

tikalua

REVISTA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Vol. V No. 2

Junio - Diciembre 1986

SEÑOR
DIEGO VELASQUEZ AC
AUXILIAR DE LIMPIEZA
FACULTAD DE AGRONOMIA





REVISTA TIKALIA
COMITE EDITORIAL

Ing. Agr. José Miguel Leiva, *Coordinador*
Ing. Agr. Edil Rodríguez, *Secretario*
Ing. Agr. Manuel Martínez Ovalle
Ing. Agr. Maxdelio Herrera de León
Psta. Dennis Escobar Galicia, *Editor*

FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

JUNTA DIRECTIVA

Ing. César Castañeda Salguero
Decano

Ing. Luis Alberto Castañeda
Secretario

Ing. Gustavo Méndez Gómez
Vocal I

Ing. Jorge Sandoval Illescas
Vocal II

Ing. Mario Melgar Morales
Vocal III

Br. Luis Molina M.
Vocal IV

P.A. Axel Gómez
Vocal V

INDICE

	Pág.
Estudio de crecimiento y rendimiento de <i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore, en Cobán, Alta Verapaz	7
<i>Oscar Manuel Núñez Saravia</i> <i>Luis Fernando Ortiz Castillo</i>	
La Ingeniería Genética y sus perspectivas en el mejoramiento de la productividad agrícola	19
<i>Antonio Sandoval S.</i>	
Evaluación de la capacidad de fijación de fósforo a través de la isoterma de Langmuir de tres suelos de Guatemala	31
<i>Fredy Milián</i> <i>Edgar Martínez Tambito</i> <i>Marco Tulio Aceituno</i>	
La producción y el consumo de maíz en Guatemala, proyecciones en el largo plazo	41
<i>Ariel A. Ortiz López</i>	
Principales malezas de Guatemala	47
<i>Manuel de Jesús Martínez Ovalle</i> <i>César Augusto Azurdía Pérez</i> <i>Felipe Jerónimo Manuel</i>	
Sistema de referencia entomológico computarizado	63
<i>Luis M. Reyes C.</i> <i>Alvaro Hernández</i>	
Caracterización de los recursos naturales renovables de la sub-cuenca del río Pensativo	71
<i>Claudio Rafael Cabrera Gaillard</i>	
Estudio de las relaciones del zompopo cultivador (<i>Atta spp</i>) y el hongo <i>Rhizites gongylophora</i> y dos relaciones que se establecen como consecuencia de la misma	89
<i>Byron Manuel Zúñiga C.</i>	
LIBROS	101
TESIS	107
EVENTOS	113

ESTUDIO DE CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE *Pinus maximinoi* H. E. MOORE, EN COBAN, ALTA VERAPAZ

Oscar Manuel Núñez Saravia*
Luis Fernando Ortiz Castillo**

RESUMEN

*El presente estudio enmarca las principales variables que están involucradas en el crecimiento y rendimiento de un rodal natural homogéneo de *Pinus maximinoi* H.E. Moore, como especie conífera dominante del municipio de Cobán, Alta Verapaz.*

El método de estudio se basó en análisis del historial del bosque, trabajando en una misma calidad de sitio, por medio de métodos indirectos, a través del tiempo. Los datos básicos de crecimiento e incremento se obtuvieron del análisis fustal de 30 árboles tumbados en el rodal experimental.

El bosque posee los siguientes datos promedio: edad de 22 años, densidad de 268 arb/ha, DAP cc. de 33.2 cm, área basal 22.76 m²/ha, altura de 24.57 m, y volumen total de 202 m³/ha.

Se realizaron una serie de relaciones individuales, con distintas modalidades de modelos estadísticos, entre las diferentes variables forestales medidas. La mayoría resultaron significativas.

Los resultados más importantes son los incrementos medios obtenidos. Se tiene un incremento en diámetro normal de 1.44 cm./año, en área basal normal de 38.11 cm²/año; en altura de 1.09 m/año y en volumen de 9.78 m³/ha/año. Trabajando con incremento periódico se observó la disminución actual del incremento, con relación a los incrementos iniciales, a pesar de la corta edad que presenta el rodal.

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

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

INTRODUCCION

El conocimiento de la dinámica de la población forestal tiene un papel importante en el manejo adecuado de las diversas comunidades vegetales naturales. Para obtener tal conocimiento se hace necesario realizar un estudio silvicultural básico y detallado, en las diversas comunidades que se quieran manejar.

El estudio silvicultural básico es escaso en el país, razón por la cual las extracciones forestales realizadas hasta el momento, se basan únicamente en el interés por una alta acumulación del capital en el más corto plazo posible, sin preocuparse para la consecución del mismo recurso. Esta situación ha llevado a la disminución de la masa forestal en las últimas décadas.

Habiendo planteado la necesidad de la planificación, fundamentada en la experimentación, el presente estudio pretende dar datos básicos sobre el crecimiento y rendimiento de *Pinus maximinoi* H.E. Moore, creciendo bajo condiciones naturales, para planificar en forma racional el manejo del bosque y la consecución de adecuadas metodologías, que logren el aprovechamiento óptimo del sitio.

El trabajo se realizó en la finca Chichén, Cobán, A.V, a una elevación de 1400 msnm en una zona de vida de Bosque muy Húmedo Subtropical (frfo). Se trabajó en los 4 últimos meses de 1984 y los primeros 6 meses de 1985.

OBJETIVOS

Objetivo General:

Estudiar las principales variables que están involucradas en el crecimiento y rendimiento de un rodal natural de *Pinus maximinoi* H.E. Moore., en un sitio del municipio de Cobán, Alta Verapaz.

Objetivos específicos:

- Determinar la composición florística del rodal natural de *Pinus maximinoi* H. E. Moore.
- Determinar la producción actual del rodal en el sitio, así como las tasas de crecimiento y rendimiento en DAP, altura y volumen,
- Determinar relaciones alométricas de los árboles (diámetro, altura, edad), variables del rodal (área basal local) e incrementos (en diámetro, área basal, altura y volumen por árboles tipo y por parcela).
- Realizar una tabla para la estimación del volumen en el rodal experimental.

- Obtener el factor mórfico y el factor de corteza para el rodal estudiado.
- Dejar establecidas parcelas de muestreo permanente en el bosque.

MATERIALES Y METODOS

1. Características Generales:

El bosque natural de *Pinus maximinoi* H.E. Moore no presenta características algunas que denoten alteración de su crecimiento normal. El rodal es puro en cuanto a especie, ya que el 97o/o del área basal es de pino y el 96o/o de los árboles pertenecen a esa misma especie. Además está ubicado en una misma calidad de sitio, la cual se manifiesta en una homogeneidad en altura dominante del pino, la cual tiene una media de 27.7 m. para la especie.

El rodal actual se originó en árboles padres dejados en el aprovechamiento anterior (1957). Está ubicado en una exposición Norte, con un grado elevado de pendientes.

El rodal se encuentra en una zona de Bosque muy Húmedo Sub-tropical (frío), con una precipitación anual promedio de 2,200 mm. y una temperatura media mensual de 17,7°C. Existe un incremento de lluvias en los meses comprendidos de junio a octubre.

Los datos en los cuales se basaron los análisis de incrementos se obtuvieron del estudio detallado de 30 árboles tumbados. Estos árboles fueron producto de un raleo verificado en el bosque, con fines experimentales. El diseño de raleo que se dejó establecido en el campo fue el de bloque al azar, con un total de 2 repeticiones y 3 tratamientos que fueron una verificación de 50o/o de raleo, de 30o/o de raleo y 0o/o de raleo sobre el área basal. El total de parcelas que se utilizaron para el estudio fue de 6, con dimensiones de 50 x 50 metros (0.25 ha).

2. Mediciones de los árboles del rodal:

Se realizaron una serie de mediciones antes y después del raleo. Antes del raleo se verificó el área basal de cada árbol, midiendo el DAP y la altura total del 45o/o del total de árboles encontrados.

Posterior al derribo de los árboles se midió la altura con cinta métrica de todos los árboles derribados y se realizó el análisis fustal detallado de 30 árboles.

Aprovechando el análisis fustal, se determinaron características como el tiempo de paso, espesor de corteza y factor mórfico para la especie.

El análisis fustal consistió en el conteo de anillos en secciones del tallo separadas por un metro de distancia en las secciones iniciales y finales del tallo y un distanciamiento de 2 metros en las secciones intermedias, entre 10 y 24 metros.

El tiempo de paso fue calculado para una clase diamétrica de 5 cm., por lo cual se midió el número de anillos comprendidos en los 2.5 cm. más externos de las secciones correspondientes al diámetro normal (DAP). (2).

RESULTADOS Y DISCUSION

Los datos generales productivos del rodal se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1
DATOS PRODUCTIVOS GENERALES DEL RODAL EXPERIMENTAL

VARIABLE	TIPO DE ARBOLES		
	PINO	LATIFOLIADA	TOTAL
Densidad promedio	67 arb/parc. 268 arb/ha	21 abr/parc. 84 arb/ha	88 arb/parc. 352 arb/ha
dapcc	33.2 cm.	17.93 cm.	
g	0.0870 m ² /arb.	0.0309 m ² /arb	
G	5.6919 m ² /parc. 22.7676 m ² /ha	3.2437 m ² /parc. 12.9748 m ² /ha	8.9356 m ² /parc. 35.7424 m ² /ha
h	24.57 m		
h dominante	27.75 m		
v	0.7719 m ³ /arb		
V	50.4462 m ³ /parc. 201.7848 m ³ /ha.		

Estos datos representan una densidad de 269 arb/ha, para el género *Pinus*, la cual puede considerarse como una densidad media, adecuada para la edad. El diámetro normal con corteza de 33.2 cm. es bastante bueno para la edad de 22 años que posee el rodal, de igual manera que el volumen y la altura promedio del árbol.

La distribución diamétrica para el rodal es normal y bastante amplia, con un total de 12 clases diamétricas de 5 cm. comprendidas de los 5 a 60 cm. de diámetro a la altura del pecho (Figura 1).

Un 63 o/o de los árboles se encuentran entre los 25 y 45 cm. de DAP, contribuyendo con un 70o/o del volumen total; un 9o/o está por encima de los 45 cm. de DAP, aportando cerca del 23o/o del volumen total y el restante 28o/o de árboles son menores de 25 cm. de DAP, aportando únicamente el 7o/o del volumen total. El volumen total estimado para las 6 parcelas fue de 321.4 m³.

El estudio de características cualitativas, que incluyen la rectitud del fuste, defectos de formación y anomalías de crecimiento, determinó que el 50o/o del total de árboles presenta más de alguna de las características defectuosas de los árboles.

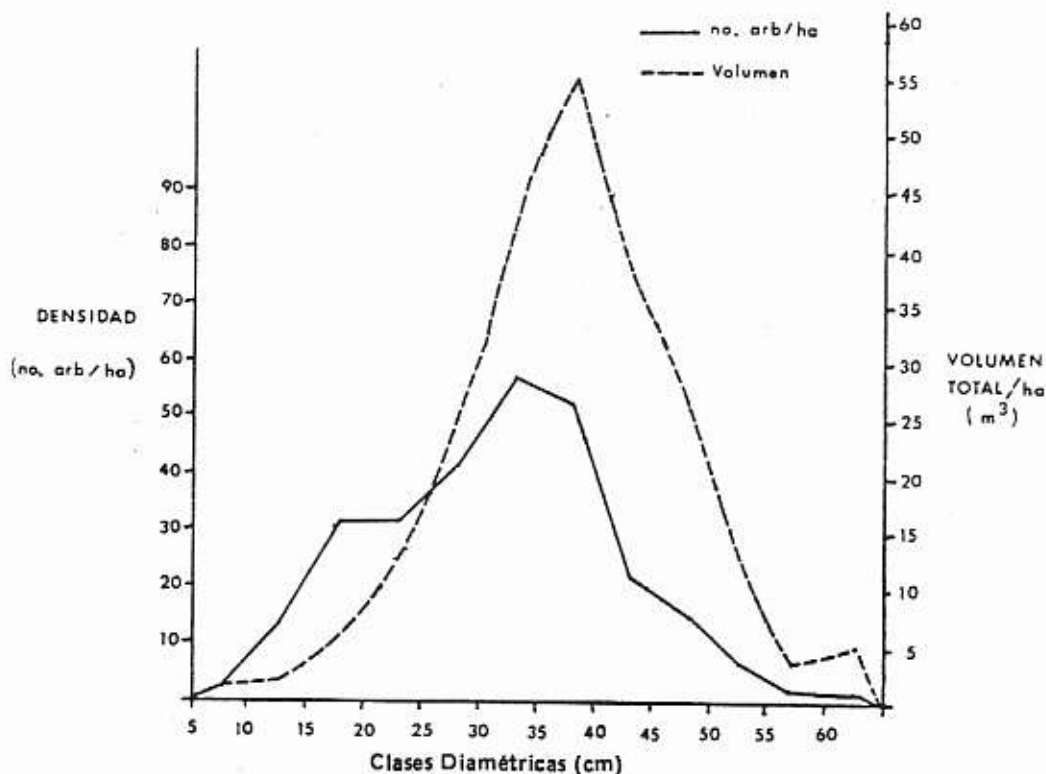


Figura 1

DISTRIBUCION DIAMETRICA Y VOLUMETRICA DE LOS ARBOLES EN EL RODAL EXPERIMENTAL, SEGUN SU CLASE DIAMETRICA.

Se realizaron una serie de relaciones entre el distanciamiento promedio de los árboles y las principales variables forestales. En el cuadro 2 se observan estas relaciones, con el modelo estadístico que más se ajustó a la nube de puntos originales.

CUADRO 2
MODELOS MAS AJUSTADOS A LA RELACION INDIVIDUAL CON SU
COEFICIENTE DE CORRELACION Y FUNCION DE PROBABILIDAD.

RELACION	MODELO MAS AJUSTADO	COEFICIENTE CORRELACION	FUNCION PROBABILIDAD
Dist. promedio - G	Geométrico	0.85209	0,000
Dist. promedio - h	Cuadrático	0.42416	0,000
Dist. promedio - v	Cuadrático	0.43300	0.360
Dist. promedio - V	Geométrico	0.81479	0,000

Los datos confirman la no dependencia de la altura en función de densidad utilizada.

Se trabajó también las relaciones entre las principales variables del rodal: diámetro a la altura del pecho (DAP), altura, volumen promedio (v), volumen total (V), área basal promedio (g) y área basal total (G). Los resultados de estas relaciones se observan en el cuadro 3.

CUADRO 3
RESUMEN DE LOS MODELOS, COEFICIENTES Y FUNCION DE
PROBABILIDAD DE LAS RELACIONES INDIVIDUALES

Descripción	DAP-altura	DAP-v	RELACIONES		
			g - h	g-v	h-v
Modelo	Cuadrático	Logarit.	Radical	Logarit.	Geomet.
Coefficiente de correlación	0.7825	0.9816	0.7822	0.9815	0.8399
Coef. b ₀	+8.038	0.0002	4.8162	0.0003	0.0138
Coef. b ₁	0.9818	2.3318	0.0130	1.1658	1.1686
Coef. b ₂	0.0102	—	1.1071	—	—
F (prob) ²	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000

Se observan altos coeficientes de correlación en las relaciones DAP -v y h-v, indicando ello que existe una alta correlación entre las dos variables. En el primer caso (DAP-v) es factible la utilización de la ecuación del modelo logarítmico en cálculos de volumen en pie a nivel local. Del mismo modo la relación h-v puede ser utilizada, pero no es de utilidad práctica, al considerar la altura como una estimación sujeta a varios tipos de error en su medición, además de que es más laborioso estimarla correctamente.

Trabajando con regresión múltiple se determinó una ecuación que representa una tabla de volumen local para la especie. Su ecuación es la siguiente:

$$\text{Vol} = 0.4693739 + 0.0000269931 \text{ DAP}^2 \text{ h}$$

Vol = metros cúbicos

Coefficiente de correlación de 0.96

DAP = ingresado en centímetros

h = ingresarla en metros

El análisis de los incrementos se basó en el estudio de los incrementos en DAP, en altura y volumen. Los incrementos periódicos analizados corresponden a períodos de 5 años, presentados para las mismas variables.

Los incrementos para el diámetro aparecen en el cuadro 4 y representan el promedio de los 30 árboles analizados.

Analizando los incrementos se observa que el incremento de los últimos años es menor que los iniciales, como producto de la ausencia de manejo del rodal. Transformando los datos del diámetro a área basal por unidad de superficie se tiene un incremento promedio sin corteza de 0.7769 m²/ha/año, que indica un buen crecimiento para bosques de coníferas.

CUADRO 4
DISTINTAS MODALIDADES DEL INCREMENTO EN DIAMETRO

MODALIDAD DEL INCREMENTO	INCREMENTO cm/AÑO
- Incremento medio con corteza de todo el árbol	1.8330
- Incremento medio sin corteza de todo el árbol	1.6941
- Incremento medio con corteza del DAP	1.4390
- Incremento medio sin corteza del DAP	1.2266
- Incremento periódico sin corteza del DAP en los 5 años iniciales	2.2747
- Incremento periódico sin corteza del DAP en los 5-10 años	1.6062
- Incremento periódico sin corteza del DAP de los 10-15 años	1.2150
- Incremento periódico sin corteza del DAP de los 15-20 años	1.1771

El incremento en altura dió un valor medio de 1.0911/m/año y un incremento periódico máximo de 1.74 m/año en el período de los 10-15 años. También se observó un descenso del crecimiento en relación a los años iniciales. Esto indica que el crecimiento máximo para la especie, está por ser alcanzado (35 m.).

El incremento en volumen dió un valor de 0.0365 m³/arb/año, equivalente a 9.782 m³/ha/año. El incremento máximo dá un valor cercano a los 20 m³/ha/año, que es un excelente crecimiento según los promedios reportados para todo el mundo por Klepac(2), que poseen un valor medio de 2 m³/ha/año y los citados por Peters (3) de valores promedio de incrementos periódicos fluctuantes entre 3.3 - 7.7 m³/ha/año para bosques de coníferas.

En las figuras 2, 3, 4 se observan las curvas de crecimiento e incremento de la especie de *Pinus maximinoi*. Se deduce el incremento decreciente en los últimos años del rodal, razón debida fundamentalmente a la ausencia de manejo en el rodal y a aspectos relacionados al sitio (calidad de sitio). Todas las curvas presentan crecimiento sigmoide, es decir, un lento crecimiento en los años iniciales, un rápido crecimiento en los años intermedios y un lento crecimiento en los últimos años.

El tiempo de paso calculado da un valor de 5 años, a través del cual los árboles se tardarán de pasar de una clase diamétrica a otra superior, si las condiciones actuales permanecen invariables. Con ese dato en un período de 10 años, solamente el 16o/o del total de árboles tendrá un diámetro menor a los 30 cm. en el DAP.

El factor de corteza calculado es de 0.8711, representando este material el 24o/o del volumen total calculado. El factor mórfico dió un valor de 0.51 que implica una semejanza a un cono,

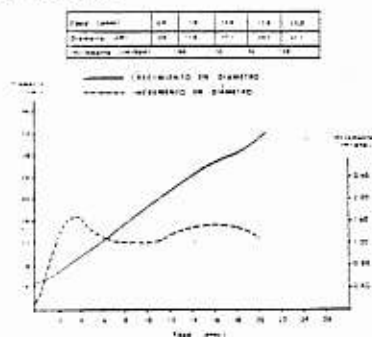


FIGURA 2

CRECIMIENTO E INCREMENTO DE DIAMETRO EN PINUS MAXIMINOI
EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE
"CHICHEN", ALTA VERAPAZ.

Edad (años)	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	23,00
Altura (m)	0,00	1,60	9,10	17,80	24,00	24,80
Incremento (m/año)		0,32	1,50	1,74	1,24	0,27

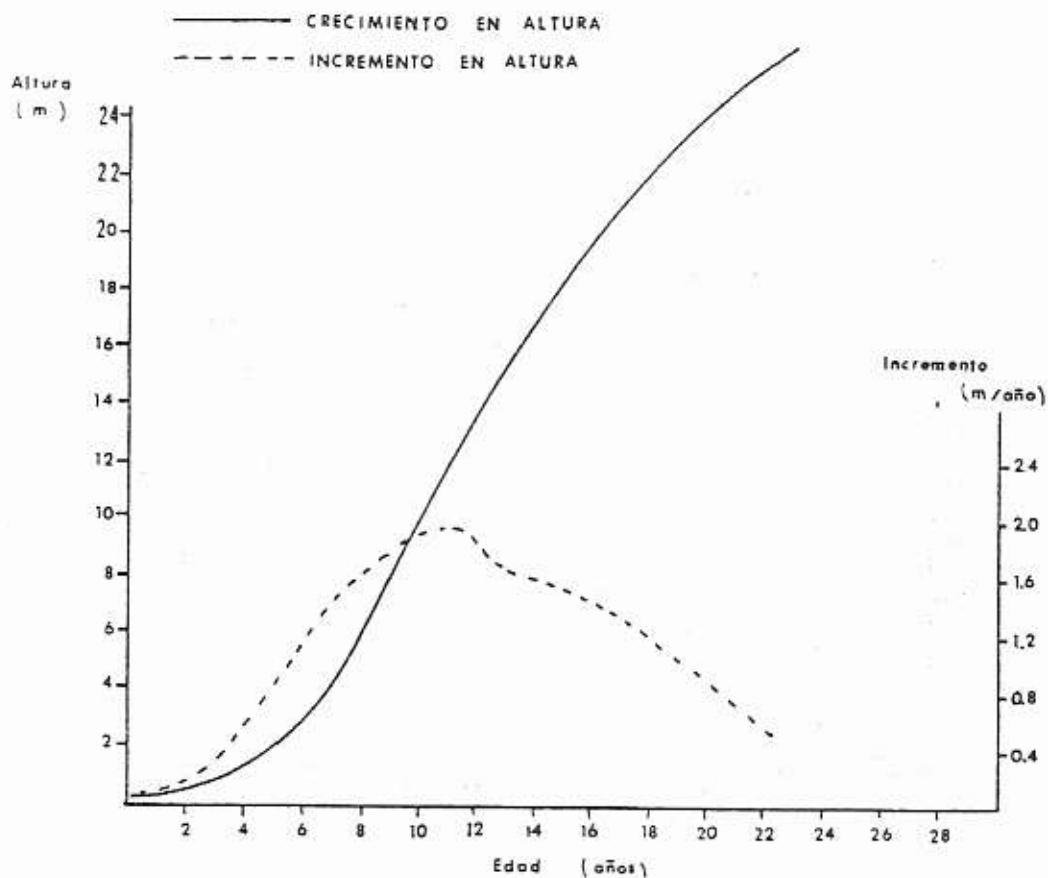


FIGURA 3

CRECIMIENTO E INCREMENTO EN ALTURA EN PINUS MAXIMINOI
 EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE "CHICHEN",
 ALTA VERAPAZ.

Edad (años)	0,0	5,0	10,0	15,0	20,0
Volumen (m)	0,0	0,115	0,480	0,730	0,795
Incremento (m/año)		0,023	0,073	0,050	0,018

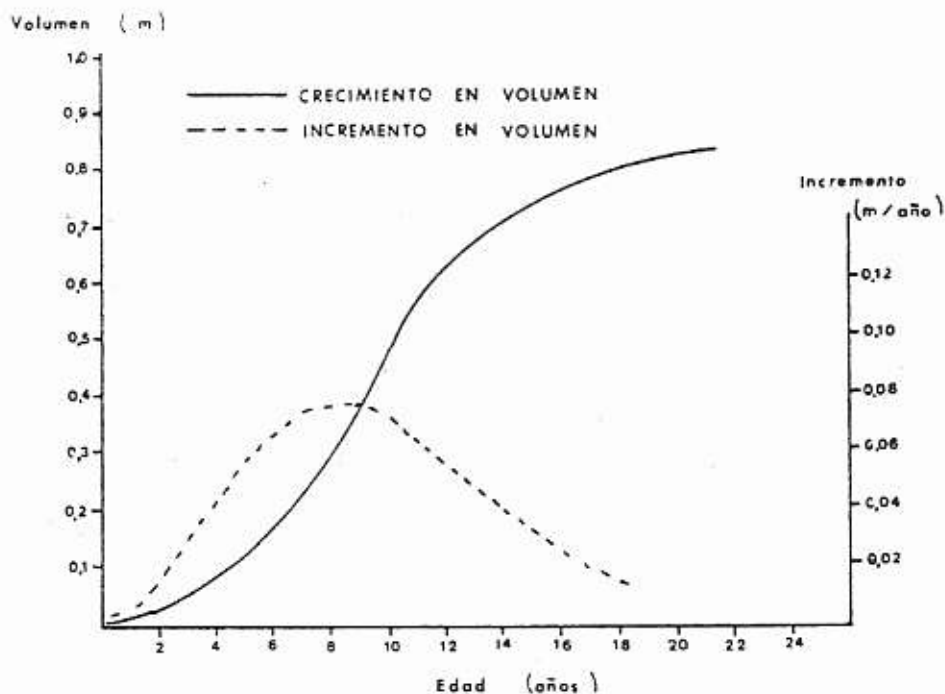


FIGURA 4

CRECIMIENTO E INCREMENTO EN VOLUMEN EN PINUS MAXIMINOI
EN LAS PARCELAS EXPERIMENTALES DE CHICHEN,
ALTA VERAPAZ.

CONCLUSIONES

1. El bosque experimental es homogéneo en cuanto a especie y altura, siendo en este caso un bosque puro de coníferas. Está establecido bajo una misma calidad de sitio, debido a su poca extensión y localización sobre la misma posición fisiográfica.
2. El valor de densidad promedio obtenida es de 268 arb/ha tomando en consideración sólo el género *Pinus*. Al tomar en consideración las latifoliadas del estrato intermedio se eleva a un valor de 352 arb/ha.
3. Las especies arbóreas más importantes después del Pino, son *liquidambar styraciflua*, *Myrica cerifera*, *Rhus striata*, *Hedyosmum mexicanum*, *Quercus* sp., y *Juglans guatemalensis*.
4. Los datos de área basal promedio para el género *Pinus* es de 22.7676 m²/ha, dato que se incrementa a 35.7424 m²/ha al considerar las especies latifoliadas.
5. La producción actual del bosque es de 202.785 m³/ha producto de un bosque natural sin manejo y originado de árboles padres de mala calidad y conformación.
6. El volumen total medio por árbol con corteza es de 0.7719 m³ representando un valor de 50.44 m³/parcela.
7. Existe una correlación altamente significativa entre distanciamiento promedio de los árboles y áreas basal o volumen total por parcela.
8. Las relaciones individuales entre las principales variables forestales son altamente significativas en su mayoría. La relación entre DAP-volumen y altura-volumen son altamente significativas y con un coeficiente de correlación bastante cercano a la unidad.
9. La tabla de volumen realizada por medio de correlación múltiple posee un coeficiente de correlación de 0.96, que es más elevado que el de la tabla de volumen estándar de la FAO, siendo entonces de mayor utilidad para condiciones locales.
10. Todas las curvas de crecimiento de las variables estudiadas (diámetro, área basal, altura y volumen) presentan forma sigmoide, que indica una etapa de lento crecimiento en los inicios del desarrollo, una etapa de rápido crecimiento (5-15 años) y un retorno a un crecimiento lento.
11. El incremento medio de diámetro es de 1.2266 cm/año, considerado como el de mínimo valor (incremento medio sin corteza del dap). El incremento

medio mayor se obtuvo al considerar la corteza y como promedio de todas las secciones analizadas de los árboles, con un valor de 1.833 cm/año.

