



Secretaría de Recursos Naturales de Honduras



**PROGRAMA COOPERATIVO CENTROA-  
MERICANO PARA MEJORAMIENTO DE  
CULTIVOS Y ANIMALES.**

**PCCMCA  
XXXV Reunión Anual**

**Memoria**

**Volumen III  
Mesa de Maíz**

**San Pedro Sula, Honduras, 1989.**

## PRESENTACION

Del 3 al 7 de Abril de 1989, la ciudad de San Pedro Sula en el Departamento de Cortés, Honduras, fue escenario de la XXXV Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales (PCCMCA).

En dicha reunión, la cual se realiza en forma rotativa en los países miembros del PCCMCA, participaron científicos y técnicos agropecuarios del área centroamericana y del Caribe así como de México, Colombia y Estados Unidos de Norteamérica

El Comité Organizador de la XXXV Reunión Anual del PCCMCA y la Secretaría de Recursos Naturales, principal patrocinador del evento, presentan con mucha satisfacción esta Memoria en la cual se incluyen conferencias, paneles y trabajos técnicos que durante el transcurso de la reunión fueron ofrecidos por los participantes.

La información aquí incluida indudablemente vendrá a acrecentar el conocimiento tecnológico que en materia agropecuaria se desarrolla en el área, sin embargo, el interés que debe de privar en los lectores y usuarios de esta memoria, es que esa tecnología, sea transferida a fin de implementar en las fincas de los agricultores las innovaciones tecnológicas que demanda el incremento sostenido de la producción y productividad agropecuarias.

El Comité Organizador agradece a todos sus miembros por el esfuerzo realizado en la organización y desarrollo de dicha reunión, especialmente a los Ings. Feliciano Paz y F. Omar Osorio y su equipo secretarial Luz Marina Alvarado y Angela Rosario Donaire por su intenso trabajo en la edición y publicación de esta memoria.

Comité Organizador  
XXXV Reunión Anual PCCMCA



## CONTENIDO DE LOS VOLUMENES

<b>Volumen I</b>	Mesa de Leguminosas
<b>Volumen II</b>	Mesa de Recursos Fitogenéticos Mesa de Arroz Mesa de Horticultura
<b>Volumen III</b>	Mesa de Maíz
<b>Volumen IV</b>	Mesa de Producción Animal Mesa de Semillas Mesa de Sorgo



## TABLA DE CONTENIDO

DETERMINACION DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE LINEAS DE MAIZ ( <i>Zea mays</i> L.) DE GRANO BLANCO, EVALUADAS EN DOS LOCALIDADES DE GUATEMALA 1988	565
AVANCES EN EL MEJORAMIENTO POR RETROCRUZAMIENTO PARA COBERTURA DE MAZORCA EN LA VARIEDAD DE MAIZ NB-6	572
EFFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL E IDENTIFICACION DE HIBRIDOS TRIPLES DE MAIZ DE GRANO AMARILLO, CENTRO AMERICA, PANAMA Y EL CARIBE 1988	580
EFFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA DE LINEAS ENDOGAMICAS Y PREDICCIÓN DE HIBRIDOS DE MAIZ DE ALTA CALIDAD DE PROTEINA. GUATEMALA 1988	588
DETERMINACION DE LA APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE LINEAS ENDOGAMICAS Y SU EFECTO EN LA FORMACION DE NUEVOS HIBRIDOS TRIPLES DE MAIZ ( <i>Zea mays</i> L.) CENTRO AMERICA 1988	594
AVANCES EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO PARA RESISTENCIA AL ACHAPARRAMIENTO EN DOS POBLACIONES DE MAIZ (22 y 73)	602
PROGRAMA DE FORMACION DE HIBRIDOS DE CALIDAD PROTEINICA	611
LA IMPORTANCIA DEL INTERVALO DE LA FLORACION EN EL MEJORAMIENTO PARA LA RESISTENCIA A SEQUIA EN MAIZ	622
CAMBIOS EN LA POBLACION TUXPEÑO SEQUIA DESPUES DE OCHO CICLOS DE MEJORAMIENTO PARA RESISTENCIA A SEQUIA	634
AVANCES DEL PROYECTO COLABORATIVO REGIONAL DE MEJORAMIENTO INTEGRAL PARA COBERTURA. PUDRICION DE MAZORCA Y RENDIMIENTO DE MAIZ. COSTA RICA. 1988.	646
EVALUACION DE HIBRIDOS DOBLES Y TRIPLES DE MAIZ EN OCHO LOCALIDADES DE COSTA RICA	658
EVALUACION DE LINEAS S1 DE MAIZ PROVENIENTES DE LAS POBLACIONES 28 Y 36 DEL CIMMYT RESISTENTES AL ACHAPARRAMIENTO CICLO SEGUNDO ( <i>Zea mays</i> L.)	665
COMPROBACION VARIETADES DE MAICES PRECOCES Y TOLERANTES A SEQUIA EN LA ZONA SUR ORIENTAL DE HONDURAS	677
EVALUACION DE HIBRIDOS Y VARIETADES COMERCIALES Y PROMISORIAS DE MAIZ EN 6 LOCALIDADES DE PANAMA, PANAMA, 1988B.	681
EVALUACION DE HIBRIDOS AMARILLOS SUPERIORES EN 15 LOCALIDADES DE HONDURAS	690
EFFECTO DEL Ca Y S EN EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL EN LADERA ANTE UN NIVEL DE N Y P2O5, EL SALVADOR.	695

