el cual incrementa el crecimiento en 35 o/o durante los primeros dos años.

Debido a la prohibición del DDT en Suecia, las compañías forestales han sido forzadas a permitir el descanso de tierras en producción forestal, durante tres años. Esto con el propósito de controlar el coleóptero.

Después de un incendio forestal en el sur de Suecia, en el otoño de 1983, una replantación intensiva fue realizada por Domanverket, empresa forestal Suiza, sin esperar el período de reposo usual. La agencia plantó 400,000 plántulas equipadas con los collares Teno.

Al final de dos temporadas, la pérdida por coleópteros fue cuantificada en un 6 o/o, comparada con el 58 o/o de pérdida de plántulas en un área desprotegida.

Pruebas de plantación en un sitio de investigación en Checoslovaquia mostraron una pérdida del 5 o/o debido a la infestación del coleóptero, comparada con el 50 o/o en muestras desprotegidas.

Notas tomadas de: WORLD WOOD. The International forest products magazine. June 1988. Traducción al español a cargo del Ing. Agr. Manuel Martínez.

ENTREVISTAS

EL MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

El uso de productos químicos para erradicar plagas en los cultivos, es uno de los factores que más daño causa al "medio ambiente", al extremo que varios plaguicidas han pasado de formar parte de "La lista de la muerte", es decir la lista de productos que de acuerdo a la ONU constituyen grave riesgo para la salud humana, incluyendo la muerte. Esta alarmante situación está induciendo a los científicos a descubrir e inventar métodos que mermen el flagelo que se cierne sobre la humanidad. El Manejo Integrado de Plagas (MIP) es uno de estos métodos, en nuestro país se presenta como algo novedoso: Como un recurso para reducir el uso de los productos químicos en el combate contra plagas, utilizando en su lugar a la naturaleza misma.

Para adentrarnos en lo que es el MIP, hemos recurrido a dos profesionales de las ciencias agrícolas que vienen tratando del asunto desde hace ya varios años: Rodolfo Estrada y Alvaro Hernández. Cada uno respondió de acuerdo a su experiencia, a las siguientes preguntas:

- 1.- ¿En qué consiste el Manejo Integrado de Plagas?
- 2.- ¿Cuáles son las etapas del Manejo Integrado de Plagas?
- 3.- ¿Cuáles son las ventajas y desventajas del MIP?
- 4.- ¿En qué casos ha tenido éxito en Guatemala el MIP?

Las siguientes son las respuestas, presentadas en una versión resumida.

RODOLFO ESTRADA:

- 1.- Es un método para el manejo de plagas, que no busca su exterminación sino sino reducirla a un nivel que no cause daño económico; toma en cuenta todos los factores naturales e incorpora e integra métodos de control tradicionales de manera racional. Para evitar que las plagas causen daño económico se les toma en cuenta juntamente con todos los organismos del ecosistema, tratando de buscar un equilibrio natural entre elementos benéficos. Es por lo tanto un enfoque ecológico, pues no destruye a la plaga y busca minimizar la contaminación del ambiente.

En suma el control integrado de plagas es un sistema de manejo racional que aprovecha al máximo los factores naturales, e incorpora diversos métodos de

control, entre ellos: control biológico, control químico, control mecánico, control autocida y otros.

2.- Como toda actividad compleja y multidisciplinaria, el Manejo Integrado de Plagas conlleva etapas, desde su planeamiento hasta su ejecución. Es necesario, en primer lugar, reunir información y elaborar un plan teórico. Este se realiza con la intervención de distintos especialistas. En seguida se realiza un modelo integrado para tener capacidad de decisión, su elaboración debe ser sencilla de manera que todo agricultor lo comprenda y aplique sin inconvenientes.

3.- Ventajas:

- Se desarrollan tecnologías apropiadas para evitar que las plagas causen daños económicos en la agricultura; reduciendo con ello la dependencia tecnológica y el uso de plaguicidas químicos.
- Se reduce la contaminación del medio ambiente.
- Reactivación de la actividad económica, mayor rentabilidad de la producción agrícola, mayor ingreso de divisas.
- Reduce riesgos a la salud humana.
- Obtención de beneficios ecológicos, económicos y sociales de gran envergadura y trascendencia, contribuyendo así a la paz social.

Desventajas:

- Por ser un sistema complejo y multidisciplinario se requiere de diversos especialistas. Actualmente en el país no hay suficientes, por lo que es urgente su formación.

4.- El éxito es, en pocas palabras, relativo. En el algodón por ejemplo, de las 60,000 manñanas que se dedican a su cultivo, en 20,000 se usan elementos del Manejo Integrado, y solamente en 8,000 la casi totalidad del programa. Empero en este cultivo las perspectivas tienden a mejorar.

Por otra parte, siempre refiriéndonos a los productos tradicionales de exportación, en el cultivo del banano se está utilizando en gran medida el MIP para combatir la araña roja; al igual que en la caña de azúcar para erradicar al gusano barrenador.

Es en la horticultura, principalmente en el cultivo del brócoli donde con más éxito se ha utilizado el MIP, especialmente para el control de la plaga plurela *xilostella*.