12. El incremento medio en altura tiene un valor de 1.0911 m/año, y el incremento medio en volumen un valor de 0.036 m³/árbol/año.
13. El incremento periódico máximo de diámetro es de 2.27 cm/año entre los 0-5 años. El incremento periódico máximo en altura es de 1.74 m/año entre los 10-15 años. El máximo en volumen es de 0.073 m³/árbol/año entre los 5-10 años.
14. Los datos de incremento periódico obtenidos indican un descenso de la producción en relación a los incrementos iniciales, a pesar de la corta edad del rodal (22 años).
15. El incremento periódico máximo por unidad de superficie con valor cercano a 20 m³/ha/año indica un potencial productivo excelente para crecimiento de coníferas y tomando en consideración que se trata de un bosque natural sin manejo.
16. El tiempo de paso obtenido con valor de 5 años, indica un período de 10 años a partir del actual, para que el 84 o/o del total del bosque esté en etapa de aserrío, con diámetros mayores a 30 cm. de dap.
17. El factor mórfico con un valor de 0.5102 indica que en un 51 o/o el árbol se asemeja a un cilindro y representa ese volumen, con respecto al ideal del cilindro.
18. El factor de corteza con valor de 0.8711 actúa sobre el diámetro promedio con corteza reduciéndolo en un 24 o/o, de 201 m³/ha con corteza a 153 m³/ha sin corteza. El factor indica que el 24 o/o del volumen total es constituido por la corteza.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ALDER, D. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Estudio FAO; Montes 22/2. 1980. v. 2, 118 p.
2. KLEPAC, D. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestales. 2 ed. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo, 1973. 365 p.
3. PETERS, R. Inventario forestal intensivo para un proyecto de desarrollo industrial de la finca Nacional San Jerónimo. Guatemala, Instituto Nacional Forestal, 1975. 17 p. (Doc. de Trabajo No. 15).

LA INGENIERIA GENETICA Y SUS PERSPECTIVAS EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD AGRICOLA

Antonio Sandoval S. *

RESUMEN

Dentro del contexto de la Revolución Científica Tecnológica, la Ingeniería Genética constituye una de las áreas de aplicación del conocimiento científico que mayor impulso está recibiendo por parte de los países industrializados.

En la primera parte de la exposición se discuten sus bases teórico metodológicas. Se conceptualiza la Ingeniería Genética como la aplicación de la Tecnología del ADN recombinante o del empalme de genes en la transferencia de material genético de un organismo a otro por medio del uso de vectores. Se discute la importancia del desarrollo del conocimiento efectuado en los últimos 38 años, relacionado con la estructura y propiedades del Acido Desoxiribonucleico (ADN), de las enzimas relacionadas con su metabolismo y del código genético; que constituyen las bases científicas de esta nueva tecnología. Asimismo, se exponen las características más importantes de la tecnología del ADN recombinante.

En la segunda parte, se discuten sus posibles aplicaciones en el mejoramiento de la productividad vegetal y animal. En el mejoramiento de las proteínas de reserva de la semilla, en la fijación del nitrógeno, en la resistencia a insectos y organismos patógenos en el mejoramiento del proceso fotosintético, en la tolerancia al stress por condiciones ambientales adversas. Se incluyen sus aplicaciones en el mejoramiento de la productividad animal; en el campo del desarrollo de hormonas, anticuerpos monoclonales y en la fabricación de vacunas.

En la tercera parte, se discuten las perspectivas de la Ingeniería genética en la América Latina; dentro del contexto del subdesarrollo y la dependencia tecnológica. Se incluyen las resoluciones de un foro de expertos de la ONUDI, en términos de la idoneidad de la Ingeniería Genética para las necesidades de los países subdesarrollados y su contribución en materia de alimentación y salud. Se enfatiza, que dadas las características de la Ingeniería Genética y de las condiciones de subdesarrollo y dependencia, se deberán impulsar políticas, estrategias y mecanismos de cooperación regional para integrar así los esfuerzos de Latino América.

* Doctor en Filosofía (Ph.D.), Area de Genética y Bioquímica de la Facultad de Agronomía, USAC. El presente trabajo fue presentado por el autor en la XIX convención de la Unión Panamericana de Asociaciones de Ingenieros, II Congreso Panamericano de Ingeniería Agrícola y de Alimentos, realizado en Guatemala, del 21 al 25 de Agosto de 1986.

INTRODUCCION

Dentro del contexto de la Revolución Científico Tecnológica, la Ingeniería Genética constituye una de las áreas de aplicación del conocimiento científico que mayor impulso está recibiendo por parte de los países industrializados.

Los fundamentos científicos y metodológicos de la Ingeniería Genética devienen de la investigación efectuada en los últimos treinta y ocho años en la estructura y propiedades del Acido Desoxiribonucleico (ADN); en términos del almacenamiento, replicación y transmisión de la información genética; así como en el sistema de enzimas relacionadas con su metabolismo.

La Ingeniería Genética, se conceptualiza como la aplicación de la tecnología del ADN recombinante o del empalme de genes en la transferencia del material genético de un organismo a otro por medio del uso de vectores.

Existe una creciente preocupación en los países en desarrollo acerca del impacto de esta tecnología en el patrón de inserción de estos países en el mercado internacional y en la profundización de la dependencia tecnológica. En ese sentido; en los últimos años, diversos foros de las Naciones Unidas y de otros organismos internacionales, han venido abordando la forma en que nuestros países deberán enfrentar el desafío que representa el surgimiento de la Ingeniería Genética y la Biotecnología.

La presente exposición, incluye una discusión de los fundamentos teórico metodológicos de la Ingeniería Genética, sus probables aplicaciones en el mejoramiento de la productividad vegetal y animal y sus perspectivas en la América Latina dentro del marco del sub-desarrollo y dependencia.

BASES TEORICO METODOLOGICAS

La Ingeniería Genética se puede conceptualizar como la aplicación de la tecnología del ADN recombinante o del empalme de genes en la transferencia de material genético de un organismo a otro por medio de un vector.

La tecnología del ADN recombinante, es producto de la aplicación del conocimiento científico producto de los trabajos de investigación en la estructura y propiedades del ácido desoxiribonucleico (ADN) así como en las enzimas relacionadas con su metabolismo; efectuados en los últimos 38 años.

En 1953, Watson J.J. y Crick F.H.C. publicaron sus resultados relacionados con la estructura del ADN. El trabajo publicado por estos autores tuvo un profundo impacto en las ciencias naturales en general y en la filosofía misma, significando en la actualidad un hito histórico.

Watson y Crick, con base a la información química obtenida por Chargaff y a los datos de difracción de Rayos X de Wilkins M.H.F. y Franklin R.E., propusieron que: (21)

1. El ADN, existe como una hélice doble; en la cual las dos cadenas de polinucleótidos, se enrollan una en la otra en una espiral;
2. Cada cadena de polinucleótidos, consiste en una secuencia de nucleótidos ligados por enlaces fosfodiéstericos, uniendo mitades de desoxirribosa adyacentes;
3. Las dos hebras de polinucleótidos se unen en su configuración helicoidal por medio de enlaces de hidrógeno;
4. La especificidad del apareamiento de las bases genera la complementariedad de las dos cadenas. Una purina siempre se aparea a una pirimidina. La propiedad de la complementariedad le imprime al ADN, características únicas para el almacenamiento, replicación y transmisión de la información genética;
5. Los pares de bases son dispuestas a una distancia de 3.4 Å, con 10 pares de bases por cada uno de los giros (360 grados) de la doble hélice. Los esqueletos, constituidos por azúcar fosfatos de las dos cadenas de polinucleótidos son antiparalelos, lo que significa que poseen polaridad química opuesta. Esta característica es esencial para el proceso de replicación del ADN.

El descubrimiento del código genético, constituye otro peldaño importante para el desarrollo de la ingeniería genética. La información obtenida en los años 60, evidenciaba que la secuencia de los aminoácidos en las proteínas es controlada genéticamente. Formulándose así, líneas de investigación orientadas a percibir los mecanismos por medio de los cuales la secuencia de los cuatro pares de bases podrían controlar la secuencia de los 20 aminoácidos encontrados en las proteínas.

La primera evidencia experimental fue encontrada por Crick F.H.C. y colaboradores en 1961 (5). Usando los resultados obtenidos del análisis genético de las mutaciones inducidas con proflavina en el locus rII del bacteriofago T4; concluyeron que el código genético consiste de codones constituidos por tripletes de nucleótidos. Partiendo de estos resultados, el próximo paso consistió en decifrar el código, o sea: determinar los codones que especificaban a los 20 aminoácidos, cuáles de las 64 combinaciones estaban involucradas y cuáles constituían los puntos y comas del código. Las interrogantes anteriores, fueron resueltas en 1961 por Nirenberg M. W. y Matthaei J. H. (14).

Pero como lo afirma Singer M.F. (19): "La revolución del ADN fue insuficiente para posibilitar una manipulación detallada de los sistemas genéticos. Se requería de un conocimiento profundo de aquellas enzimas relacionadas con el

metabolismo del ADN. El descubrimiento más fructífero consistió en que varias macromoléculas incluyendo los polinucleótidos, constituyen sustratos para enzimas específicas”.

La enzima de mayor relevancia relacionadas con el metabolismo del ADN y utilizadas en la ingeniería genética son las siguientes (7):

1. **Fosfatasa alcalina de E. coli.** Cataliza la hidrólisis de los fosfomonoésteres. De gran interés a fines de los años 50 para estudiar la regulación del proceso celular. La síntesis de esta enzima es regulada por un sistema de retroalimentación negativo en el cual el fosfato inorgánico es el regulador.
2. **Nucleasa S1.** Específica para polinucleótidos con un solo filamento
3. **Exonucleasa Lambda.** Afín al ADN con dos filamentos de polinucleótidos. Los productos de su acción están constituidos por monofosfatos nucleosido-5'. Particularmente interesante por su acción exonucleolítica, su acción enzimática se inicia en los terminus 5' y en la dirección 5' - 3'.
4. **Exonucleasas de Restricción.** Degradan al ADN en sitios específicos o sea en secuencias de nucleótidos muy específicas.
5. **ADN ligasa.** De importancia en la recombinación del ADN *in vitro*. Catalizan la reparación de los enlaces fosfodiestericos entre el fosfato-5' de un oligonucleótido y el grupo 3'-OH de un segundo oligonucleótido.
6. **ADN polimerasa I (Enzima de Kornberg).** Cataliza la adición covalente de nucleótidos a cadenas de ADN preexistentes. La enzima, requiere trifosfatos-5' de cada uno de los cuatro deoxiribonucleósidos. El ADN debe de proveer para su acción enzimática de dos componentes esenciales: Uno que actúa en función de primero y otro en función de plantilla.
7. **Transferasa nucleotidil Terminal.** Similar a la polimerasa en su actividad enzimática. Cataliza la adición de residuos deoxiribonucleótidos.
8. **Transcriptasa reversa.** Cataliza la conversión de ADN a partir de ARN.

Desde una óptica molecular, el proceso de recombinación es el resultado de la fractura o rotura del ADN parental y su subsecuente reunión para formar dos formas recombinantes. Desde hace muchos años, los genetistas han usado el proceso de recombinación para estudiar la naturaleza de los genes en especies relacionadas por ancestría. La técnica del ADN recombinante, descubierta por Charles Boyes y Stanley R. Cohen para el empalme de los genes; ha sido descrita por Abelson (1), la cual se resume a continuación:

1. En el proceso, las endonucleasas de restricción juegan un papel importante. Estas enzimas, tienen la capacidad de provocar cortes en el ADN en sitios con secuencias específicas. Todos los fragmentos producidos tienen extremos complementarios, en tal forma que un fragmento puede formar un círculo o se puede combinar con otro fragmento para formar un dímero. En este último caso, si los fragmentos son de diferentes fuentes se produce una molécula recombinante. Cuando esta técnica es usada, las brechas que quedan entre ambos fragmentos son selladas por la enzima ADN ligasa. Otros investigadores como Scheller, Dickerson et al (15), han descrito métodos más sofisticados para la unión de moléculas usando adaptadores sintéticos.
2. Para propósitos descriptivos, las dos moléculas de ADN integradas en la forma recombinante se les denomina vector y pasajero. El vector o vehículo es una molécula de ADN que tiene la capacidad de replicarse en el hospedero. Cuando el pasajero se une al vector, este se comporta algunas veces como una adición pasiva y es replicado conjuntamente con el vehículo. En *E. coli*, se han usado dos clases de vectores. Los plasmidos, que son moléculas de ADN de forma circular con capacidad de autoreplicarse independientemente del cromosoma bacterial. El otro vector, usado en experimentos de ADN recombinante en *E. coli*, es el bacteriofago Lambda. Blattner et al (3) y Leder et al (12), han descrito la construcción de vectores lambda para uso de vehículos.
3. La tecnología del ADN recombinante se ha ampliado a otros hospederos. Es posible usar otros sistemas de vector-pasajero, incluyendo células de mamíferos en cultivos de tejidos. Es así, que derivados defectuosos del virus de ADN, conocidos como SV 40 pueden ser usados como vectores. Asimismo, Hooykaas P.J.J. et al (10), han descrito los plasmidos de *Agrobacterium* como vectores potenciales para la aplicación de la Ingeniería Genética en plantas. Bogorard L. (4), ha planteado la posibilidad del uso de fusión de protoplastos para introducir secuencias de ADN en células vegetales. Levings III C. S. (13), describe a los plasmidos Ti de *Agrobacterium tumefaciens*, al virus del mosaico, a los genomios mitocondriales y a los genomios de los cloroplastos como vectores potenciales.
4. Cuando se completa el proceso de recombinación *in vitro*, entre el ADN del vector y el ADN que se desea transferir, la molécula recombinante deberá ser introducida a la célula hospedera donde este se puede replicar. Esto se efectúa por medio de transformación.

APLICACIONES DE LA INGENIERIA GENETICA EN EL MEJORAMIENTO DE LA PRODUCTIVIDAD VEGETAL Y ANIMAL.

Las posibilidades de la contribución de la ingeniería genética en el mejoramiento de la productividad vegetal y animal, son muy amplias. Sin embargo, existen actualmente una serie de limitaciones teórico metodológicas que deberán superarse a medida que se profundiza el avance científico en esta área del conocimiento.

Estas posibilidades dependerán en gran parte del conocimiento en los componentes genéticos que gobiernan las características vegetales. Asimismo, se deberá impulsar líneas de investigación en bioquímica, biología celular y fisiología de las plantas y de los animales. Las nuevas técnicas e instrumentos de secuenciación aplicadas al ADN y a las proteínas, mejorarán indudablemente el conocimiento de los genomas de las mitocondrias y de los cloroplastos lo cual ampliará la posibilidad del uso de estos organelos como vectores.

Barton y Brill (2), han presentado un análisis de las posibilidades de la ingeniería genética en el mejoramiento de las plantas:

1. Mejoramiento de las proteínas de la semilla. La aplicación de la ingeniería en aquellos genes que codifican a las proteínas de reserva de las semillas, constituye un enfoque para corregir las deficiencias de aminoácidos en algunas semillas. Para lo cual se podrían insertar o substituir los codones pertinentes. Sin embargo, existen grandes limitaciones teórico metodológicas que deberán superarse.
2. Fijación de nitrógeno. El desarrollo de las especies de cultivo depende de un fuerte suministro de nitrógeno ya sea por medio de la aplicación de amonio, urea y nitratos o por medio de la fijación del nitrógeno atmosférico. La formación de nódulos efectivos para la fijación del nitrógeno depende de la información genética presente tanto en la bacteria como en las células hospederas. Debido a que el género *Rhizobium* de bacterias puede ser manipulado en el laboratorio, las posibilidades de la aplicación de la Ingeniería Genética son altas. La incorporación de la información genética responsable de la fijación del nitrógeno a los cereales, sería extremadamente valiosa. Existe alguna evidencia de que las bacterias fijadoras podrían asociarse a los sistemas radiculares de los cereales. Actualmente se está explorando la posibilidad de que genes del complejo bacteriano (*nif*), pueden ser transferidos a los cereales. Sin embargo, existen obstáculos como los sistemas de regulación de la expresión de los genes procarióticos en los eucarióticos, cuyo conocimiento actual es limitado.
3. Mejoramiento de la capacidad fotosintética. Aunque los cloroplastos son dependientes de la información del núcleo celular para su funcionamiento y

sobrevivencia; existe un genoma del cloroplasto en forma de un cromosoma circular, presente en forma de 40 a 60 copias; la presencia de aproximadamente 50 cloroplastos por célula, implica que cada gene está repetido en miles de copias en cada célula. A medida que el conocimiento relacionado con los senderos fotosintéticos se profundiza, la posibilidad para su mejoramiento se amplía. La transferencia de enzimas del ciclo de calvin más eficientes entre diferentes variedades de plantas, se reflejará en tasas más altas de fijación de carbono. Existe la posibilidad de que el intercambio o modificación de los genes que codifican a las diferentes subunidades de la enzima carboxilada podría dar como resultado una mayor eficiencia en la fijación del CO₂. Otras posibilidades del mejoramiento de la capacidad fotosintética podría existir en el intercambio de los diferentes componentes del fotosistema entre diferentes plantas para optimizar la transferencia de electrones.

4. Resistencia a Insectos y Patógenos. La forma más efectiva y económica para limitar el ataque de insectos y patógenos es por medio de la resistencia varietal. Las aplicaciones de la ingeniería genética en esta área, deberán ser presididas por la investigación de las bases moleculares de la patogenicidad y del ataque de los insectos. Existen algunos enfoques que podrían aplicarse en el desarrollo de plantas con mayor resistencia. Por ejemplo, la transferencia de los senderos genéticos requeridos para la síntesis de una serie de metabolitos secundarios que en forma natural limitan el ataque de los insectos. Actualmente, se usan diversas toxinas insecticidas de naturaleza polipeptida, incluyendo las que se producen en líneas de la bacteria *Bacillus thuringiensis*. La Ingeniería Genética, se podría aplicar a la producción de tales proteínas a partir de células vegetales, lo cual suministraría resistencia a los insectos a bajo costo.
5. Tolerancia al Stress. Las plantas de cultivo están sujetas a una variedad de condiciones extremas de temperatura y humedad, lo cual limita su productividad. Al mismo tiempo, existen especies vegetales silvestres que exhiben diversos grados de resistencia al stress, que podría ser transferida a especies de cultivo. En la actualidad se están efectuando grandes esfuerzos en investigación para esclarecer las bases fisiológicas, bioquímicas y genéticas de la respuesta de las plantas al ambiente, lo cual posibilitará en un futuro la aplicación de la Ingeniería Genética en el desarrollo de nuevas variedades de plantas.

Hardy (8), discute algunas aplicaciones de la Ingeniería Genética en el mejoramiento de la productividad animal:

1. Las técnicas de ADN recombinante, podrían ser usadas para la incorporación de genes para el desarrollo de hormonas animales que incidirían en el mejoramiento de su tasa de crecimiento.

2. La producción de anticuerpos monoclonales constituye otro instrumento en el arsenal para mejorar la producción animal. En este proceso un anticuerpo de una célula de vida corta que produce un anticuerpo monoclonal, se fusiona con una célula cancerosa para formar una célula híbrida que posee la capacidad longeva del progenitor canceroso y la habilidad de producir anticuerpos monoclonales del otro progenitor. Este anticuerpo se podría usar para propósitos de diagnóstico y como agente terapéutico.
3. La tecnología del ADN recombinante se podría usar en la fabricación de vacunas y en la producción bacteriana de reguladores del desarrollo animal.

PERSPECTIVAS DE LA INGENIERIA GENETICA EN LA AMERICA LATINA

El rápido desarrollo de la Ingeniería Genética dentro del contexto de la Revolución Científico-tecnológica es impresionante. Diversas universidades e industrias están impulsando la investigación y el desarrollo de este campo. Como lo afirma Steinhart (20): "Ahora hay una feroz competencia en esa especialidad, los cálculos del capital gastado por compañías privadas en la investigación varían de 100 a 1,000 millones de dólares; el gobierno de los Estados Unidos gasta alrededor de seis millones".

Varias compañías especializadas están estableciendo programas de investigación y desarrollo en Biotecnología Agrícola como: Advanced Genetics Science, Agrigenetics, Calgene. Universidades privadas como Harvard, University of Pennsylvania, Stanford, Rockefeller University y Washington, son las principales instituciones que están contribuyendo al conocimiento de la biología molecular de los sistemas agrícolas. En otros países se hacen esfuerzos en la misma área como la Australian Commonwealth Scientific Industrial Research Organization's Plant Industry Division, Plant Breeding Institute of the Agricultural Research Council en Inglaterra y el Max Planck Institute of Plants en Alemania (9).

Dentro de este contexto, es pertinente analizar las posibilidades de la Ingeniería Genética en nuestros países. De acuerdo con el criterio de un grupo de expertos reunidos en un foro convocado por la ONUDI en Tbilisi, URSS en 1963; citado por SIECA (16): "Los adelantos tecnológicos en ingeniería genética y biotecnología son particularmente idóneos para satisfacer las necesidades de los países en desarrollo. Tres son las razones que se exponen para fundamentar ese criterio. En primer lugar, se señala que los recursos abundantes de biomasa y variedades de micro-organismos favorecen la renovación del material orgánico, lo que significa un gran potencial de sistemas de enzimas aún no explotadas. En segundo lugar, se afirma que la ingeniería genética y la biotecnología pueden contribuir significativamente a la solución de los problemas de supervivencia en los países en desarrollo. Por último, se señala que

la tecnología básica en el campo de la ingeniería genética y biotecnología es relativamente barata, en comparación con la energía nuclear y la mayoría de la tecnología moderna”.

Los análisis de prospección efectuados en los Estados Unidos, indican que la aplicación de la ingeniería genética en la transferencia de características gobernadas por un gene simple para el mejoramiento de las plantas, constituye el más probable mecanismo; ubicando sus posibilidades más allá de 1996 (9). Dadas las limitaciones teóricas metodológicas descritas, es probable que su aplicación al mejoramiento de las plantas de cultivo y especies animales sea a un largo plazo.

En las actuales condiciones de subdesarrollo y dependencia tecnológica, se deberían impulsar esfuerzos a nivel latinoamericano para posibilitar un dominio mínimo en los aspectos teórico metodológicos de la ingeniería genética y su aplicación en problemas de salud y alimentación. SIECA (17), propone: “La adopción de una adecuada política regional, que incluye básicamente los siguientes aspectos:

- a) Crear una capacidad tecnológica básica, formando grupos técnicos que puedan actuar como núcleos para actividades futuras, ese es uno de los propósitos de la Red de Centros que la UNESCO con otros organismos planea establecer en la América Latina;
- b) Establecimiento de centros de formación para la capacitación de científicos y técnicos en las instituciones docentes de cada país. Además, se considera conveniente la creación de un Centro Internacional de formación de científicos, para lo cual existe ya una propuesta para establecer un Centro Internacional de Ingeniería Genética y Biotecnología (CIIB);
- c) Por ser especialmente importante la capacidad de comercialización y manufactura en el caso de las nuevas tecnologías, en este campo es indispensable crear la capacidad para la ingeniería y el diseño de procesos y el establecimiento de instalaciones de producción en pequeña escala y descentralizados; y
- d) Por último, se debe fortalecer la capacidad de las empresas y de los organismos gubernamentales para seleccionar y adquirir la nueva tecnología.

Si no se desarrolla una capacidad endógena a nivel de una masa crítica para un dominio aceptable de los fundamentos científicos y metodológicos de la Ingeniería Genética; las innovaciones podrían provocar una serie de problemas en los países en desarrollo, debido principalmente a la sustitución de los productos básicos que nuestros países han usado en su inserción en el mercado internacional. Según un informe de la OECD, citado por SIECA (18): “Los patrones tradicionales del comercio entre los países industrializados y los en vías de desarrollo, pueden dislocarse progresivamente al volverse los primeros autosuficientes en el abastecimiento

de ciertos productos como consecuencia de la aplicación de la alta tecnología, como por ejemplo, el uso del jarabe de fructuosa en sustitución del azúcar de caña''.

BIBLIOGRAFIA CITADA

1. ABELSON J. 1977. Recombinant DNA: Examples y Present Day Research. Science, Vol. 196, 159-160.
2. BARTON K. A. and BRILL W. J., 1983. Propects In Plant Genetic Engineering. Science, 219, pp 671-676.
3. BLATTNER F. R., et al. 1977. Charon Phages: Safer Derivatives of Bacteriophage Lambda for DNA Cloning. Science, 196, pp. 161-169.
4. BOGONAD L. 1979. The Chloroplasts, Its Genome and Possibilities for Genetically Manipulating Plants. Genetic Engineering. Principles and Methods. Vol. I, Edited by Setlow J. K. and Hollaender A. Plenum Press. New York and London. pp 181-203.
5. CRICK F. H. C., BARNETT L., BRENNER S. and WATTS-TOBIN R. J. 1961. General Nature of the Genetic Code for Proteins. Nature, 192, pp 1227-2132.
6. COFFMAN W. R. and ELLIOT J. M. 1983. New Directions in the Plant and Animal Science. Agriculture In the Twenthy-first Century. Edited by John W. Rosenblum. John Willey & Sons. New York. pp 108-109.
7. DAVIDSON J. N. 1972. The Biochemistry of the Nucleic Acids, Seventh Edition. Academic Press, New York, pp 183-214.
8. HARDY R. W. F. 1983. The Outlook for Agriculture Research and Technology. Agriculture in the Twenty-First Century. Edited by John W. Rosenblum. John Willey & Sons. New York, pp 97-103.
9. ----- p. 93.
10. HOOYKAAS P. J. J., SCHILPEROORT R. A. and RORSCH A. 1979. Agrobacterium Tumor Inducing Plasmids: Potential Vectors for the Genetic Engineering of Plants. Genetic Engineering. Principles and Methodf. Vol. I Edited by Drylow J. K. and Hollaender A. Plenum Press, New York and London. pp 151-180.
11. KADO C. I. 1979. Host-Vector Systems for Genetic Engineering of Higher Plant Cells. Genetic Engineering. Principles and Methods. Vol. I, Edited by Setlow J. K. and Hollaender A. Plenum Press. New York and London, pp 223-239.

12. LEDER P., TIEMEIR D. and ENQUIST L. 1977. EK2 derivatives of Bacteriophage Lambda Useful in the Cloning of DNA from Higher Organisms: The WES System. *Science*, 196, pp 175-177.
13. LEVINGS II C. S. 1979. Mitochondrial DNA of Higher Plants an Genetic Engineering. *Genetic Engineering. Principles and Methods. Vol. I* Edited by Setlow J. K. and Hollaender A. Plenum Press. New York and London. pp 205-222.
14. NIREMBERG M. W. and MATTHAEI J. H., 1961. The Dependence of Cell-free Protein Synthesis in *E. coli* upon Naturally Ocurring on Synthetic Polyribonucleotids. *Proc. Natl. Acad. Sci., U.S.A.* 47, pp 1588-1602.
15. SCHELLER R. H., DICKERSON R. E., BOYER H. W., RIGGS A.D. and ITAKURA K. 1977. Chemical Synthesis of Restriction Enzyme. Recognition Sites Useful for Cloning. *Science*, 196, pp 177-180.
16. SIECA. 1986. Biotecnología. En *Monografías de Política Tecnológica e Integración*. Depto. de Ciencia y Tecnología de la SIECA. Guatemala C. A. p. 7
17. -----, p. 4.
18. -----, p. 5.
19. SINGER M. F., 1979. Introduction and Historical Background. *Genetic Engineering. Principles and Methods. Vol. I*. Edited by Setlow J. K. and Hollaender A. Plenum Press, New York and London. P. 2.
20. STEINHART P. 1981. *La Futura Promesa de la Biotecnología*. New York Times.
21. WATSON J. D. and CRICK F. H. C. 1953. The Structure of DNA. *Cold Spring Harbor Symposio on Quantitative Biology*, Vol. XVIII.