EVALUACION DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL CULTIVAR CRIOLLO "CALILLO" (SUR DE SONA 1987-1988).	709
ENSAYO EXPLORATORIO DE METODOS E INTERACCIONES DE ELEMENTOS EN LA APLICACION DE FERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE MAIZ1	713
INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES DE FERTILIZANTES QUIMICOS, ENMIENDAS AGRICOLAS (CAL Y GALLINAZA) SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ EN EL ALTIPLANO DE INTIBUCA 1988.	726
EVALUACION DE EPOCAS DE SIEMBRA DEL FRIJOL DE ABONO ( <i>Mucuna</i> spp.) CUANDO ASOCIADO AL MAIZ ( <i>Zea mays</i> L.), EN LA REGION DE SANTA BARBARA	735
DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS E INTERVALOS DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE MAIZ ( <i>Zea mays</i> ), H-27, CEDA, COMAYAGUA, Marzo-Junio 1988, CICLO II".	740
EFECTO DE LOS BARRENADORES DEL TALLO EN EL PORCENTAJE DE ACAME DEL MAIZ Y SU RELACION CON EL TIPO DE LABRANZA	742
COMPORTAMIENTO DEL MAIZ ( <i>Zea mays</i> L.) CRIOLLO CON Y SIN LABRANZA Y TRES NIVELES DE FERTILIZACION SOBRE RESTOS DE FRIJOL DE ABONO ( <i>Mucuna</i> spp.) EN LA REGION DE OCCIDENTE.	745
EVALUACION DEL SISTEMA DE DOBLE SURCO CON VARIEDADES PRECOCES DE MAIZ ( <i>Zea mays</i> L.) Y CULTIVO INTERCALADO DE FRIJOL EJOTERO ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.), Guatemala, 1988.	754
EVALUACION DE DOS TIPOS DE LABRANZA EN EL SISTEMA MAIZ Y FRIJOL EN RELEVO	764
EFECTO DE LA LABRANZA EN LAS POBLACIONES DE BABOSA ( <i>Sarasinula plebeia</i> Fischer) Y GALLINAZA CIEGA ( <i>Phyllophaga</i> spp.) EN MAIZ Y FRIJOL EN RELEVO	775
EVALUACION DE LAS PERDIDAS POSTPRODUCCION EN MAIZ EN EL AREA DE INFLUENCIA DE LA AGENCIA DE EXTENSION DE SIGUATEPEQUE	781
EFECTO DE GALLINAZA CIEGA ( <i>Phyllophaga elenans</i> Saylor) EN LOS CULTIVOS DE MAIZ ( <i>Zea mays</i> L.) Y FRIJOL ( <i>Phaseolus vulgaris</i> L.)	792
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE MAIZ	799
MANEJO DE MALEZAS EN MAIZ CON LEGUMINOSAS DE COBERTURA Y SU EFECTO EN LA DINAMICA POBLACIONAL DE PLAGAS	806
TABLAS DE VIDA PARA EVALUAR PERDIDAS EN EL CULTIVO DE MAIZ ( <i>Zea Mays</i> L.)	817
DETERMINACION DE PERDIDAS CAUSADAS POR <i>Listronotus dietrichi</i> St. EN EL CULTIVO DEL MAIZ ( <i>Zea mays</i> ).	822

EVALUACION DE DAÑO DE INSECTOS DE SUELO Y FORMA DE APLICACION DE INSECTICIDAS1	828
EVALUACION DE LA INCIDENCIA DE PUDRICION DE MAZORCAS, EN CINCO VARIETADES CRIOLLAS DE MAIZ EN HONDURAS.	837
AUMENTO DEL CONTROL DE MALEZAS CON ATRAZINA EN POSTEMERGENCIA, USANDO ADITIVOS	841
DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE <i>Diplodia</i> spp. EN EL CULTIVO DEL MAIZ EN LA ZONA SUR ORIENTAL DE HONDURAS	846
EL ENFOQUE SOCIOECONOMICO DE LA POSTPRODUCCION EN MAIZ PARA INDUCIR EL CAMBIO TECNOLOGICO CON PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES	851
UNA EXPERIENCIA DE CREDITO AGROPECUARIO EN EL CENTRO AGRICOLA CANTONAL DE PURISCAL	860
<u>PANEL</u>	
ESTUDIO SOBRE AGRICULTURA MIGRATORIA EN LA ZONA DE GUAJIQUIRO/OPATORO	866



**Mesa de  
Maíz**



DETERMINACION DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE LINEAS DE MAIZ (*Zea mays* L.) DE GRANO BLANCO, EVALUADAS EN DOS LOCALIDADES DE GUATEMALA 1988

Nery Soto León\*, Eduardo Landaverri\*\*, Carlos Pérez Rodas\*\* y Luis Larios Bobadilla\*\*

RESUMEN

La diversidad genética y la habilidad combinatoria de germoplasma, así como el tipo de probador que pueda en mejor forma discriminar dicho germoplasma, es el éxito de estructurar híbridos con alto potencial de rendimiento y características agronómicas.

La investigación que se reporta en este estudio se realizó en 1988 en dos localidades del Mega Ambiente, que se conoce como zona tropical baja de Guatemala. El objetivo de esta investigación fue determinar la aptitud combinatoria general (ACG) e identificar el probador que menos interaccione con líneas de maíz de grano blanco.

Los resultados mostraron que los ambientes fueron contrastantes, siendo la localidad de San Jerónimo la que expresó el mayor rendimiento, de 7.3 t/ha, y a través de localidades, los mestizos obtuvieron una media de 6.4 t/ha.

Los 10 cruces mestizos seleccionados alcanzaron rendimientos de 6.5 a 7.0 t/ha y una ACG positiva de 0.2 a 0.7 t/ha, donde en cruces dirigidas de las líneas 86 y 80 con el probador 43-464...X 43-68, se obtuvieron rendimientos de 8.2 y 7.7 t/ha, siendo estos los mayores; estos resultados son confiables por su alto grado de endogamia en que se encuentran tanto las líneas (S5) como el probador (S3); notándose también que las líneas 86, 80, 71, 81 y 75 cruzadas a través de siete probadores obtuvieron rendimientos arriba de 6.0 t/ha.