En resumen, en virtud de que el MIP es un programa ecológico que representa beneficios económicos y sociales al país, para su total consecución es necesario divulgar su filosofía y ventajas. Asimismo, conscientizar a la población y a

los técnicos sobre la importancia de utilizar controles naturales para minimizar los daños económicos que causan las plagas en la agricultura.

ALVARO HERNANDEZ

- 1.— Para muchas personas el MIP puede ser una filosofía o un proceso integrador de disciplinas.

A través del Manejo Integrado de Plagas se logra prevenir y reducir las poblaciones de plagas dentro del agroecosistema. Esto se realiza con una correcta planificación y con fundamentos de acción ecológico-económicos, sociales y técnicamente adecuados, a fin de reducir los daños económicos.

- 2.— Las etapas dependen de los objetivos. La administración para la ciencia y la educación (USA) ha propuesto los siguientes elementos prioritarios para un programa del MIP.

- a. Investigación básica (diagnóstico).
- b. Investigación en componentes de control.
- c. Investigación en sistemas MIP.
- d. Integración de 2 ó más opciones para manejo de un problema específico.
- e. Integración de prácticas para manejo de diferentes problemas.
- f. Extensión y/o aplicación de conocimientos a nivel de campo-agricultor.
- g. Educación superior.

- 3.— Ventajas:

1. Es un proceso integrador de disciplina, estrategias y tácticas para controlar plagas.
2. Es un proceso planificado, con objetivos y metas claras.
3. Incluye fundamentos de acción basados en cuestiones ecológicas, económicas, sociales y técnicas.

- 4.— No es un enfoque atomístico.

Desventajas:

1. Su aplicación requiere de recursos humanos capacitados e incluye equipos multidisciplinarios.

2. Su aplicación requiere de altos costos.
3. No es aplicables a todos los casos.
4. En algunos casos es poco eficiente y de efecto retardado.
5. Su aplicación tiene impedimentos económicos, educacionales y sociales.

PUBLICACIONES

"PRINCIPIOS DE RIEGO Y DRENAJES, DE JORGE SANDOVAL ILLESCAS. EDITADO POR LA FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS. 1989, 345 PAGINAS.



Este libro se está convirtiendo en texto de estudio del curso de principios de Riego y Drenaje que se imparte en la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos y en otras Universidades del país.

El autor, docente investigador de la Facultad de Agronomía, presenta su obra indicando que la misma se basa en una prolija revisión bibliográfica y en la experiencia adquirida durante años de docencia y trabajo de campo.

La obra contiene ocho importantes capítulos : Importancia y Concepto de riego; Relaciones agua-suelo-planta; Eficiencias de riego ; Frecuencias de riego; Dimensionamiento de la red de riego; Métodos de aplicación del agua de riego ; Introducción al drenaje de tierras agrícolas.

Las personas interesadas pueden adquirir la obra al precio de Q.15.00 en la Tesorería de la Facultad de Agronomía.

"Especies Vegetales de uso Actual y Potencial en Alimentación y Medicina en las Zonas Semiáridas del Nor-oriente de Guatemala" de Fredy Ronquillo, Mario Melgar, Ernesto Carrillo y Aníbal Martínez. Cuadernos de Investigación (No. 7-88) Dirección General de Investigación. Universidad de San Carlos de Guatemala 1989. 250 páginas.



Este cuaderno de Investigación contiene un interesante y útil estudio de 69 especies vegetales que se utilizan como alimento y/o medicina en las zonas semi-áridas del Nororiente de Guatemala.

Sin caer en charlatanerías los autores recurrieron a una extensa bibliografía para determinar usos medicinales y comestibles de todas las especies vegetales investigadas. De esa cuenta el lector, con toda confianza, puede recurrir a aliviar ciertos malestares haciendo uso de la medicina natural.

El estudio, por ejemplo, indica que la Rosa de Jamaica (*Hibiscus Sabdariffa*) es utilizada en la región para amortiguar los malestares provocados al día siguiente de ingerir bebidas alcohólicas.

Otro ejemplo es el de Hierba Mora (*Solanum americanum Miller*) más conocida como quilete o macuy; esta planta nativa de Guatemala contiene riqueza proteínica y alto contenido de minerales.

Un total de 69 especies vegetales estudiadas a saber: Nance, Morro, Chipilín, Guapinol, Granado, Sábila, Palio Jiote, Té de Limón, Apazote, Frijolillo, Gandul, Hierba Mora, Orégano, Pitahaya, Chiltepe.

"TIKALIA", Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Volumen VI No. 1. Enero-julio 1988.



Este número fue dedicado a la memoria de su fundador, el connotado científico y exdecano de la Facultad de Agronomía Dr. Antonio Sandoval Sagastume.