EVALUACION DE LA CAPACIDAD DE FIJACION DE FOSFORO A TRAVES DE LA ISOTERMA DE LANGMUIR DE TRES SUELOS DE GUATEMALA.*

*Fredy Milián ***
*Edgar A. Martínez Tambito ****
*Marco Tulio Aceituno ****

RESUMEN

El presente trabajo se realizó bajo condiciones del invernadero de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los objetivos fueron determinar la capacidad máxima de adsorción de fósforo a través de la isoterma de Langmuir de los suelos serie Cutzan (Dystrandeps), serie Cristina (Tropaquepts), serie Guatemala (Haplustalfs) y correlacionar la respuesta de la planta con la saturación de la adsorción máxima de fósforo de dichos suelos.

*Los tratamientos consistieron en saturar 1/4, 1/2, 1 y 1 1/2 la adsorción máxima de fósforo de dichos suelos. Para tales fines se utilizó como planta indicadora el sorgo *Sorghum vulgare Pers.* en la cual se midió el rendimiento de peso seco.*

Los resultados obtenidos indican que el suelo Dystrandeps presentó mayor capacidad de fijación de fósforo que los suelos Tropaquepts y Haplustalfs. Asimismo el máximo rendimiento de peso seco en los suelos Dystrandeps y Tropaquepts se obtuvo cuando se saturó 1 1/2 la adsorción máxima, mientras que el suelo Haplustalfs fue suficiente saturar el 50% de la adsorción máxima para obtener altos rendimientos de biomasa.

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

** Ingeniero Agrónomo, Facultad de Agronomía USAC.

*** Ingenieros Agrónomos. Docentes e investigadores del Instituto de Investigaciones agronómicas de la Facultad de Agronomía. USAC.

1. INTRODUCCION

La fijación de fósforo y como consecuencia su baja disponibilidad para las plantas, es uno de los problemas de mayor importancia para la producción agrícola de Guatemala y el resto de países de América Tropical.

La presente investigación estableció la relación entre la adsorción máxima de fósforo y la respuesta de la planta a través de métodos de laboratorio y técnicas de invernadero.

El estudio se realizó con tres suelos diferentes considerados como fijadores de fósforo, utilizando la isoterma de Langmuir para determinar la adsorción máxima de fósforo.

2. MATERIALES Y METODOS

Los suelos estudiados pertenecen a diferentes regiones de Guatemala, los suelos Tropaquepts pertenecen a la región Nor-Oriental, los suelos Haplustalfs a la región Central y los suelos Dystrandeps a la región Sur.

2.1 DETERMINACION DE LA ADSORCION MAXIMA DE FOSFORO A TRAVES DE LA ISOTERMA DE LANGMUIR

2.1.1 Procedimiento.

Se tomaron muestras de 2.5 g. de suelo tamizado a 2 mm. las cuales se mezclaron con 25 ml. de una solución de KH_2PO_4 con concentraciones de fósforo que variaron entre 0.0 y 100 ppm.; posteriormente las soluciones de suelo se colocaron en tubos plásticos los cuales se agitaron durante 48 horas contínuas en una agitadora horizontal Thomas.

Posteriormente se centrifugaron a 5000 rpm. durante 60 minutos. Se tomaron 2 ml. del sobrenadante y se determinó el fósforo coloriméricamente utilizando ácido ascórbico como reductor. Con los datos obtenidos de fósforo en el sobrenadante, se realizaron las isotermas de adsorción de fósforo.

Olsen y Watanabe, así como Rennie y Mekercher citados por Fassbender (2) propusieron el uso de la isoterma de Langmuir para determinar la adsorción máxima de fósforo y que matemáticamente se describe como:

$$\frac{C}{X/m} = \frac{1}{Kb} + \frac{C}{b}$$

de donde:

- C = Concentración de fósforo en la solución en equilibrio.
 b = Capacidad de adsorción máxima de fósforo.
 K = Constante de energía de la retención de fósforo.
 X/m = Cantidad de fósforo adsorbido por unidad de peso de suelo.
 1/b = Inclinación de la recta o isoterma.

2.2 TECNICAS EXPERIMENTALES

Se utilizó como planta indicadora, el sorgo *Sorghum vulgare* Pers., el cual se cosechó a los 42 días después de la siembra para la determinación de biomasa en peso seco.

La distribución de tratamientos fue en arreglo factorial 3 x 5 dispuestos en un diseño experimental de bloques al azar con 4 repeticiones (Cuadro 1).

CUADRO 1
FACTORES Y MODALIDADES

FACTOR	MODALIDADES				
	0	1	2	3	4
Suelos (A)	Tropaquepts	Dýstrandeps			Haplustalfs
Saturación de la adsorción	0	1/4	1/2	1	1 1/2
Máxima de fósforo. (B)					

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DE LOS SUELOS UTILIZADOS.

La caracterización físico-química de los suelos estudiados se ilustra en el Cuadro 2. la interpretación se basó en los niveles críticos para cada nutrimento, estableciéndose dos categorías: adecuado y deficiente, arriba y debajo del nivel crítico respectivamente. En relación al fósforo los tres suelos se consideraron deficientes de acuerdo al nivel crítico, determinado por el programa de nutrición mineral del ICTA, establecido en 7 ppm. extraído con solución de Carolina del Norte.

3.2 CAPACIDAD DE FIJACION DE FOSFORO DE LOS SUELOS ESTUDIADOS

De acuerdo con las isotermas de Langmuir la máxima adsorción de fosfatos siguió el siguiente orden: Suelo Dystrandeps suelo Tropaquepts suelo Haplustalfs. Con valores de máxima adsorción de 1010, 676 y 658 ppm de fósforo respectivamente (Cuadro 3).

La constante de energía (K) la cual relaciona la fuerza de enlace del fósforo con la superficie del adsorbente (1) es diferente para los tres suelos, y es mayor a medida que aumenta la capacidad máxima de adsorción de fósforo (Cuadro 3).

Las isotermas evalúan simultáneamente el grado de fijación y liberación de fósforo; es decir los factores de capacidad e intensidad (4). Los coeficientes de correlación para los suelos Dystrandeps, Tropaquepts y Haplustalfs fueron 0.89, 0.99, 0.98 respectivamente, lo que indica un alto grado de relación entre las variables por lo que se ajustaron al modelo lineal de la isoterma de Langmuir (Fig. 1).

Fox y Benavides (3) indican que la máxima adsorción de fósforo es útil para predecir los requerimientos de fósforo para los suelos, aunque Fassbender (2), dice que si bien la isoterma de Langmuir permite comparativamente describir la capacidad de retención de fósforo de diferentes suelos, no permite una descripción total y exacta del fenómeno por la interferencia de otras reacciones.

El mismo autor enuncia que la capacidad máxima de adsorción es una función exponencial del tiempo de reacción discutiéndose la posibilidad de interferencia de reacciones de precipitación en los resultados, concluyendo que los conocimientos actuales no son suficientes para la separación matemática de las diferentes reacciones que participan en ello (2).

CUADRO 2
 CARACTERISTICAS FISICAS Y QUIMICAS DE LOS
 SUELOS ESTUDIADOS

Serie de Suelo.	Granulometría			Textura	Densidad aparente g/cc
	Arena o/o	Limo o/o	Arcilla o/o		
CRISTINA	45.56	19.28	35.16	Franco Arcilloso	1.20
GUATEMALA	58.56	21.16	20.28	Franco Arcilloso-Arenoso	1.21
CUTZAN	74.56	19.28	6.16	Franco Arenoso	0.89

Serie de Suelo.	pH	Acidez Extra- ble. *	Materia orgánica o/o	Cationes Intercambiables Meq./100 g.				C.I.C. o	S. B. o/o
				Ca	Mg	K	Na		
CRISTINA	5.08***	0.15	0.52**	3.5	0.99	0.61	0.081	24.48	21.17
GUATEMALA	6.28****	0.09	6.28*	10.63	2.76	1.56	0.076	31.28	48.00
CUTZAN	5.75***	0.10	1.78**	10.13	2.18	0.49	0.12	49.68	26.00

Serie de Suelo.	Ug/ml. suelo			Meq./100 ml.			Ug/ml. suelo		
	N	P	K	Ca	Mg	Mn	Cu	Fe	Zn
CRISTINA	2.13	2.81**	134.75*	4.63*	1.68*	126.0*	2.50*	49.75*	1.65**
GUATEMALA	14.78	5.94**	357.40*	18.98*	5.66*	136.8*	3.00*	21.25*	7.55*
CUTZAN	14.38	1.24**	57.05**	13.05*	2.86*	39.0*	0.57**	3.00**	5.40*

S. B. Saturación de Bases.

* ADECUADO

** DEFICIENTE

*** ACIDO

**** NEUTRO

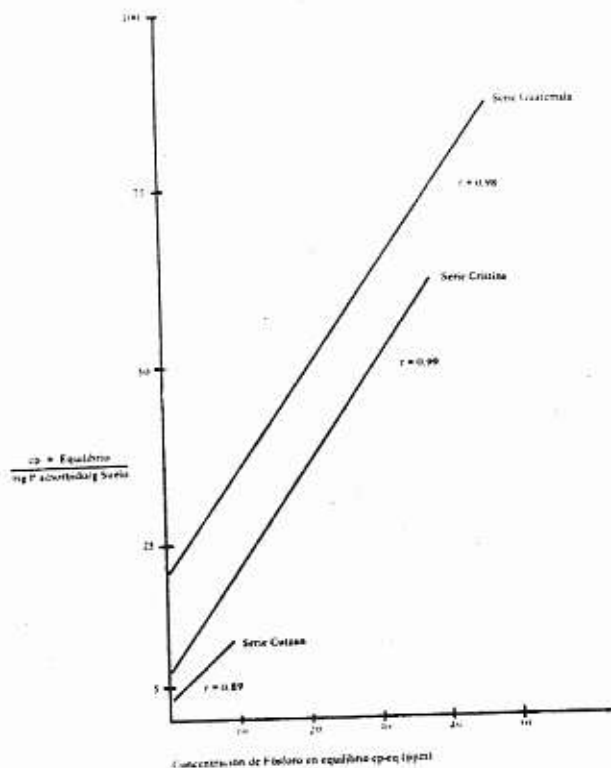
* Meq/100 ml. suelo.

o Meq/100 g.

CUADRO 3
CAPACIDAD MÁXIMA DE ADSORCIÓN DE FOSFORO, CONSTANTE DE ENERGÍA Y COEFICIENTE DE CORRELACION DE LOS SUELOS BAJO ESTUDIO

Suelo	$Y = c_p - \text{equilibrio}$ mgPads/g suelo	$X = c_p - \text{equilibrio}$	Coefficiente de correlación (r)	Capacidad máxima de adsorción mgPads/gsuelo	Constante de energía de adsorción. (K)
Haplustalfs	$Y = 20.71 + 1.52X$		0.98	0.658	0.07
Tropaquepts	$Y = 6.58 + 1.48X$		0.99	0.676	0.22
Dystrandeps	$Y = 2.94 + 0.99X$		0.89	1.010	0.34

Fig. 1: ISOTERMA DE LANGMUIR DE ADSORCIÓN DE FOSFATOS DE TRES SERIES DE SUELOS DE GUATEMALA



3.3 RELACION ENTRE EL RENDIMIENTO DE PESO SECO Y NIVELES DE SATURACION DE LA MAXIMA ADSORCION DE FOSFORO

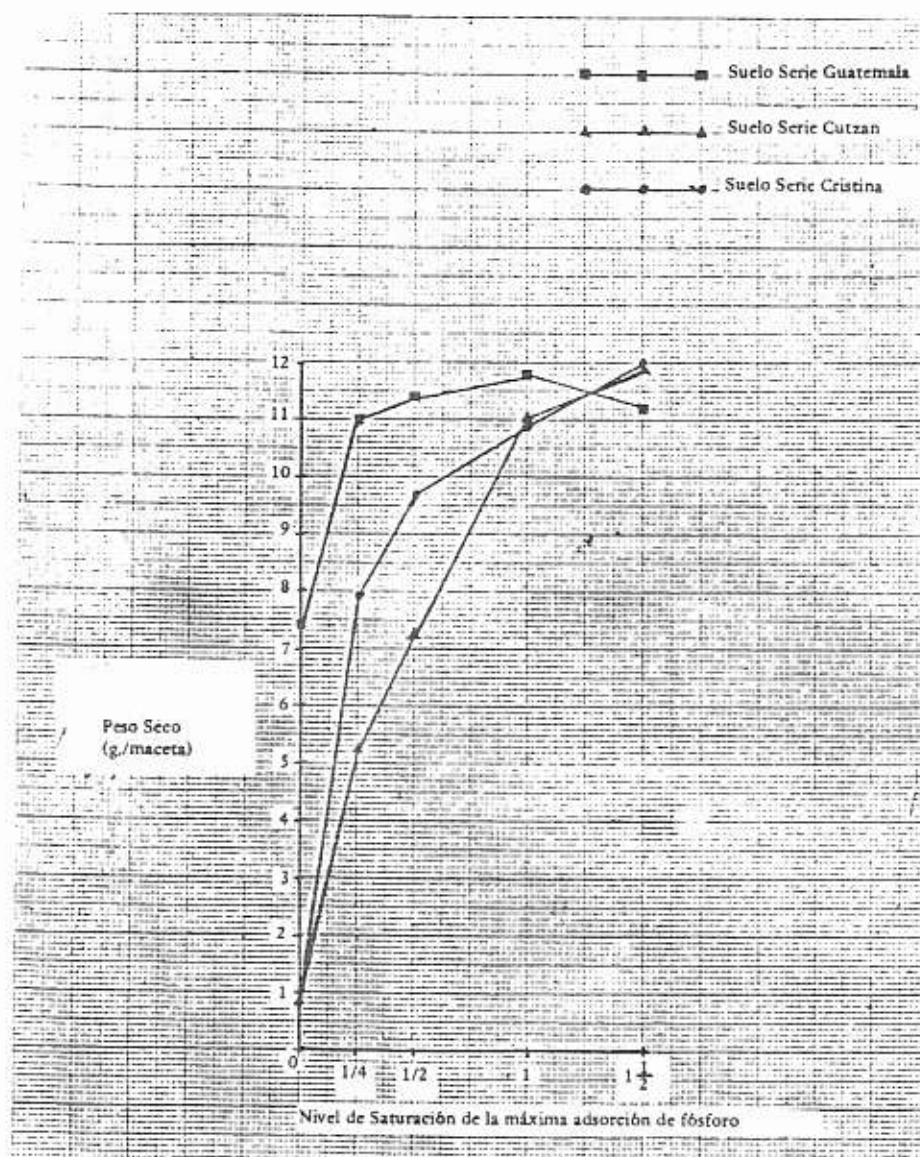
El mayor peso seco se obtuvo en el suelo Tropaquepts cuando se saturó $1\frac{1}{2}$ la adsorción máxima equivalente a 1014 ppm de fósforo aplicado, obteniéndose 12 g/maceta; le siguió el suelo Dystrandeps al mismo nivel de saturación, equivalente a 1515 ppm de fósforo con valor de 11.90 g/maceta, y por último el suelo Haplustalfs con valor de 11.80 g/maceta cuando se saturó la máxima adsorción equivalente a 658 ppm de fósforo (Cuadro 4).

Woodruff y Kamprath citados por Fox y Benavides (3) encontraron que suelos con adsorción máxima alta requieren al rededor de 25 o/o de saturación de la adsorción máxima para obtener un rendimiento máximo.

CUADRO 4
RENDIMIENTO MAXIMO DE PESO SECO DE CUATRO REPETICIONES
OBTENIDO A DETERMINADO NIVEL DE SATURACION DE LA
MAXIMA ADSORCION DE FOSFORO

Suelo	Nivel de saturación de la máxima adsorción de fósforo	Fósforo aplicado (ppm)	Peso seco g/maceta
Tropaquepts	$1\frac{1}{2}$	1014	12.00
Dystrandeps	$1\frac{1}{2}$	1515	11.90
Haplustalfs	1	658	11.80

Fig. 2: RELACION ENTRE LA SATURACION DE LA MAXIMA ADSORCION DE FOSFORO Y EL RENDIMIENTO DE BIOMASA EN PESO SECO



4. CONCLUSIONES

- A) Debido a la capacidad diferencial de fijación de fósforo de los suelos, no en todos se requiere saturar la adsorción máxima para obtener máximos rendimientos de peso seco.
- b) La respuesta de la planta correlacionó positivamente con la saturación de la adsorción máxima de fósforo.

5. BIBLIOGRAFIA

1. CAJUSTE, L. J. Química de suelos con enfoque agrícola. Chapingo, México, Colegio de Post-Graduados, 1977. pp. 213-217.
2. FASSBENDER, H. W. La adsorción de fosfatos en suelos fuertemente ácidos y su evaluación usando la isoterma de Langmuir, *Fitotecnia Latinoamericana* 3(1-2):203-216. 1966.
3. FOX, R. L. y BENAVIDES, S. T. El fósforo de los Oxisoles. in Tercer Coloquio sobre Suelos. Bogotá, 26 al 31 de Ago. 1973, Suelos Ecuatoriales; el fósforo en zonas tropicales. Medellín, Colombia, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo, 1974. V. 6, No. 1: 145-153.
4. SANCHEZ, P. A. Suelos del trópico; características y manejo. San José, Costa Rica, IICA, 1981. pp. 259-281.
5. WOODRUFF, J. R. y KAMPRATH, E. J. Phosphorus adsorption maximum by the Langmuir isotherms and its relationship to phosphorus availability. *Soil Science Society of América Proceedings* 29:148-150. 1965.

LA PRODUCCION Y EL CONSUMO DE MAIZ EN GUATEMALA PROYECCIONES EN EL LARGO PLAZO*

Ariel A. Ortiz López **

RESUMEN

El objetivo básico de la política agrícola del Gobierno de Guatemala, en relación con la producción de granos alimenticios, ha sido, desde la década de los sesenta, el de alcanzar y mantener la autosuficiencia. Estadísticas de la producción y el consumo de maíz indican que durante el período 1950-84, únicamente en escasas oportunidades se ha logrado alcanzar autosuficiencia; pero nunca se ha logrado mantenerla, por lo que el objetivo básico continúa teniendo vigencia.

El propósito del estudio es el de estimar las cantidades producidas y consumidas de maíz en Guatemala durante los años 1985, 1990, y 1995, con el fin de establecer si existe la tendencia de que el objetivo básico sea logrado.

Se utilizaron dos métodos extrapolativos para hacer las estimaciones, la metodología para analizar series de tiempo desarrollada por Box y Jenkins, conocida como los modelos ARIMA (Auto-Regresive Integrated Moving Average), y un modelo autoregresivo de primer orden. Los resultados generales, para ambos métodos, indican que la brecha entre consumo y producción de maíz no tenderá a converger durante los próximos 10 años, lo que permite concluir que el objetivo básico de la política agrícola del país, en cuanto a maíz se refiere, no será lograda durante ese período de tiempo y entonces, Guatemala seguirá siendo un país importador neto de maíz.

* Escrito con base en el trabajo titulado "The Production and Consumption of Corn in Guatemala: Long-Term Trends and Projections" presentado por el autor como requisito para optar al grado de Master of Science en el Departamento de Economía de Iowa State University, Ames, Iowa, Junio de 1986.

** Ing. Agr., Profesor Adjunto I, Facultad de Agronomía, USAC.

INTRODUCCION

Desde que el Gobierno de Guatemala principió con la elaboración formal de los primeros planes de desarrollo, en las décadas de los cincuenta y sesenta, se ha establecido como objetivo básico de su política agrícola, en lo referente a la producción de granos alimenticios, el de alcanzar y mantener autosuficiencia (4, 8). Estadísticas de la producción y el consumo de maíz, publicadas por la Organización para la Agricultura y la Alimentación (FAO), indican que durante el período 1950-66 sólo en raras ocasiones se logró alcanzar autosuficiencia y desde 1967, Guatemala ha sido un país importador neto de maíz (5, 6). En otras palabras, los esfuerzos del Gobierno de alcanzar y mantener autosuficiencia en la producción de maíz, en este caso particular, han fracasado.

Este estudio persigue explorar las tendencias que en el futuro inmediato presentarán la producción y el consumo de maíz en Guatemala, con el fin de establecer si el objetivo podrá ser alcanzado.

II. MATERIALES Y METODOS

Para los propósitos de este estudio, consumo es definido como la sumatoria de las cantidades de maíz producidas en el país más las cantidades importadas, menos las cantidades exportadas. La principal limitación de esta definición es el hecho de que no constituye una medida de consumo que sea independiente de la producción.

La principal fuente de información utilizada la constituyen los anuarios de producción y comercio publicados por FAO (5, 6). La serie de datos comprende el período 1950-84.

Debido a la escasez de datos sobre variables como precios de maíz, precios de productos sustitutos e ingreso disponible per capita, se utilizaron dos métodos extrapolativos para el análisis de los datos.

Este tipo de métodos presenta dos limitaciones principales, una de ellas es el hecho de que los errores se incrementan drásticamente conforme el tiempo de las proyecciones aumenta. La otra consiste en que los métodos extrapolativos son más apropiados para proyecciones en el corto plazo debido a que los procesos que determinan el comportamiento de las variables tienden a variar en el largo plazo (1, 2).

Uno de los métodos utilizados es el desarrollado por Box y Jenkins, llamado también Auto-Regresive Integrated Moving Average (ARIMA) models. En esencia, este método consiste en el ciclo iterativo de identificación, estimación y chequeo. En la fase de identificación, los datos se emplean para seleccionar un grupo de modelos que serán considerados tentativamente. Los parámetros de los modelos seleccionados se estiman generalmente a través de los cuadrados mínimos no li-

neales. Los chequeos se aplican con el fin de descubrir errores en el modelo. Si algún error es encontrado, el ciclo de identificación, estimación y chequeo se repite hasta que un modelo adecuado se encuentra(1).

La forma general de un modelo ARIMA puede escribirse así:

$$\phi_p(B) \nabla^d Z_t = \theta_q(B) a_t$$

En donde ϕ_p es un operador autoregresivo; B es un operador hacia atrás en el tiempo; ∇ es el operador de diferenciación; d es el orden de la diferenciación; Z_t es el valor de una observación; θ_q es un operador de promedio móvil; y a_t es el error cuya media se asume es cero y su varianza es σ_a^2 . El modelo también puede expresarse como un ARIMA (p, d, q) en donde p es el número de términos autoregresivos; d es el número de diferencias; y q es el número de términos promedio móviles.

El otro método utilizado es el de autoregresión de primer orden cuya forma general puede ser escrita así:

$$Y_t = B_0 + B_1 + E_t$$

En donde Y_t es una observación de la variable dependiente; B_0 es el intercepto; B_1 es el coeficiente para la variable independiente; t es la variable independiente; E_t es el error que se asume es dependiente de otro error en el período previo, e_{t-1} y otro error, v_t que en turno se asume que posee media cero y varianza constante y es independiente en el tiempo (10).

El modelo para proyectar los niveles de producción consiste en dos submodelos, uno para área cosechada y el otro para rendimiento, además se incluye una identidad que expresa producción en función de área cosechada y rendimientos.

El modelo para proyectar los niveles de consumo consiste en un submodelo para importaciones netas y una identidad que relaciona consumo con importaciones netas y producción.

III RESULTADOS Y DISCUSION

El modelo estimado para producción utilizando modelos ARIMA consiste en:

(A) El submodelo para área cosechada, un ARIMA (0, 1, 1) de la forma:

$$AC_t = 0.0086 + AC_{t-1} - 0.3038t_{-2} + a_t$$

En donde AC es área cosechada en hectáreas; t es tiempo en años; y a es el error.

- (B) El submodelo para rendimiento, un ARIMA (0,1,1) de forma:

$$\text{Log}(Y_t) = 0.0158 + \text{Log}(Y_{t-1}) - 0.5277a_{t-2} + a_t$$

En donde Y es rendimiento en toneladas métricas por hectárea; t es tiempo en años; y a es el error.

- (C) La identidad: $\hat{P}_t \equiv \hat{AC}_t \times \hat{Y}_t$

En donde \hat{P} es el valor estimado para producción en toneladas métricas; \hat{AC} es el valor estimado para área cosechada en hectáreas; y \hat{Y} es el valor estimado para rendimiento en toneladas métricas por hectárea; t es tiempo en años.

El modelo para consumo, estimado utilizando ARIMA es:

- (D) El submodelo para importaciones netas, ARIMA (0,1,1) así:

$$\text{Log}(IN_t) = \text{Log}(IN_{t-1}) - 0.9174a_{t-2} + a_t$$

En donde IN es importaciones netas en toneladas métricas; t es tiempo en años; y a es el error.

- (E) La identidad: $\hat{C}_t \equiv \hat{IN}_t + \hat{P}_t$

En donde \hat{C} es el valor estimado para consumo en toneladas métricas; \hat{P} es el valor estimado para producción; e \hat{IN} es el valor estimado para importaciones netas, las dos últimas variables también se expresan en toneladas métricas.

El modelo autoregresivo para producción consiste en:

- (F) El submodelo para área cosechada:

$$\text{Log}(AC_t) = 5.90 + 0.0082t + E_t^*$$

* La identificación y magnitud de las variables involucradas en los submodelos e identidades del modelo auto regresivo corresponden a las del modelo ARIMA, con excepción del término para el error que en el caso del modelo autoregresivo se representa por E.

(G) El submodelo para rendimiento:

$$\text{Log}(Y_t) = 5.42 + 0.022t + E_t$$

(H) La identidad $\hat{P}_t \equiv \hat{A}C_t \times \hat{Y}_t$

El modelo autoregresivo para consumo consiste en:

(I) El submodelo para importaciones netas:

$$\text{Log}(IN_t) = 0.045 t + E_t$$

(J) La identidad: $\hat{C}_t \equiv \hat{P}_t + \hat{IN}_t$

Utilizando los modelos estimados, se proyectaron cifras para los niveles de producción y consumo para los años 1985, 1990, y 1995. Los resultados de las proyecciones se presentan en el cuadro 1.

CUADRO 1
PROYECCIONES DE LOS NIVELES DE PRODUCCION Y CONSUMO
DE MAIZ EN GUATEMALA, 1985, 1990 Y 1995

Año	Producción (1000TM)		Consumo (1000TM)		Producción-Consumo (1000TM)	
	ARIMA	Autoreg.	ARIMA	Autoreg.	ARIMA	Autoreg.
1985	1120	1074	1132	1110	- 12	- 36
1990	1268	1249	1282	1296	- 14	- 47
1995	1447	1453	1461	1515	- 14	- 62

En la columna 6 del cuadro 1, se observa que la tendencia de la brecha entre consumo y producción es la de permanecer constante a través del tiempo, mientras que en la columna 7, la tendencia es hacia la ampliación de la brecha. En cualquiera de los dos casos no se observa ningún signo de que la tendencia de la brecha sea convergente.

IV CONCLUSIONES

El comportamiento de las proyecciones de los niveles de producción y consumo de maíz, nos da la pauta para concluir que Guatemala seguirá siendo un país importador neto de maíz durante los próximos 10 años, por lo que el objetivo básico de la política agrícola del Gobierno, en cuanto a maíz se refiere, no se logrará durante ese período de tiempo, siempre y cuando la dinámica de los procesos que determinan el comportamiento de ambas variables continúe como se ha venido dando hasta el presente.

NOTA:

En la página 2 del Boletín INDECA No. 1 del 15 de Septiembre de 1986 se anuncia que INDECA importará 12 mil toneladas de maíz en el corto plazo. Esa cifra se aproxima bastante a la proyección lograda con el modelo ARIMA (columna 6, cuadro 1) esto confirma que ese tipo de modelo es apropiado para pronósticos en el corto plazo.