Un resultado relevante lo constituyó el hecho de que existió alta significancia entre probadores, lográndose encontrar el probador que mejor discriminó a las líneas, siendo la cruce simple 43-46...X 43-68..., que a nivel de correlación simple fue significativo ( $r=0.82$ ) indicándonos que existió correlación entre el probador y las líneas, con un rendimiento medio a través de mestizos de 6.6 t/ha.

INTRODUCCION

El incremento de semilla híbrida y su producción comercial, ha alcanzado niveles que requiere que año tras año se investigue para generar nuevas variedades híbridas, lo cual conduce al fitomejorador a poner en práctica todos los pasos necesarios para el desarrollo de las mismas.

El programa de maíz del Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícolas (ICTA), ha venido desarrollando un proyecto de formación de híbridos (no

\* Coordinador Programa de Maíz, ICTA; \*\* Técnicos Programa de Maíz, ICTA, Guatemala.

convencionales y convencionales), siempre con el objeto de obtener genotipos que superen a las variedades ya existentes en el mercado.

La Aptitud combinatoria general (ACG), es un paso que el fitogenetista emplea para poder discriminar germoplasma por su habilidad combinatoria y ser utilizadas posteriormente en combinaciones híbridas.

El presente trabajo consistió en evaluar el potencial de rendimiento características agronómicas de cruces mestizos de un grupo de líneas con alto grado de endocria (S5) dentro de un grupo de siete probadores de grano blanco, realizándose esta evaluación en dos localidades del MegaAmbiente del trópico bajo, dentro la zona tropical baja de Guatemala, en los departamentos de Baja Verapaz (San Jerónimo) y Escuintla (Cuyuta) entre los 40 a 1000 metros sobre el nivel del mar (msnm). Teniendo como objetivo determinar los efectos de ACG e identificar el probador que menos interaccione con las líneas de maíz.

#### REVISION DE LITERATURA

La prueba de aptitud combinatoria y su importancia en la mejora de plantas, es un método donde se pueden evaluar líneas o familias mejoradas provenientes de poblaciones de amplia base genética, siendo útil para comparar el comportamiento de líneas o familias en futuras combinaciones híbridas.

Como resultado de investigaciones básicas efectuadas en maíz, Kalton y Leffel (1955) desarrollaron el concepto de aptitud combinatoria y su importancia en la mejora de plantas, agregando también que en especies alógamas en las que el objetivo final es la obtención de una variedad superior, mucha de la investigación se ha concentrado en estudios de aptitud combinatoria (9).

Sprage y Tatum citados por Dardón (2) definen el concepto de ACG como "El comportamiento promedio de una línea endocriada en una serie de cruces en la cual intervino".

Falconer (3) define la ACG de una línea como el valor medio de las F1'S de sus cruces con otras líneas.

Según Rojas y Sprage (1952) citados por Violic (9) la ACG en maíz, es relativamente más estable en localidades y años que la aptitud combinatoria específica (ACE), indicando que los efectos no aditivos fueron más influenciados por el medio ambiente que los aditivos en un grupo seleccionados de líneas.

Córdova et al (1) trabajaron con hermanos completos y líneas desarrolladas con endogamia lenta, concluyendo que las familias de hermanos completos mostraron valores más altos de ACG que las líneas con endogamia lenta.

En Guatemala se condujeron el 1985, 2 ensayos de evaluación de mestizos con líneas S3 derivadas de familias de hermanos completos de grano blanco y amarillo de distintas poblaciones, donde las líneas de la población 22 expresaron los mayores valores de ACG.

Jenkins (1940) (9) estudió la ACG en cruzamientos de ocho líneas que habían sido autofecundadas durante ocho generaciones, concluyendo que la aptitud se fija temprano en el proceso de autofecundación y que este tiene poca influencia sobre la aptitud combinatoria.

Rojas y Sprage (1952) (9) afirman que el valor de una línea pura en la producción comercial de híbridos de maíz, esta determinada por dos factores: a) características de la línea misma respecto a la aptitud combinatoria, producción de polen, resistencia a enfermedades, etc., y b) la conducta de la línea en combinaciones híbridas.

El criterio que existe respecto al tipo de probador más adecuado, para evaluar líneas endocriadas en combinaciones híbridas, es que no debe interaccionar con las líneas a evaluar, por lo tanto, los probadores deben seleccionarse por su capacidad para determinar cuales líneas se combinan bien con otras líneas. Pueden citarse varios tipos de probadores como: probador de amplia base genética, probador de bajo rendimiento (línea recesiva); más de un probador y el probador no emparentado (8).

Según Foey et al (7) el probador es una variedad de polinización libre, una crusa simple o una línea endogámica. Pehlman (6) indica que el probador con anterioridad era una variedad de polinización libre. Mientras que muchos investigadores han demostrado que el probador más seguro es la variedad donde se han originado las líneas (7).

Puede decirse que el uso de probadores queda a criterio del mejorador, ya que por la reducción de vigor que presentan las líneas endocriadas se hace difícil la evaluación en ensayos de rendimiento como tales, siendo necesario el uso de probadores para eliminar líneas que no presenten buena ACG para su evaluación posterior en combinaciones híbridas.

#### MATERIALES Y METODOS

El material genético utilizado fueron 22 líneas de grano blanco con alto grado de homocigosis (S5) de diferente origen germoplásmico, que fueron cruzadas con 7 probadores diferentes, siendo los mismos: 5 cruza simples, 1 variedad sintética y 1 línea (S3), cuya genealogía es la siguiente: GB-39XGB-37, GB-39XGB-13; 43-46...XGB-12, 43-46...X43-68...; SINTEGICO B-1 Y GB-39. Llevándose a cabo los cruzamientos en el Centro Experimental "Cuyuta" que pertenece a ICTA en 1988-A, para que fueran evaluados en 1988-B; conformándose un ensayo para 2 localidades utilizándose el siguiente diseño experimental:

DISEÑO	PARCELA GRANDE	PARCELA CHICA	REPET.	LOCALIDADES
Bloques al Azar (en parcelas divididas)	22	7	2	2

Con los datos obtenidos de rendimiento al 15% de humedad, se realizó el análisis de varianza por localidad y a través de localidades, estimación de ACG, así como las interacciones de línea por probador y prueba de medias.

