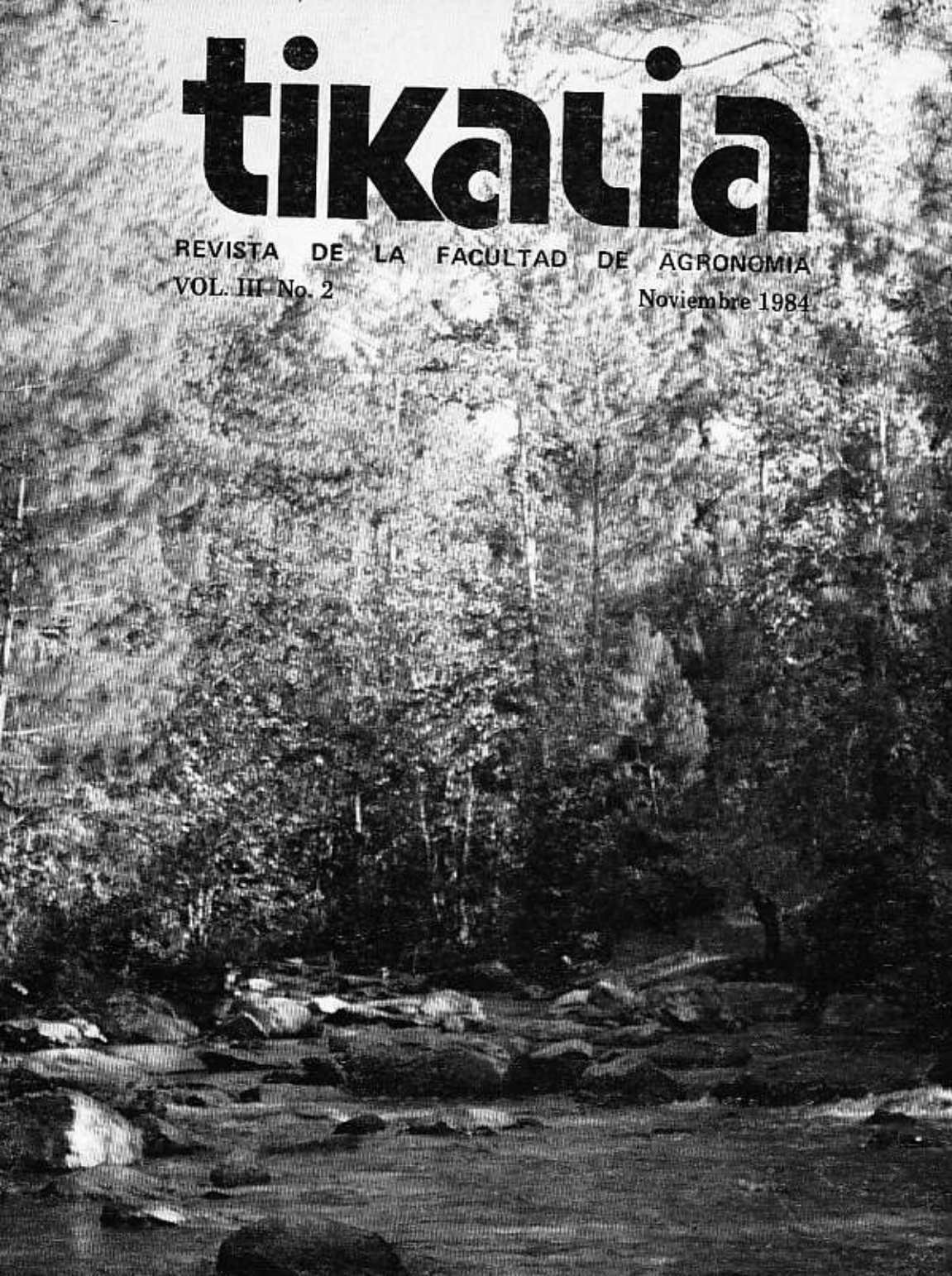


tikauia

REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

VOL. III No. 2

Noviembre 1984



COMPORTAMIENTO Y FITOGEOGRAFIA DEL LIQUIDAMBAR EN GUATEMALA

César A. Castañeda, MSc.

El Liquidámbaar (*Liquidambar styraciflua*, familia Hamamelidaceae) es una especie con distribución bien definida en Guatemala, básicamente en las zonas de bosque húmedas y muy húmedas de la Sierra de las Minas, incluyendo Baja Verapaz, Alta Verapaz, Zacapa. Además se le encuentra en las montañas del Merendón, incluyendo Chiquimula y Zacapa en el área fronteriza con Honduras. En ambas áreas se comporta como una especie forestal pionera en el desarrollo de bosque y está asociado a pino (*Pinus pseudostrabus*) y a diferentes especies de encinos (*Quercus* sp.). También se le encuentra en bosques mixtos, húmedos y muy húmedos de Quiché y Huehuetenango. De acuerdo a Standley y Steyermark, en Keckchí es denominado Ocop, Ocom y Ocob, en Cobán le llaman Estoraque, en Tactic Quiramba y en Huehuetenango Tzoté.

En cinco años de observaciones realizadas en diferentes sitios y épocas del año entre Matanzas, Santa Bárbara y Chilascó en Baja Verapaz, aplicando métodos cualitativos de análisis de vegetación, se ha determinado que algunos árboles de poblaciones de liquidámbaar muestran respuesta a los cambios estacionales que se dan entre octubre y noviembre, cambiando la coloración de su follaje, de verde a roja y luego a amarillenta, cayéndose luego las hojas como si fuese respuesta otoñal del hemisferio norte, aún con los cambios de temperatura no tan marcados que se dan en Guatemala, un país sub-tropical. Algunos especímenes no responden del todo al estímulo estacional, ya que preservan sus hojas o se defolian sin presentar los cambios graduales de coloración uniformemente, lo cual evidencia una fuerte variación interespecífica.

Standley y Steyermark, traducido de Flora of Guatemala, en referencia al liquidámbaar indica textualmente "que en los meses de primavera del norte (marzo y abril), los árboles son también *conspicuos* debido a su nuevo follaje verde pálido brillante; este característico color muy común en el norte, es decididamente no usual en los trópicos. Las viejas hojas antes de caerse, tienen sombras rojas pero este color es menos *conspicuo* en Centro América que en los Estados Unidos".

El liquidámbaar, junto con otras especies, llegó a Guatemala procedente del hemisferio norte, específicamente del este y sur-este de Estados Unidos, en un período, en términos geológicos y florísticos, relativamente reciente. Lo explicamos formulando la hipótesis de que la mayor posibilidad de la reciente migración ocurrió impulsada por la fuerza del último glaciar que del norte envió ondas frías al sur, hace aproximadamente quince mil años, contribuyendo a que migrarán muchas especies de otros géneros tales como *Pinus*, *Abies* y *Quercus*.

El hecho de que el liquidámbaar responda al cambio estacional en zonas de Guatemala, donde la humedad no es limitante a su desarrollo, se explica por su relativa reciente migración, y por lo tanto, por conservar la característica genética de ser estimulado por los cambios de temperatura en septiembre y octubre, como lo era en el otoño del hemisferio norte; el hecho de que no sean muchos especímenes los que muestran dicha respuesta se explica como pérdida gradual de dicha característica; por lo tanto, la evolución de dicha especie es diferente a la especie de los Estados Unidos de Norteamérica.

En la fotografía presentada en la portada se observan especies de liquidámbaar con la coloración característica de otoño, y especies que no muestran dicha característica. La fotografía fue tomada entre la carretera asfaltada a Cobán y Chilascó, el 10 de noviembre de 1984.



REVISTA TIKALIA

Volumen III, Número 2, Noviembre 1984.

CONSEJO EDITORIAL

Ing. Agr. J. Rodolfo Albizúrez P.

Ing. Agr. José Miguel Leiva

Ing. Agr. Manuel Martínez

Ing. Agr. Edil Rodríguez

La Revista Tikalia es el órgano oficial de divulgación de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Su propósito es contribuir al desarrollo de las Ciencias Agrícolas, mediante la publicación de artículos científicos y técnicos que reflejan los resultados de las investigaciones que realizan profesores y estudiantes de la Facultad; así como la publicación de artículos teóricos elaborados por científicos de otras universidades e instituciones de investigación agrícola, que se adecúen a las necesidades del desarrollo académico de la Facultad.

Los autores son responsables del contenido de sus artículos.

FACULTAD DE AGRONOMIA DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

JUNTA DIRECTIVA

Ing. César Castañeda Salguero

Ing. Rodolfo Albizúrez Palma
Secretario

Ing. Oscar R. Leiva Ruano
Vocal I

Ing. Gustavo A. Méndez Gómez
Vocal II

Ing. Rolando Lara Alecio
Vocal III

Prof. Heber Arana Quiñónez
Vocal IV

Prof. Leonel Arturo Gómez
Vocal V

INDICE

	Pág.
La otra cara de las malezas <i>César A. Azurdia Pérez</i>	5
Evaluación agronómica del sistema caña de azúcar (<u>Saccharum officinarum L.</u>) asociado con leguminosas de grano, frijol común (<u>Phaseolus vulgaris L.</u>) Caupi (<u>Vigna unguiculata Walp.</u>) y soya (<u>Glycine max L.</u>) <i>Same Ivan Maldonado Muñoz</i> <i>Edgar A. Martínez Tambito</i>	24
Caracterización de los recursos suelo, agua y vegetación de la cuenca del río Achiguate. <i>Salvador Castillo, Heber Rodríguez,</i> <i>César Azurdía, José Miguel Leiva,</i> <i>Victor Cabrera, Hugo Tobias,</i> <i>Luis Castañeda, Gilberto Alvarado,</i> <i>Sergio Flores, Isaac Herrera,</i> <i>Roberto Quiroa</i>	36
Rendimiento y contenido de proteína en hierba mora (<u>Solanum sp.</u>) a diferentes etapas de desarrollo y números de cortes por etapa. <i>Anibal B. Martínez</i> <i>Fulgencio J. Delgado G.</i>	78
Estudio preliminar del efecto de la radiación Gamma de Cobalto-60 sobre la conservación de tubérculos de papa (<u>Solanum tuberosum L.</u>) para consumo durante el período de almacenamiento. <i>Ing. Agr. Romeo Montepeque Roldán,</i> <i>Ing. Agr. José Luis Rueda Calvet,</i> <i>Ing. Agr. Alvaro G. Hernández D.</i>	84
Incremento del contenido de proteína en el frijol común (<u>Phaseolus vulgaris L.</u>) mediante irradiación de la semilla con Cobalto-60 <i>Ing. Agr. Raúl Morales Silva</i>	93
Estudio preliminar de la eutroficación y su influencia en la sucesión ecológica acuática de la Laguna El Pino, Barberena, Santa Rosa. <i>César O. Rivera M.</i> <i>Juan González M.</i>	105
Investigaciones sobre frecuencias de riego y evapotranspiración. Período 1983 - 1984 <i>Ing. Agr. M.S. Jorge Sandoval</i> <i>Ing. Agr. M.C. César Cisneros</i>	123
COMENTARIOS DE EVENTOS	134
NOTAS TECNICAS	140
BIBLIOGRAFIA RECIENTEMENTE RECIBIDA EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA	145

LA OTRA CARA DE LAS MALEZAS

Por. César A. Azurdia Pérez()*

I. INTRODUCCION

El término maleza es conocido ampliamente en el medio agronómico y está asociado con los varios factores indeseables que afectan a las plantas cultivadas, tales como plagas y enfermedades. Sin embargo, un análisis sereno y sin tomar partido, nos puede llevar a establecer un juicio más justo sobre las mismas.

Si se estudia a las malezas en su relación con el hombre del agro guatemalteco, encontraremos las dos caras de las malezas: Su aspecto negativo representado por su capacidad de competencia para con aquellos cultivos de alto rédito, entiéndase cultivos de exportación principalmente, y el aspecto utilitario que poseen muchas de ellas para aquellas comunidades humanas caracterizadas por desarrollar una agricultura tradicional.

Con respecto al aspecto anterior, los estudios realizados en diversas regiones agrícolas del país y a diversos niveles de profundización sobre la naturaleza de la economía agrícola que prevalece en las numerosas comunidades bajo condiciones limitantes de producción, indican que las poblaciones campesinas poseen un amplio conocimiento biológico de las plantas que forman parte de su medio ecológico. Dichos conocimientos han conducido a la selección de numerosas especies para su utilización en la alimentación humana, en la alimentación de los animales domesticados y aún en el control de plagas de las especies cultivadas. Con estos antecedentes, el presente trabajo tiene como objetivo revisar brevemente la naturaleza de las malezas y además resaltar el aspecto utilitario que tienen.

(*) Ing. Agr., MSC, especialista en Botánica, Profesor de la Facultad de Agronomía, USAC.

II. CONCEPTO DE MALEZA:

Bunting (1960), analizando el concepto "especie en lugar equivocado" dado por varios autores, dice que la palabra "equivocado" implica una opinión humana, desde el momento en que correcto y equivocado son conceptos humanos que no tienen lugar en la naturaleza. Finalmente define malezas en términos ecológicos como "pionera de sucesión secundaria".

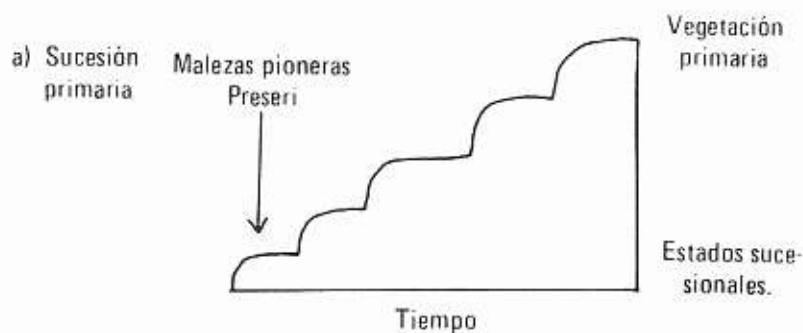
Harlan y De Wet (1963), hacen un análisis del significado de la palabra maleza, mencionando que en el diccionario inglés de Oxford se da la siguiente definición: "Maleza es una planta herbácea sin valor para uso o belleza, desarrollándose en forma silvestre, exuberante y obstaculizando el desarrollo de la vegetación superior". En las décadas recientes, la palabra maleza ha tomado implicaciones nuevas, que en creencia de dichos autores, no han sido discutidas adecuadamente. Mencionan tres grupos de autores que tratan de definir malezas: a) los que discuten el término en el sentido de malas hierbas (Blatchley, 1912; Robbins, 1942; Wodehouse, 1963), b) los que consideran que no han sido bien estudiadas y creen que tienen alguna utilidad (Emerson, 1912; Cocanover, 1950; King, 1951) y c) los que las definen con inclinaciones ecológicas (Dayton, 1950, Pritchard, 1960).

La preocupación de encontrar una definición adecuada para las malezas está implícita en las palabras de Holzner (1978): "Las malezas son plantas difíciles de definir ya que no existen límites severos"; luego las define como plantas adaptadas a habitats hechos por el hombre e interfiriendo con las actividades humanas.

Finalmente, Azurdia (1981), utilizando un enfoque ecológico, ubica y nombra a las malezas dependiendo del tipo de sucesión ecológica en las que se presenten. Así, en la figura 1, se plantea que dependiendo del tipo de sucesión y del papel que juegue el hombre, las comunidades de malezas recibirán diferentes nombres. En sucesiones primarias y secundarias en las que el hombre no provoca un disturbio continuo serán pioneras "preserie" y pioneras "subserie" respectivamente; en sucesiones secundarias con perturbación continua para fines agrícolas, serán arvenses, y con la finalidad de establecer vías de comunicación en donde las comunidades de malezas estarán sometidas a pisoteo constante, serán ruderales.

La serie inicial que se da en sucesión secundaria provocada por disturbio con fines agrícolas puede ser semejante a la que se da en sucesión primaria sin

subsecuente desarrollo de agricultura; sin embargo, en estas dos últimas (a excepción de las áreas en que se desarrollan vías de comunicación) se sigue dando un conjunto de series vegetales ordenadas hasta alcanzar la formación de poblaciones climax. En sucesión secundaria provocada por disturbios humanos con fines agrícolas, la acción del hombre continúa manipulando el medio, motiva la migración, determina la densidad de agregación, fomenta la écesis y controla el grado de competencia. La estabilización nunca se alcanza ya que las reacciones de la vegetación son modificadas por la labranza y son evitados los invasores.



Area desnuda sin antecedentes de Vegetación

b) Sucesión secundaria



Fig. 1. Ubicación de las malezas de acuerdo al tipo de sucesión ecológica.

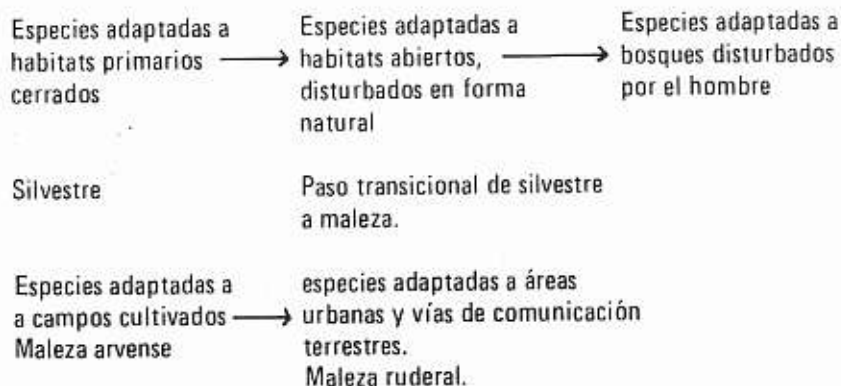
III. RELACION ENTRE PLANTAS SILVESTRES Y MALEZAS:

Según Anderson (1956) y Harlan y De Wet (1963), las malezas han evolucionado en habitats hechos por el hombre en tres formas:

- A partir de especies colonizadoras silvestres, a lo largo de selección hacia habitats perturbados.
- Como derivado de la hibridación entre especies silvestres y razas cultivadas de especies domesticadas.
- A partir de plantas domesticadas que evolucionaron hacia malezas por haber perdido el contacto directo con el hombre.

Sin embargo, se considera que la mayoría de malezas evolucionaron directamente a partir de colonizadoras silvestres que invadieron el habitat hecho por el hombre. La secuencia seguida en dicho proceso se plantea de la siguiente forma:

Intensidad del incremento del disturbio humano



Obviamente, debe darse un cambio drástico en la fisiología de los nuevos individuos ahora convertidos en malezas. Desde el punto de vista ecológico podríamos decir que las especies silvestres caracterizadas por tener estrategia reproductiva tipo K, tienen que adquirir un tipo r, propio de malezas.

Baker (1972), plantea que el estudio comparativo entre especies silvestres y malezas pertenecientes al mismo género nos puede arrojar luz para establecer el posible origen de las malezas. Lo ejemplifica con dos especies del género Ageratum.

<i>Maleza</i>	<i>Silvestre</i>
<u>Ageratum conizoides</u>	<u>Ageratum microcarpum</u>
Desarrollo genotípico plástico	No muy plástico
Anual (ciclo de vida menor a dos meses)	Perenne
Florece después de corto período vegetativo (6 semanas después de germinar)	Florece después de un largo período vegetativo (al segundo año de desarrollo)
Florece con temperaturas nocturnas altas o bajas.	Florece sólo con temperaturas nocturnas altas.
Autopolinizada	Polinización cruzada
Economía de polen	Abundante producción de polen
Tolerante a sequías o a áreas inundadas.	Mesofítica
n = 20	n = 10

IV. RELACION ENTRE MALEZAS Y PLANTAS CULTIVADAS

En la actualidad hay dos grupos de malezas: Las que no guardan ninguna relación filogenética con las plantas cultivadas y las que guardan estrecha relación con éstas.

Con respecto a las segundas, Higgs y Jarman (1969, 1972), citados por Baker (1972), opinan que las malezas constituyen el puente que une a una planta silvestre con una cultivada. Las silvestres se convirtieron gradualmente a especies domesticadas pasando por una serie continua de etapas, en graduación de su intimidad con el hombre.

Sauer (1952) y Anderson (1952), aunan más información al respecto anotando que muchas plantas cultivadas se han originado a partir de malezas, mediante el siguiente seguimiento: 1) área perturbada por el hombre, 2) las

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 las malezas ahora convertidas en cultivo.

Está claro que las malezas al pasar por la serie de etapas mencionadas, sufren modificaciones tanto anatómicas y morfológicas como fisiológicas, que las hacen convertirse al final de cuentas en una población con características en parte requeridas por el hombre, tal como mayor producción de grano, producción más alta de forraje, incremento en el contenido de determinados principios químicos, etc. El mejor ejemplo del tipo de cambios que sufren las malezas al convertirse en plantas cultivadas, es mostrado por De Wett y Harlan (1975), al describir los cambios fenotípicos asociados con la domesticación de los cereales.

Fuerza selectiva	Adaptación	Cambios fenotípicos
Siembra	Incremento en el vigor, disminución de la dormancia de las semillas	Granos grandes; al madurar, los granos quedan libres de partes florales. Las poblaciones maduran uniformemente.
Cosecha	Eliminación de los mecanismos de dispersión natural. Maduración uniforme de las semillas Incremento en la producción de semillas	Ausencia de zona de abscisión en las espiguillas y flósculos. Reducción en el número de ramas del tallo, en el número de tallos y de inflorescencias. Inflorescencias más grandes, restauración de la fertilidad en flósculos y espiguillas estériles.

Otro aspecto importante de anotar es el hecho que algunas malezas por medio de la evolución divergente dan origen a una planta cultivada y a otra maleza con rasgos muy parecidos al de la planta cultivada. Es así como actualmente muchos de nuestros cultivos tienen su equivalente en forma de maleza, como en papa, pepino, zanahorias, frijoles, tomates, maíces y muchas otras más. Generalmente las formas de maleza no son más primitivas que el cultivo y frecuentemente muestran un grado de especialización morfológica, citológica y ecológica que las imposibilita para ser progenitores de los cultivos con los que están relacionadas.

La secuencia parece ser, de planta silvestre adaptada a habitat disturbado en forma natural, a un complejo cultivado-maleza. La bifurción en una planta cultivada, y su acompañante en forma de maleza, pudo haberse dado considerablemente más tarde que la cultivada. Algún grado de infiltración genética entre el cultivo y la forma de maleza parece ser característico de muchos complejos cultivado-maleza. En cada caso las malezas han jugado importantes papeles como reservorio de germoplasma en la evolución de los cultivos, Harlan y De Wet (1963).

V. AGRICULTURA TRADICIONAL Y AGRICULTURA TECTIFICADA:

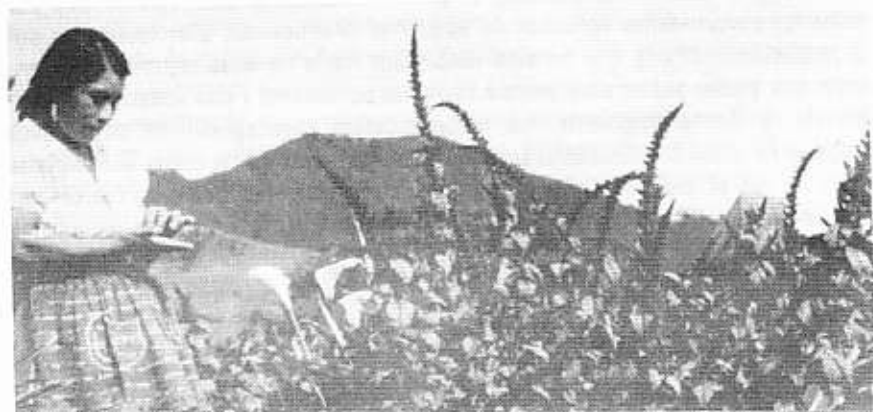
Hernández X. (1980), establece las características de cada uno de estos subsistemas. Anota que se denomina agricultura tradicional al uso de los recursos naturales basado en: a) Una prolongada experiencia empírica que ha conducido a configurar los actuales procesos de producción y las prácticas de manejo utilizadas; b) Un íntimo conocimiento físico-biótico del medio por parte de los productores; c) La utilización apoyada por una educación no formal para la transmisión de los conocimientos y de las habilidades requeridas; y, d) Un acervo cultural de las mentes de la población agrícola. Por otro lado, la producción agrícola para el logro de mayor producción y productividad, se basa en la aplicación del método científico, el cual ha enfatizado en la tecnología como la forma de resolver el problema de mayor producción. Dicha tecnología enfoca su atención a la inyección de energía; a la mecanización; a la utilización de productos industriales; al uso de genotipos más eficientes; al establecimiento de monocultivos; a esquemas autoritarios de organización del trabajo; a la formación de recursos humanos altamente especializados en el campo tecnológico; a sistemas de mercadeo abundantes, fluidos y eficientes; y al establecimiento de mecanismos de investigación.

Para el caso de Guatemala, el primer subsistema está desarrollado por todas las comunidades agrícolas de pequeños productores, principalmente por la población indígena que ha sido desplazada hacia aquellas regiones caracterizadas por poseer suelos muy secos o con altas pendientes y con vocación forestal estricta, y por consiguiente, no recomendables para agricultura de cultivos limpios. El segundo subsistema se ubica principalmente en las zonas latifundistas ubicadas en el pie de monte y franja costera, caracterizada por suelos con pendientes suaves y sumamente ricos en nutrientes, acarreados éstos de la parte alta.

Es así como el agricultor que desarrolla agricultura tradicional "sobrevive" echando mano a todos aquellos escasos recursos naturales que están a su disposición. Por lo tanto, podríamos decir que la presión sobre los recursos hace que el agricultor trate de hacer un uso óptimo de los mismos, para lo cual cuenta con una historia cultural que le permite conocer ampliamente su medio ecológico. Entonces, estos agricultores no se pueden dar el lujo de considerar a las tales malezas como especies fuera de lugar, sino que a pesar de reconocerlas como competitivas en la parte inicial del o de los cultivos principales, las utilizan ampliamente en diferentes renglones antropocéntricos, para lo cual desarrollan limpiezas durante el "período crítico" para que después de éste, crezcan libremente y puedan ser utilizadas; de no ser así, desarrollan deshierbos selectivos, dejando crecer a la par de los cultivos aquellas "malezas" que tienen para ellos mayor valor, tal como las dedicadas a la alimentación humana y animal o para uso medicinal.

En la agricultura tecnificada la mira está puesta en alcanzar la máxima producción por una especie cultivada, y para lograrlo es necesario eliminar todas aquellas especies que no tienen nada que hacer en el área de cultivo, es decir, aquellas que están "fuera de lugar". Por esta razón, en grandes áreas del país dedicadas a agricultura tecnificada han desaparecido especies vegetales con utilidad potencial para el hombre. Por suerte algunos campesinos propios de la región o emigrantes de la zona alta, cultivan estas malezas útiles en sus pequeños huertos familiares, mientras que dentro de las grandes fincas cafetaleras, algodoneras, cañeras o ganaderas, únicamente se encuentran chipilines (*Crotalaria* Spp), hierba mora (*Solanum* Spp), bledos (*Amaranthus* Spp), entre las de importancia alimenticia, y otras medicinales en los alrededores de las humildes casas de los trabajadores de las mismas.

Bledo, (*Amaranthus* sp.) creciendo en forma espontánea en los alrededores de las casas.



VI. ASPECTOS UTILITARIOS DE LAS MALEZAS:

Estudios realizados en Guatemala muestran que los agricultores tradicionales hacen uso intenso y variado de las malezas (Jerónimo, 1977; Azurdia, 1978; Martínez, 1978; Ramos, 1982); de igual manera, investigaciones similares desarrolladas en el extranjero coinciden con los trabajos mencionados (Wilken, 1970; Vargas y Hernández, 1976; Azurdia, 1981). Es así como podemos dar por sentado que las malezas, desde el punto de vista de la agricultura tradicional, tienen un alto valor antropocéntrico. A continuación mencionaremos algunos ejemplos:

A. Como satisfactores de necesidades primarias del hombre:

Azurdia, 1984, anota que las necesidades primarias del hombre son aquellas que plantean los aspectos hambre y frío-calor, denominándose como necesidades secundarias las restantes, tales como requerimiento de estimulantes, medicina, ornamentación, diversión, etc.

A.1 Alimentación humana:

La mayoría de malezas utilizadas en este renglón son aportadoras principalmente de vitaminas y minerales, sustituyendo a las denominadas hortalizas o verduras. Ejemplos comunes en nuestro medio son el mácare (*Galinsoga urticaefolia* (HBK) Benth, la aceitilla (*Bidens pilosa* L.), lechugilla de conejo (*Sonchus oleraceus* L.), chipilín (*Crotalaria* Spp), hierba mora, quilete o macuy (*Solanum* Spp), pichojo (*Tinantia erecta* (Jacquin) Schelcht), diente de león (*Taraxacum officinale* Weber), verdolaga (*Portulaca oleracea* L.), colinabo (*Brassica campestris* L.), apazote (*Chenopodium ambrosoides* L.), malvilla (*Anoda acerifolia* (Zuccagni) DC.), etc.

A.2 Alimentación de animales domesticados:

En las áreas rurales de Guatemala, principalmente en la región occidental, las fuentes alimenticias más importantes de los diferentes tipos de ganado existentes son: La planta de maíz, tanto en estado verde como seco (tasol) y las malezas arvenses que conviven con el maíz cultivado, así como las malezas ruderales que habitan a lo largo de las vías de comunicación, como caminos, veredas, línea de ferrocarriles y hasta en las mismas calles de poblaciones. Es típico ver como una persona (el pastor) conduce el ganado a lo largo de los caminos rurales, el cual va mordisqueando todas las malezas que encuentra a su paso; además, en el viaje de regreso a casa, esta

persona trae sobre el caballo y sobre su espalda los tercios de sacate para la alimentación del ganado durante la noche. Este tercio de sacate va a estar constituido por diversas especies de malezas arvenses colectadas en la parcela de maíz y frijol. Si revisáramos esta mezcla de malezas en el valle de Chimaltenango, por ejemplo, tendríamos en él, por lo menos, las siguientes especies: De hoja ancha: *Simsia ampleuxicale* (Cav.) Blake (acagual); *Tithonia tubaeformis* (Jacq) Cass., *T. rotundifolia* (Mill.) Blake (sun, girasol de monte); *Melampodium divaricatum* DC., *M. perfoliatum* (Cav.) HBK, *Melampodium sericeum* Lag. (flor amarilla); *Bidens pilosa* L. (aceitilla); *Galinsoga urticaefolia* (HBK) Benth (mácare); *Lopezia racemosa* Cav.; *Cuphea micrantha* HBK; *Raphanus raphanistrum* L.; gramíneas como: *Cynodon dactylon* (L.) pers. (grama); *Paspalum candidum* Kunth (coloquín); *Eragrostis mexicana* (lag.) Link. (pajilla); *Setaria geniculata* Beauv; *Melinis minutiflora* Beauv (pasto miel).

A.3 Materiales de construcción:

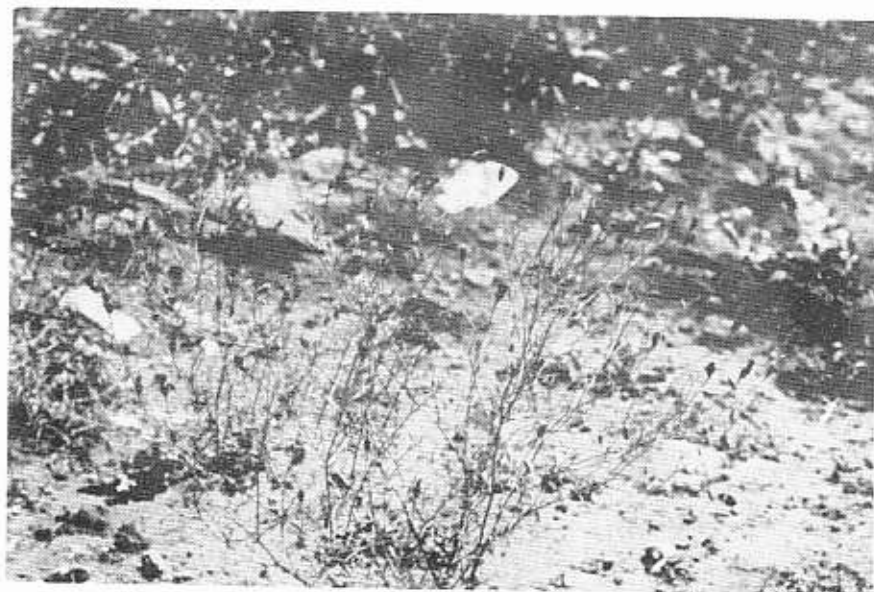
Algunas pocas malezas son utilizadas para la elaboración de viviendas temporales, tal como lo son los ranchos del occidente del país, en donde la paja (*Stipa ichu* (Ruiz & Pavon) Kinth) es empleada para formar los techos. Otro ejemplo es dado por aquellas gramíneas, como el pasto ilusión (*Rhynchelytrum repens* (Willd.) Hubbard) que en estado seco es empleado como material de agregación en la fabricación de adobes.

B. Satisfactores de necesidades secundarias:

B.1 Como especias:

En algunas regiones cálidas de Guatemala se utiliza el llamado alcapa (*Eryngium foetidum* L.), usado como sustituto del culantro, ya que posee un aroma delicado. Se observa frecuentemente como maleza ruderal en muchas zonas de El Petén, principalmente a la altura de las ruinas de El Ceibal en el Municipio de Sayaxché; en la Costa Sur, en Jutiapa, y en Alta Verapaz: Cobán y Tactic. El muy conocido apazote (*Chenopodium ambrosoides* L.) no podía dejar de mencionarse, ya que es un aromatizante empleado comunmente adicionado a los frijoles; un tercer ejemplo lo representa la especie *Porophyllum punctatum* (Mill.) Blake, compuesta aromática de uso potencial, ampliamente distribuida en la región centro-oeste de El Petén, principalmente a la altura de las Cruces, en el Municipio de la Liber-

tad. Esta especie, al igual que su congénere, *P. tagetoides* (HBK) DC., es de amplia utilización en las comunidades rurales del estado de México, Puebla y Oaxaca, en la república mexicana, en donde se destina para acompañar las barbacoas.



Porophyllum tagetoides, "maleza" cultivada en los Valles Centrales de Oaxaca, México.

B.2 Ritual:

La cosmovisión propia del agricultor de occidente que practica tecnología tradicional, hace que éste interprete los fenómenos que observa desde dos ámbitos: El natural y el sobrenatural. El segundo conduce al campo religioso, mismo que le impone obediencia y seguimiento de principios establecidos por seres superiores. Una forma de manifestar esta creencia hacia el ser superior, es la elaboración de altares frente a cuadros o imágenes de dicho ser. La mejor ofrenda ofrecida está constituida por ramos de flores provenientes de especies silvestres y malezas que llenan el requisito de tener flores o

inflorescencias vistosas y aromáticas. Ejemplos importantes son las compuestas: *Stevia* Spp., *Eupatorium* Spp., *Montanoa hibiscifolia* (Benth.) Sch. Bip. ex C. Koch., *Vernonia* Spp., *Pluchea adorata* (L.) Cass., *Senecio salignus* DC, etc. Otro acto ritual común, es el adorno con flores de las tumbas de los familiares en el día de los difuntos; otra vez, aparecen las compuestas como *Dyssodia decipiens* (Bartling) M.C. Johnston y *Tagetes erecta* L., bien llamadas "flor de muerto".