V. BIBLIOGRAFIA

1. ARMSTRONG, J. S. Long-Range Forecasting, From Crystal Ball to Computer, U.S.A., John Wiley and Sons, 1978. 560 p.
2. ARMSTRONG, J. S. and GROHMAN, M. C. A comparative Study of Methods for Long-Range Market Forecasting. Management Science 19: 211-221, October 1972.
3. FLETCHER, L. B., et al. Guatemala's Economic Development: The Role of Agriculture. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, 1970. 300 p.
4. Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). National Grain Policies. Rome, Italy, 1966, 1967, and 1969.
5. _____ Production Yearbook. Rome, Italy, 1952-1984. Vols. 6-38.
6. _____ Trade Yearbook. Rome, Italy, 1952-1984. Vols. 6-38.
7. Guatemala. Dirección General de Estadística, Ministerio de Economía. II Censo Agropecuario 1979. Guatemala, 1982. Vol. II, Tomo I.
8. _____ Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica. Plan Nacional de Desarrollo 1979-82. Guatemala, 1979.
9. HALCROW, H. G. Agricultural Policy Analysis. McGraw-Hill Book Company, The U.S., 1984.
10. Judge, G. G., et al. Introduction to the Theory and Practice of Econometrics. John Wiley and Sons, The U.S., 1982. 560 p.

PRINCIPALES MALEZAS DE GUATEMALA *

*Manuel de Jesús Martínez Ovalle ***

*César Augusto Azurdia Pérez***

*Felipe Jerónimo Manuel****

R E S U M E N

Es conocido que las malezas juegan un papel importante en los agroecosistemas, sin embargo la investigación referente a las mismas se ha enfocado hacia su control, antes que a los estudios básicos que respondan a las interrogantes quienes son y el por qué de su distribución. En el presente escrito se pretende dar a conocer las malezas más importantes de Guatemala, acompañando a su determinación botánica, algunos componentes del medio como lo son tipo de cultivo en el que están presentes, altitud sobre el nivel del mar, pH del suelo, zona de vida y tipo de control ejecutado por el agricultor. Se anota las principales malezas por departamento, así como las específicas para cada uno de ellos si es que las hay.

-
- * Trabajo presentado en el seminario-taller sobre ciencia de las malezas, Antigua Guatemala, Guatemala, 3-8 de agosto de 1986.
 - ** Ing. Agr. Msc. Botánica Económica, Profesor de la Facultad de Agronomía, USAC.
 - *** Ing. Agr. Msc. Entomología, Investigador del Programa MOSCAMED.

I INTRODUCCION

Desde los inicios de la agricultura el hombre ha afrontado problemas con las malezas debido a su variabilidad en forma, tamaño y hábitos de desarrollo.

Aún cuando éstas, representan un renglón tan importante como las plagas y enfermedades mismas, en la actividad agrícola no existía un estudio serio sobre las distintas especies de malezas que afectan el desarrollo y producción de los distintos cultivos del país. Es así como a partir de 1976 se iniciaron los estudios taxonómicos de malezas para los distintos cultivos y regiones del país.

El presente resume, en parte los tres trabajos pioneros que a este respecto se realizaron (1, 7, 9). A ellos se ha adicionado información proveniente de trabajos más recientes realizados como parte del "Programa de Investigación de Malezas" del Instituto de Investigaciones de la Facultad de Agronomía.

Los objetivos del estudio en general han sido los siguientes:

- a) Determinar y describir taxonómicamente las malezas de los principales cultivos de Guatemala.
- b) Obtener una distribución geográfica de las malas hierbas, es decir zona y cultivo en que predominan.
- c) Colectar, preparar y preservar en herbario especímenes representativos de las malezas estudiadas.

II. REVISION DE LITERATURA

1. Estudio de malezas en el altiplano de Guatemala.

Algunos estudios realizados han tenido como objetivo principal la búsqueda de herbicidas eficientes para el control de las malezas antes que aspectos ecológicos y taxonómicos de las mismas. Entre estos se tiene a los desarrollados por Mancylla Hill (8) quien estudió las malezas en el cultivo de trigo en San Lucas Sacatepéquez, Ríos Navas (14) que investigó las malezas asociadas a los pastos naturales de los Cuchumatanes, Huehuetenango y a Dekonink(3) que en su obra Gramineas, hace un esbozo sistemático de las malezas pertenecientes a esta familia distribuidas en el altiplano occidental. Más recientemente, dentro del programa de investigación de malezas del Instituto de Investigaciones agronómicas de la Facultad de Agronomía, se han realizado algunos trabajos como el desarrollado por Vides (21), en brócoli; Vásquez (20), en frijol y Sirún(16) en tomate.

2. Estudio de malezas en el oriente y nor-oriente de Guatemala.

Es un área en la cual prácticamente no se habían estudiado las malezas prevalentes, ya que únicamente de la Cerda (4) trabajando en cebolla anota las malezas

asociadas a dicho cultivo. Fuentes adicionales a las que se puede recurrir, aunque no son específicas para la región, son las publicaciones de CYBA-GEIGY (2), García et al (16) y Standley y Steyermark (17). Adicionalmente, dentro del Programa de Malezas de la Facultad de Agronomía, Pimentel (10) estudió las malezas del cultivo del sorgo en Atescatempa, Jutiapa.

3. Estudio de malezas en la costa sur de Guatemala.

En esta región existen algunos estudios debido a que la misma se caracteriza por el desarrollo de agricultura tecnificada en cuyo caso, las malezas juegan un papel importante en el agroecosistema como elemento indeseable. Estrada Hurtarte (5) establece el inventario de malezas presentes en el cultivo de caña de azúcar, en el área de Sabana Grande, Escuintla; Rodríguez Alvarez (15) estudió las malezas presentes en el cultivo del arroz, en la Máquina, Suchitepéquez; Valdez Paz (19) anota las malezas asociadas al arroz en el Municipio de Masagua, Escuintla, Ramos Montenegro (12), desarrolló el primer trabajo relacionado con la taxonomía y ecología de las malezas en el cultivo del café, precisamente en la localidad de San Rafael Pie de la Cuesta; Portillo (12) investigó las malezas del café en Coatepeque, Quezaltenango y Túchez (18) en el parcelamiento La Blanca, Ocos, San Marcos, menciona las malezas del cultivo de ajonjolí.

III. METODOLOGIA

Para realizar el estudio se regionalizó el país en 3 partes, siendo éstas, el altiplano, la costa sur y el nororiente.

El altiplano comprendió los departamentos de Chimaltenango, Guatemala, Sacatepéquez, Sololá, Totonicapán, El Quiché, Huehuetenango, San Marcos y Quetzaltenango, La costa sur comprendió los departamentos de Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu y San Marcos. El nor-oriente comprendió los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, Izabal, Jutiapa, Zacapa, Chiquimula y Jalapa.

1. Etapa Taxonómica:

Para cada región se tomaron muestras y fotografías de las malezas existentes en asociación con los cultivos, luego de lo cual se identificaron mediante el método de comparación con fotografías, auxiliados con algunos herbarios existentes. Todo lo anterior se corroboró con la Flora de Guatemala, por lo que la nomenclatura seguida en el presente estudio, es la de Standley y Steyermark.

Con el objeto de reunir tantos nombres comunes como fuera posible por cada especie, constantemente y en cada región se preguntó a los campesinos. Además se obtuvo información mediante pláticas con campesinos y revisión de literatura, sobre las propiedades medicinales de algunas de las especies.

2. Etapa Ecológica:

Se hizo muestreo en diferentes lugares de la zona para cada cultivo. El cual incluyó registro de datos de cobertura utilizando 10 parcelas de 1 m², por cultivo muestreado. Además se hizo análisis de pH, análisis que se realizó en los laboratorios del ICTA.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

Se analizan las tres regiones por separado, anotándose en cada una de ellas las malezas presentes en los cultivos de un departamento representativo de la región; la información adicional referente a los demás departamentos está contenida en la tesis respectiva. Además, se presenta un resumen de los resultados obtenidos a nivel de región.

1. Región del altiplano:

Se tiene información para cada uno de los departamentos que comprenden esta región, sin embargo en el Cuadro 1 se anota las malezas más importantes para el departamento de Chimaltenango, conteniendo información tal como localidad, cultivo, pH, método de control de malezas y malezas dominantes con sus respectivos valores de importancia.

Los resultados más relevantes para la región del altiplano se pueden resumir de la siguiente manera:

- 1.1 Las especies *Galinsoga parviflora* (mácare), *Oxalis* Sp. (chichafuerte) y *Brassica campestris* (colinabo) son las más ampliamente distribuidas en la región estudiada. Se deduce que estas especies presentan alto rango de tolerancia a los parámetros climáticos, principalmente humedad y temperatura, considerándose por estas características eurhídricas y euritéricas para la región.
- 1.2 Las especies de mayor incidencia en el departamento de San Marcos son Saján, *Tagetes* Sp. (parruts), *Brassica campestris* (flor amarilla) y stizo de caballo hembra (compositae, *Bidens* Sp) presentes en la mayoría de los lugares muestreados.
- 1.3 En el departamento de Huehuetenango las especies de mayor incidencia son *Galinsoga parviflora* y *Brassica campestris*, presentes tanto en el área de altura media, así como en las partes más altas (sierra de los Cuchumatanes). Son especies de este departamento *Erodium mostachum* (aguja) y *Werneria nubigena* Sp, abundantes en la sierra de los cuchumatanes. Es evidente que estas especies se adaptan exclusivamente a regiones altas y de baja temperatura exclusivamente por lo que se les considera como oligotérmicas oligotermiales.

LUGARES DE MUESTREO CON INDICACION DE CULTIVO, ALTITUD, pH, ZONA DE VIDA VEGETAL, MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS Y MALEZAS DOMINANTES CON SUS VALORES DE IMPORTANCIA (VI), DEL DEPARTAMENTO DE CHIMALTENANGO

Localidad Muestreada	Cultivo	Altitud	pH	Zona de vida Vegetal	Método de Control de malezas	Nombre científico	VI	Familia
Patzún	Maíz	2235	7	Bosque muy húmedo montano bajo	Manual	<i>Salvia tiliaefolia</i> <i>Trientalis erecta</i> <i>Oxalis</i> Sp. <i>Ipomoea</i> Sp.	58 43 29 27	Labiatae Comelinaceae Oxalidaceae Convolvulaceae
Chimache, Sta. Cruz Balanya	Trigo	2060	6	Bosque húmedo montano bajo	Manual	<i>Commelina diffusa</i> <i>Oxalis</i> Sp. <i>Silene gallica</i> <i>Amaranthus</i> Sp.	105 90 40 25	Comelinaceae Oxalidaceae Caryophyllaceae Amaranthaceae
Aldea of Camán Patzela	Papa	2120	6.5	Bosque húmedo montano bajo	Manual	<i>Commelina diffusa</i> <i>Trientalis erecta</i> <i>Amaranthus</i> Sp. <i>Oxalis</i> Sp.	66 55 47 41	Comelinaceae Comelinaceae Amaranthaceae Oxalidaceae
Vivero Los Aposentos	Manzana	1800	7.0	Bosque húmedo Montano bajo	Manual	<i>Portulaca tinctoria</i> <i>Galinsoga parviflora</i> <i>Oxalis</i> Sp. <i>Cyperus rotundus</i>	68 54 47 42	Portulacaceae Compositae Oxalidaceae Cyperaceae
I.C.T.A. Chimalte-nango	Ejército	1800	6.3	Bosque húmedo montano bajo	Manual	<i>Oxalis</i> Sp. <i>Drymaria cordata</i> <i>Richardia scabra</i> <i>Commelina diffusa</i>	56 43 42 31	Oxalidaceae Carophyllaceae Rubiaceae Comelinaceae
St. Andrés Itzapa	Café	1850	6.7	Bosque húmedo montano bajo	Manual	<i>Oxalis</i> Sp. <i>Rhimpodium discoloratum</i> <i>Trientalis erecta</i> <i>Drymaria cordata</i>	53 48 31 30	Oxalidaceae Compositae Comelinaceae Caryophyllaceae
St. Andrés Itzapa	Maíz	2300	7	Bosque húmedo montano bajo	Manual	<i>Oxalis</i> Sp. <i>Commelina diffusa</i> <i>Brassica campestris</i> <i>Galinsoga parviflora</i>	103 71 22 20	Oxalidaceae Comelinaceae Cruciferae Compositae
Aldea Chimsay y St. Andrés Itzapa	Aguacate y Cactus	2500	6.9	Bosque muy húmedo montano bajo	Manual	<i>Avena fatua</i> <i>Bidens pilosa</i> <i>Daucus montanus</i> <i>Cyperus rotundus</i>	66 60 51 36	Gramineae Compositae Umbelliferae Cyperaceae
Aldea Chimsay y St. Andrés Itzapa	Coliflor	2500	6.9	Bosque muy húmedo montano bajo	Manual	<i>Calandrinia micrantha</i> <i>Galinsoga parviflora</i> <i>Silene gallica</i> <i>Poa annua</i>	62 42 41 35	Portulacaceae Compositae Caryophyllaceae Gramineae

- 1.4 En el Departamento de Sololá la especie de mayor distribución es *Oxalis* Sp. detectada en la mayoría de lugares muestreados.
En este departamento se encontró como especie específica *Eryngium carlinse* (escorcionera).
- 1.5 En los departamentos de Totonicapán y Quiché las especies de más amplia distribución son *Galinsoga parviflora* (macare), *Oxalis* Sp. (paraguas) y *Bidens pilosa* (mozote); siendo la primera de ellas la que más alto valor de importancia tiene para la región.
- 1.6 Las especies de más amplia distribución en los departamentos de Guatemala y Sacatepéquez resultaron ser: *Cyperus rotundus* (coyolillo), *Portulaca oleracea* (verdolaga), *Galinsoga parviflora* (olla nueva) y *Lepidium virginicum* (mastuerzo).
- 1.7 Para el departamento de Quezaltenango las especies mayormente distribuidas son *Galinsoga parviflora* (macare) *Oxalis* Sp. (paraguas) y *Brassica campestris* (flor amarilla). Como maleza específica se encuentra *Polygonum aviculare* (gonorrea), localizada casi solo en la estación experimental "Labor Ovalle", del ICTA, y en el vivero clonal de DIGESA.
- 1.8 El departamento que más diversidad mostró es Chimaltenango, en el cual se presentan con mayor distribución *Oxalis* Sp. (chichafuerte), *Drymaria cordata* (polea) y *Galinsoga parviflora* (mácare). En esta área no se encontró especificidad de alguna maleza.
- 1.9 La zona de vida bosque húmedo montano bajo es la que más diversidad presenta. De igual manera, la zona de vida bosque húmedo montano es la que presenta el menor número de malezas presentes, esto se debe a que las condiciones climáticas principalmente la temperatura media anual es bastante rigurosa.
- 1.10 La familia representada por el mayor número de especies y más amplia distribución en la región es Compositae, seguida en orden de importancia por Gramineae, Cruciferae, Caryophyllaceae y Commelinaceae.
- 1.11 Se determinó que las especies de más difícil erradicación en las áreas cultivadas son *Spilantbes americana*, *Oxalis* Sp., *Pennisetum clandestinum*, *Cyperus rotundus* y *Polygonum aviculare*. La razón de ser altamente nocivas es por su hábito de crecimiento y por la gran capacidad que tienen de reproducirse vegetativamente (rizomas, estolones, bulbos), lo cual hace que además de ser su erradicación bastante costosa, ésta es de carácter temporal.
- 1.12 La distribución de las especies no guarda relación con el tipo de suelo en que se encuentran presentes. La distribución de las especies está dada principalmente por factores, tales como temperatura y humedad.

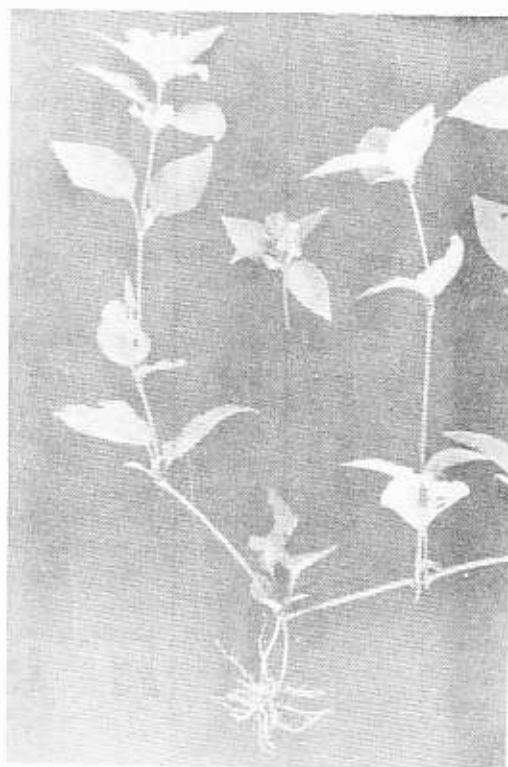
- 1.13 En el altiplano de Guatemala son usadas muchas especies de malezas en la alimentación humana, así como también como fuente medicinal.

2. Región oriental y nor-oriental de Guatemala:

El cuadro 2 contiene la información de las principales malezas de las diferentes localidades y cultivos muestreados en el departamento de Alta Verapaz. En él está contenido información similar a la obtenida en el altiplano occidental.

Un resumen de los resultados más relevantes se anota a continuación:

- 2.1 Las especies más ampliamente distribuidas en la zona estudiada son *Bidens pilosa* (Accitilla), *Sida acuta* (Escobillo), *Amaranthus spinosus* (bledo espinoso), *Cynodon dactylon* (Crin de macho), detectadas en todos los puntos muestreados. Esto fue interpretado como un amplio rango de tolerancia de estas especies a los parámetros climáticos, principalmente precipitación y temperatura. De tal manera que dichas especies son eurhídricas y euritérmicas.



Nombre Científico: **Blechum pyramidatum**
 Familia: **Acanthareae**

LUGARES DE MUESTREO CON INDICACION DE CULTIVO, ALTITUD pH, ZONA DE VIDA VEGETAL
MÉTODOS DE CONTROL DE MALEZAS Y MALEZAS DOMINANTES DEL DEPARTAMENTO DE ALTA VERAPAZ

54

Localidad muestreada	Cultivo	Altitud metros	pH	Zona de vida vegetal	Método de control de malezas	Malezas dominantes y su respectivo valor de importancia	Familia
Panzos A.V.	Estrella	17.84	6.5	Bosque muy húmedo Sub-tropical (Cálido)	Mecánico	Amaranthus spinosus — 53 Portulaca oleracea — 38 Acacia hindsii — 35 Cynodon dactylon — 26	Amaranthaceae Portulacaceae Leguminosae Poaceae
Tinta A.V.	Maíz	75.94	6.8	"	"	Cenchrus echinatus — 65 Melampodium divaricatum — 55 Euphorbia hirta — 40 Commelina diffusa — 18	Poaceae Compositae Euphorbiaceae Commelinaceae
Tinta A.V.	Tercio-pelo	75.94	7.6	"	"	Commelina diffusa — 99 Melanthera confusa — 44 Tithonia Sp — 27 Cucumis anguria — 31	Commelinaceae Compositae Compositae Compositae
Telemán A.V.	Tercio-pelo	17.84	7.5	"	"	Commelina diffusa — 87 Bidens pilosa — 45 Melanthera confusa — 22 Cucumis anguria — 21	Commelinaceae Compositae Compositae Cucurbitaceae
Tucurú A.V.	Café	476.20	7.5	"	"	Tinantia erecta — 50 Canutillo (desconocida) — 36 Bidens pilosa — 29 Xanthosoma robustum — 29	Commelinaceae Melastomataceae Compositae Araceae
Pacayas Sn. Cristóbal A.V.	Maíz	1393.5	5.8	Bosque muy húmedo Sub-tropical (frío)	"	Graminea (desconocida) — 96 Pteridium aquilinum — 28 Anoda acerifolia — 18 Arthrostemma fragile — 18	Poaceae Polypodiaceae Malvaceae Melastomataceae
Pacayas San Cristóbal A.V.	Maíz	1393.5	6.9	"	"	Graminea (desconocida) — 55 Bidens pilosa — 32 Tithonia diversifolia — 28 Pteridium aquilinum — 15	Poaceae Compositae Compositae Polypodiaceae

- 2.2 Las especies de mayor incidencia en el departamento de Zacapa son *Polanisia viscosa* (flor amarilla), y *Amaranthus spinosus* (Bledo espinoso). La especie encontrada únicamente en esta zona es *Polanisia viscosa* (flor amarilla), interpretándose ésto como baja tolerancia de dicha especie a la precipitación, es decir una especie estenohídrica.
- 2.3 En la región de Baja Verapaz las dos especies más frecuentes son *Bidens pilosa* (Aceitilla) y *Cenchrus echinatus* (Mozote). La especie *Emilea sonchifolia* (Hierba socialista), fue detectada únicamente en esta región.
- 2.4 En los departamentos de Jutiapa y Jalapa, las dos especies de mayor distribución son *Cynodon dactylon* (Crin de macho), que además muestra los valores de importancia más altos junto con *Ageratum conyzoides* (curarina) y *Sida acuta* (Escobillo). Aspecto singular en Jutiapa es que únicamente en la estación experimental del ICTA, fue detectada la especie cuyo nombre común es Creosoto y que pertenece al género Sp. *Spilantbes*.
- 2.5 La zona de mayor diversidad de malezas mostró serlo el Departamento de Alta Verapaz, debido a su amplia variación climática. En este departamento se muestrearon lugares desde los 18 mt. hasta los 1,466 mt. de altitud. No obstante dicha diversidad, se detectaron algunas malezas específicas de dicha zona entre las que destacan *Arnica montana*, *Tibbonia diversifolia* y *Jutzúz* (una gramínea no identificada).
- 2.6 En el departamento de Izabal, a la vez de encontrar una considerable diversidad de especies, hay ciertas malezas específicas de la zona tales como: *Andropogon bicornis*, *Andropogon leucostachyus*, *Genipa americana* y *Homolepsis aturensis*, siendo una de ellas (*Andropogon leucostachyus*), la maleza dominante de acuerdo con su alto valor de importancia. La planta denominada Irayol (*Genipa americana*), no obstante ser un árbol, constituye una maleza de las áreas taladas y dedicadas a los pastizales.
- 2.7 Un amplio porcentaje de malezas constituyen fuentes medicinales y de alimentos a los habitantes de la región.

3. Región de la Costa Sur:

En el Cuadro 3, se anotan las malezas más importantes para el departamento de Escuintla, como representativo de la región, proporcionando información semejante a la discutida para las otras dos regiones.

Los resultados más relevantes para dicha región se pueden resumir de la siguiente manera:

- 3.1 Las especies de más amplia distribución en la región estudiada son *Phyllanthus niruri* (Flor escondida), *Cyperus rotundus* (Coyolillo), *Euphorbia birta* (Golondrina) y *Sida acuta* (Escobillo) las que fueron encontradas en todas las localidades muestreadas. Esto se interpretó como un amplio rango de tolerancia de estas especies a los parámetros climáticos, principalmente precipitación y temperatura.
- 3.2 En los departamentos de Santa Rosa y Suchitepéquez las especies de mayor incidencia son *Ipomea congesta* (Quinamul) que además muestra los valores de importancia más altos, junto con *Cyperus rotundus* (Coyolillo), *Phyllanthus niruri* (Flor escondida) y *Sida acuta* (Escobillo). En forma específica se determinó que solamente en la estación experimental de Chocolá del departamento de Suchitepéquez existe la especie *Bohemeria nivea* (Ramie), la que exclusivamente se encontró asociada con cafetales.
- 3.3 Las especies de más amplia distribución en el departamento de Escuintla en los pastos son *Sida acuta* (Escobillo), *Sida rhombifolia* (Escobillo), *Euphorbia birta* (Golondrina) y *Cyperus rotundus* (Coyolillo). Asimismo es sobresaliente el hecho que solamente en los pastizales de Tiquisate, Escuintla, se detecte la especie *Cassia occidentalis* (Cafecillo).
- 3.4 En los cultivos de maíz, ajonjolí, tomate y arroz para el departamento de Escuintla las especies de mayor distribución son *Phyllanthus niruri* (Flor escondida), *Amaranthus spinosus* (Guisquilete), *Cynodon dactylon* (Grama Bermuda), *Euphorbia birta* (Golondrina) y *Cyperus rotundus* (Coyolillo), siendo el *Phyllanthus niruri* el que más altos valores de importancia presenta.