Las localidades donde se evaluaron los mestizos fueron: Cuyuta y San Jerónimo, ubicadas entre 40-1000 msnm, dentro de la zona tropical baja de Guatemala. Para la conducción de dicha evaluación se utilizó una parcela neta (igual a la bruta) de 1 surco de 5.5 metros (m) de largo por cada tratamiento, el distanciamiento fue de 0.75 m entre surco y 0.5 m entre postura de 2 plantas; equivalente a una densidad de 50,000 plantas por hectárea. El control agronómico se llevó a cabo dependiendo de las necesidades de cada localidad, con una fertilización de 100-40-0 kg/ha de N-P-K.

La información obtenida de esta evaluación fue todo lo referente a características agronómicas como: días a flor femenina, altura de planta y mazorca; porcentaje de acame de mazorcas podridas y descubiertas, peso de grano al 15% de humedad y el aspecto fitosanitario de las principales enfermedades de la región.

El comportamiento medio de los probadores en la localidad de San Jerónimo se muestra en la Figura 2 donde los probadores GB-39 X GB-37 y 43-46...X 43-68..., obtuvieron los mayores rendimientos con 7.98 y 7.91 t/ha respectivamente a través de las líneas.

Aunque los ambientes fueron contrastantes, en la Figura 3, se nota que el probador que mejor discriminó a las líneas fue la cruz simple 43-46...X 43-68..., obteniendo una media de rendimiento a través de las líneas de 6.61 t/ha, siguiendo la cruz simple GB-39 X GB-37 con 6.48 t/ha.

Estadísticamente, solo el probador GB-39 no fue similar a los otros probadores, notándose con esto que se podría utilizar cualquiera de los otros probadores restantes, en la Figura 4, se observa el comportamiento de las 10 mejores líneas, a través de todos los probadores, donde la cruz simple 43-46...X 43-68..., obtuvo los valores más altos a nivel de regresión y estadísticamente significativo a nivel de correlaciones simple donde  $r=0.82$ .

En general, se puede inferir que se encontraron líneas con buena ACG que pasarán a formar parte del vivero de líneas avanzadas del programa de maíz de ICTA; encontrándose también que uno de los probadores que se puede utilizar en el futuro para discriminar líneas, se la cruz simple 43-46...X 43-68...



Cuadro 4. Medias de rendimiento y estimación de ACG (t/ha) de líneas de grano blanco de maíz, a través de siete probadores a nivel de combinado en dos localidades de Guatemala 1988.

Entrada	Rendimiento en t/ha						GB	X	ACG
	Probadores								
GB-39	GB-39	43-46..	43-46..	43-68..	SIN				
X	X	X	X	X					
CUY.88A	GB-37	GB-13	GB-12	43-68..	GB-13	B-1	39	GRAL	
86	6.1	6.0	7.3	8.2	7.1	7.6	6.9	7.0 0.6	
80	7.4	6.8	6.6	7.7	7.1	6.3	6.9	7.0 0.6	
71	6.9	7.2	6.5	6.8	7.0	6.7	6.5	6.8 0.4	
67	6.8	5.6	6.9	7.0	6.6	6.8	7.0	6.7 0.3	
75	6.8	6.4	6.7	6.5	6.8	6.5	6.6	6.6 0.2	
76	6.1	6.2	7.1	6.9	6.3	6.8	6.6	6.6 0.2	
69	6.7	6.6	6.8	6.7	6.0	6.6	5.2	6.4 0.0	
85	6.1	4.9	5.8	5.8	4.9	6.2	5.9	5.6 0.7	
X MEST.	6.5	6.3	6.4	6.6	6.4	6.5	5.8		
X PROB.	8.0	7.7	6.2	6.0	6.0	6.0	1.4		
X MIN.MEST.								6.7	
X GRAL.MEST.								6.3	
TESTIGOS									
HE-121								6.7	
HE-83								6.0	

Cuadro 5. Características agronómicas del análisis combinado de los mejores mestizos de maíz de grano blanco, evaluados en 2 localidades de Guatemala, 1988.

Entrada	Rend. t/ha	Características			% Mazorcas	
		Días Flor	Altura (cm)		Desc.	Pod.
Cuy.88A			Plta.	Mazor.		
86	7.0	60	253	139	2	14
80	7.0	60	239	134	3	11
71	6.8	61	247	129	3	11
67	6.7	61	249	142	0	11
81	6.7	61	223	122	2	14
75	6.6	61	256	144	1	14
76	6.6	60	253	137	0	9
69	6.4	59	249	134	3	15
Testigos						
HE-121	6.6	61	230	125	9	4
HE-83	6.0	59	244	140	3	9
X Prob.	5.9	62	230	121	1	19