B.3 Medicinal:

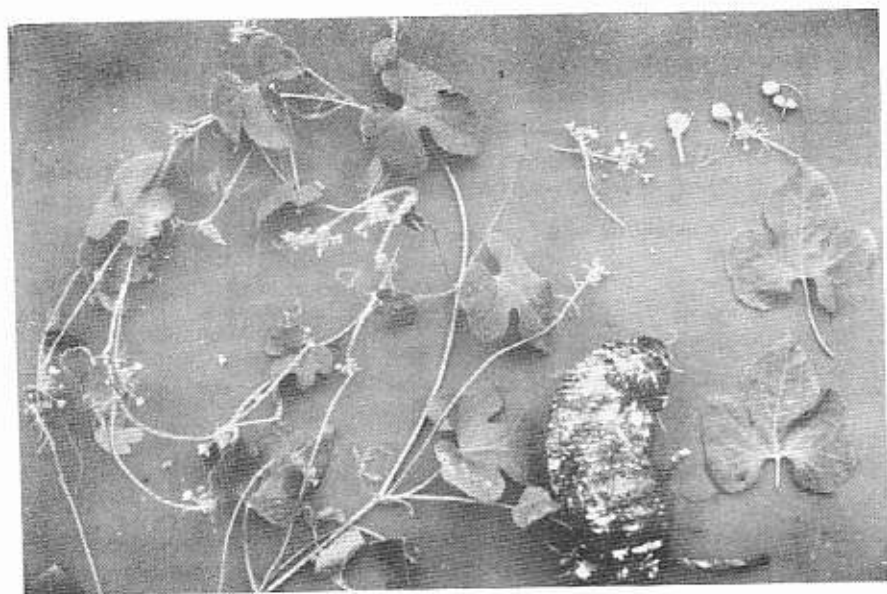
En nuestro medio se hace uso medicinal de una gran gama de plantas, no quedando fuera de éste un número considerable de malezas. Sin embargo, es de esperarse que en la actualidad exista cierto grado de aculturización por efectos externos tales como, desarrollo de carreteras, correo, radio, y en menor grado la televisión. A pesar de todo, la medicina herbolaria juega un papel trascendental; mencionaremos tan sólo unos pocos ejemplos:

ESPECIE	NOMBRE COMUN	PARTE USADA	ENFERMEDAD
<i>Tagetes lucida</i> Cav.	Pericón	Aérea	Dolor de estómago (gastralgia).
<i>Sphilanthes americana</i> (Muthis) Hieron		raices	Dolor de muelas (odontalgia)
<i>Petiveria alliacea</i> L.	Zorrillo	hojas	Catarro
<i>Lepidium virginicum</i> L.	Alpiste	hojas	Catarro
<i>Malva parviflora</i> L.	Malva	hojas	Diurético, gastralgia
<i>Pilea</i> Sp.		aérea	Diurético
<i>Gnaphallium americanum</i> Mill.	Gordolobo	hojas	hermostático en caso de heridas.
<i>Plantago major</i> L.	Lantén	hojas	desinflamante, diurético.
<i>Argemone mexicana</i> L.	Chicalote	Savia	funciona como colirio.

<u>Rumex crispus</u> L.	Lengua de vaca	aérea	astringente, laxante y anti-escorbútico.
<u>Capsella bursa-pastoris</u> (L.) Moench.	Bolsa de pastor.	aérea	astringente, desinflamante, y para desinteria.
<u>Cuscuta</u> Sp.	Cabello de angel	toda la planta	erupciones de la piel.
<u>Tagetes erecta</u> L.	Flor de muerto	aérea	regulador de menstruación, antihelmíntico.
<u>Chenopodium ambrosioides</u> L.	Apazote	aérea	narçótico, antihelmíntico.
<u>Asclepias glaucescens</u> HBK		savia	desinfectante, gastralgia.
<u>Cleome viscosa</u> L.	Arevalista	flores	baño después del parto.
<u>Coutarea hexandra</u> (Jacq.) Schum.	Quina	hojas	fiebres.
<u>Momordica charantia</u> L.	Sorosi	hojas	paludismo

B.4 Aspectos varios:

Aquí incluimos aspectos que muchas veces pasamos desapercibidos, olvidando que cubren algunos tipos de necesidades secundarias. Por ejemplo, las flores de Calceolaria mexicana Benth., son usadas por los niños como medio de diversión; como fuente de fibra es utilizada Sida acuta Burm. (escobillo); fuente de agua, los tallos de Oxalis Spp. y principalmente Dhalia imperiales Roetzl ex ortgies; para control de insectos de maleza ruderal Croton ciliato-glanduliferus Ortega; como cobertura y fijadora de nitrógeno atmosférico al suelo, Lipinus Sp.; como estimulante, Datura stramonium L. (Vuélvete loco); ornamental, Commelina Spp., Sedum Spp.; alimentación de aves, semillas de Lepidium virginicum L. y de Argemone mexicana L.; fuente de tinte, Plumbago Sp.; sustituto de jabón, Phytolacca Spp. y Microsechium Sp.; afrodisiaco, Turnera Spp.; ornamental, Amoreuxia palmatifida Mociño & Sessé ex DC., etc.



Microsechium sp., maleza ampliamente utilizada para lavar lana en el altiplano occidental de Guatemala.

- C. Como reservorio genético de las plantas cultivadas:
 Las especies cultivadas a través del largo y lento proceso de evolución bajo domesticación, van adquiriendo nuevos caracteres buscados y deseados por el hombre, los cuales van a variar dependiendo del móvil de selección. Así, en algunas especies se requerirá mayor tamaño del grano, mayor contenido de proteínas; en otras mayor producción de materia verde, etc. Por su parte, las especies silvestres y malezas mantendrán su rusticidad, misma que le permitirá enfrentarse de mejor manera a las adversidades del medio, representadas por las plagas, enfermedades, sequías, competencia interespecífica e intraespecífica, etc. Este comportamiento nos plantea dos hechos importantes, a saber: primero, con las especies domesticadas estamos ganando en ciertos aspectos en detrimento de otros como lo es la debilidad ante los factores ambientales adversos; y segundo, las malezas son capaces de enfrentarse a muchos factores ambientales adversos, pero carecen de muchos caracteres antropogénicamente útiles.

Al revisar los centros de origen de las plantas cultivadas, nos encontramos ante una serie de plantas ligadas a las mismas, ya sean éstas en estado silvestre y/o malezas, las cuales en la mayoría de casos son capaces de desarrollar intercambio genético con la planta cultivada asociada. Por esta razón, los centros de mejoramiento de plantas cultivadas prestan especial atención a estas especies ligadas, teniéndolas en cierta forma como un reservorio genético útil en fitomejoramiento.

Anotemos algunos casos: Rick, 1978, menciona que el tomate es un ejemplo clásico de una planta cultivada que se ha mejorado considerablemente por hibridación con cultivares primitivos y especies silvestres emparentadas. En los últimos 40 años esos cruzamientos han transferido los genes de muchos rasgos útiles, como la resistencia a la fusariosis, al *Verticillium* y a los nemátodos. Actualmente se trata de transferir a los cultivares mejorados alto contenido de sólidos solubles en el fruto y resistencia a otras enfermedades. Para Guatemala la especie ligada al tomate cultivado es su variedad botánica *Lycopersicon esculentum* var. *cerasiforme* (Dunal) A. Gray (tomatillo), la cual crece como maleza arvense en cultivos de maíz del oriente de Guatemala y como ruderal en otras regiones cálidas del país.

Otro ejemplo clásico para nuestro país, está dado por las especies cultivadas del género *Cucurbita*, ligadas a la especie ruderal y arvense *C. lundelliana* Bailey (ayote de caballo) que crece en los parcelamientos de la costa sur y en el noroeste de El Petén. Dicha especie tiene alta compatibilidad con

Ayote de caballo (*Cucurbita lundelliana*), especie ruderal con amplias perspectivas en fitomejoramiento.



todas las especies cultivadas del mismo género, y además posee la característica genética de ser resistente al mildiu, enfermedad frecuente y devastadora en las especies cultivadas.

D. Fuentes de nuevos cultivos:

Ya se mencionó anteriormente que una fuente de origen de plantas cultivadas son las malezas. Estas se convierten en plantas cultivadas conforme el hombre va apreciando más y más la potencialidad de las mismas. El camino que se recorre para lograr convertirse a planta cultivada parece ser el siguiente: 1) una vez requerida dentro de una comunidad humana, se puede obtener a partir de áreas no cultivadas, o bien de éstas pero una vez pasado el período crítico de competencia, 2) se le deja convivir con el cultivo principal y se le mantiene mediante el desarrollo de deshierbos diferenciales, dejándose al final algunas plantas sin cosechar destinadas para la producción de semillas, asegurándose de esta forma su presencia en el siguiente ciclo de cultivo; en casos extremos se colecta semilla de otra área y se siembra junto con el cultivo principal, 3) cuando la demanda es alta y las formas anteriores no logran satisfacerla, se desarrolla el monocultivo, es decir, se convierte en una planta cultivada.

Para nuestro país existen ejemplos ilustrativos de malezas con importancia en la alimentación humana principalmente.

El miltomate (*Physalis* Spp), es un buen ejemplo, frecuente en todos los mercados de la República; su procedencia es de dos fuentes: a partir del cultivo del maíz y frijol en el que crece como maleza tolerada, o bien a partir de áreas en donde se siembra como monocultivo. Zonas importantes de producción de miltomate son: Bárcena, Villa Nueva; Sumpango, Sacatepéquez; la región comprendida entre San Lucas Tolimán y Tecpán. Otras especies que merecen mención son el chipilín (*Crotalaria longirostrata*, Hook & Arm., *C. pumila* Ort. y *C. vitellina* Ker.), hierbamora, macuy o quilete (*Solanum americanum* Miller, *S. nigrescens* Mart & Gall y *S. nigricans* Mart and Gall) y el bledo (*Amaranthus caudatus* L., *A. hybridus* L.), especies que han alcanzado la importancia del miltomate, a tal grado, que existen comunidades indígenas en el altiplano central que se dedican exclusivamente al cultivo de estas malezas; en el caso de bledo y macuy nos referimos a la aldea Cruz Blanca, en San Juan Sacatepéquez. Finalmente, también podemos mencionar aquí especies de Cucurbitaceae como *Cinoscyos*, *Cucumis anguria* L., *Cyclanthera*, *Melothria*, *Microsechium*, *Momordica*, *Rytidostylis* y *Tecunuma-*

nia, plantas entre las cuales es posible encontrar nuevos cultivares para el futuro.

VII. CONCLUSIONES

1. En la agricultura tecnificada las malezas son especies indeseables por el papel que juegan como competidoras con la especie cultivada.
2. Para el agricultor a nivel de economía campesina, las malezas forman, la mayoría de ellas, parte de su producción vegetal; reconoce la capacidad de competencia de las malezas en períodos críticos de los cultivos, época en que las combate totalmente o en forma diferencial, llegando hasta cultivarlas cuando la demanda así lo requiere.
3. Las malezas son una fuente potencial de nuevas plantas cultivadas, así como un reservorio genético de estas mismas, aspecto éste importante en fitomejoramiento.
4. La agricultura moderna está basada en la acumulación de conocimientos y prácticas de la agricultura tradicional en lo referente a métodos de cultivo y a variedades o especies cultivadas.

VIII. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Anderson, E. 1952. *Plants, man and life*. Little Brown & Co. Boston. 245 pp.
2. Anderson, E. 1956. *Man as a maker of new plants and new plant communities*, in: Thomas, W. L. (ed.). *Man's role in changing the face of the earth*. Vol. 2. pp. 763-777.
3. Azurdía P., C. 1978. *Estudio Taxonómico y ecológico de las malezas en la región del altiplano de Guatemala*. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 76 pp. (Tesis Ing. Agr.).
4. ————. 1981. *Estudio de las Malezas en Valles centrales de Oaxaca*, tesis Mag. Sc. Chapingo, México, Colegio de Postgraduados. 242 pp.

5. -----, 1984. Enfoque antropocéntricos relación hombre planta, *Agronomía* 2: 16-20.
6. Baker, H.G. and G. L. Stebbins, Eds. 1965. *The genetics of colonizing Species*. New York: Academic. 588 pp.
7. Baker, H. G. 1972. Human influences on plant evolution. *Econ. Bot.* 26: 32-43.
8. Bunting, A.H. 1960. Some reflections on the ecology of Weeds. In: Harper, J. L. (ed.). *The biology of weeds* Oxford: Blackwell's. 256 pp.
9. De Wet, J.M.J. and J.R. Harlan. 1975. Weeds and domesticates: *Econ. Bot.* 29:99-107.
10. Harlan, J. R. and J.M.J. De Wet. 1963. Some thoughts about weeds, *Econ. Bot.* 19:16-24.
11. Hernández, X., E. 1980. *Agricultura Tradicional y desarrollo*. 8 pp. (Inédito).
12. Holzner, W. 1978. Weed species and weed communities. In: Vander, E. and M. JA. Werger (eds.) *Plant Species and plant communities*, Klumer, Boston. 119 - 126 pp.
13. Jerónimo M.F. 1977. Estudio taxonómico y ecológico de las malezas en la región del Oriente de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 57 pp. (Tesis Ing. Agr.).
14. Martínez O., M. 1978. Estudio taxonómico y ecológico de las malezas en la región de la Costa Sur de Guatemala. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 64 pp. (Tesis Ing. Agro.).
15. Ramos, J. 1982. Estudio ecológico de las malezas en el cultivo del café en el Municipio de San Rafael Pie de la Cuesta. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 153. pp. (Tesis Ing. Agr.).

16. Rick, Ch. M. 1978. Fuentes de germoplasma, fundación de fitomejoramiento. Conservación de las especies de tomate, agricultura de las Américas. Noviembre; 17-19.
17. Sauer, C.O. 1952. Agricultural origins and dispersals. Amer. Geographical Soc. New York. 110 pp.
18. Cargas, A. y E. Hernández X. 1976. Productividad primaria en agroecosistemas con tecnología tradicional en Zacapoaxtla, Puebla. En: Avances en la enseñanza y en la investigación, Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
19. Wilken, G.C. 1970. The ecology of gathering in a mexican farming regions. Econ. Bot. 24:286-95.

EVALUACION AGRONOMICA DEL SISTEMA CAÑA DE
 AZUCAR (*Saccharum officinarum* L.) ASOCIADO
 CON LEGUMINOSAS DE GRANO, FRIJOL COMUN
 (*Phaseolus vulgaris* L.), CAUPI (*Vigna unguiculata*
 Walp.) y SOYA (*Glycine max* L.)^{*}

Same Ivan Maldonado Muñoz^{**}

Edgar A. Martínez Tambito^{***}

1. INTRODUCCION

La caña de azúcar es una de las especies con mayor capacidad de producción de materia orgánica, y un cultivo de importancia económica para la agricultura tropical de Guatemala por constituir un renglón generador de divisas.

El potencial de los cultivos asociados ha sido objeto de minuciosos estudios, considerándose como una alternativa entre el pequeño y mediano agricultor por sus beneficios sobre el control de plagas, malezas y enfermedades. Asimismo, se ha determinado que las asociaciones de cultivos disminuyen los riesgos respecto a los monocultivos y constituyen una fuente de ingreso extra para el agricultor.

* Resumen del trabajo presentado, previo a optar al grado de Licenciado en ciencias agrícolas. Facultad de Agronomía, USAC.

** Ingeniero Agrónomo. Facultad de Agronomía, USAC, autor.

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

Las asociaciones de caña de azúcar con cultivos anuales constituyen una alternativa económica para el mediano y pequeño cañicultor de Guatemala, especialmente en períodos cuando los precios del azúcar disminuyen significativamente como consecuencia de la demanda y la oferta del mercado internacional.

Actualmente se carece de programas de investigación de sistemas de producción de cultivos asociados con caña de azúcar, razón por la cual se diseñó la presente investigación que se encuentra enmarcada dentro del programa de investigación en Sistemas de Cultivos Asociados que actualmente está impulsando el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA) de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Los objetivos del trabajo fueron: evaluar el efecto competitivo de los cultivos anuales sobre el rendimiento de la caña de azúcar, y presentar los sistemas de cultivo asociados con caña de azúcar como una alternativa económica en términos de ingreso neto para el mediano y pequeño cañicultor de Guatemala.

2. METODOLOGIA

El experimento se realizó en el Centro de Investigación en Agricultura Tropical Bulbuxyá de la Facultad de Agronomía, situado en el municipio de San Miguel Panam, Suchitepéquez, a $14^{\circ} 39'$ Latitud Norte y $91^{\circ} 22'$ Longitud Este y una altitud de 325.m.s.n.m.

La temperatura y precipitación media anual promedio de 10 años de registro es 25°C y 4192 mm respectivamente.*

El suelo en donde se instaló el ensayo corresponde a la serie Cutzán, clasificado según la taxonomía de suelos de los Estados Unidos, como Lythic Ustropepts del orden Inceptisol (5).

Los tratamientos consistieron en nueve sistemas de cultivos, los cuales se dispusieron en un diseño de bloques al azar con 3 repeticiones (Cuadro 1).

* Estación meteorológica El Carmen, Santa Bárbara, Suchitepéquez.

Cuadro 1: Sistemas de cultivos evaluados.

Tratamiento	Sistema de cultivo
1	Caña de azúcar asociada con frijol suchitán.
2	Caña de azúcar asociada con frijol tamazulapa.
3	Frijol suchitán en monocultivo.
4	Caña de azúcar asociada con caupi black-eye.
5	Caña de azúcar asociada con caupi pink-eye.
6	Caupi black-eye en monocultivo.
7	Caña de azúcar asociada con soya júpiter.
8	Soya júpiter en monocultivo.
9	Caña de azúcar en monocultivo.

La variedad de caña de azúcar utilizada fue la CP 65-357 generada en Canal Point, USA, la cual fue sembrada en cadena simple a 1.80 m. entre surcos.

Las distancias de siembra en los cultivos anuales fueron los siguientes: (Fig. 1).

- a) Caupi: Las distancias dentro de surcos triples fue de 0.5 m., y entre surcos triples 0.8 m., colocando dos semillas por postura, espaciadas 0.5 m; cuando se asoció con caña de azúcar la distancia entre el surco de éste y el de caupi fue de 0.4 m.
- b) Frijol: Las distancias dentro de surcos dobles fue de 0.5 m., y entre surcos dobles fue de 1.3 m., colocando dos semillas por postura, espaciados a 0.5 m.; cuando el frijol se asoció con caña de azúcar la distancia entre el surco de éste y el de frijol fue de 0.65 m.
- c) Soya: Las distancias dentro de surcos dobles fue de 0.6 m., y entre surcos dobles fue de 1.2 m., colocando una semilla por postura, espaciada a 0.1 m.; cuando la soya se asoció con caña de azúcar, la distancia entre ésta y la soya fue de 0.6 m.

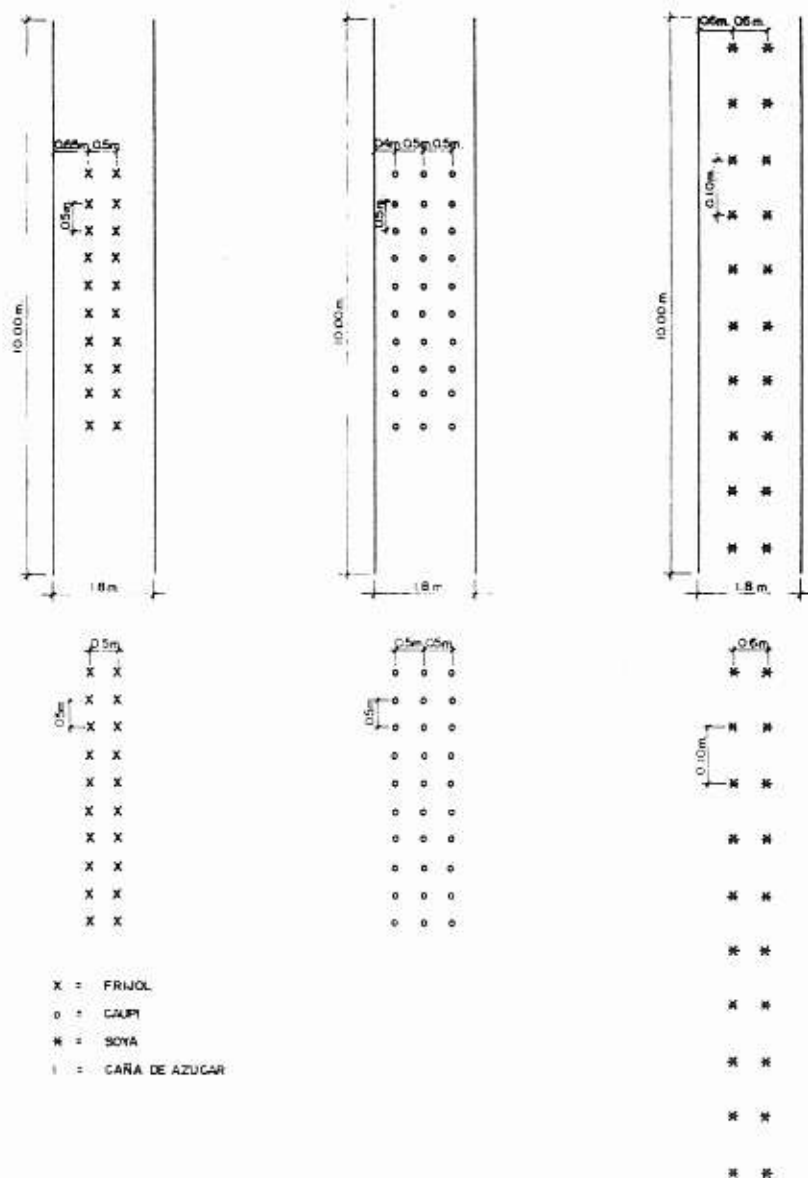


FIG. 1: Arreglos espaciales de los diferentes sistemas de cultivos. En el caso de caña de azúcar en monocultivo se elimina el cultivo anual.

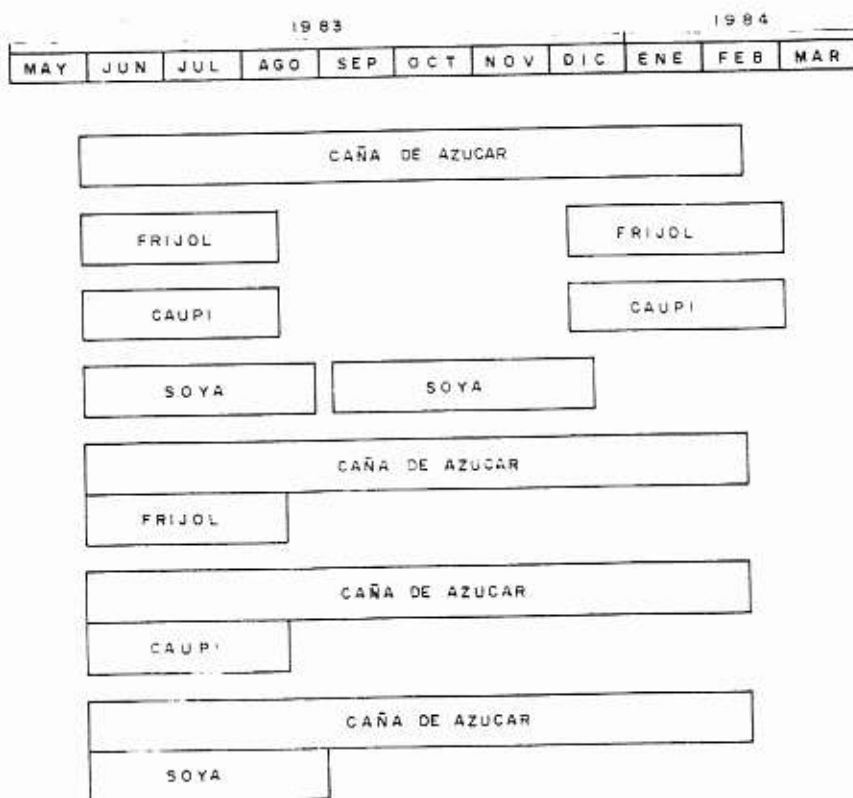


FIG. 2: Arreglos cronológicos de los diferentes sistemas de cultivos.

Los niveles de fertilización aplicados a todos los tratamientos fueron 100 - 80 - 100 kg de N, P₂O₅ y K₂O/ha respectivamente, aplicando 1/3 del N y todo el P₂O₅ y K₂O a los 8 días después de la siembra, y el resto de nitrógeno (2/3) se aplicó a los 30 días después de la siembra en banda lateral e incorporado al suelo. Asimismo, se aplicó Carbofuran (Furadan 5G) al momento de la siembra en dosis de 1.0 - 1.5 kg de ia/ha.

El tamaño de la unidad experimental fue de 80 m² y de la parcela útil de 33.6 m², tanto para la caña de azúcar como para los cultivos anuales.

El rendimiento de la caña, azúcar y granos de los cultivos anuales fueron evaluados. Se realizaron análisis de varianza y pruebas entre promedios (Tukey y Duncan) para la variable rendimiento.

Los índices económicos determinados fueron el ingreso neto (IN), e ingreso familiar en efectivo (IFE) (2). Asimismo se determinó el índice de uso equivalente de la tierra (UET) e índice de relación equivalente de área - tiempo (REAT) (7, 9). Dentro de los índices de análisis de crecimiento se determinó el índice de área foliar únicamente para los cultivos anuales.

3. RESULTADOS Y DISCUSION:

3.1 Rendimiento de los cultivos

3.1.1 Caña de azúcar:

Para la variable rendimiento en peso de caña no se encontró diferencia significativa entre tratamientos (Cuadro 2); sin embargo, el máximo rendimiento se obtuvo cuando la caña se asoció con frijol tamazulapa, el cual fue de 66 ton/ha.

El rendimiento de los sistemas asociados de caña con frijol tamazulapa, caupi pink-eye y frijol suchitán, superaron en 12, 9 y 6 por ciento respectivamente, al rendimiento del sistema caña de azúcar en monocultivo.

Cuadro 2 Rendimiento (ton/ha) promedio de tres repeticiones de caña de azúcar y azúcar en diferentes sistemas de caña asociada con cultivos anuales.

Sistema de cultivo		Caña de azúcar (ton/ha)	Azúcar (Lbs/ton)
		1/	1/
1.	Caña de azúcar con frijol suchitán	62 a	213 a
2.	Caña de azúcar con frijol tamazulapa	66 a	207 a
3.	Caña de azúcar con caupi black-eye	50 a	212 a
4.	Caña de azúcar con caupi pink-eye	64 a	217 a
5.	Caña de azúcar con soya júpiter	42 b	155 a
6.	Caña de azúcar en monocultivo	59 a	212 a

1/ Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas al 50/o de probabilidad según la prueba de Duncan.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Bhadauria y Mathur (4), Ledesma y Villarico (8) y Sun y Sze (11), quienes indican que las gramíneas asociadas con leguminosas extraen más nutrimentos del suelo, y por lo tanto, producen más cuando se cultivan en forma asociada que cuando se cultivan en monocultivo. Asimismo, se ha determinado que cuando se cultivan gramíneas asociadas con leguminosas, y éstas últimas se incorporan, aportan nitrógeno y fósforo orgánico al suelo (1, 10).

Es importante señalar que el menor rendimiento de caña se obtuvo cuando ésta se asoció con soya, produciendo 42 ton/ha (Cuadro 2); ésto se debió principalmente a la competencia por luz que ejerció el cultivo anual sobre la caña, reflejado en el índice de área foliar de la soya, el cual fue de 28 (Cuadro 3).

Cuadro 3: Uso Equivalente de la Tierra (UET), Índice de Relación Equivalente de Área — Tiempo (REAT) e Índice de Área Foliar (IAF) en tres repeticiones de frijol, caupi y soya en monocultivo y asociada con caña de azúcar.

Sistema de cultivo	UET	REAT	IAF
1. Caña de azúcar con frijol suchitán	2.20	1.39	10
2. Caña de azúcar con frijol tamazulapa			12
3. Frijol suchitán en monocultivo			10
4. Caña de azúcar con caupi black-eye	1.65	1.05	23
5. Caña de azúcar con caupi pink-eye			24
6. Caupi black-eye en monocultivo			17
7. Caña de azúcar con soya júpiter	1.57	1.00	28
8. Soya júpiter en monocultivo			14

En cuanto a la variable rendimiento de azúcar, el valor más alto se obtuvo cuando la caña se asoció con caupi pink-eye, el cual fue de 217 lbs de azúcar/ton. de caña, superando ligeramente al tratamiento caña en monocultivo, el cual rindió 212 lbs de azúcar/ton. de caña. Como en el caso anterior, el menor rendimiento se obtuvo en caña asociada con soya; es decir que la competencia del cultivo anual afectó tanto el rendimiento en peso, como también la calidad del jugo de la caña (Cuadro 2).

3.1.2 Cultivos Anuales

De acuerdo con el análisis estadístico existieron diferencias significativas entre tratamientos para la variable rendimiento de grano (Cuadro 4).

Cuadro 4: Rendimiento promedio de tres repeticiones de frijol, caupi y soya en monocultivo y asociada con caña de azúcar.

Sistema de Cultivo kg/ha	Monocultivo Asociado kg/ha	
1. Frijol suchitán	417 b	477 b
2. Frijol tamazulapa	--	454 b
3. Caupi black-eye	1502 a	1196 a
4. Caupi pink-eye	--	870 b
5. Soya Júpiter	1148 a	989 a

1/ Letras distintas dentro de hileras indican diferencias significativas al 5o/o según la prueba de Tukey.

El mayor rendimiento se obtuvo en caupi black-eye en monocultivo, produciendo 1502 kg/ha (Cuadro 4).

Según la prueba entre promedios, no hubo diferencia significativa entre el rendimiento de los sistemas de cultivos en forma asociada y en monocultivo como ocurrió en frijol suchitán.

En términos generales, el rendimiento de los frijoles puede considerarse bajo si se compara con otros resultados obtenidos en el mismo tipo de asociación (3,6), debiéndose principalmente a daños causados por enfermedades fungosas como consecuencia de la alta precipitación registrada durante el ciclo de los cultivos anuales. Durante este período, que fue de 4 meses, cayeron 1862 mm de precipitación pluvial, representando este valor el 47 por ciento de la lluvia caída durante 1983; esto favoreció la proliferación de enfermedades fungosas, principalmente mustia hilachosa (*Thanatephorus cucumeris*), la cual incidió principalmente en el rendimiento de grano de frijol y caupi.

3.2 Uso equivalente de Tierra (UET) e índice de Relación Equivalente de Área · Tiempo: (REAT).

En el cuadro 3 se muestran los valores de UET y REAT obtenidos al considerar el rendimiento de biomasa comercial.

Un valor de UET mayor de 1 significa mayor eficiencia en el uso de la tierra, por lo que todos los sistemas de cultivos asociados evaluados fueron más eficientes que los monocultivos.

3.3 Indicadores Económicos

En el cuadro 5 se muestran los valores de ingreso neto e ingreso familiar en efectivo de los diferentes sistemas de cultivos.

Los menores ingresos netos se obtuvieron en los sistemas de frijol común debido principalmente a la inversión en el combate de enfermedades, lo cual incrementó los costos totales y afectó el rendimiento. El valor más alto de IN e IFE, se obtuvo en el tratamiento de caupi black-eye en monocultivo con Q779 y Q1234/ha respectivamente.

Es importante señalar que todos los valores de IFE de los sistemas de cultivos asociados, superaron a la caña en monocultivo, debido a que estos sistemas de cultivos son manejados por el agricultor y su familia, y este índice no considera el costo de oportunidad.

Cuadro 5 Ingreso neto (IN) e Ingreso familiar en efectivo (IFE) en los diferentes sistemas de cultivo.

Sistema de cultivo	IN Q/ha	IFE
1. Caña de azúcar con frijol suchitán	59	560
2. Caña de azúcar con frijol amazulapa	50	550
3. Frijol suchitán en monocultivo	-234	107
4. Caña de azúcar con caupi black-eye	597	1213
5. Caña de azúcar con caupi pink-eye	288	881
6. Caupi black-eye en monocultivo	779	1234
7. Caña de azúcar con soya júpiter	124	552
8. Soya júpiter en monocultivo	240	545
9. Caña de azúcar en monocultivo	64	281

4. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos en el presente estudio, y bajo las condiciones ecológicas del área, se llegó a las siguientes conclusiones:

- a) Dentro de los elementos del clima, la precipitación fue determinante en la obtención de altos rendimientos en frijol suchitán y en frijol tamazulapa.
- b) La práctica de asociar caña de azúcar con frijoles comunes resulta benéfico para la caña, aumentando su rendimiento en peso por unidad de área y en azúcar por tonelada de caña cosechada.
- c) Los cultivos asociados con caña de azúcar fueron más eficientes en el uso de la tierra que los monocultivos.
- d) La caña de azúcar asociada con caupi black-eye puede presentarse como una alternativa económica, en términos de ingreso neto e ingreso familiar en efectivo para el pequeño cañicultor de Guatemala, con la ventaja de producir proteína vegetal, lo cual vendría a mejorar su dieta alimenticia.

5. BIBLIOGRAFIA

1. ABOOLA, A. A. y FAYEMI, A. A. Preliminary trials on the intercropping of maize with different tropical legumes in western Nigeria. *Journal of Agricultural Science* 77(2):219-225. 1971.
2. AVILA, M. La evaluación económica de la producción animal, conceptos y algunas aplicaciones. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 26 p.
3. BAINS, S. A. DAYANAND y SINGH, K. N. A note on relative performance of different intercrops in sugarcane. *Indian Journal of Agronomy* 15(1):88. 1970.
4. BHADAURIA, V. S. y MATHUR, B. K. Problem of green manufacturing sugarcane intercropping is solution. *Indian Sugar* 23(4):351-358. 1973.

5. FLORES AUCEDA, C. A. Estudio agrológico a nivel detallado de la finca Bulbuxyá, San Miguel Panam, Suchitepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1981. 116 p.
6. GONZALES MOROTO, C. Análisis agroeconómico del frijol asociado con caña de azúcar. Tesis Ing. Agr. San José, Costa Rica, Universidad, Facultad de Agronomía, 1975. 64 p.
7. HIEBSH, C. Comparing intercrops with monocultures. In North Carolina State University. Agronomic-economic research on tropical soils. Annual report for 1976-1977. Raleigh N.C. 1978. pp. 183-200.
8. LEDESMA, F. I. y VILLARICO, E. S. Intercropping sugarcane with mungbean, soybean, rice and corn. Philippines. Victorias Agricultural Research. Report No. 14 s.f. 35 p.
9. SORIA, J. et al. Investigación sobre sistemas de producción agrícola para el pequeño agricultor del trópico. Turrialba (Costa Rica) 25(3): 283-293. 1975.
10. SRIVASTAVA, S. A. y PANDIT, S. N. Relative role of sunnhemp tops in contributing to the green-manuring benefits to sugarcane. Indian Journal Agricultural Science 38:338-342. 1968.
11. SUN, V. G. y SZE, W. B. The effect of interplanting various crops upon the growth and yield of thea early planting sugarcane. Taiwan Sugar Experiment Station. Report No. 7 1951. 123 p.

CARACTERIZACION DE LOS RECURSOS SUELO, AGUA Y VEGETACION DE LA CUENCA DEL RIO ACHIGUATE

*Salvador Castillo¹, Heber Rodríguez¹,
César Azurdía¹, José Miguel Leiva¹,
Víctor Cabrera¹, Hugo Tobías¹,
Luis Castañeda¹, Gilberto Alvarado¹,
Sergio Flores², Isaac Herrera², Roberto Quiroa²*

I. INTRODUCCION

La carancia de información básica sobre los recursos naturales renovables de Guatemala, que no permite la ejecución de programas decisivos tendientes a su conservación¹, ha motivado la realización de investigación en este campo por el Instituto de Investigaciones Agronómicas, —IIA—, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Para ello el IIA ha tomado a la cuenca hidrográfica como unidad de estudio², lo cual permite la caracterización y diagnóstico integrales de sus componentes físicos, biológicos y socioeconómicos en su constante dinámica interactiva.