Nombre Común:	Culantrillo
Nombre Científico:	Mollugo verticillata
Nombre Familia:	Molluginaceae



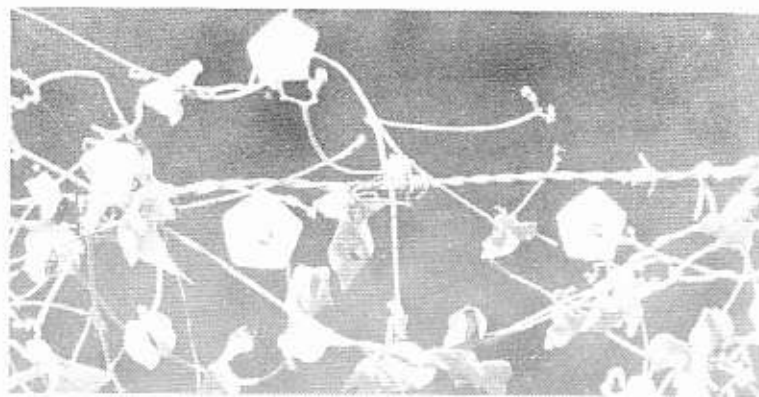
CUADRO 3

LUGAREJA DE MUESTREO CON INDICACION DE CULTIVO, ALTITUD, pH, ZONA DE VIDA VEGETAL, METODOS DE CONTROL DE MALEZAS Y MALEZAS DOMINANTES CON SUS VALORES DE IMPORTANCIA (VI) EN EL DEPARTAMENTO DE ESCUINTLA

Localidad muestreada	Cultivo	Altitud	pH	Zona de vida vegetal	Método de Control de malezas	Malezas dominantes con sus respectivos valores de importancia (VI)		
						Nombre científico	V.I.	Familia
Hacienda El Capullo, Obrero Escuintla	Pasto Estrella	20	7.4	Bosque húmedo sub-tropical	Manual	<i>Sida</i> sp	108	Malvaceae
						<i>Amaranthus spinosus</i>	35	Amaranthaceae
						<i>Euphorbia hirta</i>	30	Euphorbiaceae
						<i>Setaria glauca</i>	14	Gramineae
Hacienda El Capullo, Obrero	Jaragua	20	7.4	Bosque húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Sclerocarpus divaricatus</i>	138	Compositae
						<i>Desmodium</i> sp	27	Leguminosae
						<i>Setaria glauca</i>	11	Gramineae
						<i>Cyperus rotundus</i>	11	Cyperaceae
Hacienda El Capullo, Obrero	Pará	20	7.3	Bosque húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Trianthema postulastrum</i>	11	Aizoaceae
						<i>Setaria glauca</i>	42	Gramineae
						<i>Euphorbia hirta</i>	22	Euphorbiaceae
						<i>Sida</i> sp	14	Malvaceae
Hacienda El Capullo, Obrero	Zacatón	20	7.4	Bosque húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Sida</i> sp	116	Malvaceae
						<i>Amaranthus spinosus</i>	33	Amaranthaceae
						<i>Desmodium</i> sp.	20	Leguminosae
						<i>Euphorbia hirta</i>	16	Euphorbiaceae
Estación experimental ICTA Cuyuta, Escuintla	Arroz	50	7.2	Bosque húmedo sub-tropical (cálido)	Ninguno	<i>Cleome viscosa</i>	47	Capparidaceae
						<i>Baltimora recta</i>	29	Compositae
						<i>Phyllanthus niruri</i>	24	Euphorbiaceae
						<i>Hybanthus attenuatus</i>	16	Violaceae
Estación experimental, ICTA Cuyuta, Escuintla	Maíz	50	7.3	Bosque húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Baltimora recta</i>	24	Compositae
						<i>Portulaca oleraceae</i>	16	Portulacaceae
						<i>Amaranthus spinosus</i>	16	Amaranthaceae
						<i>Ricinus communis</i>	15	Euphorbiaceae
Ingenio Madre Tierra, Santa Lucía Cotz. Escuintla	Caña	336	7.1	Bosque muy húmedo sub-tropical (cálido)	Químico	<i>Andropogon</i> sp.	38	Gramineae
						<i>Blechnum pyramidatum</i>	37	Acanthaceae
						<i>Commelina elegans</i>	28	Commelinaceae
						<i>Panicum maximum</i>	20	Gramineae
Finca La Bolsa, Tiquisate, Escuintla	Caña	69	6.9	Bosque muy húmedo sub-tropical (cálido)	Químico	<i>Rytidostilis ciliata</i>	55	Cucurbitaceae
						<i>Blechnum Pyramidatum</i>	34	Acanthaceae
						<i>Synedrella nodiflora</i>	33	Compositae
						<i>Ixophorus unisetus</i>	25	Gramineae
Finca Las Victorias, Tiquisate, Escuintla	Algodón (la limpia)	69	6.9	Bosque muy húmedo sub-tropical (cálido)	Químico manual	<i>Portulaca oleraceae</i>	42	Portulacaceae
						<i>Spilanthes</i> sp.	37	Compositae
						<i>Bidens</i> sp.	24	Compositae
						<i>Amaranthus spinosus</i>	21	Amaranthaceae
Finca Las Victorias, Tiquisate	Algodón (cosecha)	69	6.6	Bosque muy húmedo sub-tropical (cálido)	Químico Manual	<i>Portulaca oleraceae</i>	41	Portulacaceae
						<i>Cynodon dactylon</i>	30	Gramineae
						<i>Euphorbia hypericifolia</i>	14	Euphorbiaceae
						<i>Cyperus</i> sp.	13	Cyperaceae
Sesuti Tiquisate, Escuintla	Pasto Estrella	69	6.9	Bosque muy húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Cassia occidentalis</i>	70	Leguminosae
						<i>Desmodium</i> sp.	23	Leguminosae
						<i>Sida acuta</i>	16	Malvaceae
						<i>Phyllanthus niruri</i>	16	Euphorbiaceae
Parcelamiento Los Barriles Tiquisate, Escuintla	Pangola	69	6.5	Bosque muy húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Desmodium</i> sp.	40	Leguminosae
						<i>Sclerocarpus divaricatus</i>	23	Compositae
						<i>Mucuna Pruriens</i>	23	Compositae
						<i>Cyperus rotundus</i>	22	Cyperaceae
Parcelamiento Los Barriles Tiquisate, Escuintla	Maíz	69	6.9	Bosque muy húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Synedrella nodiflora</i>	92	Compositae
						<i>Phyllanthus niruri</i>	24	Euphorbiaceae
						<i>Cyperus</i> sp.	17	Cyperaceae
						<i>Andropogon</i> sp.	12	Gramineae
Parcelamiento Nva. Concepción, Escuintla	Ajonjolí	50	7.1	Bosque húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Cynodon dactylon</i>	67	Gramineae
						<i>Amaranthus spinosus</i>	34	Amaranthaceae
						<i>Chloris radiata</i>	18	Gramineae
						<i>Andropogon</i> sp.	16	Gramineae
Parcelamiento Nueva Concepción	Banano	50	6.9	Bosque húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Cynodon dactylon</i>	56	Gramineae
						<i>Rycharidia scabra</i>	37	Rubiaceae
						<i>Phyllanthus niruri</i>	34	Euphorbiaceae
						<i>Euphorbia hirta</i>	23	Euphorbiaceae
Parcelamiento Nueva Concepción	Maíz	50	7.0	Bosque húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Cyperus rotundus</i>	45	Cyperaceae
						<i>Tinastia erecta</i>	45	Commelinaceae
						<i>Hybanthus attenuatus</i>	29	Violaceae
						<i>Priva leppulacea</i>	24	Verbenaceae
Parcelamiento Nueva Concepción	Tomate	50	6.9	Bosque húmedo sub-tropical (cálido)	Manual	<i>Phyllanthus niruri</i>	41	Euphorbiaceae
						<i>Iponosa nil</i>	38	Convolvulaceae
						<i>Cyperus rotundus</i>	30	Cyperaceae
						<i>Euphorbia hirta</i>	18	Euphorbiaceae

- 3.5 En lo que respecta a los cultivos de exportación (Caña, algodón y banano) del departamento de Escuintla las especies más frecuentes son *Desmodium* sp. (Trecillo) y *Euphorbia hirta* (Golondrina). Las especies de mayor incidencia para los cultivos de caña, algodón y banano para esta región fueron respectivamente, *Blechnum pyramidatum* (Hierba de papagallo), *Portulaca oleracea* (Verdolaga) y *Cynodon dactylon* (Gramma Bermuda).
- 3.6 En el departamento de Retalhuleu las especies *Blechnum pyramidatum* (Hierba de papagallo) y *Cyperus rotundus* (Coyolillo) son las de mayor distribución. Hecho notable es que solamente en la estación experimental Brillantes fue detectada la especie *Chamaesyce prostrata* (Golondrina) asociada únicamente con cítricos.
- 3.7 En el departamento de San Marcos las especies *Priva lappulacea* (Mozote flor morada) y *Phyllanthus niruri* (Flor escondida) mostraron ser las de mayor incidencia. La especie conocida comunmente como Girasol de monte (Compositae), aún no identificada en el presente estudio, mostró ser dominante en el cultivo de ajonjolí de la región.
- 3.8 La especie *Mollugo verticillata* (Culantrillo) se detectó en los departamentos de San Marcos y Escuintla pero solamente en regiones enmarcadas dentro de la zona de vida vegetal Bosque Húmedo Sub-tropical (cálido).
- 3.9 Como quedó descrito en la descripción correspondiente a cada maleza, varias constituyen fuentes medicinales y de alimentos a los campesinos de la costa sur del país.
- 3.10 Con este estudio y los otros que forman parte del Proyecto de Investigación de Malezas de la Facultad de Agronomía y el Ministerio de Agricultura, se dió inicio a un herbario en forma técnica el cual preservará el material vegetativo recolectado en este proyecto y el de estudios futuros.

Nombre Común: Quinamul
Nombre Científico: *Ipomoea nil*
Nombre Familia: Convolvulaceae



V. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AZURDIA P., C. A. Estudio Taxonómico y ecológico de las malezas en la región del altiplano de Guatemala, Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978., 76 p.
2. CYBA-GEIGY. Malezas tropicales y subtropicales. Basilea, Suiza. S. F. 83 p.
3. DE KONINK, M. E. Gramíneas. Guatemala, Universidad de San Carlos. Editorial Universitaria, 1973. 409 p.
4. DE LA CERDA, C.F. Evaluación de Herbicidas en Cebolla, Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977. 72 p.
5. ESTRADA H., R. E. Contribución a la Evaluación de Herbicidas para el Control de *Sorghum halepense* en plantaciones de Caña de Azúcar. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1965, 44 p.
6. GARCIA et al. Malezas prevalentes de América Central. San Salvador, El Salvador. International Plant Protection Center, 1975. 162 p.
7. JERONIMO M., F. Estudio taxonómico y ecológico de las malezas en la región oriental y nororiental de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1977, 57 p.
8. MANSYLLA H., J. R. Ensayo de tres productos herbicidas en tres dosis de aplicación para el cultivo de trigo (*Triticum aestivum*). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1970. 48 p.
9. MARTINEZ O. M. Estudio taxonómico y ecológico de las malezas en la Costa Sur de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1978. 64 p.
10. MUELLER-DOMBOIS, D. and H. ELLEMBERG. Aims and Methods of Vegetation Ecology. Wiley /Sons, New York, 1974. 547 p.
11. PIMENTEL C., O. Determinación del período crítico de interferencia malezas vrs. cultivo del Sorgo (*Sorghum vulgare* L.) en el Municipio de Atescatempa, Departamento de Jutiapa. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1985. 40 p.
12. PORTILLO H., P.M. Comparación del Método Manual de Control de Malezas en Café (*Coffea arabica* L.) con el uso de Herbicidas con alto y bajo volumen de Aspersión, Tesis Ing. Agr., Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 77 p.

13. RAMOS M., J. Estudio Ecológico de las Malezas en el cultivo del café en el Municipio de San Rafael Pie de la Cuesta. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1982. 153 p.
14. RIOS N., J. H. Control Químico de *Helenium intergrifolium* (HBK) Benth Hook en los pastizales del altiplano de los Cuchumatanes. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1963. 40 p.
15. RODRIGUEZ A., H. Control de Malezas en el cultivo del arroz de secano en el Parcelamiento La Máquina. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1976. 72 p.
16. SITUN A., M. Determinación del período crítico de interferencia malezas tomate (*Lycopersicum sculentum* L.) en la Región de Bárcena, Villa Nueva. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 31 p.
17. STANDLEY, P. C. and J. STEYERMARK. Flora of Guatemala. Fieldiana Botany 24; Partes I-VI, 1946.
18. TUCHEZ O., J. O. Determinación del período crítico de Interferencia malezas-ajonjolí (*Sesamum indicum* L.) en el parcelamiento La Blanca, Ocos, San Marcos. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1985. 33 p.
19. VALDEZ P., A. Evaluación de once herbicidas para el control de Malezas en el cultivo de arroz de inundación, Tesis Ing. Agr., Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía 1976. 56 p.
20. VASQUEZ A., C. A. Determinación de la Época Crítica de Competencia Malezas vrs. Cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su incidencia en el rendimiento en la Región de Bárcena. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 29 p.
21. VIDES, L. Determinación de la época crítica de competencia malezas vrs. cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* var. *italica*) y su incidencia en el rendimiento en la Aldea Choacorrál, San Lucas Sacatepéquez, Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 77 p.

SISTEMA DE REFERENCIA ENTOMOLOGICO COMPUTARIZADO

Luis M. Reyes C.
Alvaro Hernández***

R E S U M E N

Este sistema es un conjunto de programas de microcomputadora, permitiendo al usuario efectuar consultas a base de datos entomológicos, mediante criterios generales de búsqueda variados que van desde el nombre común de especie u hospedero, hasta la utilización de claves taxonómicas.

La versión original del sistema fue programado en microcomputadora TEXAS INSTRUMENTS, Modelo Professional Computer, del Centro de Estadística y Cálculo de la Facultad de Agronomía USAC, mediante la utilización del paquete de administración de base de datos "d-BASE II".

El sistema de referencia permite las funciones principales:

- 1. Mantenimiento de la Base de Datos.*
- 2. Consultas al usuario por pantalla.*
- 3. Reportes impresos al usuario.*

El mantenimiento de Base de Datos comprende ingresar, modificar o eliminar información correspondiente a una especie entomológica, los descriptores de género, de familia y de orden.

Las consultas del usuario en la pantalla del microcomputador facilita la rápida localización y despliegue de información por medio de doce descriptores entomológicos.

Los reportes impresos al usuario, serán facilitados previa solicitud, dichos reportes contienen la información que el usuario consulta y solicita a la pantalla del microcomputador.

El Sistema de Referencia Entomológico Computarizado se considera útil para estudiantes, agricultores, profesionales, Investigadores dedicados a la Entomología.

* Ing. Agr. Docente - Centro de Estadística y Cálculo, Facultad de Agronomía, USAC,

** Ing. Agr. Docente - Protección de Plantas - Entomología, Facultad de Agronomía, USAC.

I. INTRODUCCION

En Guatemala actualmente no existe un sistema de referencia entomológico computarizado que permita orientar a profesionales, estudiantes y agricultores, en la búsqueda de información específica acerca de hospederos, daños, nombres y taxonomía de las principales especies de insectos que se encuentran en nuestro país.

Ante dicha situación se pensó en la generación de un sistema de referencia en micro computadoras de fácil manejo por el usuario y capaz de resolver las consultas más frecuentes de las mismas.

El sistema consiste en una serie de programas escritos en el sistema d-Base II para ser usados en microcomputadoras Professional Computer (PC).

Estos programas incluyen las siguientes funciones:

1. Mantenimiento de la base de datos.
2. Consultas en pantalla.
3. Reportes impresos.

Dichas funciones permiten al usuario dar respuesta a las siguientes consultas:

- 01 ESPECIES DE UN ORDEN, que desee usted conocer.
- 02 ESPECIES DE UNA FAMILIA
- 03 ESPECIES DE UN GENERO
- 04 DESCRIPCION DE UN ORDEN
- 05 DESCRIPCION DE UNA FAMILIA
- 06 DESCRIPCION DE UN GENERO
- 07 CONSULTA POR DAÑO
- 08 CONSULTAS POR HOSPEDERO
- 09 CONSULTAS POR NOMBRE COMUN
- 10 CONSULTA COMPLEJA
- 11 LISTADO DE SINONIMOS
- 12 CATALOGO GENERAL

En esta oportunidad estamos presentando la primera fase de elaboración del sistema de referencia entomológico computarizado que incluyó la elaboración de programas para el mantenimiento de la base de datos y consultas, además de contener la carga inicial del archivo maestro de datos.

II. OBJETIVOS

1. Desarrollar un paquete de programas de microcomputadoras que permita efectuar labores de consulta general de usuarios a bases de datos entomológicos.
2. Generar los archivos básicos de información que puedan ser usados por los programas.
3. Poner a disposición de los interesados el sistema de referencia y el equipo computarizado del CENTRO DE ESTADISTICA Y CALCULO de la FACULTAD DE AGRONOMIA de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

III. MATERIALES

Para el desarrollo del actual sistema se utilizó el siguiente equipo:

1. Microcomputadora Texas Instrument modelo professional computer (P.C.), con:
 - 256 Kbytes de memoria RAM
 - Densidad de diskette de 320 kbytes
 - Disco duro de 5 megabytes
 - Sistema operativo MS-DOS VERSION 1.17
2. Impresora Texas Instrument OMNI 800 de:
 - 9 pulgadas de ancho de carro,
 - 160 caracteres por segundo
 - Capacidad de graficación.
3. Sistema de administración de base de datos d-Base II R versión 2.24, fabricado por Ashton Tate.
4. Materiales bibliográficos entomológicos y de computación que aparecen en la bibliografía del presente documento.

IV. METODOLOGIA

La estructura general que posee el sistema de referencia entomológico computarizado es la siguiente:

1. Mantenimiento de la base de datos

En este módulo se incluyen una serie de programas que permiten al administrador del sistema y al usuario poder agregar, modificar o eliminar información de cualquier especie entomológica en el archivo maestro.

2. Consultas en Pantalla

Este módulo incluye nuevamente una serie de programas que permiten efectuar consultas a: Agricultores, estudiantes y profesionales bajo cualquiera de los siguientes criterios de búsqueda:

- 01 Especies de un orden en particular.
- 02 Especies de una familia en particular.
- 03 Especies de un género en particular.
- 04 Descripción de un orden en particular
- 05 Descripción de una familia
- 06 Descripción de un género
- 07 Consulta por daños en cualquier parte de la planta.
- 08 Consulta por hospedero.
- 09 Consulta por nombre común
- 10 Consulta compleja.
- 11 Listado de sinónimos.
- 12 Catálogo general.

Dicha información es presentada en el monitor de video de la microcomputadora (en pantalla).

3. Reportes Impresos

El sistema presenta al usuario la alternativa de obtener cualquier información impresa sobre las consultas efectuadas a los archivos.

Los criterios de búsqueda para pedir información e impresión, son los mismos que para la búsqueda de pantalla.

4. Operación del Sistema

En el momento en que el usuario desee hacer uso del sistema, entonces deberá seguir la siguiente metodología:

- 4.1 Verificar que la microcomputadora esté encendida y el sistema operativo (D.O.S.) esté en memoria, de acuerdo al manual de uso de la máquina.
- 4.2 Ingresar el comando de inicio de operación del programa, de la siguiente forma:
E: D BASE INSECTO Y OPRIMIR LA TECLA RETURN.

4.3 El sistema le presentará en pantalla el menú general de operación que incluye cuatro alternativas, el cual se lee en la misma, de la siguiente manera

F₁: Mantenimiento de la base de datos.

F₂: Consultas por pantalla

F₃: Reportes impresos

F₄: Fin de operación del programa.

4.4 Secuidamente el usuario debe oprimir una de las teclas Fn de acuerdo a su selección principal.

4.5 De acuerdo a lo escogido el sistema presentará el submenú correspondiente a esa opción.

4.6 En el caso de seleccionar mantenimiento de la base de datos, las opciones son:

A = Agregar

M = Modificar

E = Eliminar

S = Salida, retorno al menú principal.

El usuario deberá oprimir la letra que identifique la acción a seguir, según se indique.

4.7 Si se escoge la opción de consultas, el submenú contiene las alternativas que aparecen en el punto No. 2 de la metodología titulada Consultas por Pantalla, aquí el operador deberá ingresar un número entre 00 (cero y cero) y 12 (doce), de acuerdo al tipo de consulta a efectuar.

4.8 Para obtener reportes impresos, el operador escoge la opción de consulta idéntica al punto anterior y ejecuta orden para obtener hojas impresas.

4.9 Fin de la operación del programa: Cuando se solicita el fin de operación, el programa presenta el mensaje de despedida y cierra la operación del programa para salir del control del sistema operativo.

V. CONCLUSION

Las subáreas de Protección de Plantas y la de Métodos de Cuantificación e Investigación del Area Tecnológica, de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presentan este trabajo con la finalidad de que sea de utilidad en el campo de la Entomología.

Este "Sistema de Referencia Entomológico Computarizado" es la primera aproximación a un sistema más completo y complejo de acuerdo al carácter moderno de la actual entomología; por lo tanto, presentamos el mismo como una

contribución a la actividad desarrollada en el campo de la Entomología, siendo de utilidad a Agricultores, Estudiantes, Profesionales, Investigadores y Entomólogos.

VI REFERENCIAS

A continuación se presenta un ejemplo de la forma como se encuentra el listado general de las especies entomológicas en el archivo maestro, con sus características más importantes y como parte desarrollada en la primera fase del sistema de referencia.

Las personas interesadas tanto agricultores, estudiantes, investigadores y docentes universitarios relacionados con la disciplina entomológica, podrán obtener mayor información en la Facultad de Agronomía, Subárea de Estadística y Cómputo, tercer nivel del edificio T-8.

FACULTAD DE AGRONOMIA, USAC.
SISTEMA DE REFERENCIA ENTOMOLOGICA COMPUTARIZADA
CATALOGO ALFABETICO DE ESPECIES

GENERO	ESPECIE	AUTOR	ORDEN	FAMILIA	HOSPEDERO	REGION ATACADA	NOMBRE COMUN
Abedus	sp		Hemiptera	Belostomatidae		Depredador	Chinche Agua, Feroz
Acalymma	albipes	Sturm	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Tortuguilla
Acalymma	bivittatum	Fabricius	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Pulgá rayada
Acalymma	biflorum	M. & S.	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Tortuguillas
Acalymma	corusca	Harold	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Gorgojo de las hojas
Acalymma	faimairei	Baly	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Tortuguilla
Acalymma	incertum	Baly	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Doradilla
Acalymma	innubum	Fabricius	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Doradilla
Acalymma	mediovittatum	Baly	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Tortuguilla
Acalymma	pallipes	Strum	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Tortuguilla
Acalymma	thiemei	Baly	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Tortuguilla
Acalymma	trivittatum	Mannerheim	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Tortuguilla
Acalymma	venale	Erich	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Flores, hojas	Tortuguilla
Acalymma	vittatum	Fabricius	Coleoptera	Chrysomelidae	Cucurbitas	Hojas, flores	Tortuguilla rayada
Acanalonia	bivittata	(Say)	Homóptera	Acanaloniidae	Plantas	Hojas, tallo	Saltón de plantas
Acanthocephala	bicoloripes	Stal	Hemíptera	Coreidae	Gramíneas	Hojas	Chinche patas gruesas
Acanthocephala	femorata	Fabricius	Hemíptera	Coreidae	Gramíneas	Hojas	Chinche de gramíneas
Acanthoderes	circumflexus	Du Val	Coleóptera	Cerambycidae	Mango	Tallo	Taladrador del mango
Acanthoderes	nigricans	Lambers	Coleóptera	Cerambycidae	Varios	Tallo	Cerambicidos
Acanthops	sp	(Gueze)	Orthóptera	Mantidae		Depredador	Santa Teresa/Mantis
Acanthoscelides	argillaceus	Sharp	Coleóptera	Bruchidae	Frijol	Grano	Gorgojo del frijol
Acanthoscelides	obtectus	Say	Coleóptera	Bruchidae	Frijol	Grano	Picudo del frijol
Acanthoscelides	obelatus	Bridwell	Coleóptera	Bruchidae	Frijol	Grano	Picudo del frijol
Achaetoneura	spp		Díptera	Tachinidae	Larvas	Parásito	Taquinidos
Acheta	domesticus	(Linnaeus)	Orthóptera	Gryllidae	Café	Hojas, tallo	Grillo del Café
Acheta	domesticus	(Linnaeus)	Orthóptera	Gryllidae	Casas	Omnívoro	Grillo de casa
Achlyodes	pallida	Felder	Lepidóptera	Hesperidae	Cítricos		Gusano cabeza-perro
Achyra	bifidalis	Fabricius	Lepidóptera	Yralidae	Varios	Hojas	Gusano de la hoja
Achyra	similis	Guenee	Lepidóptera	Yralidae	Hortalizas	Hojas	Gusano telarero
Acigona	loftini	Dyar	Lepidóptera	Yralidae	Varios	Tallo	Barranador del tallo
Aconophora	femoralis	Stal	Homóptera	Membracidae	Hortalizas	Hojas, ramas	Toritos, periquitos
Aconophora	nitida	Fowler	Hemóptera	Membracidae	Hortalizas	Hojas, ramas	Periquito
Aconophora	projecta	Funkhouser	Homóptera	Membracidae	Hortalizas	Hojas, ramas	Periquito verde
Aconophora	pugionata	Germar	Homóptera	Membracidae	Hortalizas	Hojas, ramas	Periquito verde
Acroceroops	diffusa	Meyrick	Lepidóptera	Gracillariinae	Varios	Hojas	Minador de las hojas
Acrolophus	sp.		Lepidóptera	Tineidae			Falso cuerudo
Acromyrmex	octospinosus	Reich	Hymenoptera	Formicidae	Arboles/huertos	Hojas	Hormiga
Acromyrmex	versicolor	Pergande	Hymenoptera	Formicidae	Arboles/huertos	Hojas	Hormiga cortadora
Acrospila	inguinalis	Gmen.	Lepidóptera	Yralidae			
Acristernum	marginatum	Beauvois	Hemiptera	Pentatomidae	Frijol		Chinche apesosa ver
Acyrtoscapton	dirhadum	Walker	Homóptera	Aphididae	Varios	Hojas, brotes	Pulgón
Acyrtoscapton	pisum	Harris	Homóptera	Aphididae	Arveja		Pulgón de la arveja
Adalia	bipunctata		Coleóptera	Coccinellidae		Depredador	Tortolita 2 manchas
Aedes	aegyptii		Díptera	Culicidae	Hombre, agua	Vector	Enferm. Zancudos
Aellopos	sp		Lepidoptera	Sphingidae	Varios	Hojas	Cornudos

VII. BIBLIOGRAFIA

1. BORROR, D.J. DE LONG, D.M., TRIPLEHORN CH. A. An Introduction to the study of insects fifth edition, Philadelphia. Saunders College, Publishing USA, 1981. 928.
2. LEE LEON, H. I. Detección e identificación de insectos entomófagos parásitos en larvas de lepidópteros plagas en cultivos de varios municipios de Guatemala y Sacatepéquez. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1983. p. 41.
3. PETERSON, A. Larvae of insects, An Introduction to heartic species, Edwards Brothers Inc. 3a. edition, Columbus OHIO. Part. I, 1959.
4. PETERSON A. Larve of insects, an introduction to nearctic species, Edwards Brothers Inc. 4a. edition, Columbus OHIO, Part II, 1960.
5. SAUNDERS, J. L. KING A. B., VARGAS S. C. Plagas de los cultivos en América Central. Una lista de referencia. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE. Depto. de Producción Vegetal. Boletín Técnico No. 9, Turrialba, Costa Rica. 1983. p. 90.
6. THE AUDUBON SOCIETY. Field guide to north American Butterflies. Published Alfred A. Knopf Inc. New York, USA, 1981. p. 916.
7. THE AUDUBON SOCIETY. Field guide to north American Insects and spiders. Published Alfred A. Knoph Inc. New York, USA, 1980. p. 989.

CARACTERIZACION DE LOS RECURSOS NATURALES RENOVABLES DE LA SUB-CUENCA DEL RIO PENSATIVO

*Claudio Rafael Cabrera Gaillard**

RESUMEN

El presente trabajo es un estudio de los recursos naturales renovables de la sub-cuenca del río Pensativo, a la altura de la Antigua Guatemala. Esta cuenca se encuentra en la parte alta de la cuenca del río Achiguate, en el altiplano central del país.

El río Pensativo ha causado grandes problemas de inundaciones en la ciudad de Antigua Guatemala desde hace mucho tiempo. Esto plantea la necesidad de estudiar la cuenca por poder identificar las causas del problema y proponer algunos lineamientos a la solución del mismo.

La metodología de estudio se basó en: a) la recabación de la información existente sobre la cuenca; b) el muestreo de los recursos naturales renovables; y c) el análisis e interpretación de la información.

Las conclusiones nos definen dos problemas fundamentales en el riesgo de inundaciones de la ciudad de Antigua Guatemala:

- 1. El elevado riesgo hidrológico, se debe a las características morfométricas de la cuenca y la probabilidad de ocurrencia de lluvias intensas dentro de la misma. Esto hace que se produzcan caudales que difícilmente pueden circular por debajo de los puentes del río a la altura de la ciudad de Antigua Guatemala. Consecuentemente ocurre el desbordamiento del río y la inundación de la ciudad; y*
- 2. El azolvamiento del cauce, aumenta el riesgo de inundación, porque al llenarse de sedimentos reduce la luz de los puentes. El azolvamiento del cauce se debe al uso de la tierra, tipo y tenencia de las unidades productivas en la parte alta, a la desviación del cauce natural del río y a la falta de planificación ambiental en la infraestructura dentro de la cuenca.*

* Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables.

INTRODUCCION:

El mal manejo de los recursos naturales en las partes altas de las cuencas, aumentan los riesgos de las inundaciones en las partes bajas de varios ríos del país. Año con año se producen daños en las partes bajas de las cuencas.

En las cuencas de la vertiente del Pacífico, las cabeceras abarcan parte de la altiplanicie central y occidental del país en donde la estructura agraria contrasta con la capacidad de uso de la tierra, lo que provoca una sobreutilización de los recursos. Esta situación repercute en la erosión, acarreo de sedimentos y el azolvamiento.