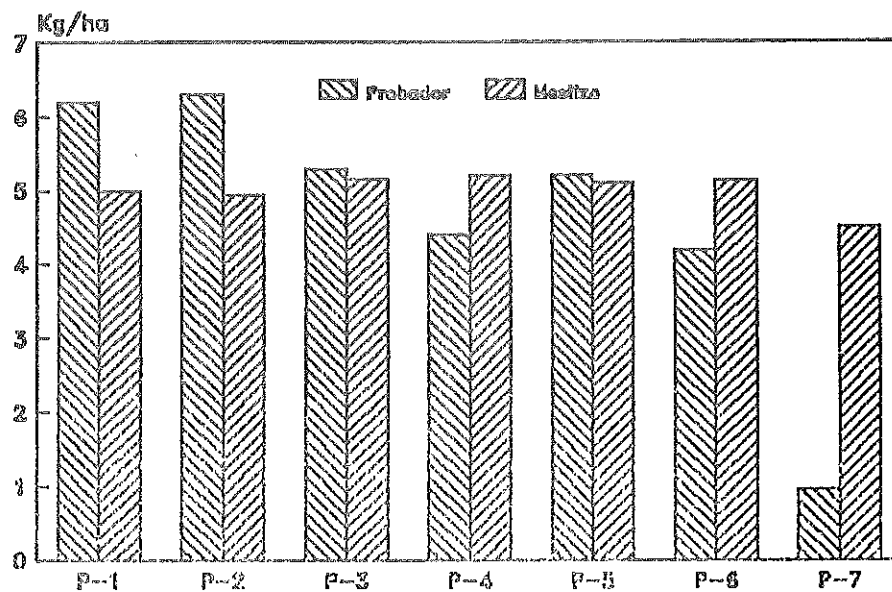


Fig. 1. Rendimiento medio de probadores y mestizos en Cuyuta.

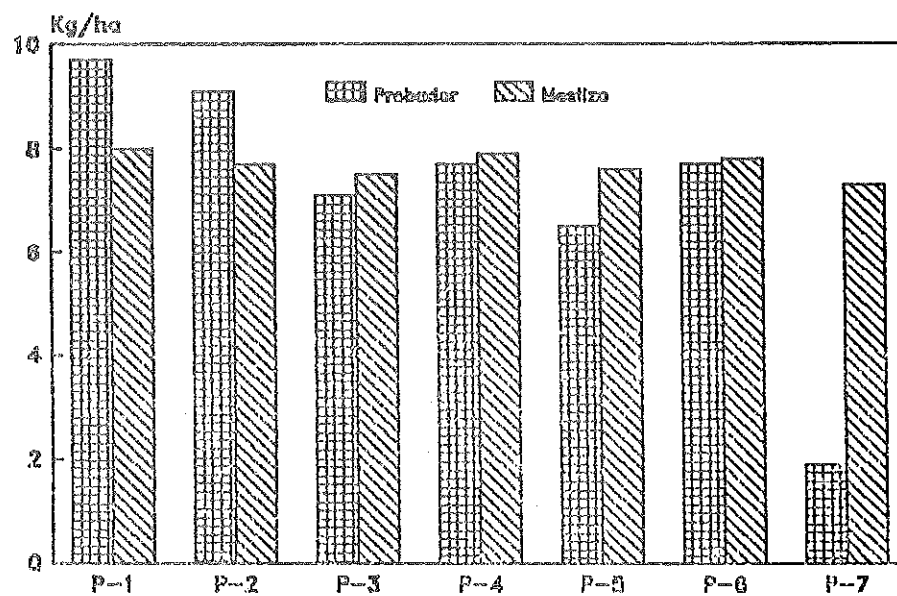


Fig.2. Rendimiento de probadores en San Jeronimo

## CONCLUSIONES

1. Los estadísticos estimados para la variable rendimiento fueron altamente significativos, tanto para parcela grande (líneas) como para parcela chica (probadores), así también, la interacción por localidad y a través de ellas, considerándose de aceptables los coeficientes de variación.
2. La alta significancia de la interacción localidad por parcela grande y chica, demuestra que los ambientes fueron contrastantes para dicha evaluación, donde también el efecto de expresión de mestizos y probadores fue diferente, siendo la localidad de San Jerónimo que obtuvo los mayores rendimientos.
3. Se lograron identificar 10 líneas que mostraron rendimientos superiores que oscilaron de 6.5 a 7.0 t/ha, con aptitudes combinatorias positivas de 0.2 a 0.7 t/ha.
4. Las características agronómicas de los mestizos mostraron un comportamiento similar a los probadores y testigos, únicamente fue un poco alto el porcentaje de mazorca podrida.
5. Se logró identificar un probador, el cual pudo agrupar en mejor forma a las líneas, siendo dicho probador la cruza simple 43-46...X 43-68..., con un rendimiento medio de 6.6 t/ha, un comportamiento consistente en ambas localidades y una correlación lineal simple de 0.82 que es estadísticamente significativo.

AVANCES EN EL MEJORAMIENTO POR RETROCRUZAMIENTO PARA COBERTURA DE  
MAZORCA EN LA VARIEDAD DE MAIZ NB-6

Róger Urbina Algabas\*, Fidel Márquez Sánchez\*\*

## RESUMEN

En Nicaragua la adopción de variedades mejoradas por parte de los agricultores tradicionales de las áreas lluviosas tropicales no es efectiva si carecen de buena cobertura de mazorca, ya que éste es un carácter que influye grandemente en las pérdidas en el campo y/o almacén ocasionadas por el ataque de pájaros, insectos y pudriciones. Para solucionar el problema anterior en 1985, se inició un programa con tal fin. El progenitor donante fue la variedad criolla Tuza Morada, alta susceptible al achaparramiento y adaptabilidad estrecha pero de excelente cobertura de mazorca. El progenitor recurrente fue la variedad NB-6 del CIMMYT, mejorado localmente para resistencia al achaparramiento durante varios ciclos. El cruzamiento se hizo en 1985; en 1986 se sembró

\* Ing. M.C. Fitomejorador, Responsable del Programa de Investigación de Maíz, CNIGB-MIDINRA, Managua; \*\* Ph.D. Asesor Proyecto IICA (OEA), Nicaragua, C.A.

la  $F_1$  y se cruzó con NB-6 para obtener la  $RC_1$ , las cuales se sembraron en 1987 en un lote aislado junto con NB-6 para dar origen a la  $RC_2$ . La evaluación se realizó en un total de 478 plantas provenientes de 193 familias  $RC_1$ .