El Dr. Sandoval al fundar TIKALIA pensó en la importancia de la divulgación científica, en virtud de que la ciencia y la técnica han revolucionado las estructuras fundamentales de la sociedad y transforman día a día nuestra manera de vivir. Asimismo porque a través de los medios de comunicación universitarios se puede difundir "material didáctico" que contribuya al proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este número contiene los siguientes artículos :

- * La Agricultura de Exportación en Guatemala: un acercamiento histórico, por: Dr. Julio Pinto Soria.
- * Recolección de Germoplasma phaseolus (frijol) en el Occidente de Guatemala, por: Daniel G. Debouck y Juan José Soto D.
- * Generalidades del Cultivo de Tejidos Vegetales "in vitro", por: Byron Zúñiga.
- * Caracterización preliminar del Ramón *Brosimum alicastrum* Swartz en el bosque muy Húmedo Subtropical Cálido de El Petén, Guatemala., por: Undine R. Aragón Barrios, César Azurdia y Mario Melgar.
- * Tamaño óptimo de empresas: el caso de los productores de maíz en la cabecera de la cuenca del río Achiguate, Guatemala, por: Ariel Ortíz Lopez, Edgar Martínez Tambito y Luis Reyes Chávez.
- * Análisis de la función de la demanda de harina de trigo en Guatemala: un Modelo Econométrico, por: Juan Carlos Méndez.

- * "El uso del paraquat en Guatemala": un enfoque Agroquímico y Ecológico. Cuadernos de Investigación CHAC, publicación coyuntural editada por el Comité Editorial de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, 1988. 14 páginas.

Este cuaderno contiene un análisis de uno de los herbicidas más utilizados en el país, el paraquat. Se concluye que la utilización del químico en mención puede ser objeto de regulaciones y restricciones que resguarden la salud humana y que velen por el correcto manejo de los agroecosistemas.

El estudio indica que el paraquat es un producto químico altamente tóxico, capaz de matar con pequeñas dosis a animales de sangre caliente.

En cuanto a la contaminación del ambiente —acota— "que el producto se descompone al entrar en contacto con el suelo y que por lo tanto no puede ser contaminante persistente (sobre todo en la cadena alimenticia).

Se sugiere obligar a quienes manipulan, transporten o comercialicen el producto, para que observen extremas medidas de seguridad.

EL USO DEL PARAQUAT EN GUATEMALA

Un enfoque Agroquímico y Ecológico.



CUADERNOS
Chac

FACULTAD DE AGRONOMIA
Universidad de San Carlos
de Guatemala

RESUMENES DE TESIS

DISTRIBUCION EN AREAS, INTENSIDAD DE DAÑO DETERMINACION DE LOS PRINCIPALES GENEROS DE BABOSAS QUE AFECTAN AL CULTIVO DE FRIJOL

Phaseolus vulgaris L. EN GUATEMALA.

Luis Roberto Sanchez V.*

Edgar Alvarado Mendez**

Luis Manfredo Reyes***

La babosa (Molusca: gastrópoda) se reporta como plaga número uno, en la siembra de frijol común *Phaseolus vulgaris* L. de segunda época en el país.

El área estudiada fue la zona central oriental y sur-oriental de Guatemala, en un rango de altitud de 450 a 2050 msnm, encontrándose babosas en los departamentos de Santa Rosa, Jutiapa, Chiquimula, Zacapa, Escuintla, Sacatepéquez, Chimaltenango, El Progreso y Guatemala.

El 95 por ciento de los agricultores que siembran frijol, reportan a la babosa como plaga predominante, el resto no encontró a la babosa como un problema, aunque sí presente en el área.

En las zonas donde existe la babosa-plaga, se ha reducido la producción del frijol hasta un 43 por ciento y en casos extremos del 100 por ciento; a tal grado que hay áreas donde el 22 por ciento de agricultores han abandonado el cultivo gradualmente.

Los especímenes recolectados e identificados en la zona de estudio pertenecen a *Latipes* sp. y *Limax flavus* L.

Latipes sp. es una especie común en la región oriental y sur-oriental donde siembran frijol de segunda época y se constituye como plaga; mientras que *L. flavus* L. es una especie encontrada en la región central del país donde siembran flores, hortalizas y la fresa.

El daño lo efectúan desde la siembra a 20 días después, disminuyendo en la floración y fructificación del cultivo.

* Autor de la Tesis Ingeniero Agrónomo. Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. Guatemala, 1988.

** Asesor. Asistente Proyecto MIP-Guatemala. CATIE.

*** Asesor. Docente Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala.

ESTUDIO DEL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE
Pinus oocarpa Schiede. Y *Pinus pseudostrobus* Lindl.
 EN SAN MARTIN JILOTEPEQUE, CHIMALTENANGO

Oscar Estuardo Rojas*
 Ing. Agr. Luis F. Ortíz**

El estudio forma parte del programa de Investigación de Silvicultura del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y abarca el comportamiento de 2 especies en un rodal natural de *Pinus oocarpa*, *Pinus pseudostrobus* y *Quercus* en San Martín Jilotepeque, Chimaltenango.

Se realizó análisis de fuste a 51 árboles del género *Pinus* para relacionar las variables individuales de los mismos con el tiempo y con los factores edáficos y ecológicos del sitio. Las variables caracterizadas fueron el diámetro, el área basal, altura y volumen con y sin corteza.