En el largo plazo se pretende con la integración de estos estudios aplicar el enfoque de sistemas para el establecimiento de modelos cualitativos y cuantitativos de las cuencas hidrográficas más problemáticas de Guatemala. Actualmente se han iniciado los estudios de las cuencas de los Ríos Achiguate, Grande de Zacapa y Samalá (Figura 1), a nivel preliminar inicialmente, y luego a nivel de caracterización de algunos de sus componentes físicos y biológicos.

1. Ingenieros Agrónomos, Docentes-Investigadores de la Facultad de Agronomía, USAC.

2. Técnico Investigador del IIA, Facultad de Agronomía, USAC.

1. Conservación; Protección mejora y aprovechamiento racional de los recursos, de acuerdo con principios que garantizan su mejor utilización desde el punto de vista económico y social.

Fuente: Instituto Forestal de Investigación y experiencia. 1968. Terminología Forestal. Tipografía artística. Madrid. 395 p.

2. Se entiende como cuenca hidrográfica al área delimitada por una divisoria de aguas que tiene un drenaje común y en la cual interaccionan componentes físicos, bióticos y socioeconómicos.

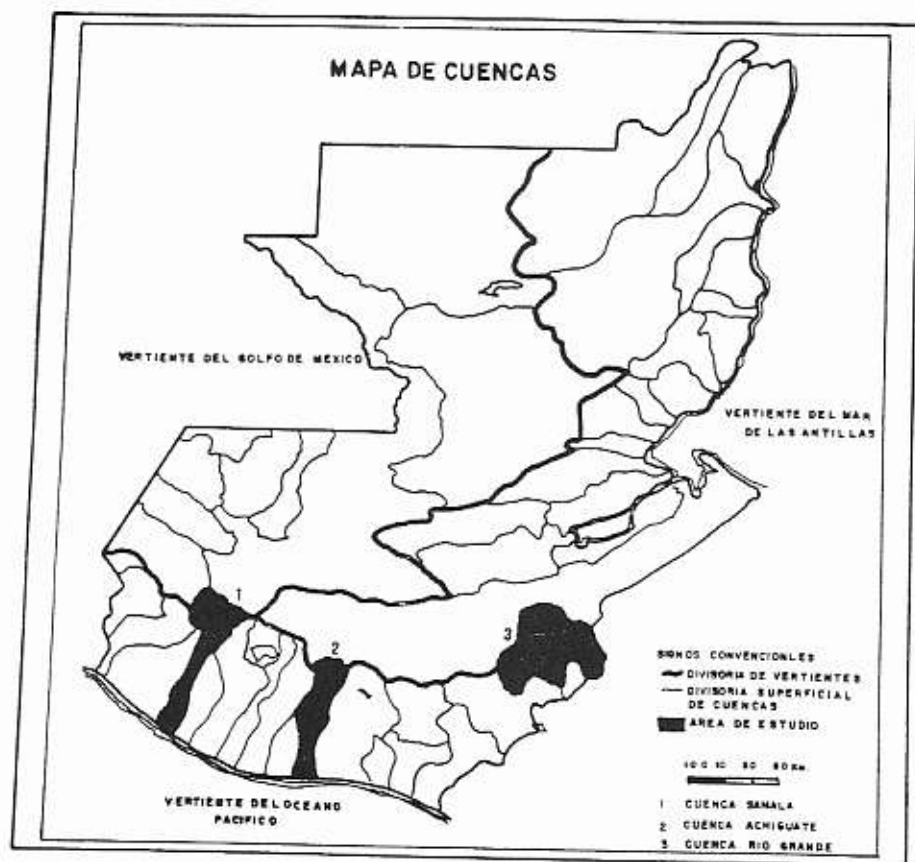


FIGURA 1: Mapa de Cuencas de la República de Guatemala.

En este informe se presentan los resultados del estudio de caracterización de los recursos suelo, agua y vegetación de la cuenca del Río Achiguate como un aporte más al conocimiento sistemático integral de la misma.

El trabajo fue realizado por equipos de investigadores del IIA, auspiciados por la Dirección General de Investigación de la Universidad de San Carlos, quienes ejecutaron su actividad de investigación durante la segunda mitad del año 1983 y la primera de 1984. Estos equipos estuvieron conformados por profesionales formados en las disciplinas relacionadas con los estudios de los recursos agua, suelo y vegetación, y por estudiantes próximos a graduarse que fueron seleccionados para que realizaran su investigación de tesis mediante la ejecución de estos trabajos de investigación.

El estudio realizado tuvo diferentes intensidades y cobertura dentro de la cuenca, así, en lo referente a los recursos suelo y agua se abarca la parte alta de la cuenca (altiplanicie volcánico-montañosa) hasta el municipio de Alotenango, Departamento de Sacatepéquez, (ver figura 2); en el recurso vegetación se abarcó la totalidad de la cuenca en una forma preliminar.

Para la realización del trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Caracterizar, clasificar y delimitar los suelos y sus usos dentro de la cuenca.
- Caracterizar cualitativa y cuantitativamente el recurso agua.
- Caracterizar en forma preliminar la cubierta vegetal de la cuenca del Río Achiguate en los estratos arboreo, arbustivo y herbáceo.

II. METODOLOGIA

1. Estudio de Suelos.

1.1 Metodología del levantamiento de Suelos.

La metodología se planificó de acuerdo a las especificaciones de botero *et al* (3) para un estudio semidetallado de suelos. En Gabinete se trabajó fotografía aérea escala media 1/30,000, y su fotointerpretación se hizo de acuerdo con el método descrito por Vink A. PA. (16) denominado "Método de la Fotopreparación", que consistió en un análisis sistemático y ordenado de toda la fotografía aérea del área en estudio. Se diferenciaron los diversos paisajes (unidad fisiográfica) de acuerdo a su geología y geomorfo-

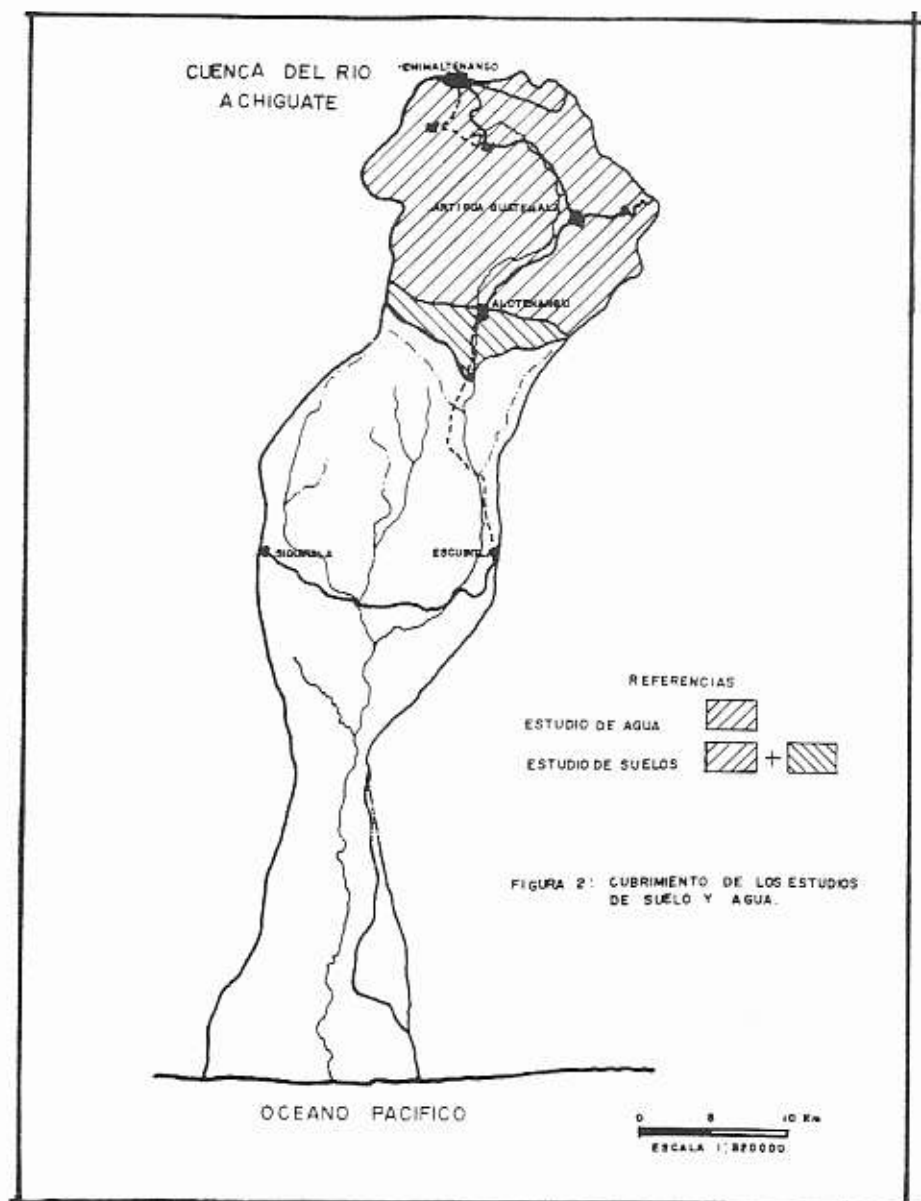


FIGURA 2 — Areas cubiertas por los estudios en la cuenca del río Achiguate.

logía, en las unidades asociativas multicatóricas siguientes: provincia fisiográfica, gran paisaje y paisaje; cada unidad fisiográfica se constituyó en consociación o asociación por la fuerza de suelos allí contenida.

En el campo, según las especificaciones de Botero *et al.*, se procedió a hacer reconocimientos generales, chequeos de las líneas de fotointerpretación por medio de barrenamientos y observaciones (sondeos) para la verificación de límites trazados en gabinete. Asimismo se hicieron estudios de los pedones representativos (o modales) de cada unidad fisiográfica y se hizo la lectura de perfiles de acuerdo a las guías para descripción de perfiles de FAO 1977 (10); finalmente se tomaron las muestras de cada horizonte o capa de suelo.

El trabajo de laboratorio consistió en análisis físico-químico de las muestras obtenidas en el campo, que fueron necesarios para conocer las características de los suelos y para su clasificación. Las metodologías analíticas se indican en el cuadro No. 1. Los análisis fueron efectuados en los laboratorios de suelos de la Facultad de Agronomía de la USAC y se contó con la colaboración de los Laboratorios de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola ICTA y de la Dirección Técnica de Riego y Avenamiento (DIRYA-DIGESA).

Con la información obtenida en los trabajos de gabinete, campo y laboratorio, se procedió a la clasificación taxonómica de acuerdo a Soil Taxonomy 1975 (14), llegando a definirse a las unidades hasta la categoría de sub-grupo. Por otra parte se determinó la capacidad de uso de los suelos según el manual 210 de USDA (7), definiendo las categorías de clase y subclase de capacidad.

Toda la información obtenida y procesada se trasladó a un mapa base de la cuenca a escala 1/50,000.

CUADRO No. 1
METODOLOGIA DE LOS ANALISIS FISICOS Y QUIMICOS

ANALISIS	DETERMINACION	REFERENCIA
1) Humedad en base seca	1) Horno de convección a 105°C	(4, 13, 15)
2) Granulometría	2) Método de Bouyucos, Hidrómetro calibrado a 68°F	(2)
3) Densidades	3) Método de la probeta	(13, 15)
4) Porcentaje de humedad a 1/3 y 15 bars.	4) Plato de cerámica a alta y baja presión	(8)
5) "pH"	5) Potenciómetro: - Con agua, relación suelo: agua 1:2.5 - Con NaF a 1" y 60"; relación suelo: NaF 1:50	(8,13,15)
6) Cationes cambiabiles	6) Extracción con acetato de Amonio 1.0 N, pH 7.0, lectura en espectrofotómetro de absorción atómica.	(4)
7) Capacidad de intercambio catiónico	7) Extracción iónica con solución de NaCl al 10n/o, destilación por semimicro-Kjeldahl y Valoración con H ₂ SO ₄ 0.01 N	(4, 8)
8) Carbono orgánico	8) Digestión de Dricomato ácido y valoración con Fe SO ₄ . 7H ₂ O	(6, 8)
9) Elementos extraibles	9) Método de Carolina del Norte H ₂ SO ₄ 0.025 N + Hcl 0.05 N	(13)
10) Acidez extraible	10) Extracción con KCl, 1 N y valoración con NaOH 0.01 N	(8,13)

1.2 Metodología para el estudio de uso de la tierra.

Sobre la fotografía aérea a escala 1/30,000, se definieron los diferentes usos de la tierra, separando unidades puras cuando las extensiones de acuerdo a la escala lo permitieron; en caso contrario se establecieron asociaciones de cultivos. Se realizaron los chequeos de campo para comprobación de la información y finalmente en gabinete se vació la información al mapa base de la cuenca a escala 1/50,000.

2. Estudio de Agua

2.1 Calidad del Agua

Para seleccionar los puntos de muestreo se consideraron aspectos tales como el número de muestras que podían ser procesadas con la colaboración de los laboratorios de estudios de suelo y agua de la Dirección de Riego y Avenamiento, -DIRYA-, así como la naturaleza de las fuentes de agua de la cuenca. Se estudió la calidad del agua únicamente en la cabecera de la cuenca, o sea en la subcuenca del Río Guacalate hasta la estación hidrométrica Alotenango. Se muestrearon tres fuentes de agua, siendo ellas la Pluvial, la Superficial y la Subterránea. Para muestrear el agua pluvial se seleccionaron cinco puntos distribuidos en el área de estudio y en cada lugar se colocó un muestreador rústico hecho de madera y plástico, diseñado especialmente para este estudio. Los puntos muestreados fueron: Municipalidad de Magdalena Milpas Altas, Estación Experimental del ICTA en Chimaltenango, Municipalidad de Parramos, Oficinas de DIGESA en Ciudad Vieja y Municipalidad de Alotenango. El muestreo pluvial se realizó durante los meses de septiembre, octubre y noviembre de 1983 con una frecuencia de una vez por mes.

Para muestrear el agua superficial se seleccionaron cinco puntos de muestreo a lo largo del cauce principal, en los que se ubicaron las respectivas estaciones de muestreo, siendo éstas:

- a) Puente San Andrés, frente a la Granja Penal;
- b) Puente Los Aposentos;
- c) Nacimiento del Bañeario Los Aposentos (testigo);
- d) Puente Pastores, en la entrada a la población del mismo nombre;
- e) Puente Alotenango, en la salida de Alotenango a Escuintla.

El muestreo del agua Superficial se efectuó a razón de uno por mes durante septiembre a diciembre de 1983 y enero y febrero de 1984, lográndose así tomar muestras en 3 meses de la época seca y 3 meses en la época lluviosa.

El agua subterránea se muestreó en cuatro pozos hubicados en: la Granja Pon-Pon, Sumpango; el Centro de Producción del ICTA, Chimaltenango; la Finca Filadelfia, Jocotenango, y en la Finca el Pedregal, Alotenango. Se hicieron únicamente dos muestreos; uno en septiembre y el otro en octubre de 1983.

A el agua de las tres fuentes muestreadas se le hizo análisis físico-químicos; en el caso del agua subterránea y de la superficial, el traslado de las muestras al laboratorio se hizo el mismo día de su recolección. El agua de la fuente pluvial hubo de coleccionarse durante lluvias ocurridas en los cinco días anteriores al día del recorrido general. Para el análisis bacteriológico del agua subterránea y superficial, el muestreo se realizó una sola vez: el 10 de octubre de 1983; para ello se siguieron las normas recomendadas para este tipo de muestreo, utilizando frascos esterilizados de tapón esmerilado y transportando las muestras en refrigeración.

Los análisis físico-químicos se efectuaron en los Laboratorios de Estudios de DIRYA; los parámetros obtenidos fueron los establecidos internacionalmente para determinar calidad de agua para riego (De la Peña, 1976).

El análisis bacteriológico fue realizado en los Laboratorios de Microbiología de la Facultad de Agronomía; se empleó el método de tubos múltiples para detección de bacterias coliformes. Se realizaron las pruebas presuntiva y confirmada, de acuerdo a la metodología reportada en el Manual de Procedimientos Simplificados para el Examen de Agua (American Water Work Association. 1966).

2.2 Cantidad de agua.

Para cuantificar el recurso agua se consideró a la precipitación como la única entrada a la cuenca, utilizando para ello el método de las Isoyetas presentadas por Nufio (9). Para cuantificar las salidas, se tomó la Evapotranspiración potencial cuantificada en el mapa

respectivo presentado en el estudio preliminar de la cuenca (Nufio, 1982), la curva de duración de caudales para la estación limnimétrica Alotenango (esta curva fue elaborada en base a registros del período 1974 a 1980), y la curva de duración de caudales para la estación desembocadura (elaborada en forma sintética mediante un estudio regional de cuencas y reportada en el estudio preliminar de la cuenca, Nufio, 1982). El almacenamiento se estima únicamente por diferencia de entradas y salidas.

3. Estudio de vegetación

3.1 Metodología para definición de zonas de vida

La información obtenida del INSIVUMEH sirvió de base para calcular la biotemperatura media anual y precipitación promedio anual. Con ambos parámetros climáticos se determinaron las zonas de vida correspondientes a cada cuenca, mediante el uso del diagrama tridimensional de zonas de vida de Holdridge.

Se recopiló información cartográfica en el Instituto Geográfico Militar (IGM) y en el Instituto de Investigaciones Agronómicas (IIA). De la primera se consultó mapa a escala 1:50,000 y 1:1250 e imágenes lansat del año 1979. En el IIA se interpretaron fotografías pancromáticas blanco y negro a escala media 1:30,000 del año 1982.

Se elaboraron mapas preliminares, los que luego fueron sujetos de comprobación de campo mediante caminamientos para hacer las correcciones que fueran necesarias y obtener así los mapas definitivos de zonas de vida y uso de la tierra.

3.2 Determinación de la Vegetación para cada zona de vida

La ubicación de las parcelas de muestreo se determinó en forma sistemática por medio de un mapa dentro del cual estaban delimitadas las zonas de vida. La localización correspondió a una cuadrícula con 10 Kms. en la dirección de las esquinas de este-oeste, y 5 Kms. en la dirección norte-sur, logrando así distribuir los puntos de muestreo en toda la cuenca.

De acuerdo a la consideración anterior, el número de parcelas de muestreo fue de 12 en total para la cuenca, comprendidos los estra-

tos arbóreo, arbustivo y herbáceo. La información del estrato arbóreo se obtuvo de parcelas de forma rectangular con dimensiones de 50 x 20 m. Para los estratos arbustivo y herbáceo se trazaron parcelas de forma cuadrada con medidas de 5 x 5 m. y 1 x 1 m. respectivamente, comprendidas dentro de la parcela mayor.

Para el reconocimiento de las especies vegetales en cada zona de vida, se colectaron muestras de cada una de las especies encontradas dentro de las parcelas de muestreo, anotándose caracteres propios de las mismas para efecto de determinación de herbario. Datos ecológicos adicionales para determinar el índice de valor de importancia también fueron tomados, siendo ellos, la densidad y la cobertura de cada especie. Toda la información obtenida se registró en boletas de campo diseñadas para el efecto.

El valor de importancia se obtuvo mediante un procedimiento matemático simple. Los valores de densidad, porcentaje de cobertura y porcentaje de frecuencia se calcularon de la siguiente manera:

- *Cálculo de la densidad real:*

$$D \text{ Real} = \frac{\sum \text{ de densidad}}{\text{No. de parcelas}}$$

- *Cálculo de la cobertura real:*

$$C \text{ Real} = \frac{\sum \text{ de o/o de cobertura}}{\text{No. de parcelas}}$$

- *Cálculo de la frecuencia real:*

$$F \text{ Real} = \frac{\text{No. de ensayos en que estuvo presente cada especie}}{\text{No. Total de ensayos}} \cdot X 100$$

Los valores relativos de la densidad, cobertura y frecuencia se calcularon de la siguiente manera:

– *Densidad relativa:*

$$D \text{ Real} = \frac{d. \text{ real}}{D \text{ real}} \times 100$$

– *Cobertura relativa:*

$$C \text{ Real} = \frac{C \text{ real}}{C \text{ real}} \times 100$$

– *Frecuencia relativa:*

$$F \text{ Real} = \frac{F \text{ real}}{F \text{ real}} \times 100$$

Finalmente, el valor de importancia se determinó así:

$$V.I. = (D \text{ relativa} + C \text{ relativa} + F \text{ relativa})$$

III. RESULTADOS

1. Estudios de Suelos

Características y clasificación de los suelos estudiados.

1.1 Características del mapa de suelos

Se elaboró un mapa de suelos sobre la base cartográfica 1/50,000; sus unidades están constituídas por consociaciones que representan cuando menos el 70 o/o del área de mapeo y asociaciones de suelos que son unidades clasificadas sin una distribución uniforme.

El mapa representa las unidades de suelos clasificados hasta la categoría de sub-grupo, según la taxonomía de suelos. Asimismo en el mapa se incluye la clasificación por capacidad de uso, definiéndose las clases y sub-clases de capacidad según el manual 210 de USDA. Las clases muestran localización y conveniencia de su uso agrícola o forestal y vida silvestre; las sub-clases señalan factores limitantes dentro de la clasificación para su uso.

1.2 Descripción de las unidades fisiográficas, características de los suelos y clasificación.

El área de estudio está comprendida dentro de la provincia fisiográfica "tierras altas volcánicas"; dentro de ella se diferencian seis grandes paisajes los cuales se indican en el Cuadro No. 2.

A continuación se describen las principales características de cada unidad fisiográfica y la clasificación de los suelos.

Provincia Fisiográfica	Gran Paisaje	Paisaje	Unidad de paisaje	Clasificación Taxonómica	Clasif. por Cap. Hoja (Cine-Subclase)	Extensión Km ²	Porcentaje del Área
TIERRAS ALTAS VOLCÁNICAS	Montañas de Sempango Milpas Altas 1	Colinas Altas	Consociación	Typic Lutrandepts	VIII	10,760	1.12
		Colinas bajas erosionadas	Consociación	Entic Eutrandopts	VIe	35.10	0.08
		Colinas bajas no erosionadas	Consociación	Typic Eutrandopts	VI	37.45	0.02
		Altiplano de Las Flores	Consociación	Andeptic Hapludalfs	IIIe	1.95	0.45
		Altiplano Milpas Altas	Consociación	Typic Eutrandopts	II	1.70	0.39
		Terrazas Altas erosionadas	Consociación	Typic Eutrandopts	IIIe	7.35	1.69
		Pie de Monte de Camona	Consociación	Typic Vitrandepts	III	1.45	0.32
	Montañas de Itzapa-Panzenon 2	Colinas Altas	Consociación	Typic Vitrandepts	VIII	5.90	1.36
		Colinas bajas erosionadas	Consociación	Typic Vitrandepts	VIIIe	81.70	18.50
		Colinas bajas no erosionadas	Consociación	Typic Eutrandopts	VIe	27.90	6.47
		Pie de Monte	Asociación	Typic Vitrandepts	III	9.70	2.23
		Valle intercalado	Comortación	Parahelic Ustorthents Typic Vitrandepts	IVe II	1.95 1.35	0.45 0.31
	Planicie de los Valles Altos 3	Valle Chimalt. - El Tejal	Consociación	Typic Vitrandepts	II	12.20	2.81
		Valle Itzapa	Consociación	Typic Vitrandepts	II	7.55	1.74
		Valle Parramos	Consociación	Typic Vitrandepts	II	3.35	0.77
		Terrazas erosionadas	Consociación	Typic Vitrandepts	IIIe	4.275	0.98
		Sierras	Consociación	— Ustorthents	VIIa	14.175	3.26
	Valle de Panchoy 4	Altiplano del Guacalaca	Consociación	Typic Vitrandepts	II	1.75	0.25
		Altiplano del Pematón	Consociación	Mollic Vitrandepts	II	1.30	0.30
		Valle de Antigua Guatemala	Consociación	Mollic Vitrandepts	I	14.75	3.25
	Planicies Bajas 5	Depresión de Hueñas	Comortación	Andeptic Hapludents	VIa	0.45	0.10
		Valle de San Barahona	Consociación	Typic Vitrandepts	II	7.70	0.62
		Altiplano del Río Ramaxat	Consociación	Typic Ustorthents	II	2.15	0.49
		Terrazas del Guacalaca	Consociación	Typic Vitrandepts	II	5.90	1.36
Zona Volcánica 6	Cimas volcánicas	Consociación	Typic Vitrandepts	VIII	77,775	5.39	
	Faldas Volcánicas	Consociación	Typic Vitrandepts	VIe	80,075	12.81	
	Pie de monte	Asociación	Typic Vitrandepts Typic Vitrandepts	III III	7,525 9.55	17.37 7.20	
TOTAL						418.75	96.39
ÁREA URBANA						15.90	1.61
ÁREA TOTAL						434.65	102.00

1.2.1 Montañas de Sumpango - Milpas Altas.

a) Zona de colinas altas

Esta unidad ocupa 10.77 Km²; presenta relieves accidentales con pendientes que van de 38 a 40 o/o; los suelos se encuentran notoriamente erosionados. Según el Mapa Geológico de Guatemala, el material geológico superficial es ceniza volcánica cuaternaria. Los suelos son poco profundos, generalmente con un perfil tipo A, Bw, Cm en el que el horizonte A es medianamente profundo; aparece seguidamente un endopedón B cámbico poco desarrollado y finalmente un material parental cementado; además en algunas áreas aparece directamente aflorando el fragipan. Taxonómicamente a a estos suelos se les ha clasificado en la consociación Typic Eutrandepts y por capacidad de uso se les ha ubicado en la clase VIII.

b) Colinas bajas erosionadas

Esta unidad ocupa 35.9 Km² con relieves accidentados (pendientes de 20 a 30 o/o). Según el Mapa Geológico de Guatemala (5) está constituida por cenizas volcánicas.

Son suelos medianamente profundos. El horizonte superficial es un horizonte A, labrado (Ap), seguido de un horizonte AB y después aparece otro suelo en el que se aprecia un horizonte Cm constituido por fragipan. Taxonómicamente se les clasifica en la consociación Entic Eutrandepts.

Estos suelos por su capacidad de uso están incluidos en la clase VIe.

c) Colinas bajas no erosionadas

Se diferencia esta unidad de la anterior debido a que presenta los mismos relieves accidentados (pendientes de 20 a 30 o/o), tiene una mayor cubierta vegetal (bosque) lo que hace que sean suelos menos erosionados; ocupan una extensión de 37.45 Km².

Son suelos profundos y generalmente presentan un horizonte A en el que se puede apreciar un pequeño Ah, en seguida un endopedón B cámbico y finalmente un horizonte Cm, (fragipan).

Taxonómicamente se les clasificó en la consociación Typic Eutrandedpts.

El pedón No. 16 es representativo de esta unidad.

Se han incluido por su capacidad de uso dentro de la clase VI.

d) Altiplanicie de las Flores

Esta unidad está formada por terrenos relativamente planos, situados en la cumbre de la colina de El Tejar, con pendientes que van de 2 o/o a 8 o/o. De acuerdo al Mapa Geológico de Guatemala (5), está constituida por ceniza volcánica, cementada; ocupan una extensión de 1.95 Km².

El perfil estudiado representa un tipo A, Bt, C, clasificado taxonómicamente en la consociación Andepitic Haplustalfs.

Estos suelos están clasificados por su capacidad de uso en la clase IIIe.

e) Altiplanicie Milpas Altas

Esta unidad, como la anterior, ocupa relieves suaves con pendientes de 2-8 o/o. Según el Mapa Geológico de Guatemala (5) el material originario es ceniza volcánica cuaternario. Ocupa una extensión de 1.70 Km².

Taxonómicamente se le clasificó en la consociación Typic Eutrandedpts.

La clase de capacidad de uso de estos suelos es II.

f) Terrazas altas erosionadas

Esta unidad ocupa una extensión de 7.35 Km²; presentan relieves suaves con pendientes que van de 4 o/o al 8 o/o.

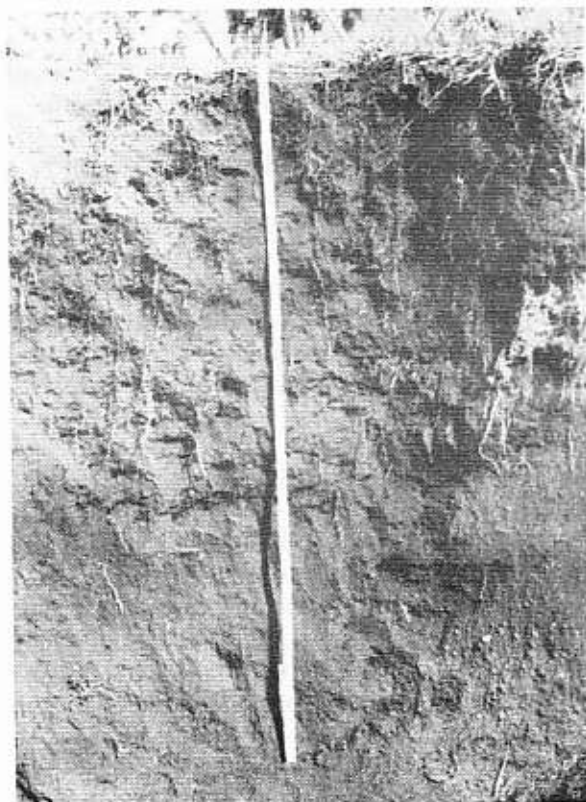
Los suelos se han originado a partir de ceniza volcánica y son poco desarrollados, generalmente con un perfil tipo A, B, C. Taxonómicamente se les clasificó como la consociación Typic Eutrandedpts.

Por su capacidad de uso se les clasifica en la clase IIIe.

g) Pie de Monte de Carmona

Se han incluido dentro de esta unidad aquellos suelos con pendientes relativamente suaves de 4 a 10 o/o, poco erosionados; ocupan una extensión de 1.45 Km². Según el Mapa Geológico de Guatemala (5) el material originario es ceniza volcánica.

Los suelos pertenecen al orden de los Inceptisoles; son moderadamente profundos y de color oscuro, representando la consociación Typic Vitrandepts. Presentan un tipo de perfil A, B, C.



Suelo Typic vitrandepts, representativo de Chimaltenango, Parramos e Itzapa.

Están clasificados por su capacidad de uso en la clase III.

1.2.2 Montañas de Itzapa–Parramos

a) Colinas Altas

Esta unidad ocupa una extensión de 5.90 Km². Según el Mapa Geológico de Guatemala (5), el material originario es ceniza volcánica.

Los suelos son moderadamente profundos, presentan un perfil tipo Ah, A, C. Taxonómicamente está clasificado en la consociación Typic Vitrandepts.

Por la capacidad de uso se clasificó en clase VIII.

b) Colinas bajas erosionadas

Esta unidad ocupa 81.7 Km², constituyendo la unidad de mayor extensión en el área de estudio. Según el Mapa Geológico de Guatemala (5), está constituido por ceniza volcánica del cuaternario.

Se les clasifica en la consociación Typic Vitrandepts.

Por la capacidad de uso corresponde a la clase VIIe.

c) Colinas bajas no erosionadas

Esta unidad ocupa 27.90 Km² de relieves accidentados con pendientes que van de 18 o/o a 30 o/o. Geológicamente esta unidad está desarrollada sobre ceniza volcánica del cuaternario (5). Taxonómicamente se clasifica en la consociación Typic Eutrandspts.

La clase de capacidad de uso a la que pertenecen estos suelos es la VIe.

d) Pie de Monte

Esta unidad ocupa una extensión de 11.65 Km², con pendientes que van de 4 o/o a 12 o/o. Según el Mapa Geológico de Guatemala (5)

los suelos de esta unidad están desarrollados sobre ceniza volcánica del cuaternario.

Taxonómicamente se les clasificó como la asociación Typic Vitrandepts - Paralithic Ustorhents.

Por su clase de capacidad los suelos Typic Vitrandepts están incluidos en la clase III y los Andeptic Ustorhents en la clase IV.

e) Valle intercolinar

Esta unidad ocupa un área de 1.35 Km², tienen una pendiente bastante suave (0-4 o/o) y una formación geológica derivada de cenizas volcánicas (5).

Los suelos de esta unidad corresponden a un aporte principalmente coluvial y un pequeño abanico aluvial. Taxonómicamente se les clasificó en la consociación Typic Vitrandepts.

Estos suelos por su capacidad de uso están incluidos en la clase II.

1.2.3 Planicie de los Valles Altos

a) Valle Chimaltenango - El Tejar

Esta unidad ocupa 12.20 Km². Presenta relieve suave con pendientes de 0-4 o/o; son suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas (5).

El perfil es de tipo A, B, C; taxonómicamente se les clasifica como la consociación Typic Vitrandepts.

El pedón No. 5 es representativo de esta unidad.

Estos suelos por su capacidad de uso se les ubica en la clase II.

b) Valle de Itzapa

Esta unidad ocupa 7.55 Km². Constituye una zona de pendientes suaves (0-4 o/o), los suelos están muy poco erosionados. Según el Mapa Geológico de Guatemala (5) está desarrollado sobre ceniza

volcánica. Los suelos de esta unidad corresponden a suelos medianamente evolucionados, generalmente con un perfil tipo A, B, C. Taxonómicamente se les ha clasificado en la consociación Typic Vitrandepts.

Por capacidad de uso estos suelos se clasifican en la clase II.

c) Valle Parramos

Esta unidad ocupa 3.35 Km². Geológicamente está constituido por ceniza volcánica del cuaternario (5).

Se caracterizan por mostrar un perfil tipo A, B, C, en el que el horizonte B es poco desarrollado. Taxonómicamente se les clasificó en la consociación Typic Vitrandepts.

Estos suelos tienen una clase por capacidad de uso que corresponde a la clase II.

d) Terrazas erosionadas

Incluye los suelos que se sitúan generalmente en las partes proximales de los taludes ocupando pequeñas extensiones (4.3 Km²), con relieves ondulados.

Están desarrollados sobre ceniza volcánica en su material originario (5).

Taxonómicamente estos suelos se clasifican como Typic Vitrandepts. Por capacidad de uso se les clasifican en la clase IIIe. -

e) Taludes

Esta unidad ocupa 14.175 Km²; presenta relieves muy accidentados con pendientes de 60 a 80 o/o.

Geológicamente esta unidad está constituida por ceniza volcánica del cuaternario (5). Taxonómicamente estos suelos se clasifican como Ustorhents.

La clase de capacidad de uso de esta unidad es la VIIe.

1.2.4 Valle de Panchoy

a) Abanico del río Guacalate

Esta unidad ocupa una extensión de 1.23 Km². La geología de esta unidad está constituida por aluvión cuaternario (5). Los suelos son poco evolucionados, con un perfil A, Ac, C. Taxonómicamente se le clasificó en la consociación Typic Vitrandepts. Además en esta unidad aparecen algunos suelos clasificados como Fluventic Vitrandepts.

Por capacidad de uso pertenecen a la clase II.

b) Abanico del Río Pensativo.

Los suelos de esta unidad ocupan 1.3 Km²; presenta relieves suaves con pendientes de 2 o/o a 8 o/o. Los suelos de esta unidad están desarrollados sobre aluviones cuaternarios (5). Taxonómicamente se les ha clasificado como Millic Vitrandepts.