Los valores observados de las características, longitud de tuza y mazorca, longitud de la distancia apical y el peso de mazorca de 269  $RC_1$  seleccionadas que darán origen a las  $RC_2$ , presentan una ganancia considerable de 28.8%, 9%, 121% y 22% respectivamente, en relación a la variedad original NB-6. La heterosis porcentual con respecto al progenitor recurrente fue de 33.9, 121.0, 65.0, 9.0 y 21.8 para los caracteres longitud de tuza, longitud apical, apicalidad, longitud y peso de mazorca respectivamente. No se encontró correlación entre longitud de tuza y longitud y peso de mazorca (rendimiento).

#### INTRODUCCION

En Nicaragua la agricultura tradicional, particularmente en áreas lluviosas tropicales, está exigiendo cada vez más maíces mejorados con cobertura de mazorcas similar a las de las variedades criollas, para protegerlas en el campo y/o almacén del ataque de pájaros, insectos y pudriciones.

La cobertura de mazorca es un carácter de importancia económica que influye grandemente en las pérdidas post-producción y en el deterioro de campo ocasionado por insectos y por pudrición de mazorca en áreas de alta precipitación pluvial donde el agricultor deja su cultivo en el campo por períodos prolongados, Córdova 1986!

Precisamente la causa anterior es el factor determinante en la adopción por parte de los agricultores de nuevas variedades altamente rendidoras pero que adolecen de buena cobertura de mazorca.

Para solucionar el problema anterior el Programa de Investigación de Maíz a través del mejoramiento genético pretende incorporar la buena cobertura de mazorca de la variedad criolla Tuza Morada en la variedad NB-6, mediante retrocruzamiento y a la vez mejorar el rendimiento de grano.

#### LITERATURA REVISADA

Brauer 1973, señala que el mejoramiento por retrocruzamiento es un método particularmente bien adaptado para transmitir de una variedad a otra, caracteres que dependen de un número bajo de factores hereditarios y que ordinariamente provendrían de un progenitor poco deseable por cuanto a su calidad y productividad, mientras que el otro progenitor, que debe ser el recurrente, sería una variedad comercial que ordinariamente tendría todos los caracteres convenientes, excepto el que se intenta transmitir.

Jugenheimer 1985, afirma que el retrocruzamiento permite la segregación de los genes que el investigador desea transferir y proporciona

estabilidad genética para los genes que él desea conservar sin cambio. Obviamente, el carácter por transferir debe identificarse con una claridad razonable.

Córdova 1986, menciona que existe poca información en la literatura sobre el mejoramiento y el tipo de acción génica involucrada en la herencia del carácter cobertura de mazorca, sin embargo, señala que algunos reportes en la literatura y trabajos recientes en el CIMMYT indican que es un carácter de baja heredabilidad.

Allard 1967, indica que la mejora por retrocruzamiento se aplica con mayor facilidad cuando el carácter que se ha de transferir puede identificarse rápidamente en las poblaciones híbridas por inspección ocular o por ensayos sencillos, además afirma que el método de retrocruzamiento resulta muy ventajoso cuando no es posible realizar una selección efectiva, como en el caso de genes que rigen caracteres con baja heredabilidad.

Poehlman 1973, reporta datos obtenidos en Georgia E.U.A. los cuales indican que las infestaciones de gusano elotero y de picudo disminuyen a medida que aumentan la longitud de la tuza y a medida que ésta es más compacta. Las galerías que dejan los insectos permiten la penetración de organismos causantes de la pudrición de la mazorca, lo cual aumenta el daño causado por el insecto mismo.

Lothrop citado por Córdova 1986, en su trabajo sobre el mejoramiento par desarrollar cobertura de mazorca en los maíces tropicales, encontró que no existe correlación entre rendimiento de grano y cobertura de mazorca, por lo tanto afirma que se pueden seleccionar líneas con alto rendimiento y buena cobertura de mazorca.

Márquez 1988, señala que en la retrocruza se espera que el progenitor recurrente sea superior al progenitor donante excepto en el carácter deseado, por lo que hay cierta heterosis en la  $F_1$ , misma que va disminuyendo conforme se avanza en los ciclos de retrocruzamiento total. Además indica que si el carácter deseado se incorpora en las generaciones tempranas, se puede aprovechar la heterosis que aún se tenga en ellas (heterosis residual) con fines de mejoramiento por selección después de que la retrocruza se haya sometido a recombinación.

#### MATERIALES Y METODOS

##### Metodología de Mejoramiento

En 1985, se realizó el cruzamiento entre la variedad criolla Tuza Morada recolectada en Jalapa y la variedad NB-6; obteniéndose la generación  $F_1$  con 50% de germoplasma de cada variedad.

Se utilizó como progenitor donante la variedad Tuza Morada, la cual es de porte alta, susceptible al achaparramiento y adaptabilidad estrecha, pero de excelente cobertura de mazorca. El progenitor recurrente fue la variedad NB-6 del CIMMYT, mejorada localmente para resistencia al achaparramiento durante varios ciclos.

En 1986, se generaron en el CNIGB, Sn. Cristóbal 193 retrocruzas-1, F<sub>1</sub> (TM X NB-6) x NB-6, en la que cada retrocruza seleccionada tenía 75% de germoplasma del progenitor recurrente y 25% del progenitor donante, con el carácter de TM ya incorporado.

El lote de generación de las retrocruzas-2 se estableció en la época de Postreron (julio 1987) en la estación experimental Sta. Rosa, Managua, ubicada a 49 msnm.

#### Método de Siembra

En un lote aislado de desespigamiento se sembró cada RC<sub>1</sub> en un surco de 6 m de largo espaciados a 76 y la distancia de las plantas en el surco fue de 50 cm.