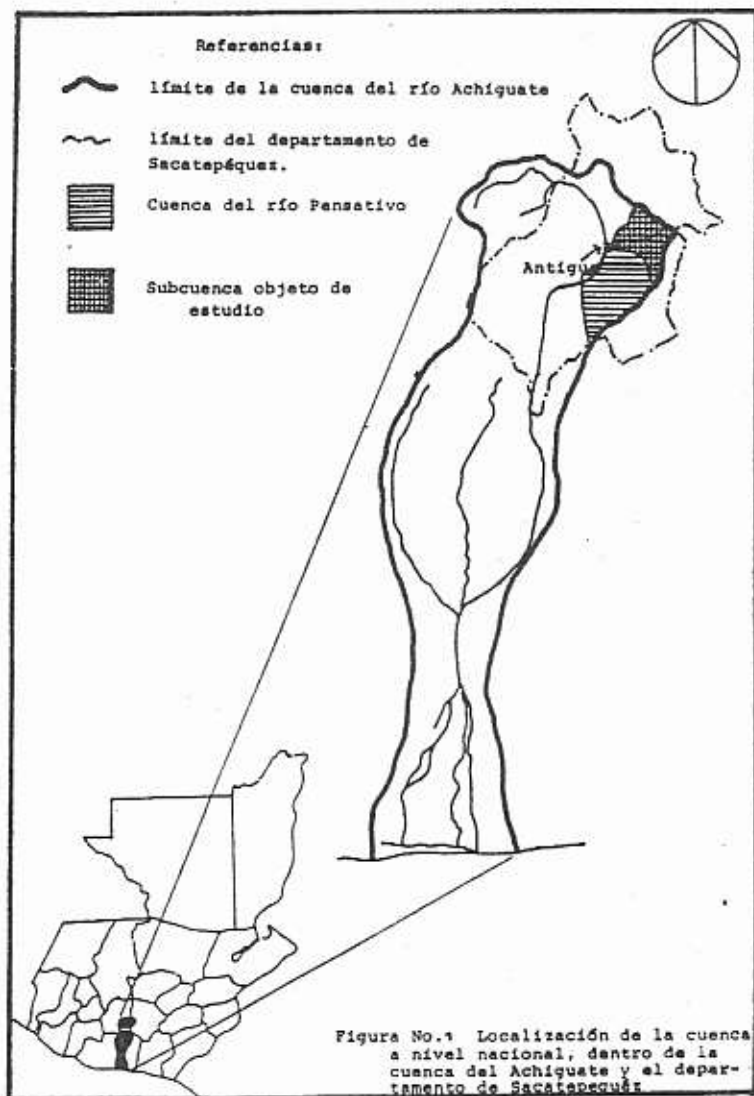
La cuenca del río Achiguate constituye parte de esta realidad y dentro de ella la cuenca del río Pensativo, ubicada en el parteaguas noreste ha causado graves problemas con altos costos económicos.

La cuenca objeto de estudio es parte de la sub-cuenca del río Pensativo. Abarca los drenajes afluentes del río mencionado hasta llegar a la ciudad de Antigua Guatemala (ver figura No. 1). Se encuentra comprendida entre los meridianos 90°39' a 90°44' longitud oeste y los paralelos de 14°35' a 14°31' de latitud norte. En una altitud que varía de 1530 a 2400 metros sobre el nivel del mar.

Los efectos de las inundaciones los ha padecido la ciudad de Antigua Guatemala. Así se ha creado el problema permanente del dragado del río por parte de la Dirección General de Caminos, la cual extrae, anualmente cerca de 40,000 m³ de materiales erosionados del cauce del río, a un costo de Q 1.37/m³, que hacen un total de Q 55,000.00 por año, desde 1976.

Para determinar las causas del problema y posteriormente proponer lineamientos de manejo, es necesario conocer como se encuentran los recursos naturales dentro de la cuenca y sus interrelaciones con las comunidades. La metodología llevó tres etapas; la revisión de la información básica existente. El muestreo de los recursos naturales renovables, para completar la información existente y los reconocimientos de campo. Por último se ordenó, analizó e interpretó la información.

El presente trabajo proporciona el estado de los recursos naturales renovables y la base para ordenar el manejo de la cuenca. Lo que puede contribuir a la disminución del riesgo de inundación de la ciudad de Antigua Guatemala y aumentar la calidad de vida de los habitantes tanto de la parte alta como de la parte baja de la cuenca.



MATERIALES Y METODOS:

1. Recabación de información general del área:

La ubicación, delimitación e información cartográfica de la cuenca, se realizó mediante el uso de mapas de drenajes, suelos, zonas de vida, isotermas, isoyetas y otros. Además se utilizó fotografía aérea de la cuenca de los años 1954, 1973 y 1983, a diferentes escalas.

2. Reconocimiento general del área:

Se realizó un caminamiento general dentro de la cuenca en el cual se afinó la información de gabinete.

3. Recurso Agua:

3.1 Recabación de información hidrometeorológica:

a) precipitación: se utilizaron datos de precipitación de ocho estaciones pluviométricas del INSIVUMEH, las que fueron San Joaquín, Retana, Antigua E.E., El Potrero, El Rejón, Pastores y Florencia.

b) Hidrométricos: fueron usados datos de caudal de la estación San Juan Gascón del INSIVUMEH, con solamente dos años de registro.

c) Aguas subterráneas: referencias del Informe Final del Estudio de aguas subterráneas del Valle de Guatemala (5) y de mediciones de pozos por la Sección de Aguas Subterráneas del INSIVUMEH.

3.2 Calidad:

a) Muestreo de agua para contenido de sedimentos: este muestreo se realizó en la época lluviosa en los puntos de confluencia de los afluentes con el río Pensativo. Los muestreos hechos fueron puntuales.

b) Calidad microbiológica: para el efecto, se realizó un muestreo simple en cada uno de los poblados de la parte alta de la cuenca, a excepción de San Miguel Milpas Altas. Las muestras fueron tomadas en los chorros públicos.

4. Estudio del Recurso Suelo:

4.1 Clasificación de suelos:

Se verificó el trabajo realizado por Herrera (1984), para complementar este trabajo se estudiaron, analizaron los datos y clasificaron dos pedones que presentaron características de suelos singulares a nivel local.

4.2 Uso de la tierra:

Con la ayuda de fotografía aérea se trabajó el uso de la tierra en los años 1954, 1974 y 1983.

4.3 Muestreo de sedimentos en el cauce:

Con el objeto de estimar datos de cantidad y calidad de las partículas sólidas que descienden de la parte alta, conjuntamente con la pérdida de fertilidad del suelo, se realizó un muestreo compuesto de los sedimentos en la parte baja del río.

5. Estudio de la Vegetación:

Se realizaron muestreos en cada una de las asociaciones vegetales encontradas en la cuenca, con el fin de determinar las especies más importantes. Para la Asociación Climática Bosque Húmedo Montano Bajo Sub-tropical se realizaron 14 parcelas por cada estrato vertical: 14 parcelas de 100 m² para árboles, 14 parcelas de 16 m² para arbustos y 14 parcelas de un metro cuadrado para hierba. Para la Asociación Edáfica Seca se realizaron 9 parcelas de las dimensiones anteriormente mencionadas por estrato.

Para obtener información sobre la utilización del recurso vegetación se realizaron entrevistas con agricultores.

6. Recurso Fauna:

Se realizaron tres entrevistas con los encargados de las municipalidades en tres poblados de la cuenca, además de revisar trabajos realizados sobre fauna en la región.

7. Factores Socio-Económicos:

Para el efecto se revisaron el V Censo de Población y II de Vivienda, un informe integral del municipio de Santa Lucía Milpas Altas realizado por el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social además se realizaron entrevistas con las autoridades de los poblados.

RESULTADOS

1. Morfometría:

1.1 Dimensiones de la cuenca:

Area:	29.97 Km ²
Perímetro:	27.92 Km.
Largo máximo:	9.15 Km.
Ancho máximo:	9.35 Km.
1.2 Pendiente del cauce:	5.44 o/o
1.3 Forma:	
Factor forma:	0.358
Coefficiente de compacidad:	1.438
Índice de alargamiento:	0.797
Índice de homogeneidad:	0.359
1.3 Elevaciones:	
Nivel base:	1530 m.
Altura máxima:	2400 m.
Altura media:	1928 m.
Mediana de altitud:	2037 m.
Diferencia de altitud:	870 m.
1.4 Pendiente media de la cuenca:	24.7 o/o
1.5 Orientación:	este-oeste.

Todos los valores anteriormente mencionados definen a la cuenca en su forma. Resumiendo podemos decir que se trata de una cuenca que tiende a ser más cuadrada que alargada, que posee una diferencia de altitud bastante considerable y un eficiente sistema de drenaje por lo que cuenta con un tiempo de concentración corto lo que redundará en un alto riesgo de avenidas.

2. Agua:

La precipitación media de la cuenca es de 1062 mm/año, produciendo un volumen de 31,881 m³ por año. Los meses de mayor precipitación son julio y septiembre. La época en que se distribuyen las lluvias es de mayo hasta octubre.

La evapotranspiración estimada por el método de Tuc es de 725 mm/año. Siendo el volumen evapotranspirado de 21,825,000 m³ por año, lo cual corresponde al 68 o/o del total de agua precipitada en la cuenca (ver figura No. 2).

La figura 3, muestra la curva de duración y clasificación de caudales, los cuales tienen una variación de 1.2 a 530 l/s, lo que indica una ocurrencia de caudales bastante variable. Esto se confirma al ver la pendiente general de la curva que define un régimen variable.

El caudal máximo estimado por el método racional para una lluvia de una hora de duración, puede producir caudales de más de 100 m³/s.

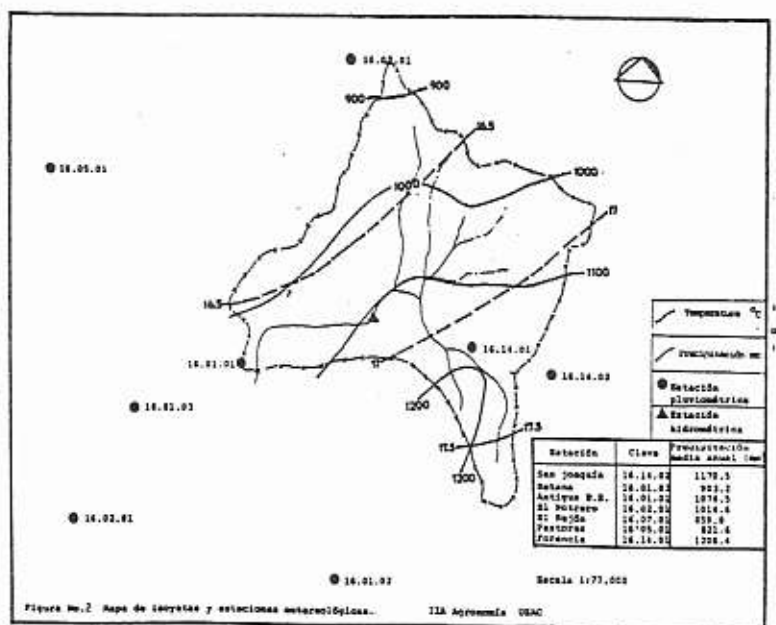
En la figura 4 se encuentra un hidrograma sintético adimensional para el río Pensativo. El caudal máximo estimado es de 40,9 m³/seg., el cual se da 1.54 hr. a partir del inicio de la lluvia.

En lo que se refiere a aguas subterráneas podemos encontrar dentro de la cuenca dos acuíferos; en la parte media en terrenos con pendientes menores al 12 o/o en Santo Tomás Milpas Altas y en el Valle de la Antigua Guatemala, el cual es de mayor extensión.

La utilización del agua en la cuenca suma un volumen anual de 5,423,561 m³. Utilizando la Antigua Guatemala el 96 o/o del total, Magdalena el 2 o/o y los demás poblados el 2 o/o restante.

Los muestreos de agua para los análisis químicos muestran que ninguno de los afluentes tienen peligro de salinidad y sodicidad, lo que los clasifica como C₁S₁. Estas aguas pueden ser utilizadas para riego sin ninguna restricción a nivel químico.

La calidad del agua utilizada de los poblados de la parte alta de la cuenca, a excepción de San Miguel Milpas Altas es mala para el 66 o/o de los poblados. Es decir que el 60 o/o de la población utiliza agua contaminada con *Escherichia coli*.



3. Recurso Suelo:

3.1 Génesis:

Toda el área se encuentra en suelos desarrollados sobre materiales fluvio-volcánicos recientes a elevaciones medias a excepción de San Mateo Milpas Altas. Esta zona conjuntamente con Santa Lucía Milpas Altas, son suelos desarrollados sobre materiales fluvio-volcánicos a elevaciones medias, formados por abanicos aluviales traslapados, de material arrojado por los volcanes en época relativamente reciente. Los suelos son jóvenes, profundos y fértiles, su textura va de franco a franco-arcillosa, pH ácido y de profundidad variable.

3.2 Características y clasificación de suelos:

Según Herrera (6), la provincia fisiográfica en donde se encuentra toda la cuenca de estudio, es tierras altas volcánicas, la cual abarca dos grandes paisajes: Montañas altas de Sumpango-Milpas Altas y Valle de Panchoy.

3.2.1 Montañas altas Sumpango-Milpas Altas:

a) Colinas bajas erosionadas:

Esta unidad ocupa la mayor área, 18.3 Km² posee relieves accidentados y representa el 61 o/o del área total de la cuenca. Se divide en dos sectores: a.1) Astillero comunal, que ocupa 1.75 Km², con relieves escarpados, material original ceniza volcánica. Presenta un perfil A, Bw, C, clasificados taxonómicamente como TYPIC USTROPEPTS. Por sus fuertes pendientes están clasificados en cuanto a su capacidad de uso como VII; a.2) La finca La Chacra y el Cabrejo, ocupa un área de 16.6 Km², esta unidad se puede definir como un complejo en donde existen dos consociaciones diferentes; ENTIC EUTRANDEPTS y LITHIC USTORTHENTS. Los Entic Eutrandepts son suelos con horizonte superficial Ap, labrado, seguido de un AC, y después un horizonte Cm constituido por fragipan. Clasificados por su capacidad de uso como VIe. Los Lithic Ustorthents son suelos poco profundos de más o menos 20 cm. de espesor, con horizontes con contacto lítico, Ac. Originado de roca basáltica como material parental. Se han incluido por su capacidad de uso como VII.

b) Altiplanicie de Milpas Altas:

Esta unidad ocupa relieves con pendientes suaves con bajo y mediano riesgo de erosión. Posee un área de 1.7 Km² (5.6 o/o). Taxonómicamente clasificado como TYPIC EUTRANDEPTS. Presenta un perfil tipo A, Bw, C. Por su capacidad de uso se le reconoce como II.

c) Terrazas altas erosionadas:

Posee una extensión de 24.7 o/o del área total de la cuenca (7.4 Km²). Suelos originados a partir de ceniza volcánica con perfil A, BW, C. Taxonómica-

mente clasificado como TYPIC AUTRANDEPTS. Por su capacidad de uso se les clasifica como IIIe.

3.2.2 Valle de Panchoy:

a) Abanico del río Pensativo.

Esta unidad se encuentra en la parte baja de la cuenca y abarca 1.4 Km² (4.7 o/o). Son suelos con pendientes suaves. Presentan un perfil A, Bw, C, con un horizonte superficial mólico y un B cámbico. Taxonómicamente clasificados como MOLLIC VITRANDEPTS. Están clasificados por su capacidad de uso como clase II.

3.3 Uso de la tierra:

Utilizando fotografía aérea de diferentes años se hizo un análisis del uso de la tierra en 1954, 1973 y 1983. Como datos relevantes tenemos que de 1954 a 1973 la cubierta forestal aumentó en un 3.7 o/o del área total, esto debido a que en los años de 1955-1956 fueron reforestadas alrededor de 270 ha. de algunos poblados dentro de la cuenca, producto de un acuerdo gubernativo del 7 de marzo de 1955. De 1973 a 1983 la cubierta forestal disminuyó un 2.8 o/o. Actualmente la cuenca posee alrededor de 61 o/o con bosque.

Parte del área es utilizada con hortalizas de clima frío y maíz y/o frijol, específicamente la altiplanicie de Santo Tomás Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas, ocupando un área de 4.6 Km².

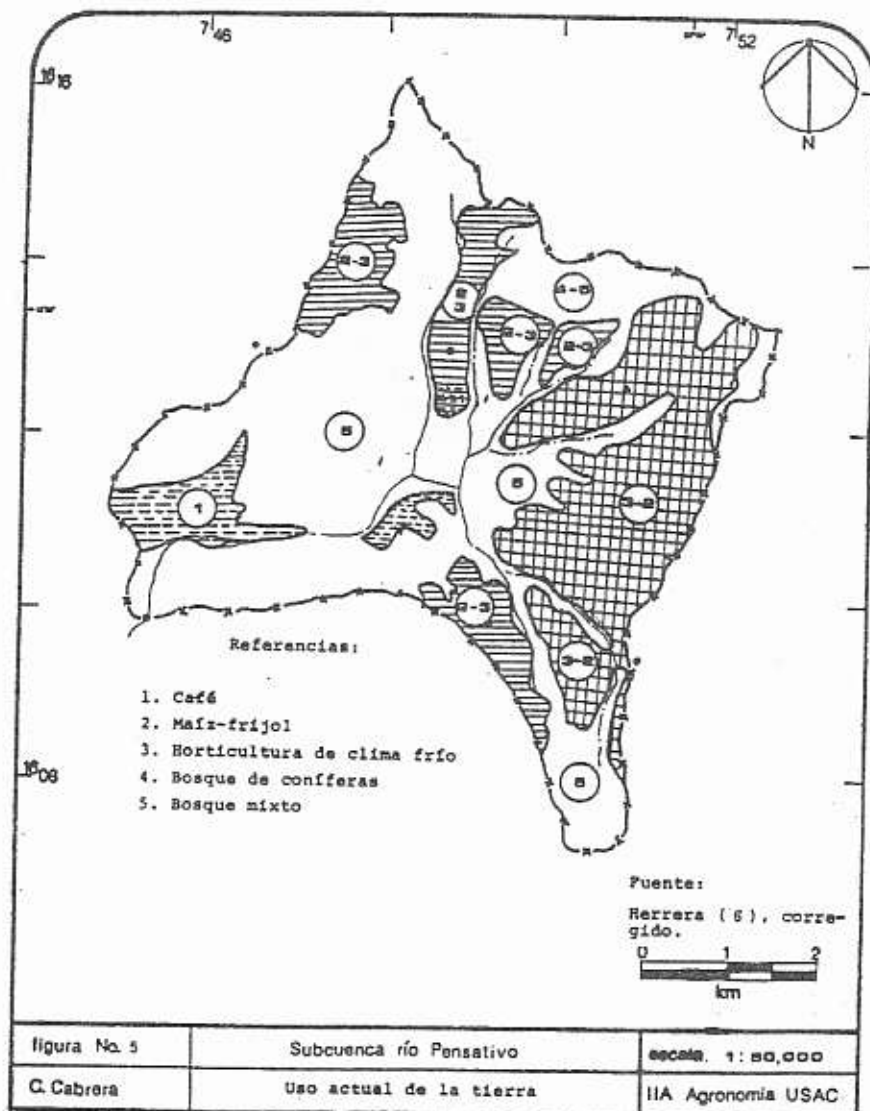
En el Hato, San Mateo Milpas Altas y San Miguel Milpas Altas, tiene prioridad el cultivo de maíz y frijol sobre las hortalizas de clima frío.

En la parte baja, la utilización es exclusiva de café, estos cultivos representan dentro de la cuenca un 4.7 o/o (1.4 Km²). (Ver figura No. 5).

3.4 Sedimentos:

La sedimentación en el cauce del río es uno de los principales problemas en la inundación de la parte baja de la cuenca. La desviación del cauce del río que anteriormente pasaba por la ciudad de Antigua Guatemala, determinó que se aumentara la distancia de confluencia con el río Guacalate, y se disminuyera la pendiente. Esto dió las condiciones óptimas para la formación de un desarenador, el cual se desarrolló desde la finca La Chacra hasta la unión con el río Guacalate.

Utilizando el Índice de Fournier propuesto por el CIDIAT (1), la cuenca posee una degradación específica de 64,000 TM por año, lo que significa una degradación de 2,100/TM/Km²/año.



Se estima que la cantidad de sedimentos que se acumulan año con año en el cauce del río es de 40,000 m³.

En un día lluvioso el río Pensativo aumenta su contenido de sedimentos de 5.143 gr/l a 12.6 gr./l.

El contenido de fósforo disponible en las unidades de suelos estudiadas en la parte alta no fue mayor de 4.6 ppm, mientras que este mismo elemento en los sedimentos del cauce llegó a ser 15.7 ppm.

El problema de los sedimentos es fundamental en las inundaciones de la ciudad de Antigua Guatemala, ya que la acumulación de los mismos en el cauce del río, reduce la luz de los puentes que cruzan la carretera de ingreso a la ciudad, lo que aumenta el riesgo de inundaciones. La resolución del problema en su esencia, consiste en mantener los suelos en donde cumplen su función de productores de bienes para los habitantes de las comunidades de la parte alta de la cuenca.

4. Recurso Vegetación:

De acuerdo a la clasificación de zonas de vida de Holdridge, toda la cuenca se encuentra en la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Sub-tropical. En los primeros muestreos de vegetación fueron determinadas dos diferentes asociaciones vegetales dentro de la cuenca: Asociación climática Bosque húmedo montano bajo sub-tropical y una Asociación Edáfica Seca. Esta última se refiere a una comunidad vegetal establecida en suelo azonal o intrazonal (7). Las áreas ocupadas por cada comunidad vegetal se encuentran ubicadas en la figura 6.

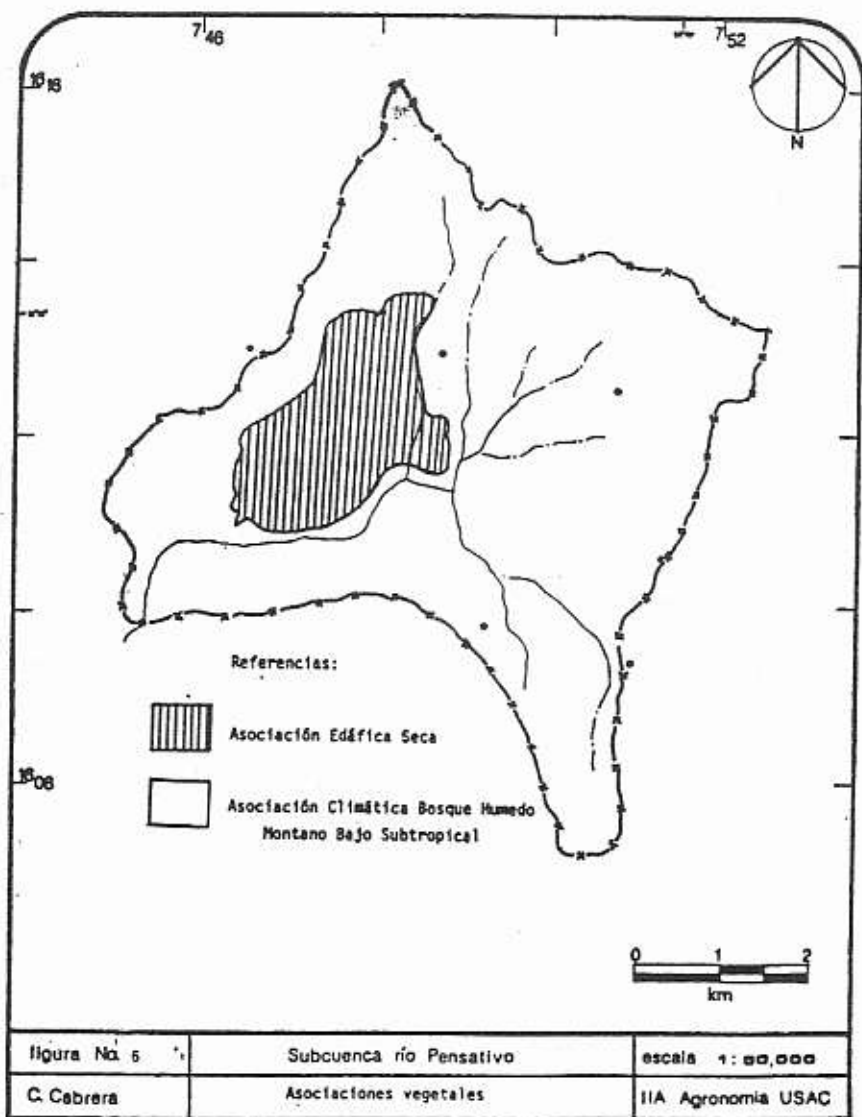
4.1 Asociación Climática (bh - MB):

En el estrato arbóreo las especies más importantes son: *Quercus brachystachys* Benth., *Q. tristic* Leibm., y *Q. pedunculares* Neé, acumulando estas tres especies el 88 o/o de los valores de importancia del estrato mencionado.

En el estrato arbustivo como más importantes están: *Senecio petasioides* Grenm, *Calliandria* sp., *Oreopanax xalapensis* HBK. y *Mimosa albida* var. *floribundia* (Willd.) Robinson,

Las especies dominantes en el estrato herbáceo son: *Adiantum* sp., *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. y *Oplismenus brumannii* (Retz.) Beauv.

Esta asociación vegetal ocupa el 36.4 o/o del área total de la cuenca (10.9 Km²) y el 72 o/o del área ocupada por bosques.



4.2 Asociación Edáfica Seca:

Las especies más importantes en esta asociación en el estrato arbóreo y arbustivo son: *Agave* sp., *Bursera simaruba* (L), *Croton* sp. y *Lysiloma auritum* (Schlecht.) Benth.

En el estrato herbáceo las especies dominantes son: una planta de la familia Compositae, *Oplismenus burmannii* (Retz.) Beauv., *Agave* sp. y *Adiantum* sp.

La utilización de la flora en esta región ha sido principalmente para la obtención de leña, especialmente las especies del género *Quercus* spp. Estas especies son utilizadas en mayor grado debido a su alto valor calorífico. También se utilizan para leña: pino, ciprés, ilamo y duraznillo.

5. Factores Socio-Económicos:

El total de habitantes que viven en la parte alta y media de la cuenca suman 10,554. Siendo un 50.2 o/o hombres y un 49.8 o/o mujeres. Hay un número de 7,901 habitantes indígenas y 3,719 analfabetas. Los pueblos más importantes en cuanto a número de habitantes son: Santa Lucía Milpas Altas, Santo Tomás Milpas Altas y Magdalena Milpas Altas.

En lo que se refiere a energía para consumo y específicamente para cocinar, según Martínez (1982), en Guatemala un 97 o/o de la población utiliza leña para cocinar. Esto implicaría un consumo anual de leña dentro de la cuenca de 18,426 m³; estimando que cada guatemalteco consume un promedio de 1.8 m³/año de leña (9).

La infraestructura vial suma un total de 29.2 Km., distribuidos así: caminos afirmados sólidos de dos o más vías 19.3 Km., caminos de revestimiento suelto o ligero 6.4 Km., y caminos transitables en tiempo bueno o seco 3.5 Km.

La cantidad de infraestructura, 8 poblados, dos carreteras asfaltadas de dos vías, varios caminos vecinales, varias veredas y aproximadamente 2,000 viviendas hacen que el área de infiltración de la cuenca disminuya considerablemente y aumente el riesgo de grandes avenidas.

En lo que se refiere a salud se puede afirmar de que hay un descuido a nivel institucional. Ya que dentro de la cuenca solamente existen tres puestos de salud, lo cual es imposible que puedan atender a 10,554 habitantes.

El medio de trabajo de una gran parte de la población que habita la cuenca es la agricultura. Produciendo en orden de importancia: granos básicos, hortalizas, flores y frutas.

Un 91 o/o de los agricultores dentro de la cuenca son propietarios de sus terrenos lo que deberá tomarse en cuenta para la planificación del uso de la tierra.

El tamaño de las parcelas en un 50 o/o poseen una manzana(*) o menos y el 36 o/o de las unidades poseen una a cinco manzanas. El porcentaje restante de las unidades poseen más de cinco manzanas. La tenencia de la tierra es el factor más importante en el uso de los recursos naturales renovables, determina el tipo de agricultura y la intensidad de la utilización del recurso suelo. En este caso el principal problema es el uso del suelo con vocación forestal para uso agrícola.

Actualmente el problema de la tierra es grave ya que la relación tierras agrícolas por familia es de 4 cuerdas (0,45 ha.) pero debemos aclarar que se está incluyendo a las grandes unidades que pertenecen a una sola familia, que son pocas pero ocupan áreas representativas dentro de la cuenca.

Las áreas críticas se definieron integrando varios aspectos como lo fueron: la pendiente de los suelos, el número de habitantes en las comunidades y las microcuenas. Dentro de las áreas críticas están: a) en la parte norte de la cuenca específicamente en San Mateo Milpas Altas; b) en la parte sur en un sector de San Miguel Milpas Altas; y c) en los taludes de las dos carreteras principales. Estas áreas se pueden clasificar con prioridad de manejo.