Están clasificados por capacidad de uso en la clase II.

c) Valle de Antigua Guatemala

Esta unidad ocupa 14.15 Km². Según el Mapa Geológico de Guatemala (5) corresponde a aluvión cuaternario.

Taxonómicamente están clasificados en la consociación Mollic Vitrandepts. Son suelos profundos, con un perfil A, B, C. Aparecen también dentro de esta unidad suelos clasificados como Fluventic Vitrandepts, especialmente en las proximidades del río Guacalate. Por su capacidad de uso están clasificados en la clase I.

1.2.5 Planicies bajas

a) Depresión de Dueñas

Ocupa 0.45 Km², geológicamente está constituida por deposiciones aluviales y ceniza volcánica (5).

Los suelos son poco evolucionados, anegados en todo el año y con su nivel freático de 0 a 25 cms. El perfil estudiado representa un suelo Andeptic Haplaquents.

La capacidad de uso a la que pertenece esta unidad es la clase Vd.

b) Valle Dueñas-Barahona

Los suelos de esta unidad ocupan 7 Km², presentan relieve suave con pendientes de 0.4 o/o. Geológicamente esta unidad está constituida por deposiciones aluviales y ceniza volcánica (5). Taxonómicamente estos suelos se clasifican como Typic Vitrandepts.

Por su capacidad de uso, se clasifican en la clase II.

c) Abanico del río Ramuxat

Esta unidad ocupa 2.15 Km²; son suelos desarrollados sobre aluvión cuaternario (5).

Los suelos de esta unidad se clasifican taxonómicamente como Typic Ustifluvents.

Por su capacidad de uso se les ubica en la clase II.

d) Terrazas del río Guacalate

Esta unidad ocupa 5.90 Km² con pendientes entre 2 o/o y 8 o/o. Geológicamente está constituida con suelos desarrollados sobre ceniza volcánica del cuaternario (5).

Taxonómicamente se clasifican en la consociación Typic Vitrandepts. Por su capacidad de uso se les clasificó en la clase II.

1.2.6 Zona volcánica

a) Cimas volcánicas

Esta unidad se localiza en dos áreas ubicadas en las mayores pendientes de los volcanes localizados en la zona de estudio; ocupa un área de 27.78 Km².

Los suelos de esta unidad se han clasificado taxonómicamente en la asociación Typic Vitrandepts - Andeptic Ustorhents. Por su capacidad de uso pertenecen a la clase VIII.

b) Faldas volcánicas

Esta unidad ocupa un área de 86.08 Km²; presenta pendientes entre 20 o/o y 35 o/o. Geológicamente esta unidad está constituida por escorias y ceniza volcánica (5). Taxonómicamente están clasificados en la consociación Typic Vitrandepts. Por su capacidad de uso están ubicados en la clase VIe.

c) Pie de Monte

Esta unidad ocupa un área de 17.05 Km². Taxonómicamente se le ha clasificado en la consociación Typic Vitrandepts. Por capacidad de uso se le ha clasificado en la clase III.

1.3 Uso de la Tierra

1.3.1 Características del mapa de uso de la tierra

El mapa contiene unidades que se agrupan en: 1) consociaciones, cuando el área ocupada por determinado uso corresponde al 70o/o ó más del área total de la unidad; 2) asociaciones, cuando el área representa un 50 o/o de cada uno de los usos; y 3) complejos, cuando se dan más de dos usos (Ver Anexo III).

Los usos de la tierra y su cuantificación se encuentran en el Cuadro No. 3

1.3.2 Características principales de los usos de la tierra en la cuenca.

– Hortalizas

Las hortalizas de clima frío se encuentran asociadas generalmente con maíz y frijol; ocupan un área de 124.32 Km².

Entre las hortalizas más importantes se localizan los cultivos de repollo (*Brassica* sp.), coliflor (*Brassica* sp.), zanahoria (*Daucus* sp.),

cebolla (*Allium* sp.) y cucurbitáceas como guicoy, ayote y chilacayote; se localiza también el cultivo de la arveja china el cual se ha introducido recientemente.

– Frutales decíduos

Estos cultivos están asociados con maíz y frijol, ocupando un área de 17.0 Km².

Los principales frutales son: manzana (*Malus* sp), manzanilla (*Crataegus* sp.), naranja (*Citrus* sp), durazno (*Prunus* sp.) y pera (*Pyrus* sp) en zonas delicadas a los cultivos anuales; es frecuente encontrar aguacate y níspero.

– Café

Es el cultivo perenne más extenso ocupando un área de 54.57 Km², Generalmente se le encuentra bajo sombra de gravilea (*Grevillea* sp); las variedades más comunes son Robusta y Caturra.

CUADRO No. 3
USO DE LA TIERRA EN LA CUENCA DEL RÍO ACHIGUATE

U S O	AREA (KM ²)	AREA (o/o)
– Centros poblados	16.85	8.88
– Café	55.575	12.78
– Bosque denso de coníferas	12.10	2.78
– Bosque denso latifoliar	10.80	2.48
– Bosque denso mixto	48.35	11.13
– Bosque abierto de coníferas	5.35	1.23
– Bosque abierto latifoliar	8.575	1.97
– Bosque abierto mixto	9.15	2.11
– Área anegada o pantanosa	0.85	0.20
– Maíz-Frijol	15.425	3.55
– Maíz-Trigo	1.35	0.31
– Hortalizas-Maíz-Frijol	4.30	0.99
– Maíz-Frijol-Hortalizas	120.025	27.53
– Maíz-Frijol-Frutales decíduos	17.00	3.91
– Maíz-Frijol-Café	15.10	3.48
– Maíz-Frijol-Pastos	9.30	2.14
– Maíz-Frijol-Bosque abierto de coníferas	3.65	0.84
– Maíz-Trigo-Bosque abierto de coníferas	1.125	0.25
– Pastos mejorados-Café	1.15	0.27
– Bosque denso mixto-Café	1.85	0.43
– Bosque denso mixto-Maíz-Frijol	18.775	4.32
– Bosque denso mixto-Tierras improductivas	46.40	10.68
– Bosque abierto de coníferas-Maíz-Frijol	11.40	2.62
TOTAL	434.45	100.00

– Maíz-Frijol

Se encontró un área de 11.35 Km² de la asociación maíz-frijol. Generalmente, debido a la agricultura minifundista, se encuentran propiedades con siembras de maíz-frijol y una parte con hortalizas.

–Maíz-Trigo

Las áreas cultivadas con maíz y trigo en forma no intercalada pero sí en pequeñas parcelas, se les localiza en las mayores altitudes de la cuenca, especialmente en Santo Domingo Xenacoj, San Andrés Itzapa y Zaragoza; ocupan una extensión de 2.47 Km².



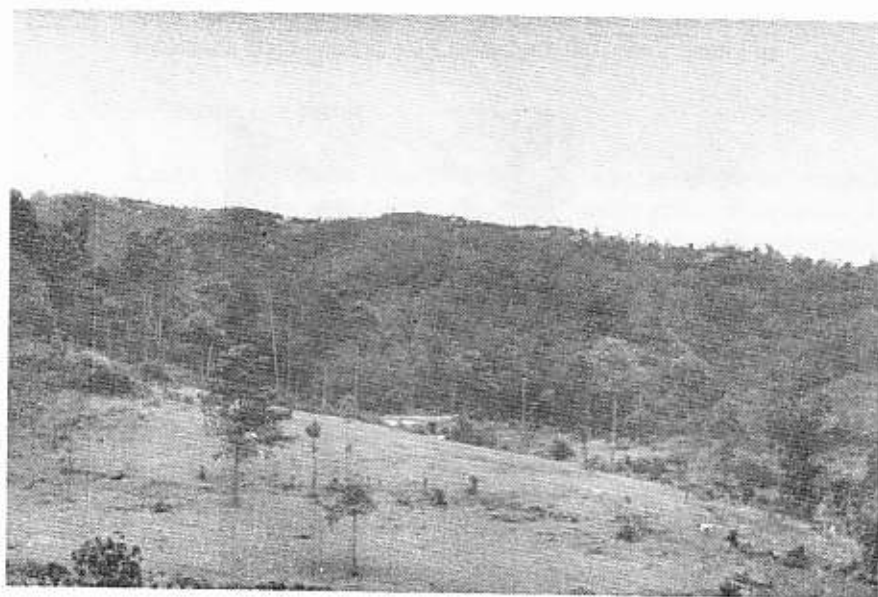
En la parte alta de la cuenca del río Achiguate, existen algunas áreas donde se realizan prácticas de conservación de suelos. Cultivo de trigo en terrazas en formación. Finca Las Flores, Sto. Domingo Xenacoj.

– Pastos cultivados

Se encontraron especialmente en los Municipios de San Mateo, Santa Lucía y Magdalena Milpas Altas; asimismo se les localizó en la Finca Carmona (Antigua Guate.), Concepción Calderas, San Miguel Dueñas y en Alotenango; estos pastos son utilizados principalmente para la alimentación de ganado bovino de leche. Las especies principales identificadas fueron: Pangola (*Digitaria* sp.), Jaraguá (*Hyparhenia* sp.), Kikuyú (*Pennisetum* sp.) y Napier (*Pennisetum purpureum*).

– Bosque denso de coníferas

Existen muy pocas áreas en donde aún se conserva un bosque cerrado de pinos (11.40 Km²), siendo las especies principales: *montezumae*, *ocarpa* y *pseudostrobus*.



Aberturas en el bosque natural de *P. montezumae* en suelos de vocación forestal.

Se localiza bosque de este tipo en Sumpango, El Tejar, Chimaltenango, San Andrés Itzapa y Parramos; asimismo en las márgenes y taludes de los ríos.

– Bosque denso de latifoliadas

Estos bosques, como los anteriores, comprenden pequeñas extensiones (10.80 Km²) especialmente de las especies siguientes: Palo de Jiote (*Bursera* sp), Llorasangre (*Bocconia* sp.), Encino (*Quercus* sp), Jacaranda (*Jacaranda* sp.) y Aliso (*Alnus* sp.).

– Bosque denso mixto

El bosque denso mixto se encuentra en mayor grado ocupando un área de 65.175 Km².

Las especies principales son: Pino (*Pinus* sp), Encino (*Quercus* sp.), Ciprés (*Cupressus* sp.), Tallo colorado (*Arbutus* sp.) y Aliso (*Alnus* sp.) etc.



Bosque mixto de Ciprés y Pino poco alterado.

– Bosque disperso y/o abierto de coníferas

Generalmente esta unidad se encuentra asociada con maíz y frijol; ocupa un área de 21.525 Km².

– Bosque disperso y/o abierto de latifoliadas

Este tipo de bosque se encuentra restringido a áreas muy pequeñas haciendo un total de 8.575 Km² en toda la zona de estudio. Entre las especies más importantes están: Palo de Jiote (Bursera sp), Llorasangre (Bocconia sp), Mano de León (Oreopanax sp), Jacaranda (Jacaranda sp.) y Tallo colorado (Arbutus sp.).

– Bosque disperso y/o abierto micto

Estos bosques comprenden un área de 9.15 Km², teniendo como especies arbóreas principalmente: Pino (Pinus sp.), Encino (Quercus sp.), Mano de León (Oreopanax sp.), Palo de Jiote (Bursera sp.), Jacaranda (Jacaranda sp.) y Llorasangre (Bocconia sp.).

– Pantano con pastos

Existe una pequeña área de 0.85 Km² que se encuentra anegada durante la mayor parte del año. Estos suelos están cubiertos en su mayoría por pastos naturales y en algunas partes también por especies acuáticas (Eichornia sp. y Typha sp.).

– Tierras improductivas, roca descubierta o lava

Está asociada con el bosque denso mixto y es el área que comprende las cimas de los volcanes, especialmente la del volcán de Fuego.

2. Estudio de Agua

2.1 Calidad del recurso agua

El agua pluvial presenta valores bastante bajos en sus aspectos cualitativos analizados y para todas las estaciones de muestreo; únicamente es evidente una pequeña variación de pH durante los tres muestreos para las estaciones Ciudad Vieja y Alotenango. No se esta-

bleció la causa de esta variación, aunque se considera como posible el efecto que puedan ejercer los volcanes de Acatenango y Fuego —que encierran a estos dos poblados en el cañón formado por sus conos— ya sea por emanación del volcán de Fuego o por la concentración de sustancias del aire debido al confinamiento producido.



El recurso agua se hace cada vez más escaso para consumo humano, al grado de esperar un turno para llenar un cántaro, tal como se observa en un nacimiento de agua en El Tejar, Chimaltenango.

De la fuente subterránea, los pozos de la Granja Pon-Pon y de la estación experimental de ICTA presentan clase C_1S_1 ; en cuanto al pozo de la Finca Filadelfia, en Jocotenango, el primer muestreo resultó clase C_1S_1 y en el segundo C_2S_1 . En la Finca El Pedregal, la clase fue C_2S_1 para los dos muestreos. Se observó que la mayoría de los parámetros aumentan su valor conforme los pozos se encuentran más al Sur de la cuenca. En cuanto a la calidad bacteriológica del agua subterránea, ésta es apta para consumo humano en los puntos muestreados.

La fuente de agua superficial es la más contaminada y los resultados de sus análisis cualitativos muestran variación en el tiempo y en el espacio; se evidencian mayores valores en los parámetros durante la época lluviosa y en las regiones más pobladas. En todo momento se evidenció un notable aumento de la contaminación en la estación Puente Los Aposentos ubicada únicamente a 3 Kms. de la estación Puente San Andrés, lo cual se debe posiblemente al drenaje de la cabecera departamental de Chimaltenango. En la estación Puente Pastores disminuyeron los valores de los parámetros medidos, para verse ostensiblemente aumentados en la estación Puente Alotenango.

La estación Testigo, que corresponde al nacimiento Los Aposentos, fue bastante estable y solamente la estación Puente San Andrés mostró cierto paralelismo con ella.

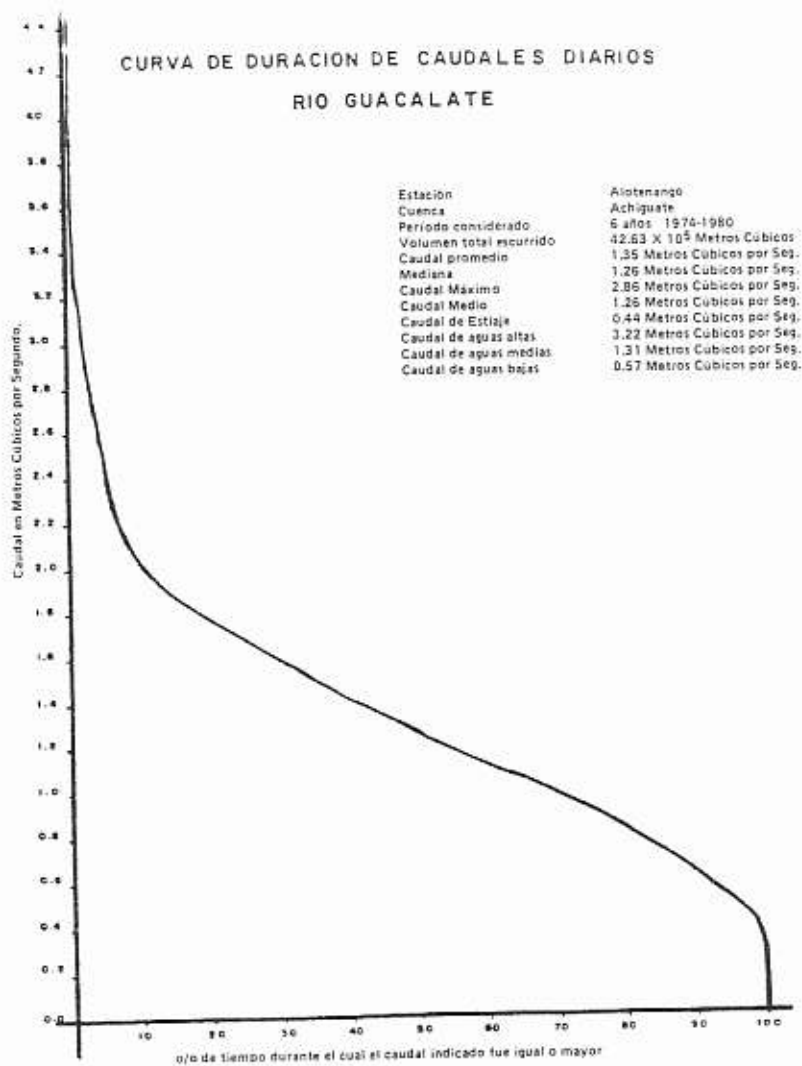
Cada uno de los parámetros físico-químicos analizados fueron graficados y discutidos, pero no es posible incluirlo en este corto informe. En cuanto a la calidad bacteriológica, el agua del cauce principal de la sub-cuenca del río Guacalate es inadecuada para consumo humano, a menos que se someta a los más estrictos tratamientos de desinfección. Únicamente la estación Testigo mostró ausencia de bacterias coliformes.

2.2 Cuantificación del recurso agua

En la cuantificación del recurso agua, el mayor comentario lo merece la curva de duración de caudales para la estación hidrométrica Alotenango, Figura 3. En ella se evidencia una fuerte pendiente en el inicio, lo cual indica que este río en sus condiciones naturales no tiene posibilidad de desarrollo exitoso por su escaso almacenamiento en la zona de crecidas; esto hace necesario buscar formas de almacenamiento de los excedentes pluviales. Las características de la curva son típicas para las cuencas de la parte alta de la vertiente del Pacífico debido a las pendientes y al tipo de materiales de los suelos. En cuanto al índice de variabilidad, para esta curva el valor 0.2069 indica poca variabilidad; al respecto Pellecer, (1968), dice que las cuencas con valores menores de 0.30 son de roca permeable. También se puede realizar una comparación de esta curva, que abarca solo la parte de la sub-cuenca del río Guacalate, con la curva

sinéctica elaborada para toda la cuenca, Figura 4 (Nufio, 1982), cuyo índice de variabilidad es de 0.29, lo cual indica que la totalidad de la cuenca es más variable que la cabecera de la misma.

Para los fines de este informe, se presentan los resultados de los parámetros de cantidad de agua sin mayor comentario, contando para ello con dos puntos de control de la forma siguiente:



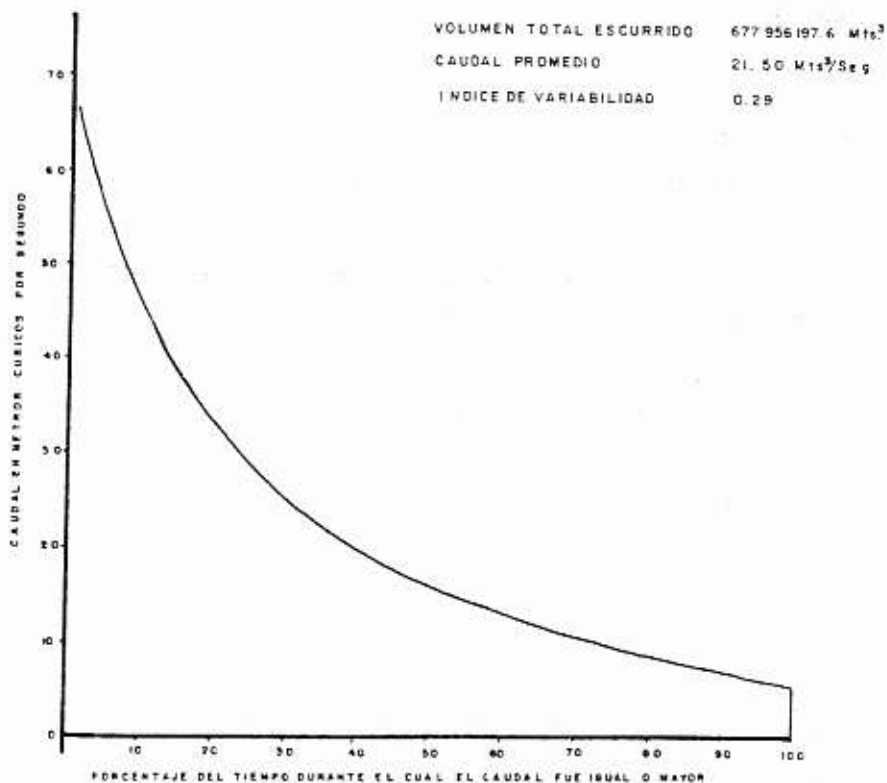


FIGURA 4: Curva de duración de caudales (sintética) para la estación de Desembocadura de la cuenca del Río Achiguate.

Estación Alotenango:

Precipitación pluvial	(+)	438.98 x 10 ⁶ mts. ³ anuales
Evapotranspiración potencial	(-)	321.92 x 10 ⁶ mts. ³ anuales
Escorrimiento superficial	(-)	42.63 x 10 ⁶ mts. ³ anuales
<hr/>		
Almacenamiento Estimado	(+)	74.43 x 10 ⁶ mts. ³ anuales

Estación Desembocadura:

Precipitación pluvial	(+)	2697.80 x 10 ⁶ mts. ³ anuales
Evapotranspiración potencial	(-)	1576.83 x 10 ⁶ mts. ³ anuales
Escorrimiento superficial	(-)	677.96 x 10 ⁶ mts. ³ anuales
<hr/>		
Almacenamiento Estimado	(+)	433.01 x 10 ⁶ mts. ³ anuales

En ambos casos es positivo el almacenamiento, y la evapotranspiración es el mayor factor de salida de agua de la cuenca.

En cuanto a una correlación de los aspectos cuantitativos con los cualitativos, se puede decir que en la época lluviosa se evidencia mayor contaminación en los caudales superficiales. Ello se opone al efecto de dilución esperado en un principio; esto puede deberse principalmente a que las corrientes turbulentas de la época lluviosa tienden a agitar en mayor grado los sedimentos del lecho del río.

La foto es elocuente en cuanto al arrastre de desechos por los cauces principales, tal como se observa en el río Guacalate, a la altura de Los Aposentos, Chimaltenango.

Puede apreciarse también la contaminación del río por aguas servidas.



3. Estudio de Vegetación

3.1 Zona de vida bosque húmedo montano bajo

Las condiciones climáticas propias de esta región permiten el desarrollo de comunidades de especies del género Pinus acompañadas de especies de género Quercus. Se encontraron en el estrato arbóreo 18 especies, en el estrato arbustivo 31 y en el herbáceo 48, para dar un total de 97 especies.

El estrato arbóreo es denominado por tres especies del género Pinus: P. montezumae Lambert, P. oocarpa Schiede y P. pseudostrabus Linae. De igual manera, es importante el género Quercus con cuatro especies, Q. peduncularis, Q. Tristis Liebm, Q. brachystachis Benth y Q. conspersa Benth. Otras especies representativas de la zona son Oreapanax xalapensis (HBK) Don & Planch, y Ostria virginiana Mill.

A su vez, el estrato arbustivo es dominado por Lippia substrigosa Turcs, Cestrum aurantiacum Lindley y Senecio salignus DC. Por último, el estrato herbáceo presenta en grado dominante Oplismenus burmani (Retz) Beauv, Hidrocotyle mexicana Cham & Schlecht y Calopogonium lanceslatum Brandey.

3.2 Zona de vida bosque muy húmedo montano bajo

Esta zona se caracteriza por su elevada altitud y clima frío, ya que dentro de la cuenca se circunscribe el área ocupada por la parte alta de los conos de los volcanes Agua y Fuego. Las altas pendientes que presentan estas áreas hacen que esta zona sea de vocación estrictamente forestal; sin embargo, actualmente una buena parte de la misma está siendo utilizada para agricultura. En cuanto a composición vegetal, el estrato arbóreo está constituido por 10 especies, el estrato arbustivo por 12 y el herbáceo por 25, para un total de 45 especies.

Las especies arbóreas dominantes son Alnus arguta (Schlecht) Spach, Chiranthodendron pendactylon Larreategui y Montanoa hibiscifolia (Benth) Sch. En el estrato arbustivo predominan Polumnia maculata Cav., Arracacia bracteata Coult y Salvia sp. Finalmente, en el estrato herbáceo las especies Bouteloua curtispensdula (Mich) Torr, Bidens sp. y Stevia polycephala Bertol, son las especies dominantes.

3.3 Zona de vida bosque muy húmedo subtropical (cálido)

Es en esta zona precisamente donde debido a sus características de alta precipitación, alta temperatura y suelos volcánicos, se desarrolla la mayoría de especies latifoliadas presentes dentro de la cuenca. Es característico la baja densidad de las especies arbóreas y con pocas posibilidades de aumentar debido a la implantación de agricultura, tanto de exportación como de subsistencia. De esta manera, la gran mayoría de especies arbóreas de valor económico han sido eliminadas y no se encuentran bosques naturales que contengan ejemplares representativos de esta vegetación; por ejemplo: cedro, caoba, palo blanco, conacaste, volador y laurel, entre otros.

Por el tipo de vegetación presente actualmente en la parte arbórea, tales como *Cecropia peltata* L., *Ficus* sp., *Ochroma lagopus* Swartz, *Heliocarpus nodiflorus*, *Guazuma ulmifolia*, Lam., *Guathea* sp., *Ocotea* sp., *Vochisia hondurensis* Sprague y *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken; la vegetación es de tipo secundario correspondiente a etapas serales intermedias.

En el estrato arbustivo son dominantes *Acacia angustissima* (Mill) Kuntze, *Pithecolobium dulce* (Roxb) Renth y *Chamaedorea* sp. En el estrato herbáceo *Heliconia collinsiana* Grigg, *Baltimora recta* L. y *Quamoclit heredifolia* (L) G. Don.

3.4 Zona de vida bosque húmedo subtropical (cálido)

Esta zona de vida no se trabajó como parcelas de muestreo debido a que prácticamente no existe vegetación en estado natural, ya que en su gran mayoría está dedicada a cultivos como caña de azúcar, pastos y ganadería, por lo que la única vegetación que se pudo observar es la que sirve de división en potreros o bien a la orilla de caminos y ríos. Algunas especies que se observaron son *Sterculia apetala* (Jacq) Karst, *Roseodendron Donnell Smithii* (Rose) Miranda, *Coccoloba* sp., *Pachira acuática* Aubl. y *Cordia alliodora* (&P) Oken.

3.5 Zona de vida bosque seco subtropical

Esta zona de vida comprende una faja costera de menos de 2 Kms. de ancho, dentro de la cual una pequeña porción corresponde a zona

de mangle. Las especies indicadoras de esta zona son *Crescentia alata* HBK, *Jacquinia aurantiaca* Ait y *Sterculia apetala* (Jacq) Karst en las zonas no cubiertas de mangle.

El área de mangle está constituido por tres especies higrofiticas, como lo son *Rizophora mangle* L., *Avicenia germinaus* L. y *Laguncularia racemosa* L.

3.6 Variación de la vegetación de la cuenca

En la Figura 5 se muestra la delimitación de las diferentes zonas de vida presentes en la cuenca con los diferentes puntos de muestreo; asimismo, un perfil de vegetación conformado por las especies vegetales dominantes en los tres estratos presentes en cada sitio de muestreo. Basados en la información presentada en la Figura 5, se establece que existe una diferencia bien marcada en la dinámica de las poblaciones vegetales en cada zona de vida a lo largo de la cuenca. Esta diferencia es mayormente relevante en el estrato arbóreo, en el cual predominan especies que en la fase climax deberán ser literalmente distintas en cada zona de vida. Sin embargo, en el caso de gramíneas, compuestas, leguminosas y conmelinaceas en las zonas de vida a lo largo de la cuenca son pioneras en la sucesión vegetal, permaneciendo asociadas aún en el piso del estrato arbóreo.

Es notorio el hecho de que conforme se incrementa la altitud sobre el nivel del mar acompañada de cambios en temperatura y humedad, la composición vegetal se modifica. De esta manera, en la parte alta de la cuenca se encuentra bosque perennifolio de hoja ancha; inmediatamente por debajo de los 2,000 m. hasta los 1,500 m. bosque perennifolio de hoja ancha y acicular; en la región comprendida por debajo del límite altitudinal mencionado se encuentra presente en forma dispersa bosque latifoliado. La franja costera propiamente comprende dos tipos de vegetación, siendo estos el bosque seco y el bosque higrofitico o manglar.

Es necesario anotar que las comunidades esquematizadas para las zonas de vida comprendidas en la parte alta de la cuenca, son de tipo climax, pero en deterioro. Por el contrario, en la parte media y baja de la cuenca existe gran dificultad para la definición de vegetación climax, ya que las especies vegetales corresponden a sucesiones secundarias, también en deterioro.

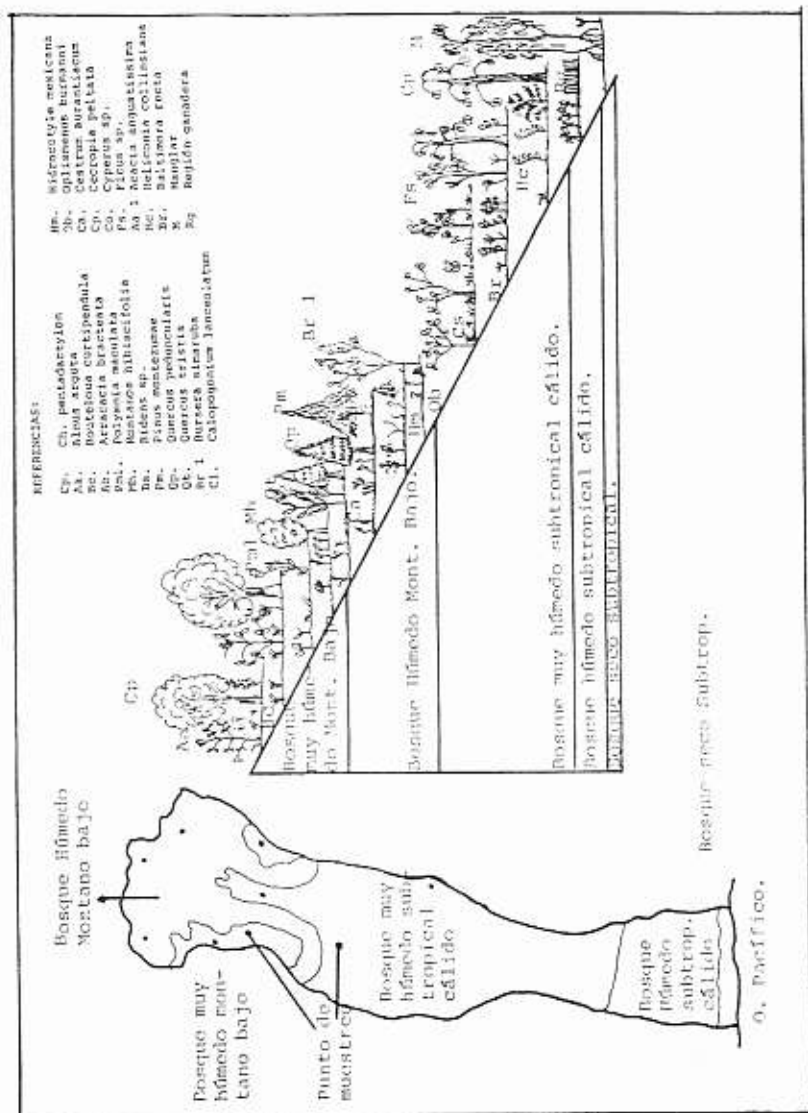
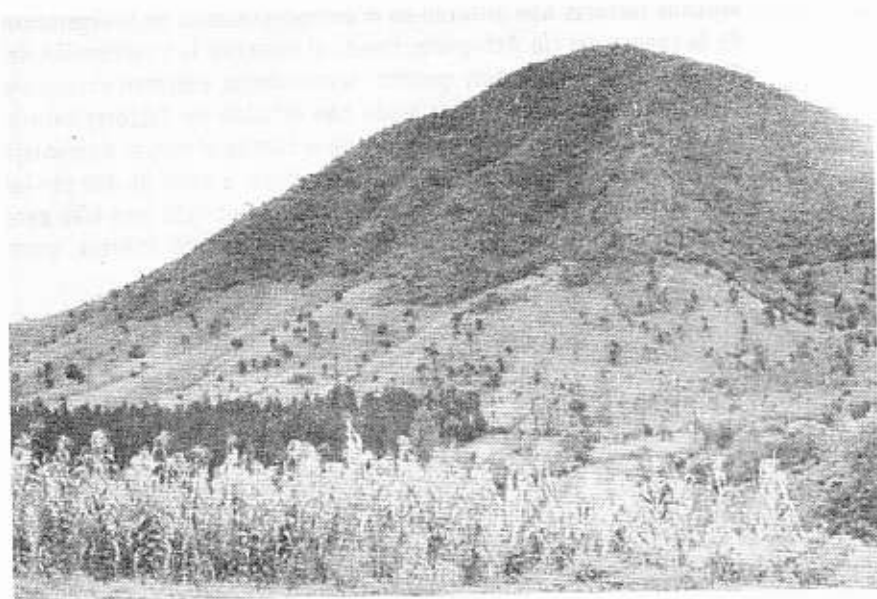


FIGURA 5: Perfil de la vegetación dominante a lo largo de la cuenca del río Achiguate entre Oct. 83 y Enero/84.

Muchos factores han influido en el comportamiento de la vegetación de la cuenca del río Achiguate, siendo el principal la intervención del hombre, cuyo reflejo son quemas incontroladas, pastoreo excesivo y talas inmoderadas; en menor grado han influido los factores naturales. Particularmente en la parte alta de la cuenca el mayor porcentaje del área está siendo utilizada para agricultura, a pesar de que por las características del relieve no es recomendable utilizar esta área para cultivos limpios como actualmente se hace. Este manejo, poco



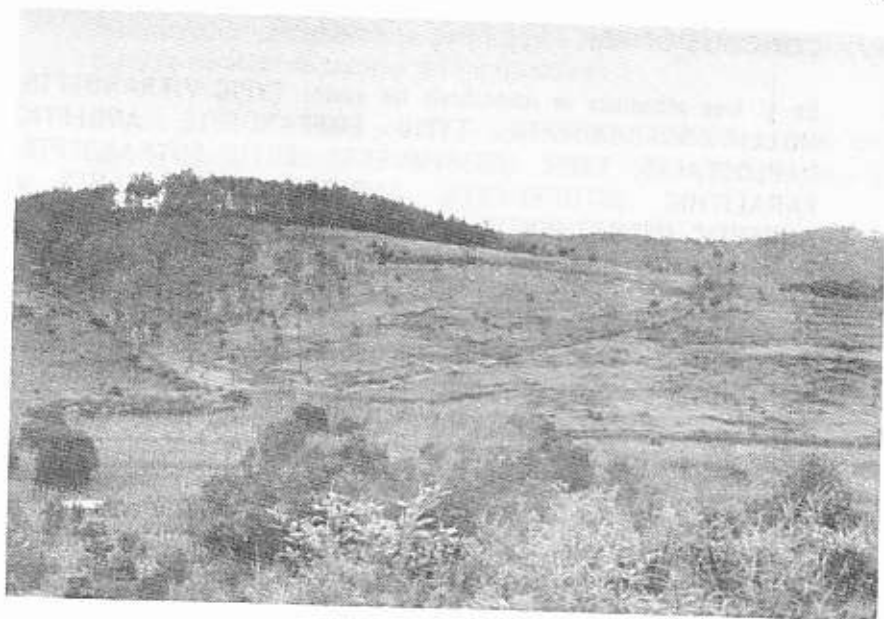
En la cuenca alta del río Achiguate, donde predomina la propiedad minifundista (cultivos de maíz y hortalizas) se tiene que recurrir al uso de áreas que no son de vocación agrícola; además no se utilizan prácticas de conservación.