Se determinaron los incrementos medios y periódicos en diámetro, área basal, altura y volumen. Además, se estableció el factor de forma y de corteza; se construyó una tabla de volumen para cada especie, comparándola con las elaboradas por FAO.

Los resultados mostraron un rodal de alta productividad (9.30 m³/ha/año) respecto a otros rodales en el país, con un potencial productivo de alrededor de 20 m³ha/año.

Pinus pseudostrobus resultó ser la especie mejor adaptada, con la tendencia a acentuar su dominancia; *Pinus oocarpa* es una especie dominada en el rodal y *quercus* presenta la tendencia a aumentar su importancia en el bosque.

* Tesis de Grado Facultad de Agronomía.

** Asesor. Docente-investigador de la FAUSAC.

CORPORACION PRODUCTIVA Y ECONOMICA
DE CULTIVOS ANUALES Y ESPECIES FORESTALES
CON Y SIN ASOCIO, DURANTE TRES AÑOS
EN SAN ANDRES ITZAPA CHIMALTENANGO

P.A. Hugo Moisés Morán Botzoc*

Ing. Agr. José Miguel Leiva**

Esta investigación pretende encontrar formas de producción combinada de maíz-frijol y especies forestales que nos permitan obtener alimentos y madera para combustible doméstico y que a la vez nos den algunos beneficios económicos y ecológicos, pues nos permitirán salvaguardar los bosques naturales.

Este estudio es el resultado del análisis de tres años de manejo, 1984 a 1987, de las especies *Alnus acuminata*, *Grevillea robusta*, *Eucalyptus citriodora*, *Zea mays* y *Phaseolus vulgaris*. Cada especie forestal se plantó con y sin asocio de maíz y frijol, utilizando el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y nueve tratamientos.

Una de las conclusiones más importantes es de que bajo las condiciones de este ensayo, productiva y financieramente los sistemas en asocio son mejores que los sistemas de plantaciones forestales puras; los sistemas de asocio con *G. robusta* y *A. acuminata* fueron más eficientes que los asociados con *E. citriodora*. A medida que el crecimiento de las especies forestales aumentó y consecuentemente también el volumen, los rendimientos de maíz y frijol disminuyeron, disminuyendo también los índices económicos de inversión debido a que la producción forestal reditúa las inversiones a más largo plazo.

* Autor de la Tesis

** Asesor de la Tesis. Docente-Investigador de la Facultad de Agronomía.

EVALUACION DEL POTENCIAL DE FIJACION DE NITROGENO
POR EL METODO $15N_2$, DE 20 LINEAS PRESELECCIONADAS
DE FRIJOL (*Phaseolus vulgaris L.*)

Edgar Aroldo Rodas H.*

Rolando Gustavo Aguilera**

El ensayo se realizó en los Campos de la Facultad de Agronomía, situados en la Ciudad de Guatemala. Se efectuó un diseño de Bloques al azar con 6 repeticiones y para evaluar la cantidad de nitrógeno fijado en las plantas se usó el método de absorción de átomos marcados $15N$ aplicados como fertilizante en forma de Sulfato de Amonio. Los materiales de frijol fueron 20 líneas preseleccionadas del vivero de adaptación de negros del CIAT 1984. Se tomaron datos de modulación así como peso de materia seca de plantas, porcentaje de nitrógeno de $15N_2$. Los datos obtenidos mostraron que de las 20 líneas, 3 de ellas consiguieron valores relativos de fijación comparados con plantas testigo de arroz (cereal) que van desde 40 o/o a 50 o/o del nitrógeno total utilizado. Los materiales son identificados con los números 177, 77 y 78. Cabe resaltar el hecho que la línea número 77 se identifica con el nombre de "Rabia del Gato" y es un material nativo de Guatemala procedente de la zona sur oriental del país, y que las líneas 78 y 177 también poseen dentro de sus progenitores variedades de frijoles nativos de Guatemala como la variedad Cuilapa 72 e ICTA Jutiapan respectivamente.

*. Estudiante investigador del trabajo que con el mismo título fue presentado como tesis de grado, Facultad de Agronomía de la USAC Guatemala, Noviembre de 1987.

** Profesor de la Facultad de Agronomía de la USAC, Coordinador del Proyecto de Fijación de Nitrógeno del IIA. Asesor.

EVALUACION DE NITROGENO, POTASIO Y DENSIDAD
DE SIEMBRA, EN EL RENDIMIENTO DE FRIJOL
EJOTERO (*Phaseolus vulgaris* L.)
VARIEDAD ICTA CALIFORNIA 124c.
EN SAN SEBASTIAN HUEHUETENANGO

César Amílcar Alvarez P.*

José de Jesús Chonay P.**

El presente estudio se llevó a cabo en el municipio de San Sebastián Huehuetenango con el objeto de evaluar dos densidades de siembra: 100,000 y 200,000 plantas/ha, y los niveles de 0 — 45 y 90 kg/ha de Nitrógeno y 0—60 y 120 kg/ha de Potasio, en el rendimiento de frijol ejotero.

Las variables evaluadas fueron: el peso fresco y seco de los ejotes expresado en ton/ha, altura de plantas, número de ejotes/planta y largo promedio de ejotes.