Se utilizó una relación de siembra de cuatro surcos hembras (RC<sub>1</sub>'s) y dos surcos machos (NB-6); sembrándose un surcomacho simultáneamente con las hembras y el otro cinco días después; esto se hizo con el propósito de que hubiese polen en abundancia por mucho tiempo para fertilizar todas las retrocruzas, las cuales fueron desespigadas antes de que tirasen polen.

#### Manejo del lote

Además del distanciamiento de 50 cm. entre plantas, las retrocruzas se fertilizaron con 134 kg/ha de nitrógeno, para favorecer la expresión del carácter buena cobertura de mazorca.

Al momento de la cosecha no se destuzó, solamente se le quitaron a todas las mazorcas de cada surco 2 ó 3 brácteas; esta práctica se realizó con el propósito de apreciar mejor la cobertura de mazorca, la distancia apical y la compactación de las brácteas (canal estigmático).

A la cosecha se seleccionaron visualmente 4 ó 5 mazorcas de cada retrocruza que reunieron los criterios de selección previamente establecidos, siendo éstos los siguientes:

Longitud de tuza	25 cm
Longitud de mazorca	20 cm
Longitud de distancia apical	6 cm
Peso de mazorca	150 gr

En la selección inicial se hizo énfasis principalmente en la distancia pical y el tamaño de la mazorca.

La selección final se hizo cuantitativamente, en base a las mediciones hechas en todas las mazorcas seleccionadas visualmente en el campo, descartándose todas aquellas que no se ajustaron a los criterios de selección pre-establecidos (Metodología de Selección: Niveles Independientes de Descarte).

Características estudiadas.

- Longitud de tuza
- Longitud apical
- Compactación de las brácteas (Cobertura de mazorca)
- Longitud de mazorca
- Peso de mazorca
- Aspecto fenotípico de la planta (altura de la planta y mazorca, floración, textura y color del grano).

#### Análisis Estadísticos

Se evaluaron 478 plantas provenientes de las 193 familias; los valores de las características estudiadas se tabularon para obtener las medias de cada grupo; se calculó la apicalidad (relación entre la longitud apical y la longitud de tuza), la heterosis porcentual con respecto al progenitor recurrente NB-6 y se hicieron análisis de correlación simple entre todas las combinaciones posibles de las variables en estudio.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Los valores fenotípicos de la altura de planta y mazorca de una muestra de plantas de las RC<sub>1</sub> y del progenitor recurrente, se presenta en el Cuadro 1.

El aspecto fenotípico de las plantas de la RC<sub>1</sub> se observó que es muy parecido al progenitor recurrente NB-6, lo cual demuestra la efectividad del método de mejoramiento en cuanto a su recuperación.

Al observar en el ciclo anterior la F<sub>1</sub> del cruzamiento entre las dos variedades se nota que las plantas presentaban completamente la apariencia del progenitor donante Tuza Morada, sugiriéndonos, por lo tanto, este comportamiento la existencia de cierto grado de dominancia de la altura de planta y mazorca alta aportada por TM.

Igual tendencia se observó en la F<sub>1</sub> para el carácter días a flor. En la RC<sub>1</sub> la floración femenina y masculina fue casi simultánea a la de NB-6. El grado de sincronización de las RC<sub>1</sub> y NB-6 se observa muy bien en el llenado completo de las mazorcas RC<sub>1</sub> seleccionadas.

El promedio de la altura de mazorca de la RC<sub>1</sub> fue de 98.6 cm contra 109.8 cm de NB-6. En relación a la altura de planta de la RC<sub>1</sub>, el promedio está subestimado ya que se tomó en el lote de desempigamiento manual; sin embargo, de acuerdo a las apreciaciones de campo y las mediciones hechas podemos señalar que ya se ha recobrado en gran parte NB-6, puesto que teóricamente las retrocruzas-2 obtenidas (RC<sub>2</sub>) en su constitución genética poseen 87.5% germoplasma del progenitor recurrente NB-6 y 12.5% del progenitor donante TM.

El avance en el mejoramiento del carácter a incorporar se presenta cuantitativamente en el Cuadro 2.

A nivel de campo seleccionaron visualmente un total de 478 RC<sub>2</sub>, de las cuales 269 (p=56.3% se ajustaron a los criterios métricos de selección

previamente establecidos. Se utilizó una presión de selección baja con el objeto de conservar la variabilidad genética en la población.

En el Cuadro 2, se observa la ganancia considerable en todos los caracteres estudiados de las RC<sub>1</sub> seleccionadas que dieron origen a las RC<sub>2</sub>, con respecto a la variedad recurrente NB-6.

La longitud de tuza de las RC<sub>1</sub> seleccionadas es 34% más larga que la de NB-6 (28.8 cm de la RC<sub>1</sub> vs 21.5 cm de NB-6). En relación a la longitud de la distancia apical, se nota una ganancia impresionante en las RC<sub>1</sub> (Selec.) 8.4 cm, en comparación con 3.8 cm de NB-6, existiendo una diferencia en longitud de 4.6 cm a favor de las RC<sub>1</sub>.

Los componentes del rendimiento longitud y peso de mazorcas de las RC<sub>1</sub> (Selec.) también han sufrido un mejoramiento sustancial con respecto a NB-6.

El promedio de la longitud de mazorca de la RC<sub>1</sub> (Selec.) es 9% mayor que la de NB-6 (RC<sub>1</sub> Selec. 19.3 cm vs 17.7 cm de NB-6) y el promedio del peso de las retrocruzas es 22% mayor que el de la variedad original (RC<sub>1</sub> Selec. 199.8 gr vs 164 gr de NB-6).

La heterosis porcentual de las retrocruzas-1 con respecto al progenitor recurrente NB-6, de las características de Tuza y mazorca se presentan en el Cuadro 3. En todas las características se aprecia manifestación de heterosis, sobresaliendo los valores de la longitud de la distancia apical 121% y apicalidad con 65%.