La frontera agrícola se amplía cada vez más, quizá en pocos años se esté cultivando totalmente el cerro que lleva por nombre Chimachoy. Contradictoriamente, en la parte baja del cerro y donde la pendiente es menor, puede apreciarse un bosque de *Cypresus sp.*

adecuado, da origen a efectos dramáticos que de manera interrelacionada provocan disturbios generalizados en los ecosistemas de la cuenca. Entre tales efectos, sobresalen: Disminución de las fuentes de combustible, incremento de la superficie expuesta a erosión hídrica y disminución de la capacidad de infiltración del agua, teniendo como consecuencia el acarreo de las partículas de suelo y aumento del caudal de los ríos conteniendo grandes cantidades de partículas en suspensión con capacidad para dañar obras físicas y áreas de cultivo en la parte baja.

En la parte intermedia de la cuenca, caracterizada por suelos profundos, pendiente suave, temperatura y precipitación alta, es común la presencia de un tipo de agricultura extensivo dedicada principalmente a café, caña y ganadería. Esta actividad *per se* ha dado como



La venta de madera es una fuente de ingresos familiares. Esta fotografía muestra un área deforestada en el Municipio de San Andrés Itzapa, donde se ha practicado un aprovechamiento casi completo de *Pinus montezumae*, sin que se proyecte la reforestación; esta área quedará convertida en una sabana.

resultado la eliminación casi total de la vegetación natural, a tal punto que hoy en día muchas especies forestales de valor económico han desaparecido de la cuenca y otras se encuentran en vías de desaparición. Esta misma sintomatología se observa con el bosque seco de la parte baja de la cuenca, el cual se ha visto desplazado por desarrollo urbano y ganadería. Por aparte, la escasa porción de bosque de mangle comprendido en la cuenca ha sido objeto de un manejo inadecuado al aplicar en la mayoría de los casos tala raza como método de aprovechamiento, teniendo como consecuencia una fuerte disminución de los recursos marinos asociados a ese tipo de bosque.

IV. CONCLUSIONES:

- En el área estudiada se identifican los suelos TYPIC VITRANDEPTS, MOLLIC VITRANDEPTS, TYPIC EUTRANDEPTS, ANDEPTIC HAPLOSTALFS, TYPIC USTIFLUVENTS, ENTIC EUTRANDEPTS, PARALITHIC USTORTHENTS, ANDEPTIC HAPLAQUENTS y ANDEPTIC USTORTHENTS. Entre los suelos antes mencionados, la mayor extensión está ocupada por los VITRANDEPTS.
- En cuanto a la capacidad de uso, se identificaron las 8 clases de capacidad, de las cuales las áreas que se deberían utilizar para usos forestales (clases VI a VIII) representan un alto porcentaje.
- El 79 o/o del área de la parte alta de la cuenca tiene pendientes mayores del 12 o/o; de esta extensión el 68 o/o se encuentra con cubierta arbórea permanente. Los suelos en su gran mayoría tienen baja retención de humedad, por consiguiente pierden el agua con mucha facilidad, lo que implica que el almacenamiento de agua es limitado, incrementándose notablemente los caudales de los ríos en la época lluviosa.
- Dentro de las áreas con mayor pendiente, el 32 o/o ha sido desprovista de su cubierta vegetal permanente para la implantación de cultivos anuales; este uso de la tierra ha permitido que el suelo se erosione, al extremo de haberse perdido en algunos lugares la totalidad del mismo. Consecuentemente, el río Guacalate transporta grandes cantidades de sólidos en solución y suspensión.
- Los valles y otras unidades fisiográficas con pendientes menores del 12 o/o ocupan una extensión de 21 o/o en la parte alta de la cuenca. En los valles de Chimaltenango, Parramos e Itzapa, la tierra es utilizada con cultivos anuales, situación justificable por sus bajas pendientes; sin embargo, no son utilizadas las prácticas de conservación de suelos necesarias. Estas áreas son de alto potencial agrícola, teniendo como limitante el abastecimiento de agua para riego en la época seca, requerimiento que no podría suplir completamente el río Guacalate por sus bajos caudales.
- Los valles de Antigua Guatemala y Dueñas poseen bajas pendientes y por lo tanto, poca susceptibilidad a la erosión, además de estar cubiertas con plantaciones de café. El arrastre de sedimentos en esta zona es menor que el que se observa en las unidades fisiográficas de la cabecera de la cuenca.

Esta situación probablemente contribuye a la estabilización parcial de la curva de duración de caudales del río Guacalate.

- El agua del río Guacalate, por sus características bacteriológicas, no es apta para el consumo humano; sin embargo, puede emplearse como agua de riego.
- Las plantas dominantes en la zona de vida bosque húmedo montano bajo en el período octubre a diciembre de 1983, son: En el estrato arbóreo, *Pinus montezumae*, *Quercus peduncularis*, *Quercus tristis* y *Bursera simaruba*; en el estrato arbustivo: *Lippia substriyosa*, *Senecio salignus*, *Cestrum aurantiacum* y *Alnus argura*; en el estrato herbáceo *Oplismenus burmanni*, *Hydrocotyle mexicana*, *Calopogonium lanceolatum* y *Sida glutinosa*.
- Las plantas dominantes de la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo, en el período de octubre a diciembre de 1983, son: En el estrato arbóreo, *Alnus arguta*, *Chiranthodendron pentadactylon* y *Montanoa hibiscifolia*; en el estrato arbustivo *Polymia maculata*, *Arracacia bracteata* y *Salvia sp*; En el herbáceo *Bouteloua curtipendula*, *Bidens sp.* y *Stevia polycephala*.
- Las plantas dominantes en la zona de vida bosque muy húmedo subtropical cálido, en el período de octubre 1983 a enero 1984 son: En el estrato arbóreo, *Cecropia peltata*, *Ficus sp.*, *Samanea saman* y *Cedrella mexicana*; en el arbustivo *Heliconia collinsiana*, *Acasia angustissima*, *Spindias mombin* y *Pithecolobium dulce*; en el herbáceo *Heliconia collinsiana*, *Baltimora recta*, *Quamoclit hederifolia* y *Richardia scabra*.
- Las especies *Bursera simaruba*, *Alnus arguta*, *Quercus tristis*, *Oplismenus burmanni* y *Commelina sp.*, aparecen en dos zonas de vida distintas, por lo que muestran un mayor rango de adaptación que la generalidad de plantas muestreadas.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Procedimientos simplificados para el examen de agua. México, CRAT/AID, 1966. 116 p.
2. BAZAN, R. Curso de fertilidad y productividad de suelos; análisis de textura. Turrialba, Costa Rica, CATIE, s.f. 3 p.

3. BOTERO, P. J., BENAVIDES, S. T., ELBERSEN, G. W. Una metodología para levantamientos edafológicos. Bogotá, Colombia, CIAT, 1975. 21 p.
4. BRAEUNNER, M. E. y CASTILLO, S. Cuaderno de prácticas de Edafología II. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 33 p.
5. GUATEMALA. INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Mapa Geológico. Guatemala, s.f. escala 1:500,000, color.
6. JACKSON, M. L. Análisis químico de suelos. Barcelona, España, Omega, 1970. 662 p.
7. KLINGEBIEL, A. A. y MONTGOMERY, P. H., Land-capability classification. USDA. Handbook No. 210, 1962. 21 p.
8. Métodos de Laboratorio y procedimientos para recoger muestras. Trad. por Augustin Contin. México, Trillas, 1976. 90 p.
9. NUFIO REYES, W. Características preliminares de la cuenca del Río Achiguate. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 165 p.
10. ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma, Italia, 1977. s.f. 70 p.
11. PELLECCER MEZA, A. C. Obtención de curva de duración de caudales mediante el índice de variabilidad; aplicación a cuencas de Guatemala. Tesis Ing. Civil. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Ingeniería, 1968. 80 p.
12. PEÑA, I. DE LA. Calidad de las aguas de riego. Guatemala, DIGESA/DIRENARE. Memorandum Técnico No. 2, 1976. 32 p.
13. SCHEIZER, S., COWARD, H., VASQUEZ, A. Metodología para análisis de suelos, plantas y agua. Costa Rica, Dirección de Investigaciones Agrícolas. Boletín Técnico No. 68 1980. 31 p.

14. SOIL TAXONOMY; a basic system of soil classification for making and interpretin soil Survey. USDA, Agricultural Handbook No. 436, 1975. 458 p.
15. TOBIAS VASQUEZ, H. A. Procedimientos para análisis de suelos; guía del curso de Mapeo y Clasificación de Suelos. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía 1983. 11 p.
16. VINK, A. P. A. Fotografías aéreas y las ciencias del suelo. Amsterdam, Holanda, UNESCO, 1963, 1963. pp 62-64.

RENDIMIENTO Y CONTENIDO DE PROTEINA EN
HIERBA MORA (*Solanum sp.*) A DIFERENTES ETAPAS
DE DESARROLLO Y NUMEROS DE CORTES POR ETAPA

Aníbal B. Martínez (*)
Fulgencio J. Delgado G. (**)

INTRODUCCION:

Guatemala, al igual que otros países del trópico, enfrenta problemas de nutrición, especialmente en el área rural, donde las poblaciones basan su dieta principalmente en vegetales con exceso de hidratos de carbono y muy escasos en proteína, sales minerales y vitaminas, lo que provoca un desbalance nutricional muy marcado. Esta tendencia natural a consumir alimentos con más contenido de hidratos de carbono es debido a que éstos son los más baratos y accesibles, tanto en nuestro país como en muchas regiones tropicales, tal como sucede con los arrozales en el extremo Oriente (4), que satisfacen la casi totalidad de las necesidades energéticas. Para el caso de Guatemala, el maíz básicamente integra la mayor proporción de la dieta diaria en el no muy variado menú del guatemalteco.

Existen en los campos de cultivo de casi todas las regiones agrícolas de Guatemala, desde altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 3,000 MSNM., fuentes vegetales de alimento que por ausencia de investigación en ellas se conoce muy poco sobre sus magníficas propiedades nutricionales; tal es el caso de la Hierba Mora (*Solanum sp.*), conocida también como Quilete y Macuy, con un contenido de proteína muy por encima del contenido proteínico de las horta-

(*) Profesor de la Facultad de Agronomía. USAC.

(**) Tesis de grado.

lizas introducidas, así como también un contenido significativamente mayor en sales minerales como el hierro, calcio y fósforo, y un valor alto en contenido de Vitamina A.

REVISION DE LITERATURA:

Según Gentry y Standley (2), en Guatemala la Hierba Mora (*Solanum* sp.), es posible encontrarla en terrenos abiertos a cultivo, cultivada o en terrenos baldíos y en una amplia variedad de climas, fríos o cálidos; dichos autores indican un rango altitudinal de 350 - 1500 MSNM; sin embargo Vásquez y Vásquez (4) colectó muestras vegetales a 2700 MSNM. en San José Caben, municipio de San Pedro Sacatepéquez, departamento de San Marcos. Todos ellos citan los siguientes departamentos: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jutiapa, Santa Rosa, El Progreso, Retalhuleu, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango y Petén, así como Belice.

A nivel mundial, la Hierba Mora (*Solanum* sp) ha sido localizada en: Centroamérica y México, oeste de Estados Unidos, España, Portugal, Italia y en la India. (1, 2)

MATERIALES Y METODOS:

El ensayo se llevó a cabo a cinco kilómetros de San Juan Sacatepéquez, departamento de Guatemala, en la aldea Cruz Blanca, a una altura de 1800 MSNM, precipitación pluvial media anual de 1500 mm y temperatura media de 18°C.; según Holdridge (3), el área corresponde a la zona ecológica Montano Bajo Húmeda.

Se utilizó un área de 260 mts.², con longitud de 20 mts. orientada de este a oeste, y ancho de 13 mts. orientada de norte a sur. El área por parcela fue de 8 mts.², con 2.50 mts. de ancho y 3.2 mts. de largo. El número de plantas por parcela fue de 24 y el número por parcela útil fue de 8.

Las distancias de siembra utilizadas fueron: un metro entre surcos y 0.40 mts. entre plantas.

Se utilizó un diseño experimental de Bloques al azar, compuesto por tres tratamientos y cuatro repeticiones. Los tratamientos fueron: a) corte a 20 días después del transplante. b) corte a 30 días después del transplante y c) corte a 40 días después del transplante.

Para cada tratamiento se hicieron cortes por un período de 6 meses, con una frecuencia de corte igual al primero de cada tratamiento después del transplante (20, 30 y 40 días); el número de cortes para cada tratamiento en los 6 meses (180 días) fue de 8, 6 y 4 cortes respectivamente.

En cada tratamiento se midió el peso bruto (tallos, hojas y flores), peso neto (hojas y brotes tiernos) y peso seco del material cortado, así como el o/o de proteína en base fresca. El peso seco se obtuvo a partir del peso neto, colocando el material en un horno a 60°C. durante 14 horas. El material seco se molió y se practicó el análisis de proteína utilizando el método Micro-Kjeldhal.

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza para establecer el grado de diferencia en los tratamientos, así como a la prueba de comparación múltiple de medias Tukey para identificar los mejores tratamientos. Finalmente se realizaron análisis de regresión para conocer el grado de correlación que existe entre las variables medidas y la época y número de cortes.

RESULTADOS:

El análisis de varianza para rendimiento bruto, neto y seco, mostró diferencia altamente significativa, tanto para época como para número de cortes; mientras que el porcentaje de proteína en base fresca no fue significativo.

La época de corte a 40 días produjo un rendimiento más alto en materia verde neta, lo que incide directamente en un mayor rendimiento de proteína. En el cuadro No. 1 se observa que a dicha época el rendimiento en materia verde en solo 4 cortes fue de 1254.5 Kg/Ha., con un promedio por corte de 313.6 Kg/Ha., un rendimiento total en proteína de 65.3 Kg/Ha. y un promedio por corte de 16.3 Kg/Ha.

En las 3 épocas es uniforme la tendencia ascendente en rendimiento en materia verde neta hasta el tercer corte; un cuarto corte parece estar en función de la época de corte, ya que según el cuadro, el rendimiento mantiene la tendencia solo a la época de 20 días al realizar un cuarto corte, no así a la época de 30 y 40 días, donde el rendimiento bajó significativamente al hacer este corte. (235.8, 118.7 y 157.9 Kg/Ha. respectivamente).

Todos los posibles cortes a realizar después del cuarto corte producen muy bajos rendimientos y una concentración menor de proteína. Esto se observa en los 4 cortes más que se hicieron a cada 20 días y en los 2 cortes más que se hicieron a cada 30 días.

CUADRO 1

VALORES MEDIOS DE RENDIMIENTO PARA MATERIA VERDE NETA Y PROTEINA, SEGUN EPOCA DE CORTE Y NUMERO DE CORTES EN CADA EPOCA

CORTE	20 días a corte			30 días a corte			40 días a corte		
	Peso neto/ Kg/Ha	o/o Prot. B.F.	Rend./ Prot. Kg/ha.	Peso neto/ Kg/Ha.	o/o Prot. B.F.	Rend./ Prot. Kg/Ha	Peso neto/ Kg/Ha.	o/o Prot. B.F.	Rend./ Prot. Kg/Ha.
1	62.5	5.2	3.3	244.5	5.5	13.5	309.4	5.9	18.3
2	93.8	5.5	5.2	228.9	5.7	13.1	264.9	5.5	13.6
3	137.5	5.4	7.4	316.3	5.7	18.1	540.3	4.9	26.5
4	235.8	6.0	14.2	118.7	4.7	5.6	157.9	4.4	7.0
Sub-									
Total	528.8		29.6	908.4		49.1	1294.5		65.2
X	132.2	5.6	7.4	227.1	5.4	12.3	313.6	5.2	16.3
5	133.4	4.1	5.5	69.1	5.3	3.7	-	-	-
6	61.4	3.8	2.3	76.2	4.5	3.5	-	-	-
7	37.0	4.4	1.6	-	-	-	-	-	-
8	45.0	4.3	1.9	-	-	-	-	-	-
Total	805.6		39.5	1053.6		54.8	1254.5		65.2
X	100.7	4.9	4.9	175.6	5.2	9.1	313.6	5.2	16.3

Lo anterior nos demuestra que la vida útil máxima de la hierba mora sometida a cultivo es de 120 días, y la mínima de 80-90 días.

CONCLUSIONES

1. La época de corte a 40 días posibilitó realizar 4 cortes, la de 30 días 6 cortes y la de 20 días 8 cortes. El número máximo de cortes que puede hacerse en todas las épocas es de 4, obteniéndose rendimientos aceptables en cada corte.
2. En el contenido de proteína no hay diferencia significativa entre épocas, ni entre número de cortes dentro de cada época.
3. La época de corte a 40 días tiene un mayor promedio de rendimiento neto por corte individual y total de cortes (313.6 y 1254.5 Kg/Ha.).
4. Al relacionar el contenido de proteína con el rendimiento neto, el corte a 40 días da un mayor rendimiento en proteína, tanto para corte individual promedio (15.3 Kg/Ha) como para el total de cortes (65.2 Kg/Ha).

RECOMENDACIONES:

1. Se recomienda hacer este tipo de estudios en otros materiales que se han colectado para conocer el potencial productivo de la variabilidad que existe en el país.
2. Es necesario realizar este tipo de investigaciones en otras regiones para conocer la respuesta de esta especie a las diferentes condiciones climáticas del país.
3. Con el objeto de aumentar los rendimientos de la Hierba Mora, es necesario realizar estudios para conocer:
 - Respuesta de la planta al abonado.
 - Respuesta de la planta a diferentes densidades de siembra.

BIBLIOGRAFIA

1. FONTE QUER, P. El dioscórides renovado. Barcelona, España, Labor. 1962. pp 583-535.
2. GENTRY JUNIOR, J. L. and STANDLEY, P. C. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago Natural History Museum, Fieldana Botany v. 24, part. 10 No. 1, 2. 1974. pp 97-144.
3. HOLDRIDGE, L. R. Mapa de zonificación ecológica de Guatemala; según sus formaciones vegetales. Guatemala, SCIDA, 1958. s.p.
4. VASQUEZ y VASQUEZ, F. I. Recolección y caracterización de germoplasma de Hierba Mora (*solanum* sp) de la vertiente del Pacífico de la República de Guatemala. Tesis de Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. pp 23-32.

ESTUDIO PRELIMINAR DEL EFECTO DE LA RADIACION
GAMMA DE COBALTO-60 SOBRE LA CONSERVACION DE
TUBERCULOS DE PAPA (*Solanum tuberosum* L.) PARA
CONSUMO DURANTE EL PERIODO DE ALMACENAMIENTO

*Ing. Agr. Romeo Montepeque Roldán**
*Ing. Agr. José Luis Rueda Calvet***
Ing. Agr. Alvaro G. Hernández D.

RESUMEN

El estudio se realizó en el municipio de Chimaltenango, con el objeto de conocer el efecto de la inhibición de la brotación de los tubérculos de papa, variedad Loman, por diferentes dosis de radiación gamma de Cobalto-60: 4, 6, 8, 10 y 12 Kilorad y el inhibidor químico Isopropyl-n-Phenil Carbonato (IPC), aplicando estos tratamientos 15 y 45 días posterior a su cosecha a grupos diferentes de tubérculos almacenados bajo dos condiciones de luz (obscuridad y luz indirecta).⁺

Se anotó quincenalmente el número de brotes, longitud y grosor de los mismos, y además, el peso, contenido de humedad e infecciones de los tubérculos.

* Autor: Investigador de la Sección Agropecuaria de la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.

** Asesor: Jefe del Departamento Agropecuario de la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.

*** Asesor: Miembro del Personal Docente de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

+ Obscuridad = Cuarto cerrado; Luz Indirecta = Rancho de paja.

Para la interpretación y análisis de los datos obtenidos, se utilizó un diseño multifactorial $2 \times 2 \times 7 \times 4$ en completo azar con 3 repeticiones.

Se efectuaron análisis de varianza, de regresión múltiple y pruebas de Tukey, utilizando el sistema de computación IBM/370 de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Se concluyó que el efecto del tratamiento de 4 kilorad e IPC, fue similar al testigo, permitiendo desarrollo de brotes independiente de la época de aplicación y condición de luz; los tratamientos de 8, 10 y 12 kilorad inhibieron la brotación en forma irreversible, con insignificante pérdida de peso y humedad, independiente de la época de irradiación y condición de luz; sin embargo, los tubérculos almacenados en obscuridad presentaron características ideales para consumo, siendo la dosis óptima la de 8 kilorad aplicada 15 días posterior a su cosecha.

I. INTRODUCCION

En nuestro país la producción de papa es temporal, obligando a los cultivadores a recolectar y vender el producto en determinadas épocas (Julio a Octubre), con lo cual se satura el mercado, se bajan los precios y se obtiene menor ingreso neto. Esto es consecuencia de la falta de conocimiento de métodos y/o técnicas de almacenamiento de tubérculos de papa para consumo humano.

Desde las primeras experiencias en la utilización de las radiaciones para la conservación de alimentos, se vió que los tubérculos de papa ofrecían muy buenas perspectivas, existiendo países que tienen aprobada la comercialización de papas para consumo irradiadas mediante radiación gamma: España, Francia, U.S.A., Japón e Israel, entre otros. (3)

Se ha observado que la irradiación gamma influye beneficiosamente sobre los plátanos. El tratamiento retrasa la maduración y prolonga el período de conservación. (5)

En 1976, el comité mixto de expertos FAO/OIEA/OMS sobre la comestibilidad de los alimentos irradiados (MEAI), recomendó que las patatas, el trigo, las fresas, las papayas, los pollos, el arroz, el pescado y las cebollas tratados con energía de ionización para diferentes fines, fueran considerados seguros para el consumo sobre una base incondicional o provisional (4).

De lo anteriormente expuesto se justificó la realización del presente trabajo, utilizando técnicas nucleares aplicando rayos gamma de Cobalto-60 para conservar tubérculos de papa para consumo humano.

II. MATERIALES Y METODOS

1. Localización y características.

El presente estudio se realizó en el municipio de Chimaltenango, del mismo Departamento en Guatemala, con una altitud de 2,000 m.s.n.m., con temperatura 16.74°C, humedad relativa 79.16 o/o y precipitación de 900 mm anual, tomadas durante la época que se efectuó el estudio, años 1982-1983.

Según De la Cruz, R. (2), esta área está caracterizada ecológicamente como bosque húmedo montano bajo, sub-tropical.

2. Material experimental.

2.1 Tubérculos empleados.

Se realizaron las experiencias con tubérculos de papa variedad Loman procedente de Chimaltenango, sembrados a finales de Octubre de 1982 y cosechados a mediados de Febrero de 1983.

2.2 Tratamiento con radiación gamma de Cobalto-60.

Se efectuaron dos irradiaciones: la primera a un grupo de tubérculos a los quince días de cosechados, y la segunda irradiación aplicada a un diferente lote de tubérculos a los cuarenta y cinco días posterior a su cosecha.

La irradiación se efectuó en un aparato irradiador DYNARAD 5L que contiene una fuente de Cobalto, propiedad de la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas, Guatemala.

Las dosis de irradiación utilizadas se detallan a continuación:

<u>Dosis de Irradiación</u>	<u>Tiempo de exposición</u>
4 Kilorad*	0.0 minutos con 55 seg.
6 Kilorad	1.0 minuto con 23 seg.
8 Kilorad	1.0 minuto con 50.7 seg.
10 Kilorad	2.0 minutos con 18.46 seg.
12 Kilorad	2.0 minutos con 46 seg.

2.3 Tratamiento con Isopropyl-n-Phenyl-Carbonato, 1 o/o (IPC).

Se utilizó un preparado comercial de IPC, aplicándose en polvo a los tubérculos a razón de 0.2 kg. para 100 kg. de papa. (1). El tratamiento se hizo en dos épocas similares a las realizadas con radiación gamma.

En cada tratamiento (diferentes dosis de Irradiación o inhibidor químico) se utilizaron 10 tubérculos tomados al azar, por 3 repeticiones, dos épocas de aplicación y dos condiciones de almacenamiento, los cuales fueron comparados con un testigo de 10 tubérculos en cada repetición, época y condición de almacenamiento.

2.4 Condiciones de almacenamiento.

Los tratamientos se colocaron al azar en cajas de madera ventiladas (Ver Foto No. 1) y almacenadas en obscuridad, para lo cual se utilizó un cuarto cerrado. Igual cantidad de tubérculos con los mismos tratamientos y testigo se colocaron en cajas similares almacenadas en luz indirecta, construyendo un rancho. (Foto No. 2).

3. Evaluación de parámetros.

3.1 Brotación.

Se observó quincenalmente, durante un período de seis meses, la brotación de los tubérculos, anotándose el número de brotes por tubérculo, longitud y grosor de los mismos.

* Kilorad: 1,000 rad. rad: Unidad utilizada para medir la cantidad de radiación absorbida por cualquier tipo de material y representa la absorción de 100 ergios de energía radiante por gramo de material irradiado.



Caja utilizada para el almacenamiento de la papa.



Almacenamiento con luz indirecta.

3.2 Variación de peso.

Quincenalmente, durante un período de seis meses, se realizaron pesadas de los tubérculos y se determinó la pérdida de peso global de cada tratamiento, por diferencia entre el peso de cada determinación y el peso inicial; los resultados se refirieron a 100 g. de peso fresco inicial.

2.3 Contenido en humedad.

Se determinó cada dos meses, durante el período de almacenamiento, por diferencia entre el peso fresco inicial y el peso seco, después de permanecer las muestras en horno a 105°C hasta lograr un peso constante.

3.4 Infecciones microbianas y otras observaciones visuales.

Quincenalmente se llevó un control de infecciones de los tubérculos durante los seis meses que duró al almacenamiento, observándose también el aspecto de los mismos.

4. Metodología Estadística.

El diseño experimental empleado fue un multifactorial $2 \times 2 \times 7 \times 4$ en completo azar con 3 repeticiones. Además, se efectuó un análisis de regresión múltiple y pruebas de significancia.

III. RESULTADOS Y DISCUSION.

Los resultados obtenidos a través de las lecturas fueron codificados e ingresados al sistema de computación IBM/370 de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y de ellos se efectuó un análisis de regresión múltiple con el objeto de obtener la dosis óptima de radiación. Se observó que los modelos de regresión no estaban dando mayor información, por lo que se procedió a obtenerla por el método gráfico.

Para la interpretación de los parámetros: número de brotes, longitud, grosor de los mismos y peso de tubérculos de los principales efectos (luz-tratamientos-lectura-período) e interacciones de los mismos, se efectuaron análisis de varianza y posteriormente fueron efectuadas pruebas de Tukey.

De los análisis de varianza se determinó que la utilización de diferentes dosis de Kilorad e IPC como inhibidores de brotación, presentaron para este estudio diferencias significativas en los principales efectos de los parámetros y en casi todas las interacciones de los mismos.

Los análisis para número de brotes indican que los tratamientos de 4 Kilorad, 6 Kilorad e IPC, se comportaron igual al testigo presentando similar número de brotes por tubérculo, en contraste con los otros tratamientos; al analizar la interacción tratamiento-período, se determinó que el efecto de dosis de 8, 10 y 12 Kilorad aplicadas a los 15 días, fue análogo, inhibiendo el desarrollo de brotes.

El ANDEVA y pruebas de significancia para longitud de los brotes muestran que los tratamientos de 8, 10 y 12 Kilorad se comportaron de modo análogo, impidiendo el desarrollo de brotes; el tratamiento IPC se comportó de igual manera que el testigo, permitiendo la división y multiplicación de nuevas células. Con la interacción luz-tratamiento, las dosis de 8, 10 y 12 Kilorad tuvieron un efecto similar de inhibición en brotación, tanto en oscuridad como en luz indirecta; el tratamiento IPC se comportó de igual forma al testigo dependiendo de la condición de iluminación, ya que en oscuridad los brotes presentaron mayor longitud que los de luz indirecta.

El análisis del grosor de los brotes indica que el tratamiento IPC respondió de igual manera que el testigo, presentando brotes fuertes. En los tratamientos con dosis de 8, 10 y 12 Kilorad el efecto fue de modo análogo, manteniendo sin brotar los tubérculos. En la interacción luz-tratamiento, resultó que el IPC se mostró análogo al testigo dependiendo de la condición de luz, ya que en luz indirecta los brotes fueron gruesos y en la oscuridad delgados. En la interacción tratamiento-período, el IPC respondió igual que el testigo, permitiendo el desarrollo de brotes vigorosos dependiendo del período de aplicación; las dosis de 6, 8, 10 y 12 Kilorad presentaron similar efectividad, ya que truncaron el desarrollo de los brotes en diferentes épocas de aplicación.

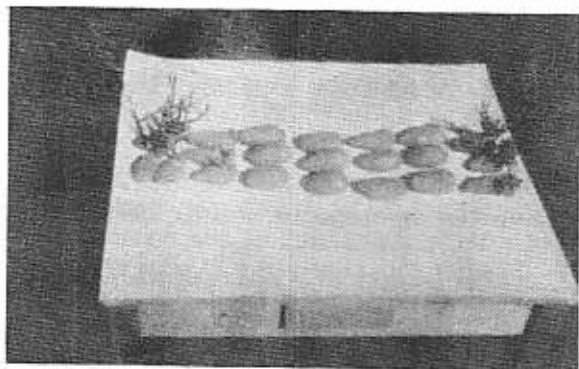
Algunos tubérculos tratados con dosis de radiación presentaron brotes delgados en diferente condición de luz.

Con los análisis de varianza y pruebas de significancia realizadas para el peso de tubérculos, el efecto del IPC y la dosis de 4 Kilorad fue similar al testigo, presentando tubérculos arrugados; el efecto de los tratamientos de 6, 8, 10 y 12 Krad fue análogo, permitiendo un mínimo porcentaje de pérdida de peso.

En la interacción luz-tratamiento resultó que el efecto del tratamiento IPC y 4 Kilorad, fue igual al testigo, permitiendo mayores pérdidas de peso en diferente condición de luz; las dosis de 8, 10 y 12 Kilorad tuvieron un comportamiento análogo, conservando tubérculos sin mayor reducción de peso, independiente de la condición de luz. Con la interacción luz-período se manifiesta que los tratamientos presentaron similar efecto en obscuridad, independiente de la época de aplicación. Además, en la interacción tratamiento-período, el tratamiento IPC y 4 Kilorad se comportó de una forma similar al testigo presentando tubérculos aguados en diferente época de aplicación; los tratamientos de 8, 10 y 12 Kilorad fueron análogos en su efecto, evitando pérdidas de peso en diferente época de irradiación.

En base a la determinación sobre el contenido de humedad de los tubérculos de cada tratamiento en diferente época de aplicación y condición de luz, se afirma que los tratamientos con 4 Krad e IPC se comportaron de modo análogo al testigo, permitiendo una reducción de humedad; el efecto de los tratamientos de 8, 10 y 12 Kilorad fue similar, presentando una menor pérdida del 5 o/o en humedad durante el período de estudio, independiente de la época de irradiación y condición de luz.

Tomando en cuenta todas las observaciones anteriores, los tratamientos presentaron un efecto similar independiente de la época de aplicación, y no así de la condición de luz en la cual fueron almacenados, ya que los tubérculos almacenados en obscuridad e irradiados con dosis altas presentaron el mejor aspecto para consumo, manteniendo su color amarillo crema; caso contrario en los almacenados bajo luz indirecta.



Muestra el aspecto, al final del experimento, de los tubérculos, de izquierda a derecha, con los tratamientos: Testigo, usando 4, 6, 8, 10 y 12 Kilorad e IPC aplicados a los 15 días posterior a su cosecha y almacenados bajo obscuridad.

En base a lo anteriormente expuesto, Foto No. 3, y observando el aspecto que presentan los tubérculos al final del experimento, se puede afirmar que la dosis de 8 Kilorad, aplicada 15 días posterior a la cosecha, inhibe la brotación de tubérculos en forma irreversible.

Las escasas pudriciones de tubérculos presentadas durante el estudio (menores del 5 o/o), es consecuencia del cuidado que se le dió al material durante el manejo, ya que la radiación inhibe la formación del peridermo de heridas*.

CONCLUSION

Se concluye que la radiación gamma inhibe la brotación de los tubérculos en forma irreversible, con dosis de 8, 10 y 12 Kilorad, independiente de la época de irradiación y condición de luz; por lo tanto, los tubérculos almacenados en obscuridad mantuvieron las características ideales para consumo humano, siendo la dosis óptima la de 8 Kilorad.

IV. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. BAYER (Guatemala). Birgin. Circular Técnica. 1 p.
2. CRUZ, R. DE LA. Clasificación de las zonas de vida en Guatemala basada en el sistema de Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. p. irr.
3. FERNANDEZ, G. J. y GARCIA C., M. A. Estudio del efecto de la radiación gamma sobre la brotación de yemas de tubérculos de patata (*Solanum tuberosum* L.) y desarrollo de un test biológico para la identificación de tubérculos irradiados. Madrid, Junta de Energía Nuclear, 1976. p. irr.
4. ORGANISMO INTERNACIONAL DE ENERGIA ATOMICA. Tratamientos de alimentos por irradiación. Austria, 1984. 24 p.
5. _____ Los isótopos en la vida cotidiana. Austria, 1981. p. 21

* Peridermo de heridas: Se denomina al tejido originado por la proliferación activa de células superficiales que se forman en los tejidos cuando sufren daños mecánicos. Este tejido sustituye a la piel en sus funciones de impedir la desecación y defensa microbiana.

INCREMENTO DEL CONTENIDO DE PROTEINA EN
EL FRIJOL COMUN (*Phaseolus vulgaris* L.) MEDIANTE
IRRADIACION DE LA SEMILLA CON COBALTO-60*

Ing. Agr. Raúl Morales Silva **

Trabajo realizado por el Instituto de Investigaciones Agronómicas de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos, en cooperación con la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas de Guatemala y con apoyo económico de la Agencia Internacional de Energía Atómica.

RESUMEN:

Semilla con 12o/o de humedad de cuatro variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), Suchitán, Cuarenteño, Jutiapán y San Martín, fue expuesta a diferentes dosis de radiación gama de Cobalto-60. Las M₁ (semilla irradiada) fueron sembradas en 1982 usando diseños de bloques al azar con 4 repeticiones para Suchitán y Cuarenteño, y con 5 para Jutiapán y San Martín. Se analizó el efecto de la radiación en las generaciones M₁, M₂ y M₃. Se generaron mutaciones en varias características, tales como días a floración, hábito de crecimiento, color de la vaina, textura y tamaño de la hoja y contenido clorofílico. Se determinó que las dosis con la producción más alta de mutaciones fueron aquellas entre 15 y 20 krad.

* Este Informe está basado en los trabajos de investigación realizado por los estudiantes Samuel Salazar y Eduardo Pretzanzin.

** Profesor - Investigador de la Facultad de Agronomía de la USAC.

En la M₂ de Suchitán y Cuarenteño, y en la M₃ de Jutiapán, se hizo un análisis del contenido total de proteína en la semilla usando para ello la técnica del micro-kjeldahl. Se encontró que el efecto de las dosis de irradiación, especialmente aquellas entre 15 y 20 krad, fue ampliar el rango de porcentajes de contenido proteínico de la semilla hacia valores menores y mayores que el testigo. La mayor amplitud de los rangos de algunos materiales irradiados, permitió seleccionar aquellas familias que como mínimo tuvieron un 26o/o de proteína. Se espera en el futuro obtener líneas en un buen rendimiento y un mayor contenido proteínico en la semilla.