Los resultados indicaron que no existe diferencia significativa entre las densidades utilizadas, sobre rendimiento en peso fresco y peso seco. Para los niveles de fertilizante sí existe diferencia significativa al 5 o/o; para peso fresco el nivel de 45 kg/ha de nitrógeno fue el que mayor rendimiento reportó (9.86 ton/ha); mientras que con respecto al potasio el nivel que mayor rendimiento produjo fue donde no se aplicó el mismo (9.88 ton/ha). El tratamiento que reportó la rentabilidad más alta fue con la aplicación de 45-0-0 kg/ha, usando la densidad de 200,000 plantas/ha.

* Autor de la Tesis de Grado.

** Ingeniero Agrónomo y Profesor de la Facultad de Agronomía, Asesor.

EVALUACION DEL EFECTO DEL PROYECTO LEÑA EN DOS LOCALIDADES EN LA COSTA SUR DE GUATEMALA

Luis E. Monterroso E.*
Ariel Ortíz**
Eberto De León**

La tesis es un estudio de las principales acciones y efecto que tuvo la ejecución del Proyecto Leña (1980-1985) en Guatemala, en las localidades de los parcelamientos La Máquina (Sector B), Cuyotenango, Suchitepéquez y La Nueva Concepción, Escuintla, por medio de la revisión de Informes trimestrales y anuales, artículos, boletines y publicaciones llevadas a cabo en el Proyecto Leña; como también entrevistas realizadas a técnicos del sector forestal y agricultores de dichos parcelamientos.

En el Parcelamiento La Máquina, se determinó que el 56.52 o/o de los agricultores no participantes en la ejecución del Proyecto Leña han plantado árboles, para lo cual no hubo una motivación generalmente. Además se obtuvo que habrá un aumento en la plantación de árboles del 68 o/o (incluyendo los que han plantado árboles y piensan seguir cultivando árboles).

En la entrevista realizada se pudo determinar que entre los agricultores del Parcelamiento La Máquina en el Proyecto Leña, se obtuvo que el 13,4 o/o recolectan más leña y compran el 13,04 o/o menos que los que no participaron en la ejecución. Considerándose que se deba al efecto producido por poseer sus plantaciones artificiales de especies de rápido crecimiento, que algunos han aprovechado en ciertas ocasiones.

En el parcelamiento La Nueva Concepción se determinó que la plantación de árboles de rápido crecimiento lo realizó el 66,67 o/o de los agricultores no participantes. También se obtuvo que aumentará la plantación de árboles en un 75 o/o (incluyendo los que han plantado).

En ambas localidades, la mayoría de los agricultores se encuentran satisfechos de las plantaciones establecidas por sus propias manos, ya que esperan abastecerse de leña y evitarse de comprar y recorrer largas distancias para su obtención.

* Estudiante. Trabajo de tesis de grado. Facultad de Agronomía.

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

ESTUDIOS SOBRE EL COMPORTAMIENTO
Y HOSPEDANTES DE LA ROYA AGALLADORA DEL PINO
(*Cronartium spp*)

José Rodolfo Estrada Rodríguez*

Edgar O. Franco R.**

Edil Rodríguez**

El estudio sobre el comportamiento y hospedantes de la roya agalladora del pino se llevó a cabo en el municipio de San Juan Sacatepéquez Guatemala, tuvo como objetivos: 1) evaluar la susceptibilidad a la roya agalladora del pino (*Cronartium spp*) de seis especies de encino y 2) conocer el comportamiento de la enfermedad. Dicho estudio se efectuó bajo condiciones controladas en el invernadero de la Facultad de Agronomía.

Los resultados de la investigación permitieron identificar a las especies de encino *Quercus conspersa*, *Q. skinneri*, *Q. tristis* y *Q. brachystachys* como especies altamente susceptibles a la enfermedad y a las especies *Q. peduncularis* y *Q. sopotaeifolia* como poco susceptibles.

Durante el año de estudio los estadíos de la enfermedad se presentaron con mayor frecuencia, de la manera siguiente: picnium, de marzo a mayo y junio de 1986; tellum y basidium, de junio a septiembre de 1986; aecium, de la segunda semana de abril a la segunda semana de julio de 1986; uredium, en mayo y junio de 1986; telium y basidium, de junio a septiembre de 1986. Existió una estrecha relación entre el aumento de la humedad con la manifestación de los estadíos de la enfermedad, el secamiento de agallas y la alta brotación de los árboles de pino.

Los estadíos de picnium y aecium se observaron sobre *Pinus tenuifolia* Benth; y los estadíos de uredium, tellum y basidium sobre las especies de encino mencionadas anteriormente.

* Estudiantes de la Facultad de Agronomía.

** Profesores de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

"CARACTERIZACION AGRONOMICA, MORFOLOGICA
Y BROMATOLOGICA DE 14 CULTIVARES DE *Colocasia* Y 7 DE
Xanthosoma EN SAN MIGUEL PANAM, SUCHITEPEQUEZ,
GUATEMALA".