CONCLUSIONES:

1. Los valores morfométricos indican que la cuenca estudiada tiende a ser más redonda que elíptica. Esto aunado a la diferencia de altitud (870 m.), la pendiente media (24.7 o/o) y el sistema de la red de drenaje (centrípeto) dá como resultado un corto tiempo de concentración (0.9 hr.) y un alto riesgo de crecidas.
2. La precipitación media dentro de la cuenca es de 1062 mm/año. Esta cantidad de lluvia puede producir una amplia variabilidad de caudales en el río Pensativo, que va de 1.7 a 530 l/seg. Cuando se calcularon los caudales máximos por medio del método racional, se estimó que puede haber caudales máximos de más de 40 m³/seg.
3. La amplia variación de los caudales se debe a que la alteración de la cobertura vegetal dentro de la cuenca ha producido una alteración en el ciclo hidrológico. Lo que ha influido principalmente en la capacidad de retención de humedad y de infiltración de los suelos, no habiendo una regulación normal del agua de escorrentía a través del tiempo.

* 1 Manzana = 6,987 m. = 0,7 ha.

4. El río Pensativo funciona como drenaje únicamente cuando hay exceso de precipitación, la cual no puede ser retenida totalmente por el suelo y sale de la cuenca como agua de escorrentía. Este drenaje dura muy poco tiempo después de la ocurrencia del evento lluvioso.
5. Los suelos encontrados en la cuenca según la taxonomía de suelos son: Entic Eutrandepts, Typic Eutrandepts, Mollic Vitrandepts, Lithic Ustorthents y Typic Ustropepts los cuales poseen las siguientes características:
 - a) Los suelos Typic Eutrandepts ocupan el 31.5 o/o del área total de la cuenca y Mollic Vitrandepts que abarcan el 4.9 o/o poseen mediana fertilidad natural, buena infiltración y bajo escurrimiento superficial. Se utilizan para hortalizas, cultivos intensivos y café.
 - b) Los suelos Typic Ustropepts son 6.1 o/o del área de la cuenca Entic Eutrandepts y Lithic Ustorthents que conjuntamente abarcan 17.3 Km², es decir, 57.5 o/o del área. Se caracterizan por encontrarse en áreas con mayores pendientes. Un alto porcentaje de estas áreas se encuentran con cobertura forestal pero tienen la limitante de poseer poca profundidad y un material rocoso impermeable. Esto influye en un alto escurrimiento superficial y subsuperficial que contribuye a las crecidas.
 - c) Además existen suelos Typic Eutrandepts y Entic Eutrandepts en áreas con altas pendientes dentro de la cuenca que son utilizadas para cultivos limpios. Debido a su alto riesgo de erosión contribuyen al aporte de sedimentos.
6. En lo que se refiere a vegetación se puede concluir que la asociación climática Bosque Húmedo Montano Bajo Sub-tropical, ocupa 10.92 Km² y las especies dominantes son: *Quercus brachystachys* Benth, *Q. tristis* Leibm., y *Q. peduncularis* Neé, en el estrato arbóreo; *Senecio petasioides* Greenm., *Calliandra* sp. *Oreopanax xalapensis* HBK. y *Mimosa albida* var. *floribundia* (Willd) Robinson en el estrato arbustivo; y *Adiantum* sp., *Pteridium aquilinum* (L.) y *Oplismenus burmannii* (Retz.) Beauv. en el estrato herbáceo.
7. La Asociación Edáfica Seca ocupa 4.3 Km², las especies más importantes son: *Agave* sp. *Bursera simaruba* (L), *Croton* sp., *Lysiloma auritum* (Schlecht.) Benth. y *Quercus brachystachys* Benth. en el estrato arbustivo y arbóreo; y *Tithonia tubaeriformis* (Jacq.) Cass., una compuesta, *Oplismenus burmannii* (Retz.) Beauv., *Agave* sp. y *Adiantum* sp.
8. El riesgo de inundaciones de la ciudad de Antigua Guatemala depende de dos factores:
 - a) El riesgo hidrológico. El cual depende de la probabilidad de ocurrencia de un evento lluvioso y del tiempo de concentración de la cuenca, el cual está definido por sus características de forma. Para esta cuenca, una lluvia de 2 hr. con una probabilidad de ocurrencia anual puede

producir caudales máximos de 40,9 m³/seg. Como es obvio, dicho caudal difícilmente puede circular por la luz de cualquiera de los puentes que cruzan el río a la altura de la ciudad de Antigua Guatemala. Lo que provoca el desbordamiento del río y la inundación de la ciudad.

b) El azolvamiento del cauce. El riesgo de inundación aumenta a llenarse de sedimentos el cauce del río y disminuir la luz de los puentes. Esto a su vez se debe a varios factores:

- b.1 El uso de la tierra. Dado en un 19 o/o del área de la cuenca en suelos mal utilizados con alta susceptibilidad a la erosión debido principalmente a: a) cultivos limpios e intenso laboreo; y b) las características de los suelos relacionadas con las fuertes pendientes, textura gruesa y bajo o ningún grado de estructuración.
- b.2 La tenencia y el tipo de unidades productivas. Esto ha dado como consecuencia el inadecuado uso de los recursos dentro de la cuenca, ya que con el objeto de habilitar más tierras para cultivos agrícolas se amplía la frontera agrícola a expensas de las áreas boscosas.
- b.3 La desviación del cauce natural del río. Este tramo es particularmente susceptible a la deposición de sedimentos debido principalmente a la disminución de la capacidad de carga de la corriente.
- b.4 La falta de planificación ambiental de la infraestructura. a) los taludes y drenajes de las carreteras y caminos vecinales; b) el proyecto Xayá Pixcayá contribuyen con el aporte de sedimentos al río; y c) la infraestructura vial y el número de viviendas provocan una disminución del área de infiltración y un aumento del agua de escorrentía.

BIBLIOGRAFIA:

1. CENTRO DE DESARROLLO INTEGRAL DE AGUAS Y TIERRAS, Instructivo para el diagnóstico conservacionista de cuencas. Perú, 1980. 61 p.
2. CRUZ, J. DE LA. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel reconocimiento. Guatemala, Ministerio de Agricultura y Ganadería, 1982. 42 p.
3. GUATEMALA, INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. Río Achiguate; Estudio morfométrico de cuencas. Guatemala, 1976. Esc. 1:75,000 2 h. Color.
4. _____ INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR. Hoja cartográfica ciudad Guatemala (20591). Guatemala, 1982. Esc. 1:50,000. Color.
5. _____ INSTITUTO NACIONAL DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. Informe final del estudio de aguas subterráneas en el valle de Guatemala. Guatemala, 1978. 303 p.

6. HERRERA, I.R. Levantamiento semidetallado de los suelos de la cuenca del río Achiguate (Fase I). Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1984. 199 p.
7. HOLDRIDGE, L. Ecología basada en zonas de vida. Trad. por Humberto Jiménez. San José, Costa Rica, IICA, 1982. 216 p.
8. MARTINEZ, H. Estudio sobre la leña en hogares, pequeña industria y distribuciones de Guatemala. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 70 p.
9. _____ y HERRERA, R. El proyecto de leña en Guatemala. In "Curso corto Silvicultura para producción de leña". Amatitlán, Guatemala, CATIE-INAFOR, 1985. 34 p.

ESTUDIO DE LAS RELACIONES DEL ZOMPOPO CULTIVADOR
(*Atta spp.*) Y EL HONGO *Rhizites gongylophora* Y DOS
RELACIONES QUE SE ESTABLECEN COMO
CONSECUENCIA DE LA MISMA.

Byron Manuel Zúñiga C.

RESUMEN

La convivencia e interacción entre individuos de diferentes especies determina una simbiosis, este hecho de "vivir juntos" puede tener efectos nulos, favorables o inhibidores para cualquiera de las partes.

*El zompopo (*Atta spp.*) y el hongo *Rhizites gongylophora* establecen un tipo de relación simbiótica en la cual los efectos son favorables y su existencia se ve determinada por la presencia de ambos, este mutualismo, da inicio con el acarreo de hojas por el zompopo (*atta spp*) hacia la tronera, en la cual desarrolla las labores de un típico agricultor de nuestra época, al cuidar y cultivar el hongo del género *Rhizites*, que le ofrece a cambio el sustento diario.*

Las hojas ingresadas a la tronera son maceradas y depositadas luego sobre el hongo, con el objeto de brindarle materia de la cual pueda obtener su alimento, éste a cambio le brinda una sustancia alimenticia al zompopo llamada Bromatía, que contiene los requerimientos nutricionales necesarios para la existencia del zompopo. La dependencia de ambos, reside en la especialización que a través de la evolución ha obtenido el zompopo en este tipo de nutriente, y la existencia de una enzima necesaria para la descomposición de la materia orgánica de la que carece el hongo, pero que se encuentra presente en las heces fecales del zompopo, quien brinda a través de un cultivo, esta enzima en un proceso conocido como fertilización.

Los resultados de esta asociación dan como consecuencia que otros individuos vivan dentro de la tronera, estableciéndose otros casos de simbiosis, tal es el caso de un ofidio que deposita sus huevos dentro de la tronera aprovechándose del bormi-

* Perito Agrónomo, Ayudante de Cátedra del curso de Ecología General. Area de Ciencias, Facultad de Agronomía.

quero para su encubación, o bien la existencia de la cucaracha dorada llamada *Attaphila* (amiga de los Atta) y la casta guerrera de los zompopos.

La presente investigación se llevó a cabo en el laboratorio de Ecología General de la Facultad de Agronomía USAC, construyendo para el efecto una tronera artificial forrada con vidrios para poder observar la relación mutualista, del zompopo y el bongo. Adicional a esto la relación de los huevos de ofidio, y de la cucaracha *Attaphila* que fueron encontrados en la tronera situada en el campo, la que se trasladó a las condiciones artificiales preparadas para el efecto.

INTRODUCCION

El mundo natural está compuesto por una serie de interrelaciones que establecen un dinamismo básico que mantiene un equilibrio en la expresión de la vida. Sin estas relaciones los requerimientos energéticos y las especializaciones se hacen más difíciles, de tal manera que las probabilidades de supervivencia se estrechan. En forma natural estas relaciones pueden desarrollarse entre individuos de la misma especie (HOMOTIPICAS) o bien entre dos especies diferentes (HETEROTIPICAS), en la cual la relación puede tener un efecto favorable, desfavorable o nulo estableciéndose una simbiosis (vivir juntos). (1,7,9).

La simbiosis en una de sus expresiones presenta el mutualismo en el cual dos especies resultan beneficiadas por la interacción necesitando cada especie para sobrevivir, crecer y reproducirse la presencia de la otra, determinando en cierto grado una dependencia. Un caso típico de mutualismo lo presenta la relación que se establece entre el zompopo (*Atta spp.*) cuando empieza con el acarreo de hojas producto de la defoliación de vegetales, hacia la tronera, en cuyo interior es convertida en una masa pastosa, que utiliza para el cultivo de un hongo del género *Rhizites*, del cual obtiene su alimento. Este hecho encierra una profunda organización derivada del comportamiento social de estos insectos en la cual el individualismo se pierde, con el fin de obtener un beneficio colectivo que le permite sobrevivir a la colonia. Su organización contempla diferentes castas, las cuales varían en tamaño y función, siendo la fundadora de la colonia y la única fértil de la cual depende la estabilidad y crecimiento de la misma. (2,3,4).

La colonia se establece en el suelo, donde construyen un laberinto de entradas y salidas, como conductos a las cámaras de cultivo de hongo, cría de sus miembros, o almacenamiento de la pasta vegetal. Esta condición permite que otros individuos puedan vivir en la colonia expresando otros tipos de simbiosis, que en algunos casos nos pueden remontar a cuentos fantásticos de la edad media.

REVISION BIBLIOGRAFICA

EL ZOMPOPO

Nombres Comunes:

Zompopo, sompopo, hormiga arriera o cortador, parasol-ants, leafcutter ants (en Inglés).

Nombres científicos:

Atta mexicana (F. Smith); *Atta spp.*, *Acromyrmex spp.*: (Hymenoptera: FORMICIDAE).

Descripción:

Insectos sociales de color café o rojizo. Los adultos son hormigas que poseen un propodeo (la parte que conecta el tórax con el abdomen) bisegmentado o sea con dos nódulos o ensanchamientos y 3 ó 4 pares de espinas en el dorso del tórax. En *acromyrmex* spp se presentan numerosas espinas pequeñas en el dorso de la cabeza, mientras en el *Atta* solamente se encuentran dos.

El tamaño puede variar según la especie y la casta; la reina, los soldados y los obreros miden 25, 15 y 12 mm, de largo respectivamente, los niñeros y jardineros son los obreros más pequeños y los cortadores los más grandes.

Viven en el suelo en colonias de miles y a veces hasta millones de individuos. Las zompoperas consisten en varias entradas y un laberinto de túneles que llegan a las cámaras que los zompopos utilizan para la cría de inmaduros, para el cultivo de hongos y para el almacenamiento. Las entradas pueden tener la forma de un volcán, de montículos o simplemente orificios en la superficie, dependiendo de la especie. Los nidos típicamente tienen 1 ó 2 metros de profundidad pero pueden ser más profundos. Los huevos, larvas, pupas, niñeros, reinas y jardineros permanecen dentro de la zompopera. (4,5)

BIOLOGIA DEL ZOMPOPO

El ciclo de vida de *Atta spp.* empieza al principio de la época lluviosa, cuando los machos y las hembras alados vuelan y se aparean, muriendo poco después los machos. La hembra fecunda cae al suelo y pierde sus alas, para proceder a enterrarse, 10 a 30 cm, bajo la tierra. (3,4,5). Antes de abandonar la tronera materna la hembra alada colocó en una cámara infrabucal una bolita de micelio de hongo, el cual probablemente sea el mismo que cultivaron sus antepasados, y que ha sido trasladado de generación en generación. Una vez enterrada la hembra alada, llamada reina de la colonia, procede a escupir el hongo y a cuidarlo (3,4,5,8). Después de 3 días empieza a poner huevos, de los cuales se come el 90 o/o. Conforme pasa el tiempo el micelio prolifera y ella forma con este y los huevos que sobreviven un

conglomerado, del cual a intervalos de una hora toma pequeños trocitos de micelio, los acerca e inclina al abdomen y los abona depositándoles una gota de líquido fecal. Durante este tiempo hasta la aparición de los miembros de la colonia, además de los huevos, hace uso de una curiosa cualidad de sus alas, las endeble alas, crecidas sólo para su único vuelo nupcial, están henchidas de grandes músculos, que la reina reabsorbe en su cuerpo como alimento. Transcurridos más o menos 2 semanas, empiezan a aparecer las primeras larvas, de las cuales debe cuidar y alimentar.

Los primeros obreros aparecen de 10 a 12 días después del empupamiento, los cuales empiezan a alimentarse del hongo, escaban y agrandan la zompopera. A las siete semanas abren un hoyo hasta la superficie, estando en disposición de poder salir en busca del sustrato para alimentar al hongo (2,3).

Si la colonia sobrevive a las asechanzas del primer año, aumenta rápidamente hasta totalizar una población muy numerosa. Al terminar el primer año se agrega al nido una segunda abertura. Al segundo año, puede haber más de cincuenta. Una colonia de más de tres o cuatro años puede tener más de mil entradas. (2,4)

COMPORTAMIENTO Y RELACION SIMBIOTICA

Los obreros salen para cortar hojas y otro material, para llevárselas a la casta jardinera, quienes preparan una pasta que utilizan como sustrato para el cultivo del hongo. (2,3,8).

Los obreros salen del nido en largas filas que llevan hasta un árbol, aunque algunos se limitan a cortar trozos de hojas del árbol. Otros cortan hojas enteras que dejan caer al suelo, donde son troceadas para su fácil transportación, formándose luego filas de regreso al nido. (3,5). Las cortadoras de hojas pueden desnudar un árbol en una sola noche y se han convertido en una plaga terrible para algunos lugares, no se alimentan de las hojas pero las mastican para formar la masa esponjosa en el fondo del hormiguero donde crece el hongo. (5,6,8). Una colonia de esta especie de hormigas tiene múltiples accesos que ocupan un buen espacio cuadrado. Los pasadisos de entrada son bastante profundos y terminan con la cámara de cultivo del hongo, cuyas dimensiones pueden variar de un metro en adelante de ancho, por treinta centímetros de alto donde brotan filamentos del hongo simulando coliflores en miniatura. (2,3,5).

La alimentación de las jóvenes es poco complicada, y las amas de cría se limitan a llevar las larvas a la huerta para que se nutran a su gusto. Sólo las obreras grandes dedican su tiempo a organizar expediciones en busca de alimento, mientras otras aún mayores sirven de soldados que vigilan las entradas y la seguridad de las filas expedicionarias. (3,5,8).

Sólo el tipo específico de hongos cultivado por el zompopo, crece en estos jardines, aunque los nidos estén en terrenos húmedos donde abundan los hongos y esto hace que junto a las hojas se lleven partículas de hongos parásitos. (2).

Se creyó por muchos años que los insectos agricultores tendrían mucho trabajo deshierbando sus cultivos de este tipo de hongos parásitos, pero ahora se sabe que no es necesario. Sin embargo la acción de los zompopos es necesaria, el secreto del mantenimiento puro radica en que la saliva que mezcla a las hojas contiene un antibiótico que inhibe el crecimiento de hongos no comestibles por ellos, adicionándole además un probable promotor de crecimiento, para obtener un éxito adecuado. (2,3). Esto significa un reto para muchos de nosotros en cuanto a la demostración de acepcía que logran en sus cultivos.

La relación simbiótica se establece en la existencia obligada de ambos para el mantenimiento de la colonia. El zompopo procura el sustrato para el cultivo del hongo, logrando así algo que muchos individuos en la sociedad no han alcanzado, una eficiencia en la utilización de la energía, al procesar alimentos de baja calidad, obteniendo un derivado alimenticio de alta calidad que le proporciona vitaminas, minerales y demás sustancias necesarias para su alimentación, sin correr el riesgo de reducir su población al organizar expediciones de caza o amenazando a otros insectos. (3). A cambio, el hongo le otorga una sustancia llamada "Bromatia", la cual aparece solamente cuando los hongos son cultivados por los zompopos, las que se presentan en forma de pequeñas coliflores montañosas, siendo esto lo que comen los zompopos y no el propio micelio. (2). Ningún hongo cultivado por los zompopos ha producido nunca una seta, aunque ocasionalmente se levantan sombrillas gigantes en las troneras abandonadas (2).

La asociación entre zompopo y hongo es antigua y ha existido probablemente en forma idéntica a lo que hoy es, durante 40 millones de años. Por supuesto no tenemos pruebas de como se originó esta asociación, pero es probable que las hormigas fungívoras provengan de hormigas que recogen semillas. (2,3).

En realidad el proceso no es tan sencillo, esencialmente sin el zompopo el hongo no puede procesar el sustrato pues carece de la enzima que se lo permite, pero ésta se encuentra en las heces fecales del zompopo (6,8). Y el zompopo necesita de la sustancia que el hongo le proporciona. El eslabón se ha formado, ambos se necesitan para vivir, sin el cuidado y cultivo de los zompopos el hongo desaparece, y sin el hongo los zompopos mueren por inanición. Lo expresado por Odum se cumple: "UNA CADENA NO ES MAS FUERTE QUE EL MAS DEBIL. DE SUS ESLABONES" (6).

Conjuntamente con el zompopo conviven otros individuos pues su éxito en esta adaptación al lograr condiciones de humedad, temperatura, etc., adecuadas para la relación permite la presencia de algunos huéspedes, que conforman otros tipos de simbiosis en la tronera. (2).

HUESPEDES DE LOS ZOMPOPOS

El éxito de los zompopos en el suelo puede medirse por el hecho de que tienen muchos huéspedes (invitados o no invitados). Aunque sólo existen unas quince mil especies de hormigas en el mundo, tienen unos cinco mil tipos diferentes de acolitos o escoltas.

Un examen cuidadoso del nido de cualquier especie de hormigas revelará por lo menos uno y muy probablemente muchos, pues ningún hormiguero está completamente libre de huéspedes. (2).

Los zompopos en particular viven asediados por algunos huéspedes característicos. Un comensalismo se desarrolla, con algunas especies de ofidios, que depositan sus huevos en la huerta del hongo. Eligiendo este por ser prácticamente una incubadora, debido al clima favorable dentro de la tronera. Además los zompopos tratan a estos huevos como piedritas, cubriéndolas con tierra y manteniéndolos húmedos. Los ofidios nacen y abandonan el hormiguero, sin molestar a los zompopos, con lo cual se beneficia el ofidio dando incubación y protección a sus huevos, sin verse afectado el zompopo por tal actividad. Otro huésped del zompopo, para el cual las puertas siempre están abiertas es una pequeña cucaracha dorada, regordeta y ciega se encuentra sólo en las troneras de este tipo de zompopo. Su nombre es *Attaphila* (amiga de los *Atta*), establece un mutualismo con la casta guerrera de los zompopos al limpiarle las armaduras, lamiendo continuamente a los soldados, recogiendo las secreciones de la piel, con la cual se alimenta. El beneficio que se obtiene radica en la necesidad de los soldados (casta guerrera de los zompopos) de tener limpia sus armaduras para defensa de la colonia, y el beneficio de disfrutar de una existencia alegre, sin nada que temer la cucaracha *Attaphila*, al estar bajo la protección de los soldados. Su traslado de una tronera a otra, nos remonta a cuentos de la edad media, confía su futuro a la joven reina que establecerá la nueva colonia al partir del nido cuando se inicia la época lluviosa. Esta trepa sobre la reina aferrándose a las púas de su lomo, acompañándola en su vuelo nupcial, cópula y en la búsqueda de un lugar para vivir. Una vez encontrado y enterrada la reina, la *Attaphila* desmonta y de nuevo es "amiga de un hormiguero de *Atta*". (2).

MATERIALES Y METODOS

MATERIALES

- Caja de madera de 1,30 X 0,90 X 0,03 mts.
- Vidrios de 1,30 X 0,90 X 0,003 mts.
- Cajas para siembra de sustrato
- Recipientes de vidrio para transporte de colonia

METODOLOGIA

La construcción de la tronera artificial estuvo a cargo de los alumnos del curso de Ecología General de la Facultad de Agronomía, USAC, la cual se encuentra actualmente en el laboratorio destinado para el curso.

Una vez construido se llenó completamente de tierra, dejando en la parte superior, dos cámaras en lados opuestos con el objeto de simular la tronera en condiciones naturales. En estas cámaras se colocó tanto al hongo como a las crías.

Junto con la tronera se construyó una mesa portadora de cajas conteniendo suelo donde se sembró, chicha fuerte (*Oxalis* spp.) y donde se colocarán hojas de cítricos y rosas, así como pétalos de flores del último mencionado. Para poder instalar la colonia se procedió a hacer excavaciones alrededor de los montículos que se encontraban en la tronera en el campo, hasta encontrar el hongo y crías de la colonia. La instalación consistió en colocar tanto hongo como crías en ambas cámaras, sellando al final con una pasta de tierra toda la superficie.

RESULTADOS

La cámara de cultivo del hongo fue encontrada a una profundidad de 1,50 mts., la cual consistió en micelio, formando un césped en el piso, en el que se encontró gran cantidad de crías de la colonia en diferentes etapas de crecimiento.

Al hacer la excavación de la tronera se provocó un colapso en la misma, huyendo muchos de los habitantes de ella, con el fin de proteger a la reina y las crías. Una vez encontrado el hongo y crías se procedió a colocarlos en los recipientes de vidrio preparados para el efecto, haciéndose el traslado para la tronera artificial.

La población trasladada consistió en nodrizas y jardineras, las cuales son de tamaño pequeño simulando a hormigas comunes, y completamente ciegas. Asimismo, se trasladaron soldados pequeños y grandes como los llamados exploradores, pero en número menor que las anteriores hecho que ha dificultado el desarrollo normal de la tronera pues aún las caravanas buscadoras de hojas no están consistentes. Situación que se explica, como un mecanismo de protección a la colonia, debido al riesgo que representa dejar abandonada la misma.

Junto al micelio del hongo, fueron encontrados huevos de un ofidio, el cual sostiene una relación simbiótica de comensalismo con la zomopera. Estos fueron recolectados y transportados a la tronera artificial donde se colocaron con el hongo, en espera de su eclosión para identificar el género que habita esta zomopera.



Foto 1: Huevos de ofidio, encontrados en la tronera. Estos establecen un **COMENSALISMO** con los zompopos, el ofidio aprovecha las condiciones de clima que proporciona el hormiguero para un encubamiento adecuado, consiguiendo además protección contra el ataque de otros animales. En condiciones naturales, éstos eclosionan, y abandonan el nido sin afectar a los zompopos.

En el micelio el hongo junto a los soldados fue encontrada la cucaracha *Attaphila*, que se encuentra únicamente en las troneras de los zompopos cultivadores de hongos. Esta por falta de adaptación murió días después del traslado. La amiga de los zompopos *Attaphila* establece una relación mutualista con la casta guerrera al limpiar las armaduras de los soldados recogiendo las secreciones que usa como alimento, beneficiándose de esta manera, por otro lado los soldados quedan limpios y listos para la defensa del nido. Permiéndole a la cucaracha una feliz existencia al estar protegida por los soldados.

El traslado del hongo se hizo inmediatamente, por el efecto biocida de la luz solar. Para llevar a cabo la instalación se enterró en las cámaras preparadas, el micelio y crías, colocándose al final una pasta de suelo en la parte superior. Pocas horas después, los zompopos abrieron agujeros simples en la superficie y empezaron el traslado específico de hongo y crías a cámaras específicas, observándose al cabo de unos días en una de las cámaras sólo micelio y en la otra sólo crías.

Tres días después de la siembra, los túneles subterráneos se hicieron evidentes y la actividad más dinámica. Siete días después se empezó a observar la construcción del montículo que los caracteriza en la superficie del suelo. Siendo posible observar el traslado de crías por las nodrizas a las cámaras fungales para su alimentación.

La actividad en mayor parte sólo es posible observarse en la noche pero se espera que al nacer los nuevos soldados y exploradores, la actividad se normalice en el día. Este hecho es interesante mencionarlo pues está en juego la supervivencia de la colonia, al evitar ponerse en peligro. Es posible observar también nodrizas y jardieneras en la entrada principal de la zompocra las 24 horas cuidando la misma.

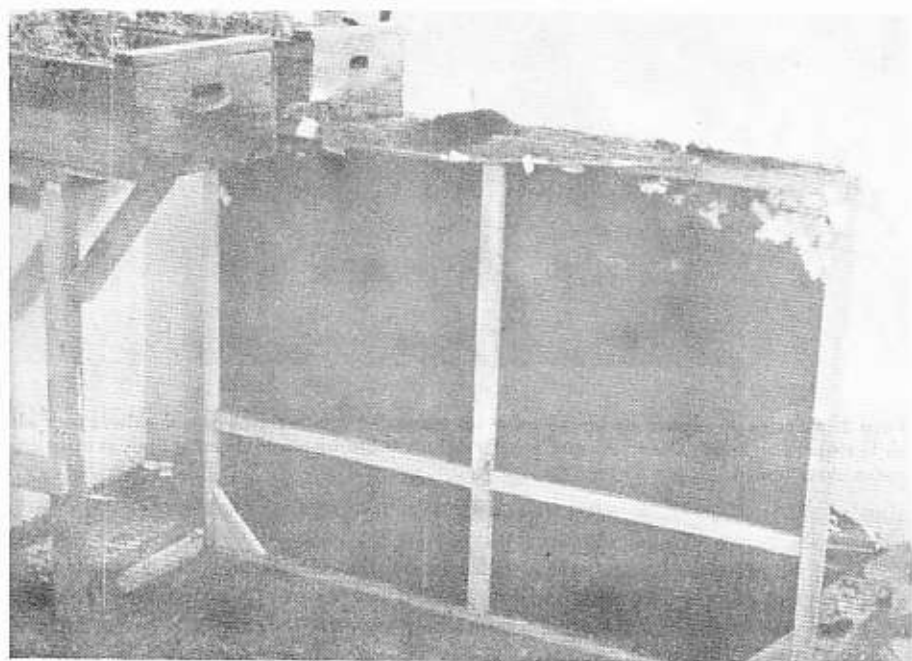


Foto 2: Muestra el diseño de la tronera artificial, y su estado siete días después de la siembra del hongo y castas de los zompopos, obsérvese el montículo construido. La actividad en la superficie casi es nula.