INTRODUCCION

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.), es una leguminosa de gran consumo en Guatemala. A semejanza del maíz es un cultivo que se siembra en todas las regiones del país. El frijol común constituye la principal fuente de proteínas para la población guatemalteca. A nivel nacional el principal problema con este cultivo es su bajo rendimiento. Masaya (1981), reporta que en el período de 1976 a 1981 el promedio nacional fue de sólo 0.6 T/Ha (3). Otro problema es su bajo contenido de aminoácidos esenciales para la dieta humana, especialmente de metionina y cisteína. Por ello es necesario realizar investigaciones que permitan incrementar el rendimiento y la calidad proteínica en este cultivo. La solución a uno de estos problemas podría ser tratar de incrementar el contenido de proteína en la semilla, de tal forma que aunque un individuo ingiera la misma cantidad de frijol, disponga de una mayor cantidad de proteína, y por lo tanto, de los aminoácidos esenciales mencionados. Shaikh (1982), en Bangladesh, usando mutaciones inducidas con radiación gama de Co-60, ha obtenido resultados bastante promisorios en este campo. El, trabajando con garbanzo (*Cicer arietinum* L.), ha logrado incrementar el rendimiento proteínico de este cultivo en un 45o/o por unidad de área (6). Resultados prometedores sobre este tópico han sido también reportados por otros investigadores (1, 2, 8).

En 1982, la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos y la Dirección General de Energía Nuclear del Ministerio de Energía y Minas unieron esfuerzos, y una investigación con el apoyo económico de la Agencia Internacional de Energía Atómica fue iniciada con el propósito de mejorar la calidad proteínica del frijol común. El principal objetivo de este estudio era incrementar, primeramente, el contenido de metionina y cisteína en la proteína del grano de frijol, y además la digestibilidad de la proteína total. Sin embargo, la carencia de equipo adecuado hizo que este objetivo fuese

cambiado. Por ello, en 1983 y 1984, el contenido de proteína total del grano fue determinado en la M₂ y M₃ del material irradiado usando para ello la técnica del micro-kjeldahl. Estos análisis se realizaron en los laboratorios de Química de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos. La irradiación de la semilla se hizo en las instalaciones de la Dirección General de Energía Nuclear. Algunos datos de campo y resultados de estos análisis, así como su discusión son dados en este reporte. También se dan algunas conclusiones y recomendaciones.

MATERIALES Y METODOS

Semilla al 120/o de humedad de 4 variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) fue irradiada con diferentes dosis de radiación gama de Cobalto-60. Dos de estas variedades, la Suchitán y la Jutiapán, son mejoradas y dos, la San Martín y la Cuarenteño, son nativas. Suchitán y Cuarenteño fueron cada una irradiada con 10 diferentes dosis: 0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 24 y 27 krad. Cada lote de semillas a irradiar consistió de 960 semillas, es decir que en total se irradiaron 9,600 semillas de cada una de estas dos variedades, las que se sembraron en los campos de la Universidad en Agosto de 1982. En cuanto a Jutiapán y San Martín, 5 lotes de 120 semillas de cada variedad fueron irradiadas con 5 diferentes dosis: 0, 8, 15, 20 y 30 krad, es decir, 600 semillas/variedad, y sembradas en otra localidad de la misma región, propiedad de la Dirección General de Energía Nuclear, en Mayo de 1982. Ambos grupos fueron sembrados usando diseños de bloques al azar. Para el primer grupo (Suchitán y Cuarenteño) se usaron 4 repeticiones y para el segundo (Jutiapán y San Martín) se usaron 5.

En el primer grupo, al momento de la cosecha de la M₁, se escogieron las 10 mejores plantas de cada repetición. Esta semilla M₂ fue sembrada en planta/surco en Marzo de 1983. Por lo tanto, se generaron 400 familias M₂/variedad, cada una con alrededor de 12 plantas, lo que hizo un total aproximadamente de 4,800 plantas M₂/variedad. Al momento de la cosecha, cada familia M₂ fue separadamente cosechada en masa. En el segundo grupo, cada lote de plantas M₁ fue separadamente cosechado en masa de acuerdo a las diferentes dosis de irradiación, y la semilla M₂ sembrada en Enero de 1983. Aquí se produjeron aproximadamente 3,000 plantas M₂/variedad.

En la M₁ de ambos grupos se estudiaron los siguientes caracteres: porcentaje de germinación, porcentaje de emergencia en el campo, sobrevivencia, altura de planta, textura y tamaño de la hoja, deficiencias clorofílicas,

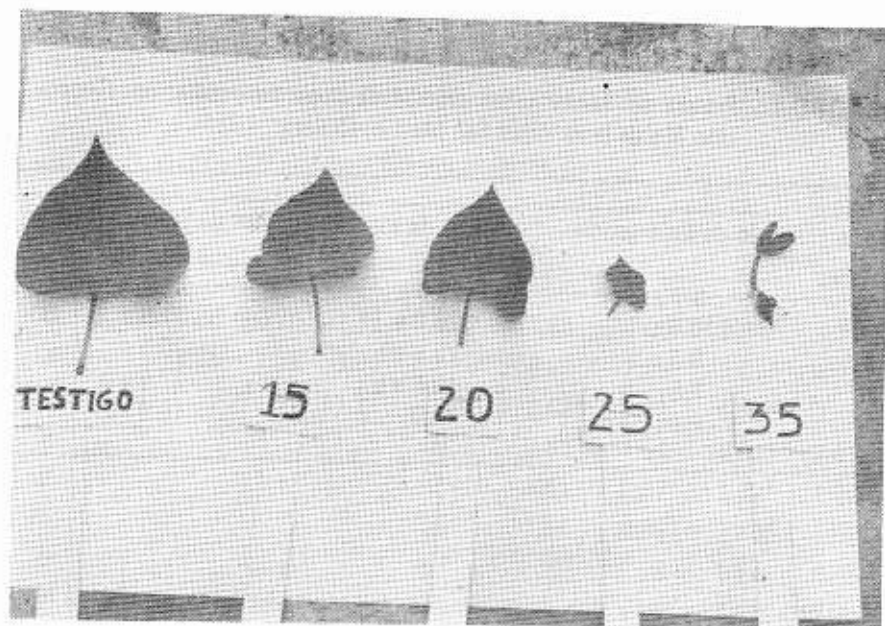
color de la flor, color de la semilla, color de la vaina, días a floración, porcentaje de floración, días a madurez fisiológica, peso de 100 semillas, tipo de crecimiento, número de vainas/planta, número de semillas/vaina y número de semillas/planta.

A causa de que algunas familias M₂ del primer grupo no produjeron suficiente semilla, sólo 233 de Suchitán y 140 de Cuarenteño fueron analizadas en su contenido de proteína total. En cuanto al segundo grupo, se seleccionaron plantas de acuerdo a algunas características, tales como precocidad, tipo de crecimiento, deficiencias clorofílicas, color de la vaina y textura y tamaño de la hoja; sus semillas M₃ fueron sembradas en planta/surco. De éstas, sólo 197 familias M₃ de Jutiapán y 25 de San Martín pudieron recuperarse y ser analizadas para contenido de proteína total. Por ello en este informe sólo se presentan datos del análisis proteínico de las variedades Suchitán, Cuarenteño y Jutiapán.

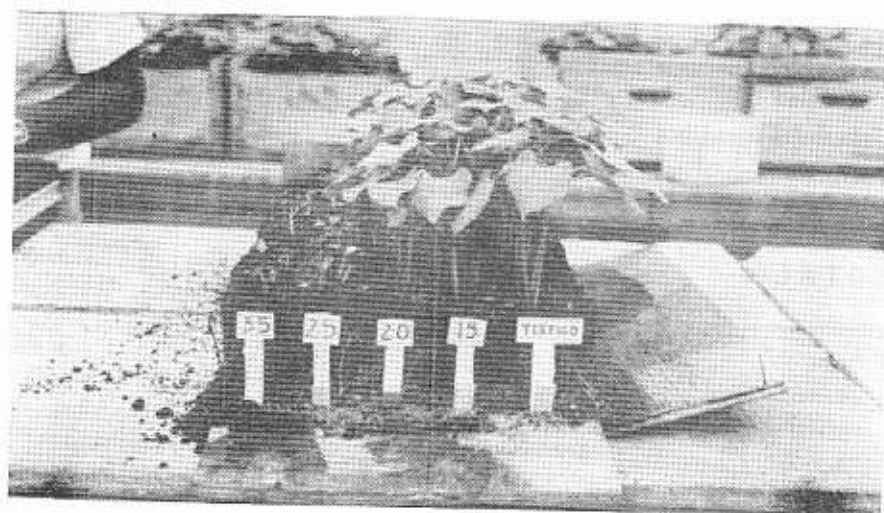
RESULTADOS Y DISCUSION

Las generaciones M₁ fueron sembradas en bloques al azar con la finalidad de poder hacer el análisis de varianza entre dosis de irradiación para cada una de las características estudiadas. De éstas, sólo el porcentaje de emergencia en el campo, altura de planta, deficiencia clorofílica, textura y tamaño de hoja, número de semillas/vaina, número de semillas/planta, porcentaje de floración, días a floración y días a madurez fisiológica mostraron diferencias significativas. De acuerdo a la prueba de Tukey, las medias en algunas dosis de irradiación mostraron diferencias significativas al ser comparadas con otras. Especialmente las dosis de 15 a 20 krad tuvieron valores medios que fueron significativamente diferentes a dosis más bajas o más altas. Parece que el efecto de la radiación en dicho rango fue el mismo para algunos caracteres (ver cuadro 1).

En la generación M₂ la frecuencia de los diferentes tipos de mutaciones como precocidad, deficiencia clorofílica, textura y tamaño de hoja y color de vaina fue estudiada. Es importante observar que la mayor frecuencia de las mutaciones ocurrió entre las dosis de 15 y 20 krad (ver cuadro 2).



Efecto de la aplicación de diferentes dosis de radiación en el desarrollo de la lámina foliar en Phaseolus vulgaris.



Efecto de la aplicación de diferentes dosis de radiación en Phaseolus vulgaris.

CUADRO 1 Prueba de Tukey sobre medias de dosis de irradiación. Generación M₁ de la variedad San Martín. (Salazar, 1984).

Dosis (krad)	o/o de Emergencia	Altura de Planta	No. de Semillas/Planta
0	9.7 a	23.9 a	29.8
8	10.0 a	28.0 a	31.5 a
15	9.3 a b	23.6 a b	30.5 a
20	8.5 b	19.6 a b c	27.0 a b
30	6.8 c	16.0 c	19.9 b

CUADRO 2 Número y tipo de mutaciones seleccionadas en la generación M₂ del material irradiado de la variedad Jutiapán. (Salazar, 1984).

Tipo de Mutación	Dosis de Irradiación (krad)				
	0	8	15	20	30
Precocidad	0	26	41	65	0
Deficiencia clorofílica	0	2	4	4	0
Textura y tamaño de la hoja	0	0	2	2	0
Color de la vaina	0	0	0	8	3
TOTAL	0	28	47	79	3

CUADRO 3 Valores de F de comparaciones hechas entre varianzas de diferentes dosis de irradiación.

M₂ de Suchitán

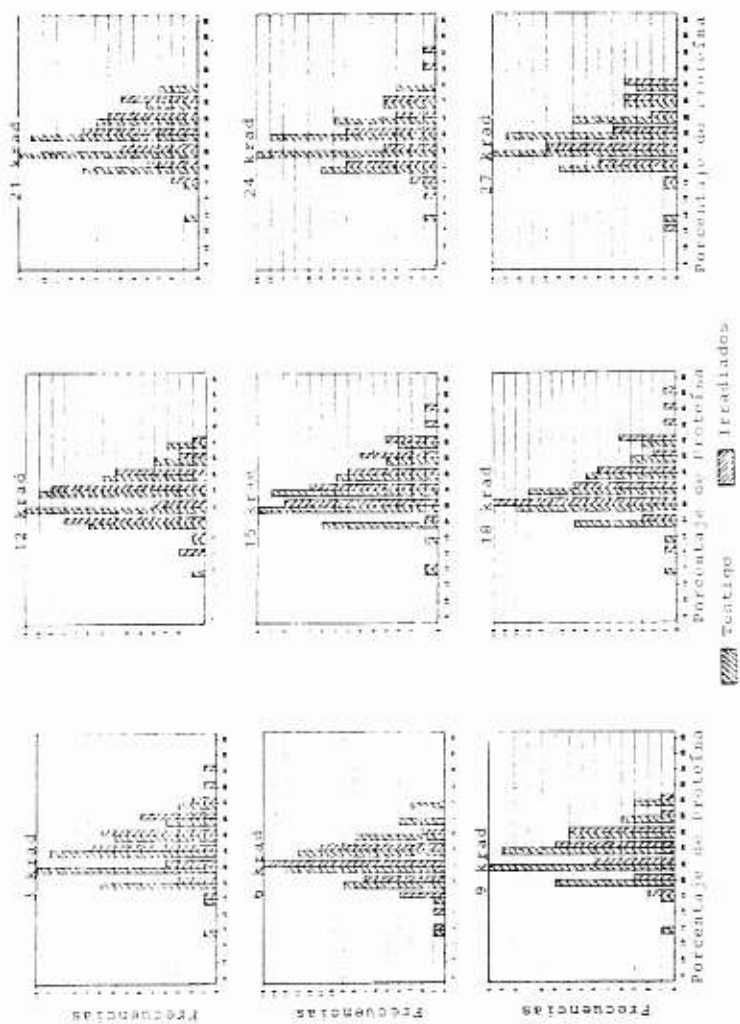
	3	6	9	12	15	18	21	24	27
0	0.40	0.60	0.70	1.12	1.12	1.83	1.06	2.81*	1.70
3		1.75	1.76	3.04**	2.80*	4.59**	2.65*	7.07**	4.27**
6			1.01	1.74	1.61	2.63*	1.52	4.05**	2.45
9				1.73	1.59	2.61*	1.51	4.02**	2.43
12					0.92	1.51	0.87	2.32*	1.40
15						1.64	0.95	2.52*	1.52
18							0.58	1.54	0.93
21								2.66*	1.61
24									0.60

M₃ de Jutiapán

	8	15	20
0	2.47*	3.14**	3.26**
8		1.28	1.32
15		1.04	1.04

* Significativo al 5o/o

** Significativo al 1o/o



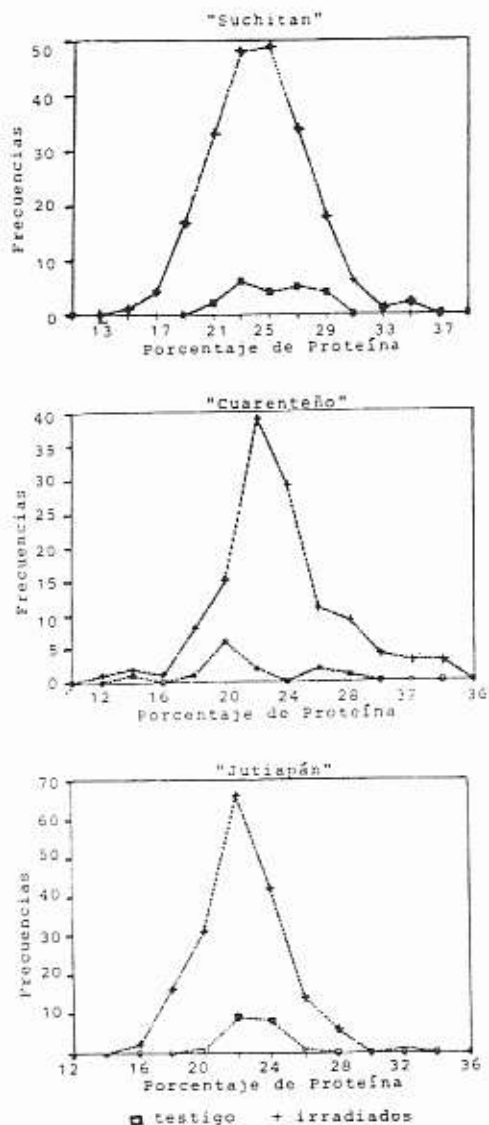
GRAFICA 1: Comparación de frecuencias entre el testigo y cada una de las dosis de irradiación en la generación M₂ (Las frecuencias de Suchitán y Cuarenteno han sido sumadas).

Al hacer pruebas de F entre las varianzas de las diferentes dosis de irradiación en la generación M₂, se comprobó que hubo diferencias significativas en la variación de contenido proteínico generado por algunas dosis; esto fue particularmente cierto para las dosis de 15 a 24 krad (ver cuadro 3). A la misma conclusión se llega si se hacen comparaciones gráficas entre el testigo y cada una de las dosis de irradiación (ver gráfica 2). Aquí de nuevo las dosis de 15, 18 y 24 krad probaron ser las más efectivas en la generación de variación del contenido proteínico en la semilla de frijol. Estos resultados concuerdan con los que a la fecha han sido reportados por otros investigadores (5).

La gráfica 2 muestra que el testigo de Cuarenteño tuvo una variación mayor en el contenido de proteína total que el testigo de Suchitán o Jutiapán. Un resultado de este tipo era esperado, pues siendo Cuarenteño una variedad nativa lógico es suponer que posea mayor variación natural. Lo contrario ha sucedido con Suchitán y Jutiapán, variedades que al ser mejoradas, indirectamente han sufrido un proceso de reducción en su variabilidad.

Aún cuando la cantidad de semilla irradiada de Jutiapán y San Martín fue pequeña (600 semillas/variedad), y que sólo las 400 mejores plantas M₁ en cada una de las variedades Suchitán y Cuarenteño fueron seleccionadas, el análisis químico de la M₂ y la M₃ de cada grupo de variedades mostró que alguna variabilidad del contenido de proteína total en el grano fue generada. Además, a pesar de que el contenido de proteína total es un carácter cuantitativo altamente influenciado por el ambiente, los rangos mostrados por cada material parecen ser suficientemente amplios como para esperar algún éxito si una adecuada presión de selección es aplicada (ver gráficas 1 y 2). Por lo tanto, pareció una buena decisión haber seleccionado todos aquellos materiales que como mínimo mostraron un 26o/o de contenido proteínico para llevarlos a una nueva generación. Fue así como se seleccionaron 36 familias de Suchitán y 21 de Cuarenteño (una presión de selección de alrededor del 15o/o) y se sembraron en los campos de la Universidad en Agosto del año 1984, para llevarlas a un nuevo ciclo de evaluaciones y selección.

La media del contenido proteínico para cada variedad fue, Suchitán: 23.2o/o, Cuarenteño: 22.2o/o y Jutiapán: 21.6o/o. Es importante observar que estos valores están bastante cercanos a las medias reportadas en la literatura para la mayoría de las variedades de frijol común. Parece que el efecto de la radiación fue ampliar el rango de variación del contenido de proteína total en ambas direcciones. Podría ser de alguna importancia realizar análisis de digestibilidad y de contenido de aminoácidos azufrados en los



GRAFICA 2. - Distribución del contenido proteínico en el testigo y la generación M₂ de los materiales irradiados de 3 variedades de frijol común (Phaseolus vulgaris).

materiales con contenidos bajos, medianos y altos de proteína para ver cuál pueda ser el efecto de la radiación en estos tres niveles.

A causa de que el número de semilla irradiada de Jutiapán y San Martín fue muy pequeña (600 semillas/variedad), la posibilidad de rescatar suficientes mutaciones en estos materiales se vió agudamente reducida. Es por ello que estos materiales fueron descartados. Sin embargo, un nuevo set de 10,000 semillas de San Martín ha sido ya irradiado con dosis de 16, 18 y 20 krad y sembrado en los campos de la Universidad en Agosto del año 1984. Para determinar las dosis capaces de dar una reducción del crecimiento entre el 30 y el 50o/o ($G R_{30-50}$), lotes de 100 semillas fueron irradiadas con 10, 14, 18 y 22 krad y sembrados en suelo arenoso en el invernadero. Tanto los resultados de esta prueba como los resultados de la investigación anterior han demostrado que probablemente las dosis con la mayor producción de mutaciones sean aquellas entre los 15 y los 20 krad (ver cuadro 2).

BIBLIOGRAFIA

1. CROCOMO, O. J. *et al.* 1978. Breeding for improved protein content and quality in the bean (Phaseolus vulgaris L.). In: Seed Protein Improvement by Nuclear Techniques. Viena, Austria.
2. ----- and A. TULMAN NETO. 1976. Breeding for Protein in the bean (Phaseolus vulgaris L.). In: Evaluation of Seed Protein Alteration by Mutation Breeding. Viena, Austria.
3. MASAYA, P. 1981. La producción del Frijol (Phaseolus vulgaris L.) en Guatemala. En: Primer Curso Nacional de Frijol. ICTA. Guatemala.
4. SALAZAR, S. 1984. Evaluación de Mutaciones Inducidas por Radiación Gama (Co-60) en Dos Variedades de Phaseolus vulgaris L. Tesis de Grado. Agronomía. USAC. Guatemala.
5. SCOSSIROLI, R. E. 1977. Mutations in characters with continuous variation. In: Manual on Mutation Breeding 2nd. Ed. IAEA. Viena, Austria.
6. SHAIKH, M. A. Q. *et al.* 1982. A high-yielding and high protein mutant of chick pea (Cicer arietinum L.) derived through mutation breeding. Environmental and Experimental Botany. 22:483-489.

7. SIGURBJORBNSON, B. 1977. Contribuicao ao melhoramiento do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) visando aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da proteina. Tese Dr. Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz". Piracicaba, Brazil.

7. SIGURBJORBNSON, B. 1977. Mutations in Plant Breeding Programmes. In: Manual on Mutation Breeding. 2nd. Viena, Austria.

8. TULMAN NETO, A. 1975. Contribuicao ao melhoramiento do feijoeiro (Phaseolus vulgaris L.) visando aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da proteina. Tese Dr. Escola Superior de Agricultura "Luis de Queiroz". Piracicaba. Brazil.

ESTUDIO PRELIMINAR DE LA EUTROFICACION Y SU
 INFLUENCIA EN LA SUCESION ECOLOGICA
 ACUATICA DE LA LAGUNA EL PINO,
 BARBERENA, SANTA ROSA. *

*César O. Rivera M. ***

*Juan González M. ****

RESUMEN

En este trabajo de investigación se estudió el proceso de eutroficación(*) y su influencia en la sucesión ecológica acuática que se presenta en forma acelerada en la Laguna El Pino, Barberena, Santa Rosa.

En el proceso de sucesión ecológica acuática se determinaron ocho etapas serales que se nombraron de acuerdo a la especie dominante en cada comunidad, siendo estas etapas: de Fitoplancton, Elodea, Eichornia, Eleocharis, Typha, Hypharhenia, Mimosa y Salix.

La eutroficación de la laguna es acelerada por el ingreso de nutrientes a través del afluente que arrastra desechos de un beneficio de café y de los sedimentos erosionados de las áreas de cultivo. El fósforo es el principal elemento causante de la eutroficación acelerada, puesto que supera ampliamente

* Resumen de tesis de grado de Ingeniero Agrónomo.

** Director del Centro de Capacitación Agrícola El Pino, Barberena, Santa Rosa, (Región VI DIGESA)

*** Ing. Agr., Msc., Coordinador del Area Integrada, Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala.

(*) Por eutroficación se entiende el enriquecimiento natural o artificial de los sistemas acuáticos con nutrientes (básicamente Nitrógeno y Fósforo) los que favorecen un crecimiento acelerado de las plantas acuáticas. (8)

los límites reconocidos internacionalmente, mientras que el nitrógeno y otros elementos no los superan.

Se concluye que la influencia de la eutroficación en la sucesión ecológica acuática de la Laguna El Pino, se presenta con mayor intensidad en el área Sur. En esta zona se encuentra el afluente por donde ingresa la mayor cantidad de sedimentos. En esta área la laguna tiene poca profundidad, poco oleaje y la vegetación se encuentra en un proceso acelerado de desarrollo. La laguna tiene un índice de reducción anual de área de aproximadamente 1.03o/o.

I. INTRODUCCION

La laguna El Pino, en un grado ostensible ha sufrido una acelerada reducción de área que ha provocado que extensiones que anteriormente estaban ocupadas con agua, actualmente sean áreas de ciénagas, y que otras se encuentren completamente secas y ocupadas por pastizales, por algunas especies arbustivas y por arbóreas inclusive. Se observan claramente las tres etapas de sucesión ecológica que se presentan en los lagos y lagunas: Laguna, Pantano y Pradera. (1, 5, 7)

En la Laguna El Pino, por ser un ecosistema con sus entradas y salidas de materiales y energía y por la interacción entre los componentes del mismo, se establece un proceso rápido de desarrollo o sucesión ecológica, el que ha sido provocado por el manejo inadecuado de la cuenca hidrográfica que la determina.

Es importante que estudios ecológicos se realicen en momentos oportunos en los que aún sea factible emitir ciertas recomendaciones de manejo efectivas, económicas y fáciles de ejecutar, para evitar situaciones como la de la laguna Ocubilá (3) donde el 95o/o del área de la laguna se encuentra cubierta de vegetación, lo que indica que para su habilitación se necesita de mucho esfuerzo humano y económico.

Este trabajo se realizó con el propósito de estudiar las causas que están propiciando la eutroficación y la influencia de ésta en la sucesión ecológica acuática de la Laguna El Pino.

II. MATERIALES Y METODOS

1. Localización del área de estudio.

La Laguna El Pino se encuentra en el municipio de Barberena del Departamento de Santa Rosa; su localización geográfica es: 14°20'30" Latitud Norte y 90°23'51" Longitud Oeste; su altitud sobre el nivel del mar es de 1,050 metros (4). En la clasificación de Zonas de la Vida de Holdrige esta región pertenece al bosque muy húmedo sub-tropical cálido (2).

2. Obtención de datos.

2.1 Elaboración de mapas.

Se elaboraron mapas de épocas diferentes en base a fotografías aéreas y mapas cartográficos; se determinaron para las diferentes épocas las áreas de la laguna por fotointerpretación con el auxilio de un planímetro; con los datos anteriores se determinó el índice de reducción del área de la laguna.

2.2 Muestreo de la vegetación del área de estudio.

Se recolectaron muestras de la vegetación herbácea, arbustiva y arbórea presente en medios acuáticos, pantanosos y de pradera.

Los especímenes se identificaron consultando el herbario de la Facultad de Agronomía, y el libro la Flora de Guatemala (Standley Vol. 24, 1958). La nomenclatura seguida en este trabajo es la de Standley (6).

En las orillas de la laguna se establecieron 15 parcelas de 4 m², en el pantano 10 parcelas de 16 m² y en la pradera 10 parcelas de 16 m². En cada parcela se tomaron los datos siguientes por especies: número de individuos, porcentaje de cobertura, sociabilidad, altura máxima y mínima.

2.3 Encuesta

Se realizó una encuesta a 50 moradores de la región, con el objetivo de conocer la historia de la laguna, su opinión sobre el manejo actual de la misma y la incidencia de éste en el proceso de sucesión ecológica.

2.4 Determinación de la profundidad de la laguna.

Usando un cordel con plomada en el extremo, dos lanchas, cinta métrica y mapa de la laguna, se midió la profundidad de la laguna a cada 50 metros, a lo largo de dos ejes (N-S y E-O).

2.5 Muestreos de agua en la laguna.

2.5.1 Muestras del agua para análisis químico de campo.

Se tomaron muestras que fueron analizadas directamente en el campo, utilizando el equipo portátil Hatch, con el cual se hicieron los siguientes análisis químicos en 6 puntos de la laguna: pH, alcalinidad total, dureza total, oxígeno disuelto y Bióxido de carbono; se efectuaron 3 muestreos.

2.5.2 Muestras de agua para análisis químicos de laboratorio

Se tomaron muestras a nivel superficial y a 2 metros de profundidad, en los meses de Enero, Abril, Mayo, Agosto y Diciembre de 1983, en 6 puntos de la laguna.

Las muestras de agua fueron enviadas al laboratorio de Química y Microbiología de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, USAC, donde fueron realizados los siguientes análisis químicos: pH, Nitratos, Nitritos, Nitrógeno total, Ortofosfatos y fosfato total.

2.5.3 Muestreo de agua del afluente y efluente para análisis químico.

Se hicieron 5 muestreos superficiales durante el año 1983. Las muestras de agua se enviaron al Laboratorio de Química y Microbiología de la Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria de la USAC, donde se realizaron los análisis químicos: demanda química de oxígeno, demanda Bioquímica de oxígeno, Nitrógeno total y Fosfato total..

2.6 Parcelas de sedimentación.

Se colocaron 4 parcelas de sedimentación en puntos estratégicos escogidos en base a zonas de vegetación en la cuenca de la Laguna (Bosque, cultivo permanente, cultivo limpio y pasto); la parcela de sedimentación tuvo un área de 5 m^2 ($5 \times 1 \text{ m}$); al final de la parcela se colocó un embudo de metal que condujo el agua y los sedimentos a un recipiente con capacidad de 200 litros.

En cada parcela se hizo una descripción de los suelos en lo referente a textura, estructura, profundidad y uso actual; además se indicó la pendiente del área de la parcela.

De Junio a Septiembre de 1984, se tomaron datos de precipitación pluvial y cantidad en peso de los sedimentos en cada parcela.

Los sedimentos recolectados durante el período de registro se pesaron en húmedo, y luego en el laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la USAC, se determinó la base seca y la densidad para obtener el peso del suelo erosionado por hectárea.

Del mismo sedimento erosionado en las parcelas se tomaron muestras para ser analizadas en el Laboratorio de Suelos del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, donde se determinó el contenido de materia orgánica, Nitrógeno, Fósforo, Potasio y Elementos menores.

3. Cálculo e interpretación de datos.

3.1 Cálculo del valor de importancia de las Especies Vegetales.

Con los datos obtenidos en el campo, se calcularon los valores relativos y absolutos de densidad, frecuencia y cobertura y el valor de importancia de las especies del área de estudio.

3.2 Determinación del tiempo aproximado entre etapas serales.

Por estar el área de estudio compuesta en su mayoría por especies vegetales herbáceas y arbustivas, la determinación del tiempo de duración entre etapas serales se hizo principalmente en base a la información que proporcionó la encuesta que se realizó con los habitantes de las áreas aledañas a la laguna; además se utilizaron fotografías aéreas de diferentes épocas para determinar la duración aproximada entre las etapas arbustiva y arbórea.

3.3 Determinación del modelo de sucesión ecológica de la laguna.

Se elaboró un esquema que incluye la laguna, el pantano y la pradera, donde se muestran las diferentes etapas serales de la sucesión ecológica acuática; además se enmarcó dentro de este esquema el inicio de la sucesión ecológica terrestre a través de las etapas arbustivas y arbóreas. Se utilizaron

fotografías terrestres del área de estudio en sus diferentes etapas e información que se obtuvo mediante la interpretación de fotografías aéreas. Luego se determinó el modelo lineal de la sucesión ecológica que incluye etapas de condición acuática, etapas de condición de pantano, etapas de condición de pradera, etapas de condición arbustiva y etapa de condición arbórea.

III. RESULTADOS Y DISCUSION

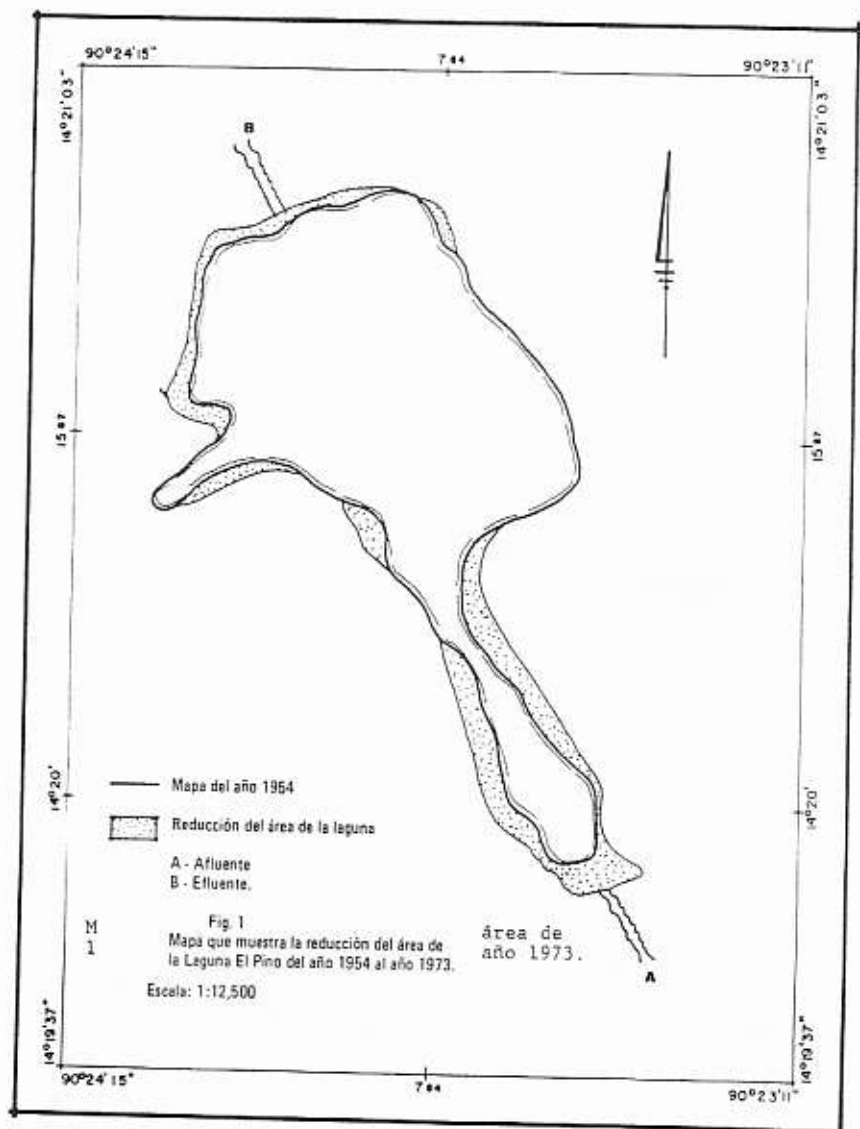
1. Reducción del área de la laguna.

El área de la laguna anteriormente era mayor, ya que por planimetría en la fotografía aérea de la laguna del año de 1954, se determinó que ocupaba un área de 0.750 Km², y al planimetrar la fotografía aérea de 1973 se determinó un área de 0.5825 Km², que representan un 19o/o de reducción del área de la laguna; esto equivale a 14.25 hectáreas de laguna que se perdieron en 19 años, lo que ha provocado que extensiones que anteriormente estaban ocupadas con agua, actualmente sean áreas de ciénaga y que eventualmente por el proceso de desarrollo del ecosistema acuático (sucesión ecológica) y/o por intervención del hombre, sean desecadas completamente, o bien áreas secas e irreparables. (Figura No. 1).

En base al 19.65o/o de reducción en 19 años, se calcula que equivale al 1.03o/o de reducción anual del área de la laguna.

2. Etapas serales y condiciones vegetales.

En el proceso de sucesión ecológica acuática de la laguna El Pino, se observó una secuencia de ocho etapas serales características, las cuales se nombraron con el nombre genérico de la especie dominante de la comunidad así: Etapa de Fitoplancton, etapa de Elodea, etapa de Eichornia, etapa de Eleocharis, etapa de Typha, etapa de Hypharhenia, etapa de Mimosa y etapa Salix. Las etapas de Fitoplancton, Elodea y Eichornia pertenecen a la condición herbácea acuática; las etapas de Eleocharis y Typha pertenecen a la condición herbácea de pantano; la etapa de Hypharhenia pertenece a la condición herbácea de pradera; la etapa de Mimosa pertenece a la condición arbustiva, y la etapa de Salix pertenece a la condición arbórea. (Foto No. 1).