Oscar Arnaldo Morales Soto*
César A. Azurdia P.**

El presente estudio forma parte del programa "Búsqueda, conservación y desarrollo de los recursos fitogenéticos de Guatemala" y tuvo como objetivo la caracterización agromorfológica y bromatológica de 14 cultivares de *Colocasia* sp. y 7 de *Xanthosoma* sp.

Se estudió la variabilidad morfológica y bromatológica, el grado de asociación de los caracteres cuantitativos y el grado de similitud entre los cultivares.

El estudio agromorfológico se basó en el descriptor del Consejo Internacional de Recursos Fitogenéticos (CIRF) para estos dos géneros, y se llevó a cabo en la finca Bulbuxyá. El estudio bromatológico se realizó en el Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá.

Al analizar las variables agromorfológicas se observó que existe variabilidad en los 14 cultivares de *Colocasia* y 7 de *Xanthosoma*; sin embargo los cultivares de *Colocasia* presentaron 42.85 o/o de caracteres constantes y los de *Xanthosoma* 48.78 o/o.

El análisis bromatológico manifestó que los cultivares de *Colocasia* y *Xanthosoma* presentan alto nivel nutricional.

El análisis de grupos demostró separaciones entre los cultivares separados por caracteres de interés productivo y nutricional; y en el estudio de asociación entre caracteres se detectó que los cultivares presentan asociación entre porte aéreo de las plantas y el tamaño y peso de cormo.

* Autor de la Tesis de Grado.

** Ing. Agr. Docente Facultad de Agronomía. Asesor.

DETERMINACION DE DOSIS OPTIMAS ECONOMICAS
DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDADES DE
POBLACION EN BROCOLI (*Brassica oleracea* var. Itálica),
EN PIXABAJ, SOLOLA, SOLOLA

Edgar René Ramírez Recinos*
Marino Barrientos**

El presente trabajo se realizó con el propósito de determinar el efecto de las dosis de nitrógeno, fósforo y densidades de población sobre el incremento del rendimiento y determinar la dosis óptima económica para capital limitado de cada uno de dichos factores.

Se realizó de Agosto de 1987 a Enero de 1988 en la aldea Pixabaj. Se utilizó como semilla de brócoli, el híbrido Green Valiant y como fertilizantes se usó urea al 46 o/o como fuente de nitrógeno y superfosfato simple al 20 o/o como fuente de fósforo.

Se incluyó 15 tratamientos, seleccionados de acuerdo a la matriz experimental Plan Puebla I, en un diseño en bloques al azar con 3 repeticiones.

Los resultados de rendimiento expresados en kg/ha después de 7 cortes, varían de 2,425.32 kg/ha hasta 9,469.64 kg/ha de brócoli en los tratamientos en donde se aplicó 135 kg de nitrógeno/ha, cero kg de fósforo/ha y 57,000 plantas/ha y 160 kg de nitrógeno, 150 kg de fósforo/ha y una densidad de 71,250 plantas/ha respectivamente.

Al calcular la tasa de retorno para capital variable, el cual se utilizó para determinar la dosis óptima económica para capital limitado, la mayor tasa fue de Q.80.95/ha en el tratamiento que incluye 160 kg de nitrógeno/ha, 150 kg de fósforo/ha y 71,250 plantas/ha, obteniendo un rendimiento de 9,469.64 kg/ha de brócoli.

* Autor de la Tesis de Grado.

** Ing. Agr. y Profesor de la Facultad de Agronomía. Asesor.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA EROSIDAD DE LAS LLUVIAS EN LA REPUBLICA DE GUATEMALA

Marco Enrique Bravo de León*

José Jesús Chonay Pantzay**

Alan Roberto González Figueroa***

La distribución e intensidad de las lluvias causan desprendimiento del suelo dando origen a lo que se denomina erosión hídrica. Para analizar este proceso erosivo deben cuantificarse los índices de erosividad y conocer sus variaciones para la República de Guatemala.

Los cálculos de los índices de erosividad de las lluvias fueron analizadas para cada estación pluviográfica del país (13, 12, 11, 6, 8, 5).

Esta tesis constituye la etapa final de estimación de los índices de erosividad de las estaciones pluviométricas, mediante la selección de la ecuación de regresión con mayor índice de correlación para aumentar la densidad del factor "B" de la ecuación universal de predicción de pérdida del suelo.

El mapa de isoerosividad servirá de base para calcular las pérdidas de suelo y será una guía útil en la evaluación, selección y planificación de prácticas mecánicas y vegetativas de conservación de suelos.

En base a las curvas de Isoerosividad se concluye que el rango de variación de "R" va de 2,000 a 34,000 MJ.mm/ha, hora. año. Mayores valores de "R" nos indican áreas con mayor riesgo a la pérdida del suelo; la superposición del mapa de Isoerosividad con mapas temáticos del país, permitirá identificar áreas críticas a la erosión hídrica.

* Autor del trabajo de investigación para optar al Título de Ingeniero Agrónomo en Sistemas de Producción Agrícola.

** Ingeniero Agrónomo M.C. Docente-investigador de la Facultad de Agronomía USAC. Asesor de tesis.

*** Ingeniero Agrónomo M. Sc. Investigador, División de Estudios Geográficos del Instituto Geográfico Militar. Asesor de Tesis.