Quince días después es posible observar a través de diversas galerías que los zompopos han empezado a diseminar a través de éstas el hongo y se preparan para

su cultivo. Curioso resaltar un tipo de amontonamiento que realizan éstos alrededor del hongo, el cual presenta una apariencia algodonosa, de color blanquecino, en forma de pequeñas bolitas.

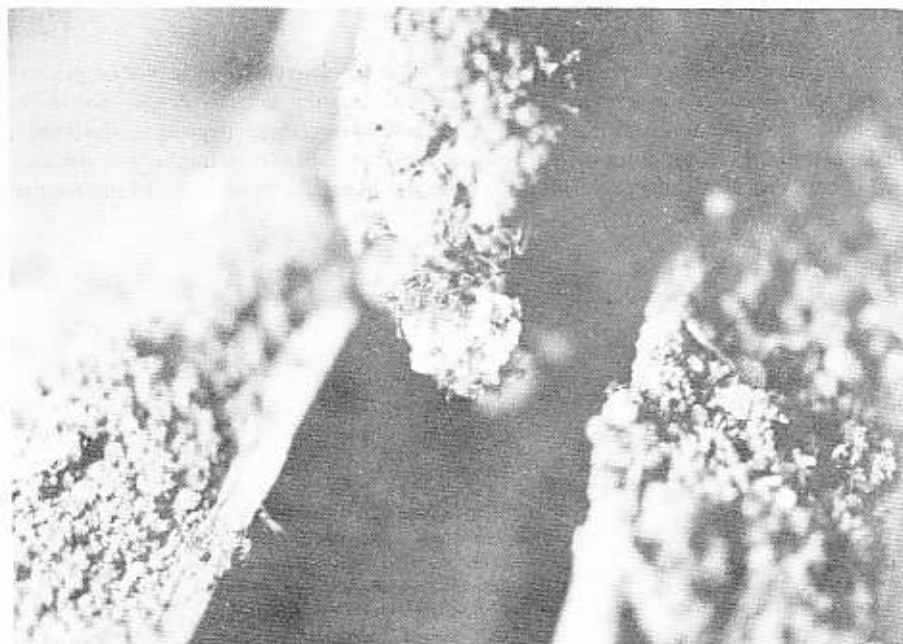


Foto 3: Muestra un pedazo de hongo sobre un trozo de tierra extraída de una galería formada en la tronera artificial. Obsérvese que a pesar del disturbio un grupo de zompopos se mantiene rodeando al hongo.

Actualmente se ha iniciado la recolección de material vegetal a las cajas destinadas para el efecto, las cuales han sido suplementadas con hojas y pétalos de rosal, sobre los que han mostrado una aparente selectividad. La actividad en las cajas se circunscribe al corte de pequeños trozos de vegetal por los zompopos, su ingreso a la tronera cargado con el vegetal que han preparado para el efecto. Una vez penetrado en la tronera, es posible observar el recorrido de la hoja a través de los túneles, hasta su colocación sobre el césped, como puede apreciarse en la fotografía:

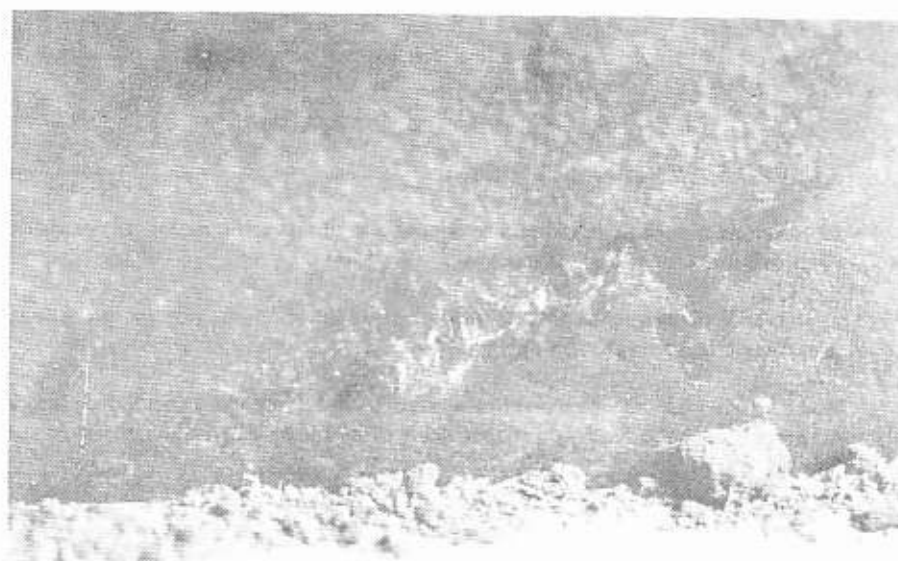


Foto 4: Muestra los céspedes formados por el hongo y el cuidado que realizan los zompopos, trasladando vegetal hacia donde éste se encuentra. Esta situación muestra el claro ejemplo del mutualismo entre el zompopo y el hongo, en la cual la dependencia es tal que sin la existencia de uno el otro desaparece. Finalmente se ha empezado a ver la construcción de otro montículo en las cercanías de las cajas de recolección.

DISCUSION DE RESULTADOS

El funcionamiento de la tronera está supeditado a las castas que en ella se encuentren en caso de faltar una se encarga de formarlas los miembros de la colonia; el problema radica cuando faltan nodrizas y la reina, pues no hay quien alimente las crías (llevándolas a la cámara fungal). El ciclo de simbiosis se observará mejor si se empieza con la reina alada permitiéndole establecer su colonia en la tronera artificial, pero el tiempo es un factor limitante, pues el desarrollo es lento. Al cabo de un año se tendrá el primer montículo, a diferencia del traslado de parte de la colonia, donde a los pocos días ya se tiene. El problema real radica en lograr obtener todos los miembros de las castas en cantidades significativas para que puedan lograr realizar eficientemente el trabajo de acondicionamiento y adaptación, esto es debido a que en determinado momento son escabullidos por tanto tunel que forma en las troneras en el campo. Una solución en el problema expuesto es la implantación de una reina de otra colonia, a diferencia de las hormigas abejas y avispa, los zompopos reciben hospitalariamente a las reinas cuando las condiciones son adecuadas para el implante.

Para finalizar se considera que la tronera está funcionando normalmente, en espera de su estabilidad, al nacer la nueva reina quien proporcionará fertilizante al hongo. (La enzima que necesita para desdoblar los residuos vegetales).

CONCLUSIONES

- El funcionamiento de la tronera se adapta a la observación de los tres casos de simbiosis mencionados.
- El tamaño es pequeño para la colonia que se formará, por lo que puede presentarse en crisis al cabo de algunos meses.
- Es necesario para su conservación el manejo del alimento, cantidad de luz, y mantener en oscuridad las partes del vidrio donde es posible observar sus labores.

BIBLIOGRAFIA

1. DAJOZ R., Tratado de Ecología, Edición Española Mundi-prensa, Madrid, 1974, 187 p.
2. FARB PETER. La Vida del suelo, Edit. H. OBBS sud-americana S. A. Argentina, 1959. 205 p.
3. —————. Los insectos, colección de la naturaleza de Time-Life, S. A., Lito Offset Latino, S. A. 1976, 164-165 pp.
4. GOETSCH WILHELM. The Ants, Copyright by the University of Michigan. 1957. 70-80 pp.
5. KEITH L. ANDREWS, PH D. Proyecto manejo integrado de plagas en Honduras, tratado cooperativo FAP/AID, con la colaboración del Ministerio de RRNN, 1984, 55-56 pp.
6. ODUM, EUGENE P. Ecología 3ed. Interamericana. México. 1972.
7. SUTTON, DAVID B & N. P. HARMON. Fundamentos de Ecología, 3ed. Limusa, México. 1980. 194-196 pp.
8. VAZ FERRERIRA, RAUL. Zoología, Secretaría General de la Organización de los Estados Americanos OEA, Washington, D. C. 1984. 74-75 pp.
9. ZUÑIGA C. BYRON M. Zompopo, su reconocimiento, Instructivo de laboratorio, curso Ecología General, Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 1986. 6 p.



LIBROS

CAFE Y CAMPESINOS EN GUATEMALA, 1853 - 1897.

Cambranes, Julio Castellanos

“Café y campesinos en Guatemala, 1853-1897” del Doctor en Historia Julio Castellanos Cambranes es una obra que se refiere a los antecedentes inmediatos y a las condiciones generales bajo las cuales se inicia la caficultura en Guatemala.

El título de la obra pretende subrayar no sólo el impacto económico y político que el cultivo comercial del café causó en la vida de las comunidades campesinas, sino también presenta a los hombres del campo como principales sujetos de la historia guatemalteca.

Otro de los aspectos importantes de la obra es la cantidad de información documentada que contiene acerca de nuestra historia agraria durante la Segunda mitad del siglo XIX, expuesta por sus principales protagonistas: los campesinos, los empresarios agrarios y las autoridades estatales.

La obra en mención es producto de la investigación acuciosa de quien en 1979 presentó a la Junta Directiva de la Facultad de Agronomía un proyecto de producción sobre los sistemas agrícolas existentes en Guatemala, el cual fue aceptado un año después por el Instituto de Investigaciones Agronómicas.

“MANUAL DE PRACTICAS DE FRUTICULTURA”

Leal Pinto, Freddy.,
Antoni S. Marfa Grazia.

“El manual de prácticas de Fruticultura” fue editado como ayuda suplementaria a las teorías y prácticas de esta materia en los cursos introductorios, a nivel de Pregrado, en las Escuelas de Agronomía y en los Institutos Tecnológicos y Vocacionales.

Los autores consideran que la obra puede contribuir a mejorar las habilidades de preparación de informes, notas, dibujos y gráficos de los estudiantes, a fin de facilitar su estudio, así como suministrar a los docentes un medio que les permita normalizar la enseñanza de los laboratorios.

Es, por tanto, una obra didáctica que sin duda contribuirá a mejorar las técnicas de enseñanza-aprendizaje para el estudio de la Fruticultura.

Además de sus diversas prácticas, el MANUAL contiene un glosario latinoamericano de la materia, bibliografías complementarias al texto teórico, numerosos dibujos técnicos y una amplia bibliografía general que es en sí misma auxilio didáctico y referencial.

Sus autores, son egresados de la Universidad Central de Venezuela con el grado de Ingenieros Agrónomos y trabajan activamente en la docencia y la investigación relacionada con la Fruticultura.

"ARROZ EN LOS TROPICOS"

Chandler, Roberto F.

"Arroz en los trópicos" es un volumen dedicado en su totalidad al arroz - alimento básico de la mitad de la población del mundo.

Fue escrito principalmente para quienes se dedican a formular políticas administrativas que pretenden aumentar la producción de arroz en los países tropicales y subtropicales. Pero también es de utilidad para los científicos especializados, pues contiene una descripción al día de la investigación y de la tecnología que conducen al aumento de los rendimientos.

La obra es de gran trascendencia pues se trata del primer volumen patrocinado por el International Agricultural Development Service -IADS- sobre un artículo de consumo de primera necesidad.

Su autor, el Doctor Robert F. Chandler, es actualmente Director Emérito del Instituto Internacional de Investigaciones en Arroz en Filipinas, para el que trabajó durante doce años y medio.

“CLIMATOLOGIA APLICADA”

Griffiths, John F.

“Climatología Aplicada” es una obra que pretende orientar a un mayor número de personas para que aprendan a vivir en correlación con el clima y, posiblemente, estimular a algunos para dedicar su talento a resolver los diversos problemas que presenta la ciencia de la Climatología.

La obra en mención es de gran importancia pues existen pocas publicaciones que cubren una rama específica de su campo de aplicación, por ejemplo, las dedicadas a la meteorología agrícola; pero ninguna abarca una amplia variedad de aplicaciones. Este libro se ha escrito para los sectores interesados en algunos de los múltiples problemas relacionados con el estado atmosférico.

La primera parte del texto se concentra en la climatología propiamente dicha, y explica la famosa clasificación de Köppen.

La segunda parte considera algunos aspectos en los que el clima tiene participación, como son el suelo, el cuerpo humano y la arquitectura, entre otros.

El objetivo fundamental del libro es de servir como texto introductorio, de tal manera que con la ayuda de las referencias bibliográficas, permitirá al lector buscar su propio camino hacia la especialización o la generalización.

BOLETIN DOCUMENTAL NUMERO UNO

El Boletín Documental Número 1 contiene información de 767 documentos producidos por diversas instituciones del país sobre temas agrícolas y afines, y que fueron editados durante el período 1975-1986.

La edición la realizó el Centro de Documentación e Información Agrícola —CEDIA— de la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, y en ella participaron; en el registro y análisis documental, Ana María de León de Specher y Silvia Patricia Murrallas Castro; con la colaboración de Aracelly Krisanda Mérida González. La coordinación estuvo a cargo de la Licenciada Olga Marina Ramírez Castañeda.

La impresión y edición de dicho boletín fue producido de las actividades del proyecto Centro Nacional AGRINTER—Guatemala, que bajo la responsabilidad del CEDIA se ha venido desarrollando con el apoyo económico del Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo.

BOLETIN ANALITICO DE PUBLICACIONES SERIADAS

Este documento de reciente edición contiene las más importantes publicaciones seriadas relacionadas con las ciencias agronómicas que se reciben en el Centro de Documentación e Información Agrícola.

La elaboración de la obra en mención la realizaron los documentalistas agrícolas del CEDIA así como también del Centro Nacional AGRINTER—Guatemala. En el registro y análisis participaron Luis Adolfo Morales Milián y Marie Storek Cermakova; en la revisión y asistencia técnica Silvia Patricia Murrallas Castro, y la coordinación estuvo a cargo de la Licenciada Olga Marina Ramírez Castañeda.

Esta obra es de gran importancia para los profesionales de las ciencias agronómicas, los estudiantes y todas aquellas personas que de una u otra forma realicen actividades de investigación o consulta agronómica, en virtud de que contiene información de 24 publicaciones editadas en español y que representan la opinión en materia de Agronomía de diversos países e instituciones.

Entre los títulos de publicaciones seleccionadas que contiene dicho boletín están: Revista Tikalia, Revista del Colegio de Ingenieros Agrónomos de Guatemala, Revista Mundial de Zootecnia, Revista Latinoamericana de Acuicultura, Comunicaciones del Instituto de Investigaciones Agrarias, Revista Cafetalera.

Con la edición de tan importante obra de consulta culmina el total de las actividades del Proyecto Centro Nacional AGRINER—Guatemala, el cual fue desarrollado por el Centro de Documentación e Información Agrícola gracias al financiamiento otorgado por el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo —CIID—.

Tesis Tesis

CARACTERIZACION AGROMORFOLOGICA Y BROMATOLOGICA DE 25 CULTIVARES DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) DEL NORTE Y NORORIENTE DE GUATEMALA, EN EL VALLE DE LA FRAGUA, ZACAPA, GUATEMALA

Tesis de grado realizada por Francisco Rolando López. La asesoría estuvo a cargo de los Ingenieros Agrónomos César Azurdia y Max González.

La yuca tiene importancia como fuente de energía en la alimentación humana y animal, así como su aprovechamiento en diferentes ramas de la industria, actualmente se cultiva en zonas marginales presentando problemas tales como, bajos rendimientos y susceptibilidad a plagas y enfermedades. Cualquier programa de mejoramiento que tienda a solucionar los problemas mencionados requiere del conocimiento exhaustivo de los materiales a utilizar, es por ello que para el presente trabajo se planteó como objetivo principal la caracterización agromorfológica y bromatológica; al mismo tiempo se conoce la variabilidad genética, el grado de similitud entre cultivares y la asociación entre caracteres observados.

El ensayo se condujo en la estación experimental El Oasis, Zacapa, y para la evaluación se aplicó un diseño látice cinco por cinco realizándosele su respectivo análisis de varianza, también se aplicaron técnicas de agrupación (prueba múltiple de medias y análisis de agrupamiento). Dentro de otras pruebas utilizadas están la correlación y el intervalo de confianza para la media.

De los resultados obtenidos se llegó a la conclusión de que existe variabilidad genética entre los cultivares observados tanto a nivel inter como intra cultivar, de acuerdo al análisis bromatológico el 96 por ciento de los cultivares observados sobrepasan el requerimiento mínimo de almidón como parámetro para la selección o mejoramiento, no se encontraron valores altos de asociación entre los caracteres medidos y de acuerdo a los objetivos y parámetros de un programa de mejoramiento los cinco cultivares más promisorios son: 405 y 409 procedentes de El Petén, 449 y 634 procedentes de Izabal y el 478 procedente de Alta Verapaz.

DETERMINACION DEL NIVEL CRITICO DE FOSFORO CON DOS METODOLOGIAS DE EXTRACCION, EN LAS SERIES DE SUELOS TEMPISQUE Y SINANEQUE, LA FRAGUA, ZACAPA

Tesis de grado realizada por Rony Espinoza N. La asesoría estuvo a cargo del Ing. Agr. José Chonay P.

Entre los elementos nutritivos el fósforo en los suelos de Guatemala es deficiente en la mayor parte del país. Además, se carece de información básica para efectuar recomendaciones de nutrientes como el fósforo, éste es muy estable y presenta problemas de fijación que limita su disponibilidad para las plantas.

Las metodologías de extracción de fósforo: Carolina del Norte y Olsen Modificado, predicen la respuesta de aplicación de fósforo en las series: Tempisque y Sinaneque y se pueden usar indistintamente, se debe considerar los niveles y rangos críticos.

Para la serie Tempisque, el nivel y rango crítico de fósforo en ppm es: Con la metodología de Carolina del Norte, el nivel crítico es de 13 y el rango crítico es de 10 a 16. Con la metodología de Olsen Modificado, el nivel crítico es de 3,4 y el rango crítico es de 2,8 a 4.

Para la serie Sinaneque, el nivel y rango crítico de fósforo en ppm es: con la metodología de Carolina del Norte, el nivel crítico es de 25 y el rango crítico es de 23 a 28. Con la metodología de Olsen Modificado, el nivel crítico es de 3,45 y el rango crítico es de 3 a 3,5.

**EVALUACION DEL CONTROL QUIMICO DEL TIZON TARDIO
(*Phytophthora infestans* De Bary) EN PAPA (*Solanum tuberosum*)
EN DOS LOCALIDADES DEL DEPARTAMENTO
DE CHIMALTENANGO**

Tesis de grado realizada por Elizardo Cali Bala. La asesoría estuvo a cargo del Ing. Agr. Amílcar Gutiérrez A.

El cultivo de papa es de mucha importancia para los agricultores de las zonas productoras de papa de Guatemala, por sus rendimientos y rentabilidad aceptables, además es muy nutritivo y puede estar al alcance del consumidor de bajos recursos económicos. Lamentablemente se obtienen rendimientos bajos en el cultivo de este producto debido a diversas causas, principalmente a la enfermedad tizón tardío o argeño como se le conoce comunmente causado por el hongo *Phytophthora infestans* De Bary.

La evaluación de medios de control, principalmente el control químico que es el más utilizado, puede contribuir a encontrar soluciones a este problema.

Un objetivo de este trabajo fue evaluar la efectividad de seis fungicidas solos y alternados a diferentes intervalos de aplicación en el control de tizón tardío y asimismo, cuál ofrecía los mejores beneficios económicos. El otro objetivo fue establecer correlaciones entre condiciones climáticas y severidad de la enfermedad.

Esta evaluación se realizó en dos localidades del departamento de Chimaltenango; Tecpán G. y Chimaltenango; utilizando papa de la variedad Ioman, cinco fungicidas de tipo comercial, siendo estos: Fetinacetato, Benalaxil, Metalaxil, Cupromancozeb, Mancozeb y Trioxisulfato de Cobre, a razón de 1.5 Kg/Ha, utilizando diferentes intervalos de aplicación.

Los tratamientos se distribuyeron en forma de bloques al azar, siendo el total de tratamientos 12 con cuatro repeticiones para cada localidad. Las variables respuestas fueron: a) infección en hojas; b) infección en brotes; c) infección en tallos y d) rendimiento.

Se observó que en la localidad de Tecpán G., *P. infestans* se presentó a los 15 días de sembrada la papa. Por el contrario en Chimaltenango, se presentó después de los 30 días de la siembra pero mucho más virulento. Las condiciones climáticas en ambas localidades se mostraron casi constantes sin muchas alteraciones.

Al finalizar el período experimental, el tratamiento con Mancozeb resultó ser el más efectivo en el control de tizón tardío y así también el que mejores beneficios económicos proporcionó en las dos localidades, con intervalo de aplicación de ocho días. Los tratamientos con Fetinacetato + Mancozeb y Fetinacetato sólo, mostraron un aceptable control, así como beneficios económicos altos en ambas localidades. El resto de tratamientos, a excepción del testigo mostraron cierta efectividad y beneficios económicos bajos y como se esperaba el tratamiento testigo mostró una alta infección de tizón tardío y ningún beneficio económico, por lo que es absolutamente necesario controlar esta enfermedad.

En cuanto a la correlación del clima y la severidad de la enfermedad, se pudo observar de acuerdo a los análisis de correlación muy poca correlación entre ambos.

EVALUACION DEL COMPORTAMIENTO DE SOYA
(*Glycine max* L.) VARIEDAD WILLIAM 82 A LA INOCULACION
DE TRES CEPAS *Derhizobium japonicum* BAJO DOS NIVELES
DE FOSFORO Y POTASIO

Tesis de grado realizada por Edgar A. Tzi Tziboy. La asesoría estuvo a cargo del Ing. Agr. Rolando Aguilera.

El estudio del sistema simbiótico *Rhizobium*-leguminosa es interesante debido a que es una forma natural por medio de la cual la leguminosa obtiene nitrógeno, vital para sus necesidades, y la bacteria hace uso de los alimentos elaborados por la planta.

El presente estudio se ha efectuado con el fin de establecer los efectos de diferentes cepas de *Rhizobium* en la fijación simbiótica de nitrógeno atmosférico expresadas en características de nodulación y rendimiento de grano; para ello se seleccionó un área de la finca Cuyuta, propiedad del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, localizada en la aldea del mismo nombre del municipio de Masagua, departamento de Escuintla.

Los tratamientos evaluados fueron básicamente 5, constando cada uno con 2 niveles de fertilización. Dichos tratamientos fueron: evaluación de las cepas Ciat 51, Ciat 4, una mezcla de cepas de la casa Nitragin y la bacteria del suelo, comparadas todas con la aplicación de 100 Kg/ha de nitrógeno; los dos niveles a los que fueron sometidos dichos tratamientos fueron 0 y 100 Kg/ha de fósforo y potasio. El diseño utilizado fue en Bloques al Azar con arreglo factorial 5×2 , con 3 repeticiones.

Los parámetros utilizados para evaluar los efectos de la inoculación fueron: rendimiento de grano, peso materia seca de planta, peso y número de nódulos.

Al hacer el análisis estadístico y la interpretación de resultados se encontró que las cepas de rhizobios del inoculante de la casa Nitragin mostraron las mejores características de nodulación y rendimiento de grano. Esto demuestra que existió

mayor especificidad entre las cepas de este inóculo y la variedad de soya William 82 y aún más, que estas cepas pueden independizar totalmente a la planta de la aplicación de nitrógeno inorgánico.

Fue observado también que la aplicación de fósforo y potasio y en niveles de 100 Kg/Ha cada uno, causaron un buen desarrollo vegetativo, superior al nivel de 0 Kg/Ha, pero el mismo no superó los rendimientos de nodulación y producción de grano, lo que presupone que se debió a un crecimiento vicioso de la planta que limitó las fuentes de energía para la formación de nódulos y formación de granos.

Por otro lado se confirmó el hecho ya observado en otras investigaciones, que cuando el nitrógeno se aplica en muy altas cantidades disminuye y/o limita la formación nodular.

EVENTOS

“SEMINARIO TALLER SOBRE CIENCIA DE LAS MALEZAS” CATIE/MIP (Antigua Guatemala, 3-8 de agosto de 1986).

Se llevó a cabo con la participación de 30 funcionarios guatemaltecos y técnicos del MIP/CATIE, relacionados con aspectos de investigación en malezas, ecología, toxicología, producción agrícola y comercialización de herbicidas en la región.

Se presentaron 26 ponencias que están siendo reproducidas en las memorias del evento en el cual estuvieron representados las siguientes instituciones: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Universidad de San Carlos de Guatemala, Universidad Rafael Landívar, Instituto Técnico de Agricultura, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Dirección de Servicios Agrícolas, CIBA GEIGY S.A., Monsanto de Guatemala, Cyanamid Inla, Química Hoechst de Guatemala S.A., Pantaleón S.A. y la Gremial de Productores de Agroquímicos de Guatemala.

Por la Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos participaron los Ingenieros Agrónomos, César Azurdía, Rolando Aguilera y Manuel de J. Martínez.

**SEMINARIO TALLER SOBRE METODOS PARA ESTIMAR
PERDIDAS EN LOS CULTIVOS”
CATIE/MIP (Guatemala, 10-14 de noviembre de 1986)**

El evento reunió a funcionarios representantes de los países de Centro América y Panamá, así como especialistas del proyecto MIP/CATIE. Fueron presentadas y discutidas 25 ponencias sobre aspectos de economía del manejo integrado de plagas, fitopatología, entomología y malezas, enfatizando sobre los métodos para evaluar las pérdidas que estos agentes causan a los cultivos.

Las entidades representadas en este seminario fueron: Centro Agronómico Tropical de Investigación y enseñanza, Universidad de San Carlos de Guatemala, Asociación Guatemalteca de Manejo Integrado de Plagas, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, Universidad del Valle y el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación. Las memorias del evento están siendo reproducidas por el CATIE/MIP.

La Facultad de Agronomía de la USAC, estuvo representada por los Ing. Agr. Edil R. Rodríguez, Alvaro Hernández y Manuel de J. Martínez.

contenido

Estudio de crecimiento y rendimiento de *Pinus maximiliani* H. F. Moore, en Cobán, Alta Verapaz

*Oscar Manuel Núñez Saravia
Luis Fernando Ortiz Castillo*

La Ingeniería Genética y sus perspectivas en el mejoramiento de la productividad agrícola

Antonio Sandoval S.

Evaluación de la capacidad de fijación de fósforo a través de la isoterma de Langmuir de tres suelos de Guatemala

*Fredy Milán
Edgar Martínez Tambito
Marco Tulio Aceituno*

La producción y el consumo de maíz en Guatemala, proyecciones en el largo plazo

Ariel A. Ortiz López

Principales malezas de Guatemala

*Manuel de Jesús Martínez Orville
César Augusto Azurdia Pérez
Felipe Jerónimo Manuel*

Sistema de referencia entomológico computarizado

*Luis M. Reyes C.
Alvaro Hernández*

Caracterización de los recursos naturales renovables de la sub-cuenca del río Pensativo

Claudio Rafael Cabrera Gaillard

Estudio de las relaciones del zompopo cultivador (*Atta spp*) y el hongo *Rhizites gongylophora* y dos relaciones que se establecen como consecuencia de la misma

Byron Manuel Zúñiga C.

LIBROS

TESIS

EVENTOS