3. Descripción de las especies serales; tiempo de aparecimiento y dominancia.

3.1 Etapa de Fitoplancton

Como en toda sucesión ecológica acuática vegetal, resulta ser la pionera o inicial del proceso; en el presente estudio no se cuantificó la presencia de algas, ni el tiempo de aparecimiento y dominancia de éstas, ya que este análisis pertenece a otro tipo de estudio biológico.

3.2 Etapa de Elodea

La única especie que se observó fue *Elodea canadensis*. (lanilla); ésta fue introducida a la laguna en 1962, y ha contribuido considerablemente a la aceleración del proceso de sucesión ecológica acuática, y por lo tanto a la reducción del área de la laguna. Esta etapa tiene una dominancia aproximada de 1 a 2 años.

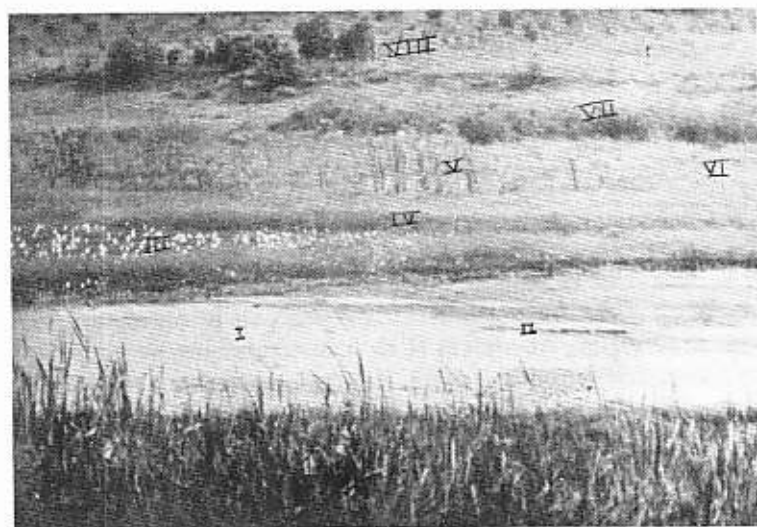


FOTO 1

Secuencia de las etapas de Fitoplancton (I), Elodea (II), Eichornia (III), Eleocharis (IV), Typha (V), Hypharhena (VI), Mimosa (VII) y Salix (VIII), en el área sur de la laguna. (Esta fotografía muestra la sucesión ecológica acuática que se presenta en la laguna El Pino).

3.3 Etapa de Eichornia.

La especie significativa de la comunidad es *Eichornia crassipes*, (Ninfa o Lirio acuático), siguiéndola en orden *Eleocharis montana*, *Eleocharis fistulosa*, *Nymphoides humboldtianum*, *Polipodium sp.*, *Typha dominguesis*, *Typha sp.* y *Jussiaea suffruticosa*. Esta etapa se establece aproximadamente a los 2 ó 4 años de iniciado el proceso y permanece de 1 a 2 años.

3.4 Etapa de Eleocharis.

Presenta como especie significativa a *Eleocharis fistulosa*, (Junco no tabicado o pajilla) estando también presentes en la comunidad, *Andropogon bicornis*, *Eleocharis montana*, *Leersia exandra*, *Jussiaea leptocarpa*, *Xyris jupicai*, *Jussiaea suffruticosa*, *Scripus cubensis*, *Begonia sp.*, *Eichornia crassipes*, *Polipodium sp.*, *Typha dominguesis*, *Rhynchospora corymbosa* y *Nymphoides humboldtianum*. La comunidad se establece de 5 a 8 años de iniciado el proceso y permanece como dominante 3 a 4 años.

3.5 Etapa de Typha

La especie dominante resultó ser *Typha dominguesis*, (Tul) siguiéndole en su orden *Brachiaria mítica* y *Xiris jupicai*. La comunidad aparece en el proceso de sucesión de 8 a 12 años y tiene una dominancia aproximada de 3 a 4 años.

3.6 Etapa de Hypharhenia.

La especie significativa resultó ser *Hypharhenia ruffa*, (Jaraguá), estando presentes también en la comunidad: *Brachiaria mítica*, *Leersia exandra*, *Cynodon dactylon*, *Eleocharis montana*, *Digitaria sanguinalis*, *Sida sp.*, *Polygonum acuminatum*, *Rhynchospora corymbosa*, *Phaseolus sp.*, *Mimosa pigra*, *Jussiaea suffruticosa*, *Iresine calea* y *Lantana cámara*. Esta comunidad se establece de los 12 a 18 años de iniciado el proceso y permanece de 4 a 6 años.

3.7 Etapa de Mimosa.

Esta etapa resulta ser la comunidad transitiva entre las condiciones arbustiva y arbórea. La especie significativa de la comunidad es *Mimosa pigra*, (Zarza), siguiéndole en su orden: *Jussiaea leptocarpa*, *Sofannum globiferum*, *Salix alba*, *Polygonum hispidum*, *Asclepias curasabica*. Se establece a los 20 a 30 años y permanece 8 a 12 años.

3.8 Etapa de *Salix*.

Presenta como especie a *Salix alba* (Sauce); es la única existente en condición arbórea en forma natural, ya que a continuación se encuentran establecidas otras especies arbóreas que han sido plantadas artificialmente, por lo que el proceso de sucesión ha sido disturbado. (Figura No. 2).

4. Resultados químicos del agua

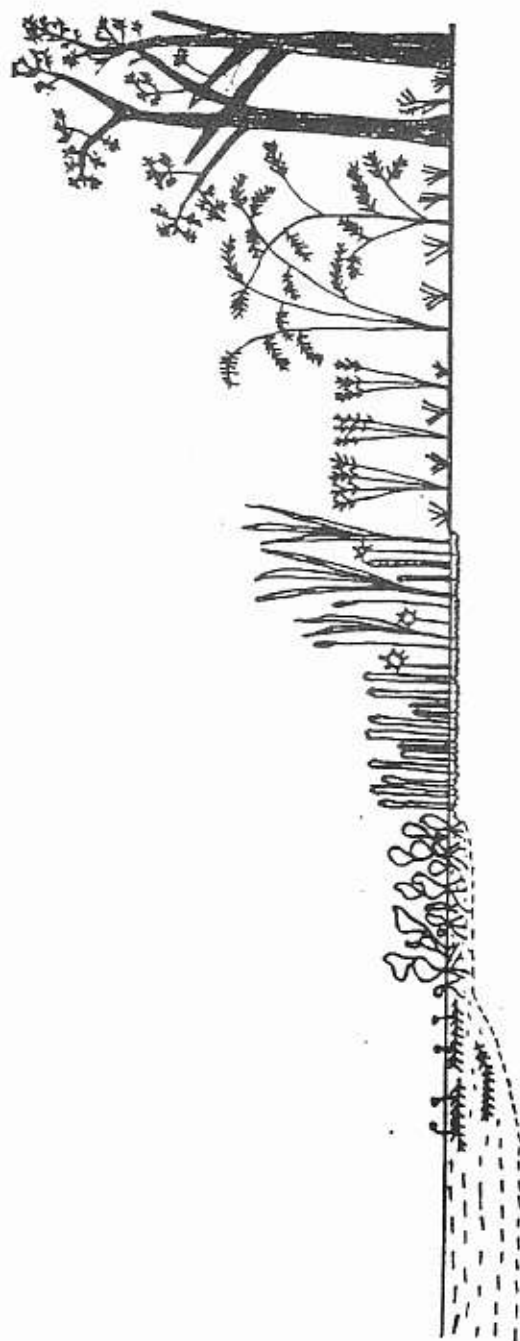
4.1 Afluente

A través del afluente ingresan altas concentraciones de fósforo (1.7 mg/l) y nitrógeno (0.64 mg/l) a la laguna; por lo tanto estos dos elementos son los que causan eutroficación. (Figura No. 3).

4.2 Efluente

En el efluente, las concentraciones de nitrógeno (0.18 mg/l) y fósforo (0.40 mg/l), son más bajas que en el afluente y la laguna, pero en el caso del fósforo (0.11 mg/l de Fósforo inorgánico) aún su concentración supera los límites establecidos internacionalmente (0.015 mg/l de Fósforo inorgánico)(*); la disminución en las concentraciones de nitrógeno y fósforo se debe a que la laguna provoca dilución de éstos (Figura No. 4).

(*) Tabarini, (8) indica que "considerando que de una molécula de fosfato total se ha encontrado un valor medio de 0.36 mg/l, da como resultado un valor de 0.1 mg/l de fósforo inorgánico".



A	FITOPLANCTON	ELODEA	EICHOENIA	ELOCHARIS	TYPHA	HYDRANTIA	MIMOSA	SALIX
B	ACUATICA	ACUATICA	ACUATICA	PANTANOSA	PANTANOSA	PRADERA	ARBUSATIVA	ARBOREA
C	--	--	2 - 4	5 - 8	8 - 12	12 - 18	20 - 30	35
D	--	1 - 2	1 - 2	3 - 4	3 - 4	4 - 6	8 - 12	--

FIG. 2

Modelo de la sucesión ecológica acuática mostrando la secuenciación estimada de las etapas serales (A), la condición vegetal (B), el tiempo aproximado de apareamiento en años (C) y el tiempo aproximado de dominancia en años (D)

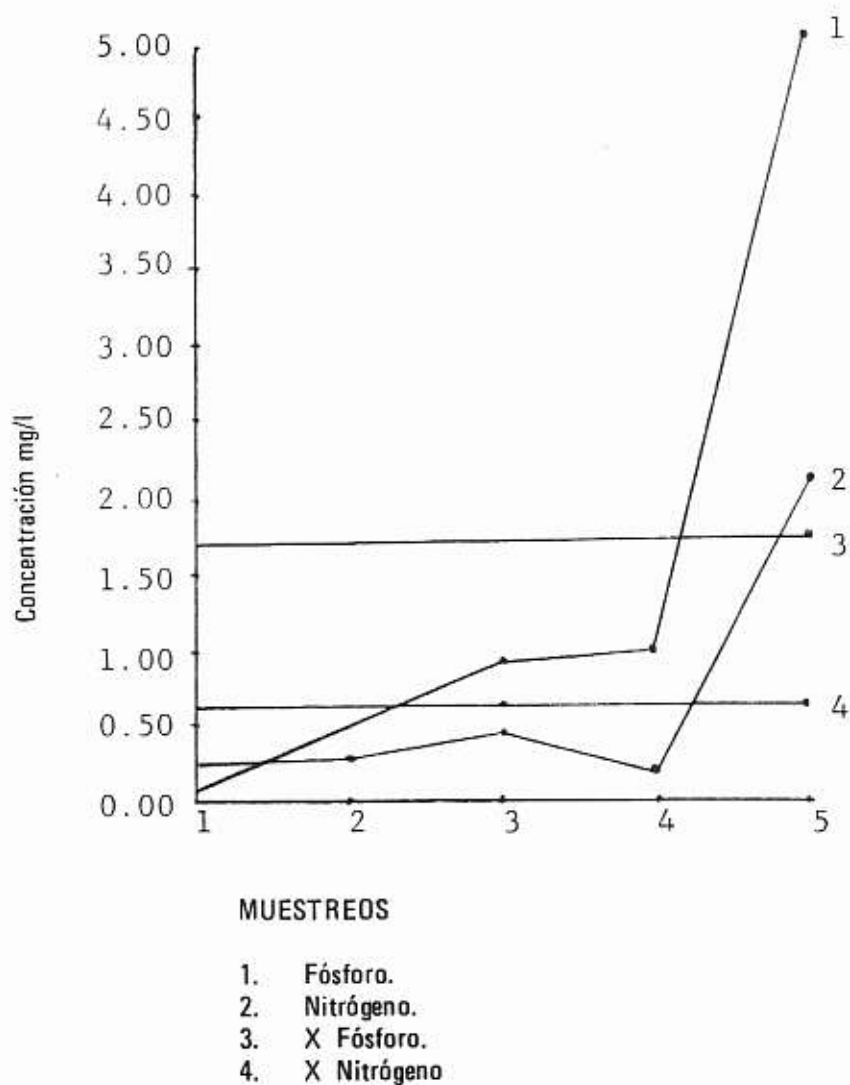
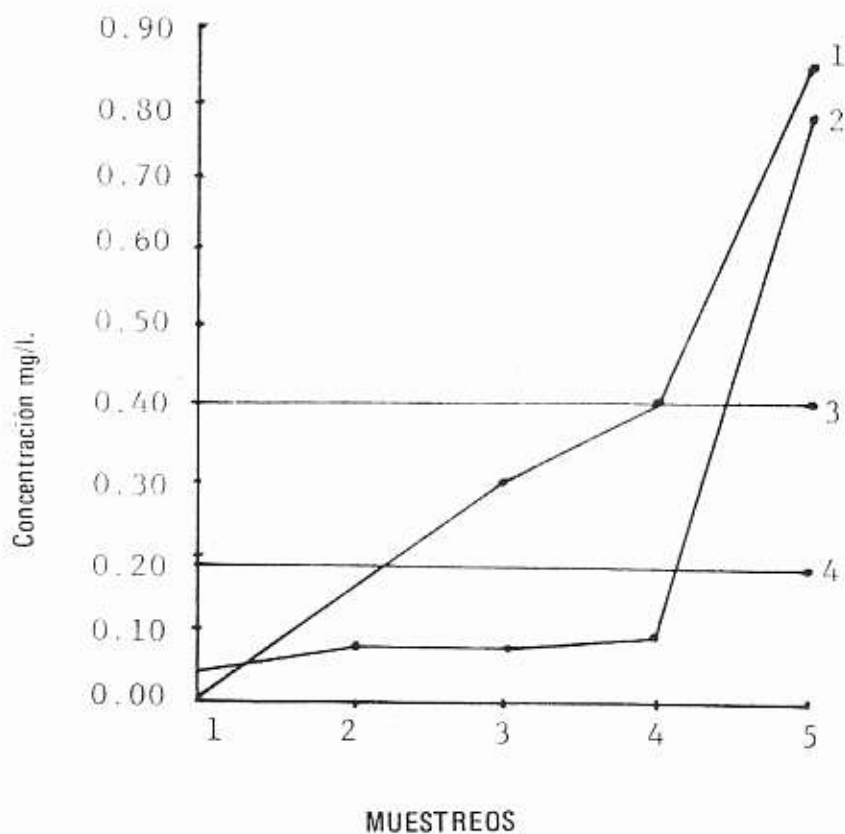


FIGURA 3: Gráfica de variación por muestreo en la concentración de fósforo total y nitrógeno total en el afluente.



1. Fósforo.
2. Nitrógeno.
3. X Fósforo.
4. X Nitrógeno.

FIGURA No. 4: Gráfica de variación por muestreo en la concentración de fósforo total y nitrógeno total en el efluente.

4.3 Laguna

El fósforo (0.476 mg/l de Fosfato total) presente en el agua de la laguna alcanza niveles críticos para la eutroficación, por lo que es el principal causante de la aceleración del proceso de sucesión ecológica acuática; el nitrógeno (0.28 mg/l), no supera los valores críticos (-0.3 mg/l de nitrógeno). (Figura No. 5)

5. Profundidad y longitudes de la laguna.

La laguna es poco profunda; tiene una profundidad promedio de 3.78 metros y una máxima de 6 metros; su longitud máxima es de 1,712.50 metros (Norte-Sur), su ancho máximo es de 900 metros (Este-Oeste) y su ancho mínimo es de 25 metros en el área Sur.

6. Sedimentos

6.1 La sedimentación es mayor en las parcelas de café y maíz, porque éstas se encuentran ubicadas en el área Sur-Este de la laguna, donde los suelos están en áreas con pendientes mayores del 30o/o, en las que no se han realizado trabajos de conservación de suelos (Foto No. 2).

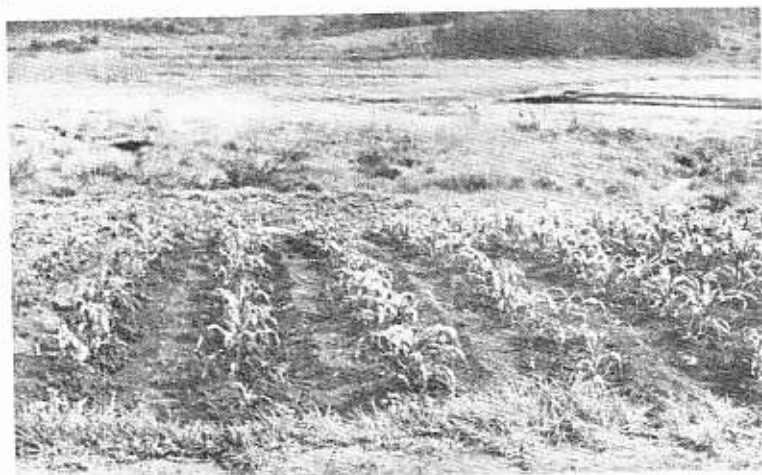
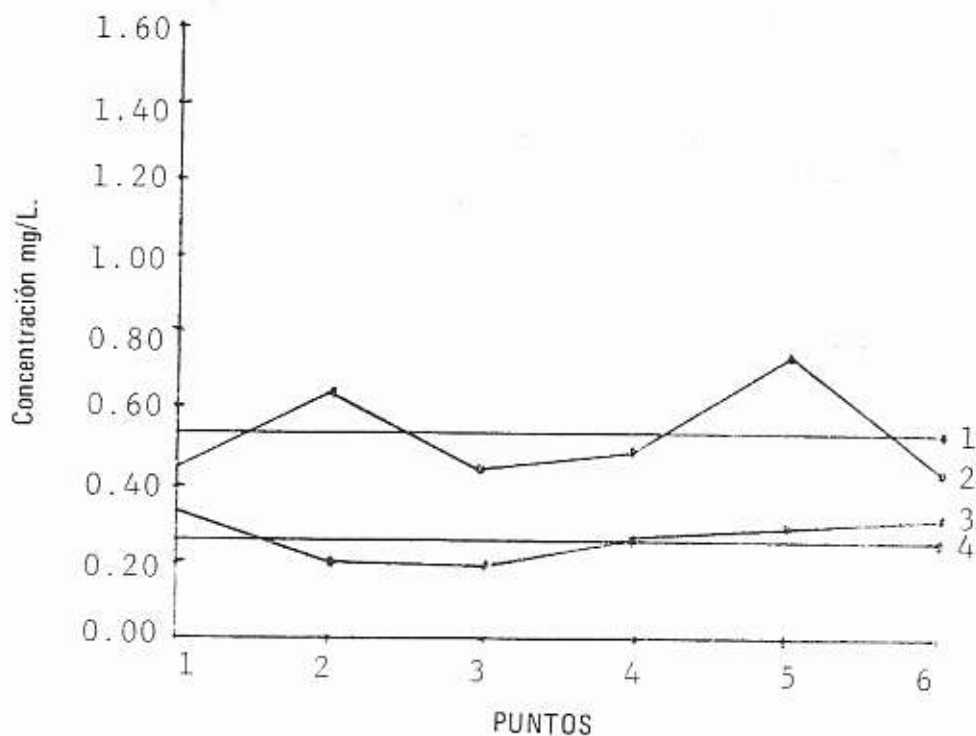


FOTO No. 2

Cultivo limpio (maíz) sembrado a favor de la pendiente, favoreciendo la erosión de sedimento y nutrientes hacia la laguna.



1. X Fósforo
2. Fósforo.
3. X Nitrógeno
4. Nitrógeno.

FIGURA No. 5: Gráfica de variación por estación en la concentración de fósforo y nitrógeno en la laguna El Pino.

En la parcela de café la sedimentación en Septiembre fue de 14.3 toneladas métricas, y en la parcela de maíz fue de 7.3 toneladas métricas. (En Septiembre se presentó la mayor precipitación pluvial durante el estudio).

6.2 La cantidad de nutrientes en los sedimentos es mayor en las parcelas de maíz (cultivo limpio), sobresaliendo principalmente la alta concentración de fósforo. Esto comprueba que gran cantidad de este nutriente presente en el agua de la laguna en el área sur, llega a ésta procedente del área de cultivo de maíz, conducido por la erosión hídrica. (Cuadros No. 1 y 2).

CUADRO 1 Elementos presentes en los sedimentos, expresados en Kilogramos por hectárea. (Primer registro durante los meses de Julio y Agosto de 1983)

Parcela	P	K	Ca	Mg	M.O.	N.	Fe	Cu	Mn	Zn
Pasto	9	396	2296	369	913	61	1089	30	462	11
Maíz	121	643	7413	1015	820	62	356	15	1244	18
Café	17	812	4452	893	1151	80	698	29	1228	24
Bosque	23	864	3888	586	1339	86	60	9	270	12

CUADRO 2 Elementos presentes en los sedimentos, expresados en Kilogramos por hectárea. (Segundo registro durante el mes de septiembre de 1983).

Parcela	P	K	Ca	Mg	M.O.	N.	Fe	Cu	Mn	Zn
Pasto	4	435	3022	513	913	85	580	16	376	9
Maíz	143	723	7413	1015	1103	68	174	11	905	18
Café	29	665	4809	1008	1151	73	192	21	283	15
Bosque	4	432	3955	586	1202	55	115	10	356	9

IV. CONCLUSIONES

1. Las fuentes principales que causan la Eutroficación de la laguna El Pino son el ingreso de nutrientes a través del afluente y los sedimentos erosionados hacia la laguna en el área Sur de ésta, donde la sucesión ecológica se encuentra en un proceso acelerado de desarrollo.
2. La concentración de fósforo inorgánico en el agua de la laguna supera los límites reconocidos internacionalmente (0.015 mg/l.); por lo tanto, es el principal causante del crecimiento de la vegetación acuática; en cambio el Nitrógeno tiene una influencia menor, ya que su concentración media no supera el valor limitativo (0.3 mg/l); esto quiere decir que el fósforo es el principal nutriente en el proceso de la eutroficación que favorece la aceleración del proceso de Sucesión ecológica que se observa actualmente en la Laguna El Pino.
3. La influencia de la eutroficación en la sucesión ecológica acuática de la Laguna El Pino, se observa con mayor intensidad en el área Sur de la laguna, porque en ésta se determinó lo siguiente:
 - a) Mayor concentración de fósforo en el agua y en el sedimento, proveniente de la parcela de cultivo limpio, (maíz);
 - b) Está ubicado el ingreso del afluente que transporta hacia la laguna desechos de un beneficio de café;
 - c) La mayor pendiente de la cuenca está ubicada en esta área;
 - d) La vegetación se encuentra en un proceso acelerado de desarrollo;
 - e) En la parte Sur es donde se observa la mayor reducción del área de la laguna;
 - f) Se presentó el mayor azolvamiento; y
 - g) La laguna en esta zona presenta poca profundidad y poco oleaje.

V. RECOMENDACIONES

1. Controlar las fuentes que causan la eutroficación; recomendamos lo siguiente:
 - a) Realizar trabajos de conservación de suelos en las áreas de mayor inclinación de la cuenca que se encuentran cultivadas con maíz y café, para evitar en gran parte la erosión de sedimentos y nutrientes hacia la laguna;

- b) Diseñar una planta de tratamiento para las aguas negras del afluente;
 - c) Promover el uso y manejo correcto de los fertilizantes y pesticidas en las áreas de cultivos limpios y cafetaleras, con el propósito de disminuir la erosión de nutrientes hacia la laguna.
2. Realizar limpieas periódicas de la vegetación que está invadiendo la laguna.

VI. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. CLARKE, G. L. Elementos de ecología. 4a. Ed. Barcelona, Omega, 1971. 632 p.
2. CRUZ, R. DE LA. Clasificación de zonas de vida en Guatemala basado en el sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1976. 24 p.
3. FERNANDEZ P, C. R. Estudio ecológico de la Laguna Ocubilá para su habilitación con fines de piscicultura extensiva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 55 p.
4. GUATEMALA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Atlas nacional de Guatemala, Guatemala, 1972. 104 p.
5. ODUM, E. P. Ecología, el vínculo entre las ciencias naturales y las sociales. Trad. Miguel Angel Marrón Aguilar. México, Continental, 1971. 295 p.
6. STANDLEY, P. C. Flora of Guatemala. Chicago, Chicago, Natural History Museum, 1958. Fieldiana Botany. V. 24.
7. SUTTON, B. y HARMON, P. Fundamentos de ecología. Versión española de J. G. Velasco. México, Limusa Wiley, 1973. 290 p.
8. TABARINI DE ABREU, A. Eutroficación del Lago de Amatitlán. Guatemala, Universidad de San Carlos, Escuela Regional de Ingeniería Sanitaria, 1981. 64 p. Documento presentado al 13o. Congreso Centroamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental.

INVESTIGACIONES SOBRE FRECUENCIAS DE RIEGO Y EVAPOTRANSPIRACION, PERIODO 1983-1984

*Ing. Agr. M.S. Jorge Sandoval**
*Ing. Agr. M.C. César Cisneros***

1. INTRODUCCION

Continuando con la línea de trabajos de investigación para la determinación de la frecuencia de riego más recomendable, el consumo de agua y la verificación de la adaptabilidad de fórmulas empíricas para estimar la evapotranspiración en varios cultivos y zonas del país, se desarrollaron un total de cinco investigaciones durante el período de 1983-84.

La metodología empleada en estas investigaciones fue similar a la usada para las investigaciones del período anterior, las cuales fueron presentadas en el volumen III, No. 1, Mayo de 1984, de la revista Tikalia. La experiencia obtenida en este nuevo período permite aseverar que dicha metodología es adecuada para el logro de los objetivos planteados.

2. OBJETIVOS

Los objetivos de las presentes investigaciones no variaron con respecto a los objetivos planteados en las investigaciones realizadas anteriormente:

-
- * Graduado en la Facultad de Agronomía, USAC., con Maestría en Riegos y Suelos en la Universidad de Arizona, USA.
 - ** Graduado en la Facultad de Agronomía, USAC., con Maestría en Riego y Drenaje, Colegio de Post-Graduados, Chapingo, México.

- a) Determinar el efecto de diferentes frecuencias de riego sobre el rendimiento de los principales cultivos hortícolas en las zonas de riego de Guatemala;
- b) Determinar el intervalo de riego más recomendable para la época de siembra y condiciones del área;
- c) Determinar la lámina total de agua consumida en el ciclo del cultivo así como la lámina a aplicar en cada riego;
- d) Comparar la evapotranspiración medida en las parcelas de campo, con la estimada en base de diferentes fórmulas empíricas desarrolladas en otros países.

3. METODOLOGIA

La metodología también se mantuvo como en los experimentos anteriores y puede resumirse en lo siguiente: la evapotranspiración fue medida directamente en parcelas experimentales en el campo; el diseño experimental usado en todos los casos fue el de Bloques al azar con 4 repeticiones.

Los tratamientos consistieron en la aplicación de agua a un intervalo de riego en número preestablecido de días que varió entre 4 y 28 días, lo que provocó variación en las láminas de riego a aplicar durante todo el ciclo.

El método de riego, fue el de Surcos.

Para el cálculo de evapotranspiración, se determinó la humedad del suelo entre riegos, es decir después de riego y antes de riego.

La humedad fue determinada por el método gravimétrico tomando de 2 a 3 muestras por cada estrato por cada parcela y promediando los resultados.

4. RESULTADOS

En el período de 1983-84 se concluyeron cinco investigaciones, las cuales constituyeron trabajos de tesis de los estudiantes que se mencionan en el cuadro siguiente:

CUADRO 1. Investigaciones concluidas en el período de 1983-84.

Cultivo	Siembra/Cosecha	Lugar	Estudiante Investigador	Variiedad
Melón-A	Enero/84 - Marz/84	La Fragua Zacapa	Manfredo Corado	Mayan Sweet*
Melón-B	Feb/84 - Abril/84	La Fragua Zacapa	Luis E. Méndez	Tam dew tipo*
Tomate-A	Nov/83 - Feb/84	La Fragua Zacapa	José L. Zea	Uc - 82c
Tomate-B	Nov/83 - Feb/84	La Fragua Zacapa	Francisco Andrino	Uc-82c
Cebolla	Dic/83 - Feb/84	Barcena, Villa Nueva	Francisco Sánchez	Chata Mexicana**

* Melón de exportación.

** Cebolla para consumo verde.

A continuación se describirán los resultados obtenidos para cada investigación en función de los objetivos planteados, desglosándolo en dos partes:

Primero: el efecto de las frecuencias de riego sobre el rendimiento de cada cultivo y, segundo: láminas de agua consumida y verificación de la adaptabilidad de las fórmulas empíricas.

3.1 Efecto de las frecuencias de riego sobre el rendimiento de los cultivos evaluados.

Los resultados de rendimiento para cada cultivo se presentan en el cuadro 2.

CUADRO 2. Rendimiento de los cultivos para las frecuencias de riego usadas.

Tratamiento (Frecuencia días)	RENDIMIENTOS [T.M. / Ha.]				
	Cajas Exportables/Ha				
	Melón A	Melón B	Tomate A	Tomate B	Cebolla
4	---	---	---	---	25.6*
8	1,727*	1,080*	43.7*	30.71*	29.8*
12	1,136	704	48.8*	28.56*	25.2*
16	1,095*	767*	37.5*	27.62*	25.3*
20	837	585	38.8*	22.91*	21.3
24	734	723	30.4	18.79*	17.7
28	745	530	---	---	---

* Rendimientos que no presentan diferencia estadísticamente significativa.

De acuerdo al cuadro 2, se puede concluir que para obtener rendimientos que no presenten diferencia estadísticamente significativa, el melón puede regarse indistintamente cada 8 ó 16 días, el tomate cada 8, 12, 16 ó 20 días y la cebolla cada 4, 8, 12 ó 16 días. Lo anterior es desde un punto de vista fisiológico, ya que desde el punto de vista económico no se podrá recomendar el mejor intervalo de riego, debido a que no es factible determinar el costo del agua por ausencia de información confiable para efectuar este análisis.

Adicionalmente al rendimiento, se evaluaron otras variables de respuestas como número de plantas vivas al final del ciclo, calidad del producto y número de frutos.

En lo referente al número de plantas vivas al final del ciclo, se determinó que no hubo mortalidad que significativamente afectara los rendimientos. En tomate y cebolla no hubo diferencia de calidad de fruto para los distintos tratamientos; sin embargo, en melón sí se determinó diferencia en este aspecto debido a las altas exigencias del mercado internacional.

3.2 Láminas de agua consumidas y verificación de la adaptabilidad de fórmulas empíricas

Las figuras 1 a 5 muestran la evapotranspiración acumulada para cada tratamiento y la calculada con las fórmulas empíricas.