EVALUACION COMPARATIVA EN GRANO, ACEITE Y PROTEINA
DE 22 GENOTIPOS DE SOYA (*Glycine max* L.)
EN DOS LOCALIDADES DE LA COSTA SUR DE GUATEMALA

Walter Leonel de la Roca Alfaro*
Eduardo Menéndez Bolaños***
Domingo Amador Pérez**

Con el objeto de evaluar el rendimiento de grano, contenido de aceite proteína del cultivo de la soya (*Glycine max* L.), se estableció un experimento en dos localidades de la Costa Sur de Guatemala, siendo éstas el Centro de Producción de Cuyuta del ICTA en el departamento de Escuintla, y el Centro de Producción La Máquina del ICTA en el departamento de Suchitepéquez; para ello se utilizó un diseño estadístico de bloques al azar con 22 tratamientos y 4 repeticiones en cada una de las localidades en estudio.

Los análisis de varianza para el rendimiento del grano, en las dos localidades, así como también el análisis combinado, mostraron una diferencia estadística altamente significativa entre los materiales genéticos evaluados.

Los mejores materiales experimentales en cuanto a rendimiento en grano fueron Hardee LS-1 y F82-7813-3 con 3,479 kg/Ha y 3,225.37 kg/Ha respectivamente superando a los testigos.

Por su alto contenido de proteína se identificaron los materiales MSIEVE 84-B, F82-7113-2 con valores promedio de 44.18, 43.50 o/o, respectivamente.

Se concluye por lo tanto que los materiales evaluados poseen un alto potencial de rendimiento y buen contenido de proteína y aceite.

* Autor de la Tesis de Grado.

** Ing. Agr. Asesor del trabajo de tesis.

*** Ing. Agr. Coordinador del Programa de Oleaginosas ICTA. Asesor.

EVALUACION DE 6 PRODUCTOS QUIMICOS
Y 3 FRECUENCIAS DE APLICACION EN EL CONTROL
DE LA BABOSA (*Veronicellidae*) DEL FRIJOL
EN SANSARE, EL PROGRESO

Gustavo Adolfo Sandoval y Sandoval*

Ing. Agr. Alvaro Hernández**

Ing. Agr. Edgar Alvarado***

Para el manejo de poblaciones dañinas de babosa (Mollusca Gastropoda) en frijol, se probaron cuatro productos químicos y tres frecuencias de aplicación. Los compuestos químicos fueron arreglados de tal manera que algunos fueron aplicados solos (metaldehído, mefosfolán 2G y Aldrín), uno en diferentes formulaciones (foxim G y foxim PS) y otros en mezcla (foxim PS - aldrin). Los productos fueron aplicados cada 4, 8 y 12 días, a partir de la emergencia de las plantas, hasta los 36 días.

Este trabajo fue diseñado bajo el arreglo de parcelas divididas en bloques al azar con tres repeticiones.

De los resultados obtenidos se concluye que el mejor tratamiento fue el metaldehído aplicado en cualesquiera de sus frecuencias - cada 4, 8 y 12 días. El control más pobre fue el tratamiento con aldrín.

Los productos metaldehído y mefosfolán presentaron buen control de las babosas con menor número de daño a las plantas, causado por esos organismos y, por consiguiente, mayor rendimiento. No obstante el metaldehído es mejor, debido a que es más barato, registrando más rentabilidad en el cultivo. Los productos no manifestaron diferencias entre sí.

Este trabajo fue realizado en el municipio de Sansare, El Progreso, Guatemala, de septiembre a diciembre de 1986.

*Estudiante de la Facultad de Agronomía.

** Catedrático de la Facultad de Agronomía

*** Asistente del Proyecto Manejo Integrado de Plagas CATTIE, Guatemala.

ETIOLOGIA E IMPORTANCIA DE LA SOBREDOTACION DEL GUIQUIL (GUIITA DEL GUIQUIL), EN EL MUNICIPIO DE PALENCIA, GUATEMALA

Pablo Alberto Herrera A.*
Amílcar Gutiérrez**

Esta investigación se realizó en el Municipio de Palencia del Departamento de Guatemala y en los laboratorios de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos y de Parasitología Vegetal del Ministerio de Agricultura. Los objetivos fueron determinar la naturaleza biótica o abiótica de la sobredotación del guisquil y su agente causal, así como conocer la distribución, incidencia y severidad de la enfermedad en el Municipio.

El método de este estudio consistió en determinar los factores del manejo que ejercen influencia en la enfermedad y su importancia mediante una encuesta, así como el análisis y cuantificación en laboratorio de muestras de suelo, insectos y partes vegetales.

El análisis en el Microscopio Electrónico realizado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanzas (CATIE) con sede en Turrialba Costa Rica, así como la evaluación local del comportamiento de plantas enfermas a la aplicación de antibióticos y la transmisibilidad de la enfermedad reforzaron los resultados de los diferentes análisis de laboratorios realizados.

Los resultados obtenidos indicaron que la etiología de la enfermedad es atribuida a Organismos Tipo Micoplasma (OTM) y que la enfermedad se encuentra distribuida en todo el municipio afectando el 66 o/o de los agricultores con una incidencia promedio del 19.15 o/o. Presentándose a la vez, en la mayoría de los casos, el máximo grado de severidad según la escala definida para el efecto, determinándose además que la enfermedad no es transmisible por semilla ni mecánicamente.

* Parte del trabajo presentado por el Primer autor para optar al Título de Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía, USAC.

** Ingeniero Agrónomo docente e investigador, de la Facultad de Agronomía, USAC. Asesor.

ESTUDIO DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES
DE LA FINCA NACIONAL SAN JOSE LA COLONIA,
COBAN, ALTA VERAPAZ

Sergio Miguel Godínez*

Hugo A. Tobías V.**

Luis F. Ortíz C.**

La Finca Nacional San José La Colonia está ubicada en el municipio de Cobán, Departamento de Alta Verapaz, en las coordenadas geográficas de 15° 26' a 15° 28' latitud Norte y de 90° 20' a 90° 21' longitud Oeste, a una elevación media de 1375 m.s.n.m., con una precipitación media distribuida a lo largo del año de 2084 mm y una temperatura media anual de 17.5° C y cubre una superficie de 9.88 km².

La finca es propiedad del Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, en la cual se ha planificado la participación de las entidades del Sector Público Agrícola. La carencia de información básica que permita la planificación de su uso, ha motivado la realización del presente estudio, con el objeto de aportar una información básica sobre los recursos suelo, agua y vegetación para el manejo integral de la finca.

Los suelos se clasificaron de acuerdo a taxonomía de suelos (1975) del USDA y por capacidad de uso; se realizó un muestreo de vegetación se determinaron las especies más importantes y un inventario forestal para establecer el volumen de madera y se determinó la calidad química y microbiológica del agua.

Los suelos del área fueron clasificados taxonómicamente como Typic Hydrandepts, Typic Tropohumults, Oxic Dystrandepts y Andepic Tropofluvents y por capacidad de uso en las clases II, III, IV y VII.

Las especies más importantes son: *Pinus maximinoi* H.E. Moore, *Liquidambar styraciflus* L., *Palicourea galeottiana* Mart., *Cuphea axilliflora* Koehne, *Myrica cerifera* L., *Pteridium aquilinum* var. *arachnoides* Kuhn, *Selaginella* sp., y *Panicum trichoides*.

El agua de las diferentes fuentes se clasifican como C2, S1 y C1S1 y poseen una alta contaminación de bacterias *E. Coli*.

* Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables. Autor de la Tesis.

** Ingeniero Agrónomo Docente-Investigador, Facultad de Agronomía, USAC. Asesores.

CONTENIDO

PROTECCION DE PLANTAS

Estudios sobre el comportamiento y hospedantes de la Roya Agalladora del Pino (<i>Cronartium</i> spp)	1
<i>José Rodolfo Estrada Rodríguez</i> <i>Edgar O. Franco R.</i> <i>Edil Rodríguez**</i>	

Determinación de la relación entre mosca estéril y mosca silvestre, en un programa de erradicación de la mosca del mediterráneo	9
<i>Oswaldo René Morales Sanjay</i> <i>Ing. Franz W. Hentze P.</i>	

Determinación de la relación poblacional de biotipos, resistencia a fenamifos, reproducción y patogenicidad de <i>Rodopholus similis</i> en zona bananera, Izabal	17
<i>Marco Antonio Durán M, Lauriano Figueroa Q.</i>	

SOCIOECONOMIA

Diagnóstico y perspectivas Agrosocioeconómicas del Sector cafetalero guatemalteco	23
<i>Byron Haroldo Contreras Marín</i>	

RECURSOS FITOGENETICOS

Flora de Guatemala: Riqueza y extinción	31
<i>César Azurdía Pérez</i>	
Aspectos relativos a la botánica del bledo	49
<i>César Augusto Azurdía Pérez</i>	
Contribuciones al conocimiento de los recursos genéticos de algunas aráceas comestibles en Guatemala	67
<i>César Augusto P., Max M. González S.</i> <i>Oscar Morales</i>	

RIEGO Y DRENAJE

Resumen de la investigación realizada en frecuencias de riego y evapotranspiración de 1982 a 1987	79
<i>Ing. Jorge Sandoval</i>	

CONSERVACION DE SUELOS

Estudio preliminar de la erosividad de las lluvias en la República de Guatemala	99
<i>Marco Enrique Bravo de León</i> <i>José Jesús Chonay Pantzay</i> <i>Alan Roberto González Figueroz</i>	

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

Estudio de los recursos naturales renovables de la finca nacional San José La Colonia, Cobán, Alta Verapaz, Guatemala	109
<i>Sergio Miguel Godínez, Hugo Antonio Tobías</i> <i>Luis Fernando Ortiz</i>	

NOTAS TECNICAS	119
ENTREVISTAS	121
PUBLICACIONES	125
RESUMENES DE TESIS	129
CONGRESO FORESTAL	145