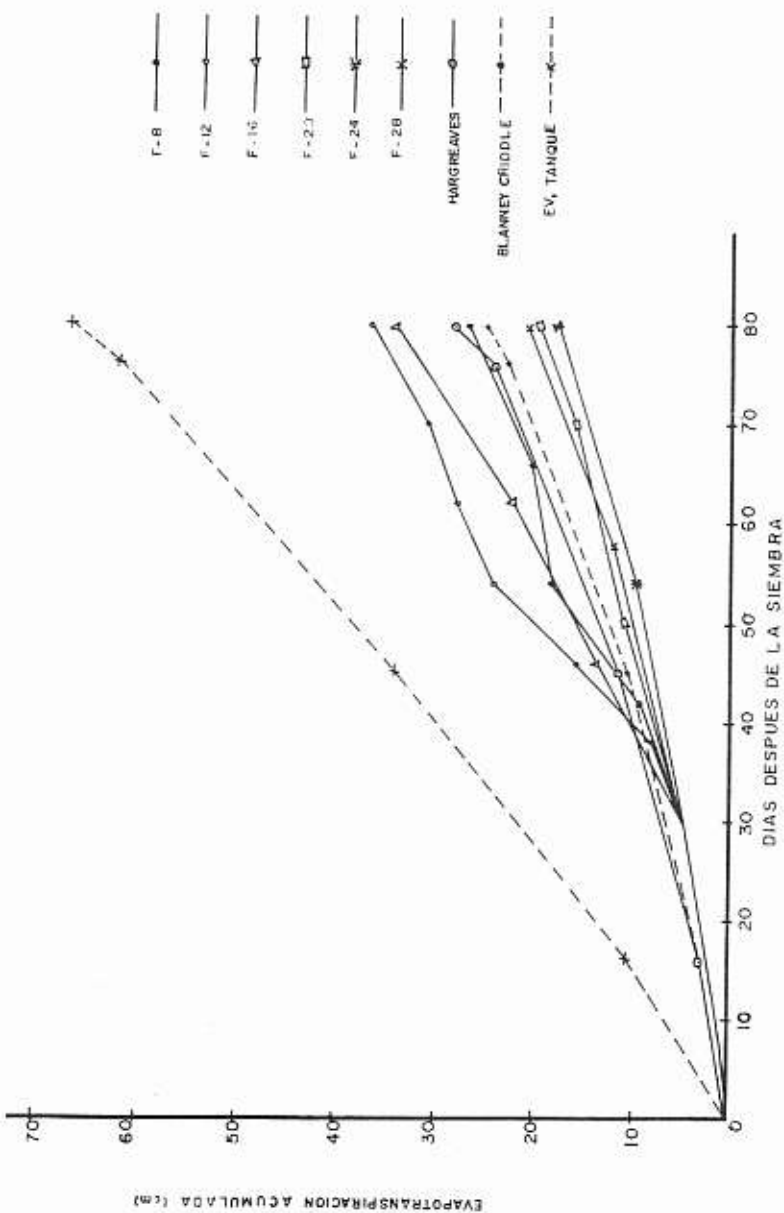


FIGURA 1

EVAPOTRANSPIRACION ACUMULADA PARA LOS SEIS TRATAMIENTOS Y FORMULAS EMPIRICAS, MELON "A"

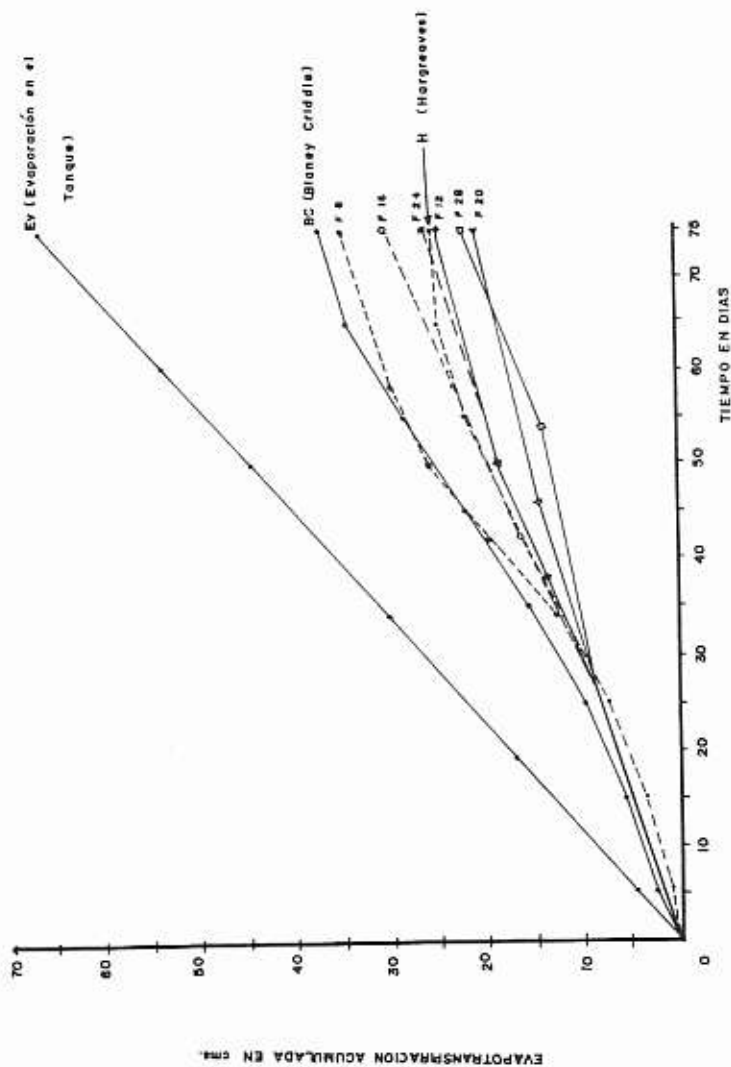


FIGURA 2 EVAPOTRANSPIRACION ACUMULADA DE LOS 6 TRATAMIENTOS BLANEY CRIDDLE HEARGREAVES Y EVAPORACION DEL TANQUE MELON ^{IN B}

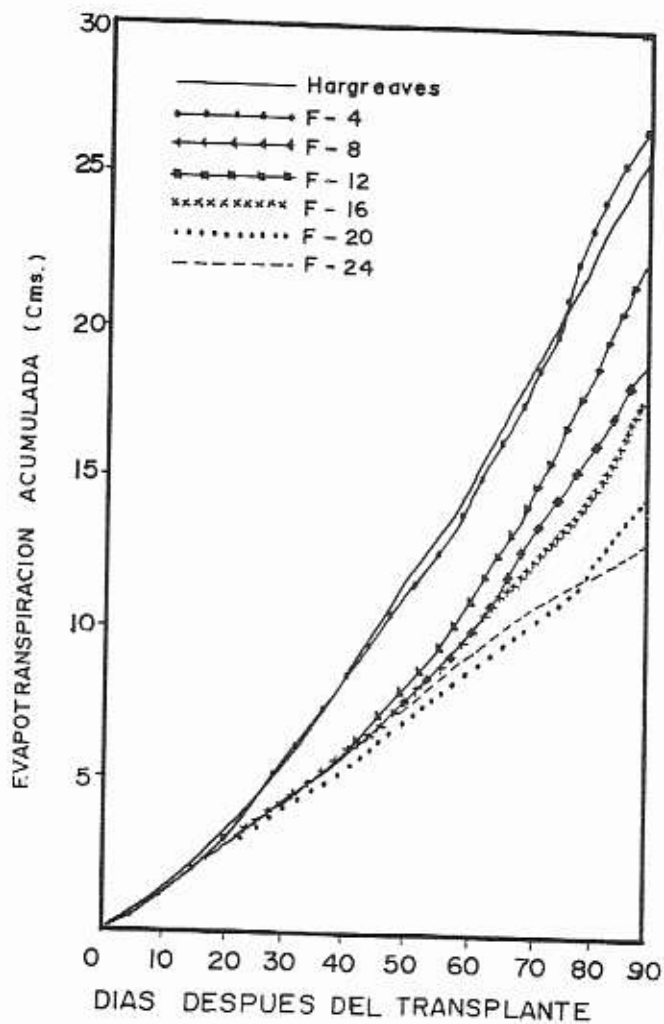


FIGURA 3 EVAPOTRANSPIRACION ACUMULADA PARA
LOS SEIS TRATAMIENTOS Y HARGREAVES
CEBOLLA

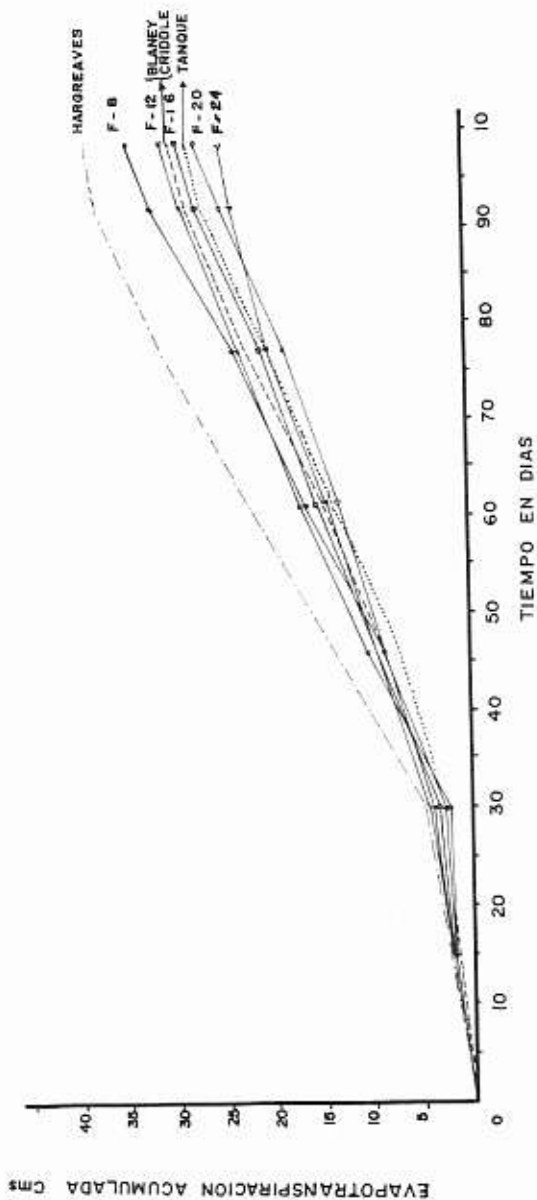


FIGURA 4
 EVAPOTRANSPIRACION ACUMULADA DE LOS 5 TRATAMIENTOS, BLANEY CRIDDLE
 HARGREAVES Y TANQUE TIPO A EN TOMATE "A"

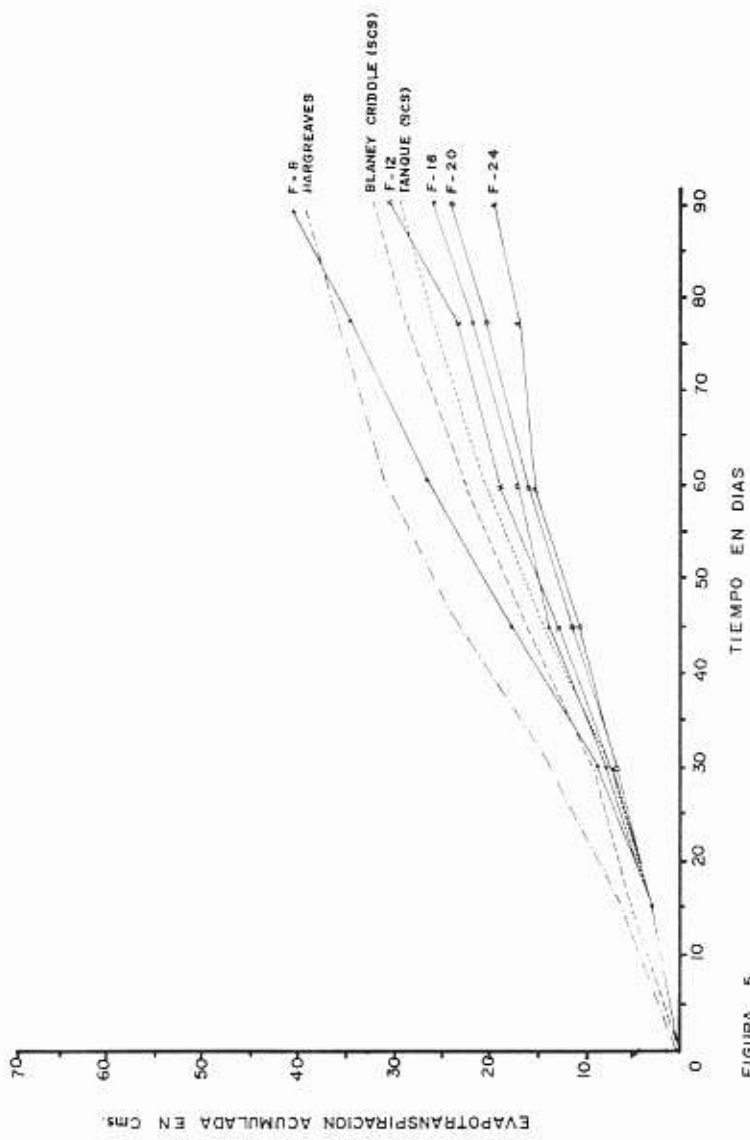


FIGURA 5
 EVAPOTRANSPIRACION ACUMULADA DE LOS 5 TRATAMIENTOS, BLANEY CRIDDLE,
 HARGREAVES Y TANQUE TIPO A, EN TOMATE " B "

El cuadro 3 resume la lámina total consumida, el número de riegos en cada tratamiento y la lámina de evapotranspiración estimada con fórmulas empíricas. Puede notarse que a intervalos de riego más largos la lámina consumida decrece al igual que el número de riegos, corroborándose de esta manera que, si existe más disponibilidad de agua en el suelo, las plantas tienden a consumir más.

CUADRO 3. Láminas de agua total consumidas en los tratamientos y estimados por fórmulas empíricas.

Tratamiento	Melón A	Melón B	Tomate A	Tomate B	Cebolla
4	---		---		26.80 (17)
8	36.61 (8)	35.11 (7)	36.89 (10)	40.60 (10)	22.47 (9)
12	26.89 (6)	25.24 (5)	33.90 (8)	28.21 (7)	18.96 (6)
16	29.46 (5)	30.56 (5)	32.57 (5)	26.40 (6)	18.07 (5)
20	19.82 (5)	21.40 (4)	30.32 (4)	23.84 (5)	14.71 (4)
24	17.79 (4)	26.11 (4)	28.10 (3)	19.89 (4)	12.93 (3)
18	20.24 (4)	22.55 (4)	---	---	---
X Total Blaney y Criddle (Scs)	24.78	37.32	34.86*	32.30	---
Blaney y Criddle (Ch)	---	---	---	32.23*	---
Hargreaves	28.35*	35.95*	42.18	38.38	
Hargreaves Modificado	---	---	---	---	25.97*
Ev Tanque Evaporímetro	66.81	66.73	60.75	60.75	---
Et tanque (Scs)	---	---	32.18	29.91	---
Et Tanque (Ch)	---	---	31.23	28.06	---

() = No. de riegos

* = Fórmula que correlacionó con los valores medidos.

Scs = Método para estimar coeficiente de desarrollo propuesto por el servicio de Conservación de Suelos de USA.

Ch = Método para estimar coeficientes de desarrollo, propuesto por Hansen (Curva única).

Para cada tratamiento se efectuó un análisis de regresión y correlación entre las fórmulas y los datos medidos, con la finalidad de determinar la fórmula que más se adapte a cada caso; en el cuadro 3 aparecen con un asterisco las fórmulas que se adaptaron mejor a las condiciones de la región y cultivo. En términos generales se puede concluir que la fórmula de Blaney y Criddle fue la que mejor se adaptó para el cálculo de la evapotranspiración en tomate, y la de Hargreaves para cebolla y melón.

COMENTARIOS DE EVENTOS

SEMINARIO SOBRE ECOSISTEMAS, ALIMENTOS Y ENERGIA

Del 1 al 7 de septiembre de 1984 se realizó en Brasilia, Brasil, un Seminario Internacional sobre "Ecosistemas, Alimentos y Energía", el cual fue auspiciado por diferentes entidades entre las que se mencionan la Universidad de Brasilia, UNESCO, Financiadora de Estudios y Proyectos del Brasil, FINEP, Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), Naciones Unidas y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

El objetivo del evento, en el que participaron diferentes especialistas del mundo, entre los que figuraban connotados científicos, autores de diferentes libros y tesis sobre las nuevas tendencias de ecosistemas y energía, fue la identificación y comparación de estudios de caso de concepción y experimentación de sistemas integrados para diferentes ecosistemas, y la elaboración de metodología de evaluación cuantitativa y cualitativa de dichos sistemas. Se persiguió además el fortalecimiento de subsidios para la implementación de nuevos proyectos y programas de investigación y para el desarrollo y demostración de sistemas integrados de producción de energía y alimentos.

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, le concede mucha importancia a este tipo de eventos que contribuyen a el desarrollo de la agricultura de América Latina, si se considera que tradicionalmente la educación agrícola superior ha sido, hasta hace pocos años, enfocada unilateralmente hacia la producción agrícola, sin considerar el uso eficiente de todos los componentes de un sistema. Lo mismo ha ocurrido con el manejo de los recursos naturales renovables, lo cual ha conducido a poca eficiencia en el manejo y desarrollo de los diferentes ecosistemas dedicados a la producción agrícola y/o al manejo de recursos naturales renovables.

La crisis energética mundial de la última década, de la que no se ha escapado Guatemala, ha mostrado la necesidad de utilizar eficientemente todos los componentes de los sistemas, entre los que se incluye la energía solar, la biomasa producida directamente con tal propósito o derivada de la producción agrícola, la energía hídrica y eólica y el manejo de diferentes arreglos en el tiempo y en el espacio, de manera que se ha puesto en evidencia la convergencia entre energía y agricultura.

Guatemala posee una amplia gama de recursos energéticos, muchos de ellos no usados en agricultura, tales como biomasa, recursos hidroeléctricos, energía solar y eólica. Tomando en cuenta lo anterior, y el nuevo impulso que está tomando la Facultad de Agronomía en cuanto al desarrollo global de los sistemas, el Decano de dicha Casa de Estudios, Ing. Agr. César Augusto Castañeda Salguero, presentó el trabajo denominado "Sistemas Agroenergéticos para Investigación y Docencia: El Caso de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos". El resumen de dicho trabajo es el siguiente:

Se afirma que generalmente hay falta de conceptualización y de método en la integración del conocimiento a través del trabajo en la impartición de la carrera de Ingeniero Agrónomo. La solución a este problema se considera importante para facilitar el análisis de sistemas y la aplicación del conocimiento científico y tecnológico, así como para la proposición de tecnología apropiada, con el fin de mejorar los sistemas de producción agrícola y la protección y el aprovechamiento científico de los recursos naturales renovables.

Como instrumento metodológico, la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, adopta el análisis de sistemas, considerando como objeto de dicho análisis a los sistemas de producción agrícola y a las cuencas hidrográficas. Para facilitar su aplicación, se propone usar dicho concepto y método en la modelización de sistemas bioenergéticos para docencia e investigación.

El proyecto propone el establecimiento de tres sistemas agroenergéticos localizados en tres diferentes zonas ecológicas de Guatemala, con el propósito de interrelacionar eficientemente los materiales, energía, componentes tecnológicos y trabajo, con fines de docencia, investigación y extensión. La disposición de los componentes de cada sistema será diferente en cada localidad de acuerdo a sus particulares características, utilizando módulos específicos de producción, tales como módulos de hortalizas, módulos frutícolas, módulos con cultivos asociados, jardín de plantas medicinales, sistemas de

riego activados por energía solar y eólica, minihidroeléctricas, bosques energéticos, viveros, invernaderos con luz nocturna generada por energía solar, diferentes equipos impulsados por carbón u otras fuentes alternas de energía, propagadores de plantas, apiarios, centro de compost, biodigestores, estanques piscícolas, pequeño gallinero, cercos con plantas melíferas, etc.

En el seminario se establecieron contactos con representantes de diferentes instituciones internacionales, entre los que se mencionan los doctores Ignacy Sachs del Programa de Interfase de Alimentos y Energía de la Universidad de las Naciones Unidas, Doctor Kenhide Mushakoji, Vice-rector de la Universidad de Naciones Unidas, Theodore Beresowski, Jefe de la Sección de Desarrollo Energético de UNESCO, Emilio Lebre de la Rovere, de la División de Energía de la Financiadora de Estudios y Proyectos del Brasil (FINEP), Roberto Cáceres, Jefe del Programa de Bioenergía de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE), y Arnaldo Veras, Jefe del Programa Multinacional de Agroenergía de IICA. Especialmente los Doctores Cáceres y Veras, ofrecieron apoyar el desarrollo del proyecto de sistemas agro-energéticos para investigación y docencia de la Facultad de Agronomía. El primer paso será impulsar un Curso Internacional de Sistemas Agroenergéticos en Guatemala. Paralelamente se buscará el financiamiento adecuado.

Además de participar en el Seminario, el Decano de la Facultad de Agronomía visitó diferentes sistemas agroenergéticos a nivel de finca localizados en Belo Horizonte, Campo Grande, Sao Paulo y Río de Janeiro, donde se está probando el uso de diferentes componentes en eficiencia energética, tales como cultivos asociados, biodigestores, biofertilizantes, microdestilerías, uso de combustible en máquinas agrícolas, generación de electricidad, etc.

I CURSO NACIONAL SOBRE PREVENCIÓN DE RIESGOS EN EL USO DE PLAGUICIDAS

I. PRESENTACION

El curso en mención se realizó la semana del 10 al 14 de Septiembre del año de 1984 en la ciudad de Guatemala,

Fue organizado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social a través del Servicio Nacional de Erradicación de la Malaria (SNEM), Centro Panamericano de Ecología Humana y Salud (ECO) y la Organización Panamericana de la Salud/Organización Mundial de la Salud (OPS/OMS).

Participaron en el mismo expositores de Instituciones Nacionales e Internacionales, como: Dirección Técnica de Sanidad Vegetal de DIGESA, Asociación Guatemalteca de Manejo Integrado de Plagas (AGMIP), Instituto Guatemalteco de Seguridad Social (IGSS), CIBA-GEIGY, S. A., Organización Panamericana para la Salud (OPS), Laboratorio Unificado de Control de Alimentos y Medicamentos (LUCAM) e Instituto Centroamericano de Investigación y Tecnología Industrial (ICAITI).

El curso en mención fue dirigido a miembros (41) de instituciones nacionales y extranjeras, tales como Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, Universidad de San Carlos de Guatemala, Instituto Guatemalteco de Seguridad Social, Ministerio de Educación Pública, Ministerio de trabajo y Previsión Social, Ministerio de Salud (Honduras) y Sanidad Vegetal (Panamá).

Los temas abordados por los conferencistas fueron: Generalidades sobre plaguicidas, Legislación sobre plaguicidas, Uso de plaguicidas en la Agricultura, Utilización de plaguicidas en Salud Pública, Contaminación ambiental por plaguicidas, Control Biológico de plagas, Cuarentena Vegetal, Control Integrado de Plagas, Manejo de Plaguicidas desde su formulación hasta su uso, Muestro y Análisis de Plaguicidas e Intoxicaciones por plaguicidas.

Por parte de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, asistieron un docente y un estudiante nombrados oficialmente para participar en dicho evento.

II. OBJETIVOS

Los objetivos del curso fueron:

1. Concientizar a los participantes del daño y riesgo al que se está expuesto en el manejo y uso de plaguicidas.
2. Hacer saber a los participantes del daño que se ha provocado y se está provocando al medio ambiente, e inclusive al hombre mismo, por el uso inadecuado de los plaguicidas.
3. Que los conocimientos adquiridos en el curso sean difundidos.

III. METODOLOGIA DEL CURSO

La mecánica del curso fue:

1. Conferencias magistrales en las que hubo participación activa de los asistentes al curso.
2. Formación de grupos de Médicos, Supervisores y Trabajadores para la Salud, para analizar y discutir sobre el documento base del curso: Módulo de Adiestramiento 2 "Guía para Adiestramiento en prevención de riesgos en el uso de plaguicidas", editado por ECO/OPS.

IV. CONCLUSIONES:

Desafortunadamente, sólo el grupo de Supervisores dió sus conclusiones, que literalmente son:

1. El hombre no puede prescindir de los plaguicidas para aumentar la cantidad y calidad de los alimentos.
2. Hay evidencias de contaminación ambiental por el uso inadecuado de los plaguicidas.
3. A pesar de que en el país existe una legislación referente a la elaboración, transporte, almacenamiento, venta y uso de plaguicidas, ésta no se cumple.

4. Falta de un programa Educativo sobre el manejo adecuado de plaguicidas.
5. Falta de coordinación entre las instituciones nacionales (estatales y privadas) encargadas de velar por el cumplimiento de la legislación referente a plaguicidas.
6. A pesar de que existen otros métodos de control de plagas, diferentes al control químico, no se utilizan.

V. RECOMENDACIONES

1. Crear una Comisión interinstitucional (estatal y privada) que vele por el cumplimiento de la legislación nacional referente a la producción, transporte, almacenamiento, venta y uso de plaguicidas.
2. Que se dé apoyo gubernamental para fomentar el uso del control integrado de plagas.
3. Implementar un programa educativo a nivel nacional, con la participación de entidades estatales y privadas sobre el manejo y uso de plaguicidas.
4. Crear un centro de información toxicológica con la participación de entidades estatales y privadas.
5. Ejercer un mayor control en el manejo y uso de plaguicidas muy tóxicos, para evitar su venta libre a personas no autorizadas.
6. Incluir un curso sobre toxicologías en el pñsum de estudios de las carreras profesionales que estén relacionadas con el manejo y uso de plaguicidas.
7. Mejorar el control estadístico a nivel nacional de los casos de intoxicación provocados por plaguicidas.
8. Implementar de equipo y material a los centros asistenciales para la atención de personas intoxicadas.
9. Buscar el apoyo de organismos internacionales para complementar los programas sobre plaguicidas que a nivel nacional se implementen.

NOTAS TECNICAS

METALAXYL, IPRIDONE Y VINCLOZOLIN – NUEVAS OPCIONES PARA EL CONTROL DE ENFERMEDADES EN HORTALIZAS.

En años recientes muchos fungicidas han sido ensayados para el control de enfermedades en hortalizas, pero por distintas razones, la mayoría no ha tenido éxito comercial. Sin embargo, tres nuevos fungicidas; Metalaxyl, Iprodione y Vinclozolin aparecen prometedores expandiendo las opciones para el control de las enfermedades en hortalizas.

Metalaxyl es un fungicida sistémico con actividad específica contra *Pythium*, *Phytophthora*, *Peronospora* y otros hongos de la familia Pythiaceae. Metalaxyl es altamente soluble en agua y es fácilmente traslocado a las partes aéreas de la mayoría de cultivo; la traslocación lateral entre hojas es mínima.

Iprodione es un fungicida de contacto y de amplio espectro activo contra *Botrytis*, *Monilinia* y *Sclerotinia*, pero también tiene efectividad contra *Alternaria*, *Helminthosporium* y *Rhizoctonia*. Iprodione inhibe tanto la germinación de las esporas como también el crecimiento de micelio, pero pierde efectividad como fungicida curativo.

Vinclozolin es un fungicida no sistémico, de contacto, usado primariamente como un asperjador foliar. Vinclozolin inhibe efectivamente la germinación de esporas y el crecimiento de tubos germinativos, pero tiene una efectividad limitada en post-infección.

Fuente: Plant Disease, Volumen 67, Número 12, 1983

LOS PROBLEMAS DE LA SEDIMENTACION EN LAS CUENCAS FLUVIALES

Aunque la erosión y la sedimentación forman parte de la evolución natural del paisaje, pueden resultar factores beneficiosos o negativos para el medio ambiente en que se mueve el hombre. Los agricultores pueden aprovechar, por ejemplo, la rica capa vegetal aluvial que se deposita durante una inundación, pero el limo que se va acumulando detrás de una presa recién construida puede provocar catástrofes tanto técnicas como ecológicas. Sólo en fecha reciente el hombre ha comenzado a comprender hasta qué punto sus actividades pueden

agrar los procesos naturales, a menos que los encargados de la gestión de los recursos naturales puedan controlarlas de algún modo.

En 1975, y de conformidad con el Programa Hidrológico Internacional, se inició un proyecto para investigar las relaciones entre la sedimentación y la erosión por una parte, y la pesca, la silvicultura, la fauna silvestre, la agricultura, el pastoreo, la explotación de minas y los trabajos de construcción, por otra.

Fuente: La Naturaleza y sus Recursos, Volumen 19, Número 2, Abril-Junio/83.

EVALUACION EN GUATEMALA DE NUEVE CEPAS DE *Rhizobium phaseoli* SELECCIONADAS PARA PRUEBAS INTERNACIONALES DE FIJACION DE NITROGENO ATMOSFERICO EN FRIJOL, PROBADAS EN LA VARIEDAD ICTA-81

En este trabajo se evaluaron las cepas de *Rhizobium phaseoli* CIAT 57, 157, 166, 255, 390, 407, 727, 904 y 952, seleccionadas por CIAT para las pruebas internacionales de inoculación de frijol. El trabajo se realizó en los campos experimentales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Se empleó un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones y 12 tratamientos, divididos estos así: 9 cepas de *Rhizobium* y 3 tratamientos con 0, 50 y 100 Kg/Ha de Nitrógeno sin inóculo.

El análisis estadístico mostró que las cepas más eficientes mostraron un alto peso de nódulos, materia verde de plantas y un mayor rendimiento de grano. Los nódulos de estas cepas se localizaron, en su mayoría, en el cuello de la raíz de las plantas.

Las cepas que mejor se comportaron fueron la CIAT 390 y 407, comparándose el rendimiento de grano producido por las plantas con los rendimientos de los tratamientos de 50 y 100 Kg/Ha de Nitrógeno.

Fuente: J.C. Méndez; R.G. Aguilera. Tesis de Grado. Facultad de Agronomía. 1984.

FACTIBILIDAD BIOECONOMICA DEL MANEJO INTENSIVO DEL MAIZ, *Zea mays* PARA USO MULTIPLE COMO JILOTE, ELOTE, GRANO Y FORRAJE, SEGUIDO DE FRIJOL, *Phaseolus vulgaris*, PARA USO TIERNO.

El objetivo general de este estudio fue encontrar una forma más eficiente de utilizar el suelo, el tiempo y el cultivo de maíz en el trópico húmedo. Los objetivos específicos fueron los siguientes: 1) Determinar, bajo condiciones experimentales en Turrialba, el comportamiento de dos cultivares de maíz en la producción tanto hortícola como forrajera, 2) Determinar la factibilidad bioeconómica de la explotación combinada del maíz como hortaliza, grano y forraje, y 3) Determinar el efecto de la forma de explotación del maíz sobre la producción hortícola y forrajera del frijol como segundo cultivo.

Se probaron, bajo el diseño de parcelas divididas, ocho tratamientos con los cultivares de maíz "Tuxpeño PB C-7" y "Eto B" seguidos por el cultivo de frijol 27-R, y uno adicional sólo con frijol.

Con base en los resultados obtenidos bajo las condiciones en las cuales se desarrolló este experimento, se llegó a las siguientes conclusiones:

- 1) Los rendimientos agronómicos, desde el punto de vista hortícola (uso como jilote y/o elote), son más altos para las plantas del cultivar Eto que para los del Tuxpeño.
- 2) El rendimiento forrajero de las plantas de maíz es más alto para el cultivar de maíz Tuxpeño que para el Eto.
- 3) La producción agronómica se vé más afectada por la competencia intra-específica entre las plantas de maíz de cultivar Tuxpeño que entre las del Eto.
- 4) Es biológica y económicamente factible, combinar la explotación del maíz para ser usado como hortaliza, grano y forraje.

Fuente: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Departamento de Producción Vegetal, Turrialba, Costa Rica, 1982.

EFFECTOS ALELOPATICOS DE RESIDUOS DE MALEZAS ANUALES EN EL CRECIMIENTO Y ABSORCION DE NUTRIENTOS DE MAIZ Y DE SOYA.

Malezas anuales han mostrado potencial alelopático en años recientes. Pocos estudios claramente comparan efectos de residuos de malezas en la inhibición del crecimiento y absorción de nutrimentos en maíz (*Zea mays* L.) y soya (*Glycine max* L.). Por lo tanto, los residuos de apazote (*Chenopodium album* L.) bleo (*Amaranthus retroflexus* L.) y cola de zorro (*Setaria glauca* L.) fueron evaluados por sus efectos alelopáticos en el crecimiento y absorción de N, P, y K en maíz y soya en un ambiente controlado. Los residuos de maleza en arena sílica produjo mayor efecto inhibitorio que la mezcla de suelo y arena.

La inhibición del crecimiento fue mayor cuando los residuos fueron incorporados al suelo que cuando fueron aplicados en la superficie.

La inhibición o estimulación de la absorción de N, P, y K en ambos cultivos no fue consistente y dependió de la fuente de residuos, de la forma de incorporación y de la textura del suelo.

Los residuos de las malezas demostraron una inhibición alelopática de crecimiento independientemente de la cantidad de N y P que se aplicó, y se concluyó en que el efecto inhibitorio no está relacionado con la absorción de nutrimentos.

Fuente: Agronomy Journal, Volumen 76, Número 3, 1984.

PROYECTO REGIONAL DE MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS

El objetivo del proyecto es dar asistencia para fortalecer las capacidades de las instituciones regionales y nacionales en Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras y Panamá, para desarrollar y ejecutar métodos efectivos de combate integrado de plagas a través de investigación, que adaptará tecnologías conocidas de manejo integrado de plagas a sistemas de producción de productores en Centro América y Panamá, adiestramiento a corto y largo plazo para obtener interés y transferir tales tecnologías, y cooperación técnica para satisfacer necesidades de información inmediatas y continuas; incluyendo el

suministro de identificación de plagas y servicios de diagnóstico, y el establecimiento de un centro de información. Las disciplinas de fitopatología, entomología y ciencias de malezas se tratarán en forma integrada. Se dará énfasis a los problemas más importantes que afectan los granos básicos y otros cultivos alimenticios. El proyecto tendrá una duración de cinco años a partir de agosto de 1984, con sede en el CATIE y financiado por medio de una donación de AID/ROCAP.

Para mayor información dirigirse a: J. L. Saunders, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

BIBLIOGRAFIA RECIENTEMENTE RECIBIDA EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA

- EL RIEGO: Diseño y Práctica, por Bruce Withers y Stanley Vipond, México: Editorial Diana, S. A., 1983. 350 páginas.

En esta obra, los autores reportan las técnicas de riego más avanzadas para cualquier tipo de clima y condiciones agrícolas.

Se incluye, además de los aspectos tradicionales de riego, como lo son los principios básicos y el diseño, otros importantes como lo son el drenaje asociado al riego y a la mecanización y preparación del terreno para riego.

- INTRODUCCION AL ESTUDIO DE LA MAQUINARIA AGRICOLA, por Saúl Soto Molina, México, Editorial Trillas, 1983. 259 páginas.

Esta obra constituye un valioso material bibliográfico práctico para el estudio, manejo y mantenimiento de la maquinaria agrícola.

Se presenta la información indispensable sobre el funcionamiento y el manejo de tractores y de motores de combustión interna, así como de sus partes y componentes principales, para que tanto estudiantes como profesionales y trabajadores del campo puedan efectuar el ajuste y las reparaciones menores necesarias a fin de mantener a los tractores en óptimas condiciones de trabajo.

- TERMINOLOGIA GENETICA Y FITOGENETICA, por Raúl Robles Sánchez, México, Editorial Trillas, 1982. 163 páginas.

Tomando en cuenta el avance actual en la genética, este libro adquiere importancia en el sentido de que en el mismo se integran conocimientos y técnicas dispersas en distintas bibliografías.

Se incluye una detallada descripción, tanto de las técnicas más avanzadas en el campo de la genética, como de aquellas que han surgido de la aplicación de la genética en el mejoramiento de los cultivos.

- LA GESTION DEL FUEGO Y DEL COMBUSTIBLE EN LOS ECOSISTEMAS DE CLIMA MEDITERRANEO, Programas y temas prioritarios

de investigación, por James K. Agee, Editorial Serbal/UNESCO, 1982. 72 páginas.

Este libro, a pesar de que está elaborado en base a experiencias de regiones distintas a la nuestra, presenta un tema novedoso en nuestro medio y con aspectos que pueden ser aplicados a la problemática del fuego de nuestros ecosistemas.

Esta obra se elaboró sobre la base de lo tratado en un simposio internacional realizado en Stanford, California, Estados Unidos, en 1977.

Se trata de la temática relacionada con la necesidad de un conocimiento más completo de las dinámicas de los ecosistemas de regiones mediterráneas afectadas por el fuego, con el objeto de elaborar y evaluar las políticas de gestión sobre una base regional.

Los aspectos específicos que se incluyen, son los siguientes: el papel de las características de las especies; las concentraciones y flujos de los minerales y sedimentos; la productividad, estructura y diversidad de la comunidad; evaluación de las políticas alternativas de gestión del fuego; y la zona de interfase entre el hombre y las áreas naturales mediterráneas.

Como aspecto importante de esta obra, se dan consejos para los investigadores en particular, y en general para todo el personal que se enfrenta con problemas similares en distintas partes del mundo, y se sugieren mecanismos para aplicar los descubrimientos de la investigación a programas prácticos de gestión del fuego.

CORRIENTES DE INVESTIGACION EN LAS CIENCIAS SOCIALES, por Raymond Boudon et al. España, TECNOS/UNESCO, 1981. 4 tomos.

Esta obra presentada en 4 tomos, fue elaborada por varios autores con amplia experiencia en la investigación en Ciencias Sociales, y es el resultado de un estudio desarrollado en varios años por la UNESCO con la cooperación de distintas instituciones.

En el primer tomo, se toca lo referente a aspectos interdisciplinarios comunes a las ciencias humanas; el tomo dos se refiere a la Antropología, a la Arqueología y a la Historia; en el tomo tres, se toca lo referente a la situación de la investigación de las Ciencias Sociales en la estética

y las ciencias del arte; finalmente, el tomo cuatro se refiere por completo a la filosofía y a las ciencias del pensamiento.

contenido

	Pág.
La otra cara de las malezas <i>César A. Azurdia Pérez</i>	5
Evaluación agronómica del sistema caña de azúcar (<u>Saccharum officinarum L.</u>) asociado con leguminosas de grano, frijol común (<u>Phaseolus vulgaris L.</u>) Caupi (<u>Vigna unguiculata Walp.</u>) y soya (<u>Glycine max L.</u>) <i>Same Ivan Maldonado Muñoz</i> <i>Edgar A. Martínez Tamayo</i>	24
Caracterización de los recursos suelo, agua y vegetación de la cuenca del río Achiguate. <i>Salvador Castillo, Heber Rodríguez,</i> <i>César Azurdia, José Miguel Leiva,</i> <i>Víctor Cabrera, Hugo Tobías,</i> <i>Luis Castañeda, Gilberto Alvarado,</i> <i>Sergio Flores, Isaac Herrera,</i> <i>Roberto Quiroa</i>	36
Rendimiento y contenido de proteína en hierba mora (<u>Solanum sp.</u>) a diferentes etapas de desarrollo y números de cortes por etapa. <i>Aníbal B. Martínez</i> <i>Fulgencio J. Delgado G.</i>	78
Estudio preliminar del efecto de la radiación Gamma de Cobalto-60 sobre la conservación de tubérculos de papa (<u>Solanum tuberosum L.</u>) para consumo durante el período de almacenamiento. <i>Ing. Agr. Romeo Montepaque Roldán,</i> <i>Ing. Agr. José Luis Rueda Calvet,</i> <i>Ing. Agr. Alvaro G. Hernández D.</i>	84
Incremento del contenido de proteína en el frijol común (<u>Phaseolus vulgaris L.</u>) mediante irradiación de la semilla con Cobalto-60 <i>Ing. Agr. Raúl Morales Silva</i>	93
Estudio preliminar de la eutroficación y su influencia en la sucesión ecológica acuática de la Laguna El Pino, Barberena, Santa Rosa. <i>César O. Rivera M.</i> <i>Juan González M.</i>	105
Investigaciones sobre frecuencias de riego y evapotranspiración. Período 1983 - 1984 <i>Ing. Agr. M.S. Jorge Sandoval</i> <i>Ing. Agr. M.C. César Cisneros</i>	123
COMENTARIOS DE EVENTOS	134
NOTAS TÉCNICAS	140
BIBLIOGRAFIA RECIENTEMENTE RECIBIDA EN LA FACULTAD DE AGRONOMIA	145