De acuerdo con Márquez 1988, debido a que el carácter buena cobertura de mazorca se ha incorporado en las generaciones tempranas, la heterosis residual presente en las RC<sub>1</sub>, se debe aprovechar a través del mejoramiento por selección después de que la RC<sub>2</sub> se haya sometido a recombinación.

Los resultados antes señalados sugieren la existencia de heterosis intervarietal lograda a través del cruzamiento entre las dos variedades.

En el Cuadro 4 se presenta la matriz de correlaciones simples de las características de tuza y mazorca de las 269 retrocruzas-1 seleccionadas que dieron origen a las retrocruzas-2.

A través del estudio se encontró que no existe correlación entre longitud total de la tuza y longitud y peso de mazorca (rendimiento). Estos resultados concuerdan con los que obtuvo Lothrop en 1985, por lo tanto, se infiere que se puede seleccionar con seguridad materiales con alto rendimiento y buena cobertura de mazorca.

La longitud de la distancia apical se correlaciona negativamente con la longitud y el peso de la mazorca (-0.353\*\* y 0.352\*\* respectivamente), por el contrario la longitud de la tuza y la longitud de la distancia apical están correlacionadas positivamente, lo cual es una condición deseable para los propósitos del mejoramiento genético.

## CONCLUSIONES

El aspecto fenotípico observado en las plantas de la RC1 es muy parecido a las del progenitor recurrente NB-6, lo cual demuestra la efectividad del método de mejoramiento.

Las excelentes características de tuza y mazorca de las 269 RC2 seleccionadas indican que los caracteres deseables de TM han sido incorporados eficientemente en forma temprana en la variedad NB-6.

La heterosis residual observada en todos los caracteres es muy valiosa; por lo tanto, deberá ser explotada a través del mejoramiento por selección, después de que las retrocruzas se hayan recombinado.

## RECOMENDACIONES

Tomando en consideración que las buenas características: longitud de tuza y distancia apical de la variedad Tuza Morada ya han sido incorporadas en NB-6 y para aprovechar la presencia de heterosis residual observada, se sugiere que las retrocruzas-2 seleccionadas se evalúen en varios ambientes para detectar las de mayor rendimiento, mejor cobertura de mazorca y tolerantes al achaparramiento, las cuales deberán recombinarse para su posterior mejoramiento por selección.

Cuadro 1. Comparación de la altura de planta y mazorca de NB-6 y la retrocruza-1, Sta. Rosa, Managua 1987 B.

Población	No. plantas	A l t u r a ( c m )			
		Planta	%	Mazorca	%
NB-6	267	212.6	100.0	100.0	100.0
RC <sub>1</sub>	209	198.6*	93.4	98.6	89.8
Diferencia (cm)		14.0	6.6	11.2	10.2

\*Nota: Subestimada por efecto del desespigamiento manual; debe ser unos 10 cm más alta.

Cuadro 2. Comparación de las características de tuza y mazorca de NB-6 y la retrocruza-1 Sta. Rosa, Managua.

Población	No.de			Dist.		
	Plant.	Tuza (%)	(%)	Apical	(%)	Apical (%)
NB-6	304	21.5	100	3.8	100	17.7
RC <sub>1</sub> (Pob.)	478	27.7	129	8.6	226	31.0
(Selec.)	269	28.8	134	8.4	221	29.2
						19.3
Población	%	Long Mz.	%	Pezo Mz.	%	
NB-6	100	17.7	100	164.0	100	
RC <sub>1</sub> (Pob.)	175	19.7	111	181.4	111	
C <sub>1</sub> (Selec.)	165	19.3	109	199.8	122	

p= 56.3% Longitud en centímetros; peso en gramos.

Cuadro 3. Heterosis porcentual de la retrocruza-1 con respecto al progenitor recurrente NB-6, de las características de tuza y mazorca. Sta. Rosa, Managua 1987 B.

Población	Long Tuza	Long. Dist. Apical	Apicabilidad	Long. Maz.	Peso Maz.
RC <sub>1</sub> (Pob.)	28.8	126.3	75.1	11.3	10.6
RC <sub>1</sub> (Selec.)	33.9	121.0	65.0	9.0	21.8

$$\% \text{ Heterosis} = \frac{((RC_1 - NB-6) / NB-6)}{NB-6} \times 100$$

$$\% \text{ heterosis} = ((RC^1 - NB-6) / NB-6) \times 100$$

Cuadro 4. Matriz de correlaciones de las características de tuza y mazorcas de las 269 retrocruzas 1 seleccionadas. Sta. Rosa, Managua 1987 B.

	Peso Maz.	Long Maz.	Long. Dist. Apical	Long. Tuza
Long. Tuza	-0.073 NS (.232)	0.021 NS (1,000)	0.133* (0.29)	1,000
Long. Dist. Apical	-0.352** (.000)	-0.352** (.000)	1,000	
Long. Maz.	0.262** (.000)	1,000		
Peso Maz.	1,000			

Las cantidades entre paréntesis indican la probabilidad según la prueba t de Student.

#### BIBLIOGRAFIA

- ALLARD, R.W. 1967. Principios de la Mejora genética de las plantas. Trad. José L. Montoya. Ed. OMEGA, S.A. Barcelona, España. pp. 163-177.
- BRAUER H., O. 1973. Fitogenética aplicada. Ed. LIMUSA, S.A. México, D.F. pp. 406-407.
- CORDOVA H., M. GUTIERREZ, J. LOTHROP. 1986. Mejoramiento integral para cobertura, pudrición de mazorca y tallo y rendimiento en los complejos germoplásmicos de maíz (*Zea mays*) de CIMMYT. XXXII Reunión del PCCMCA, San Salvador. 29 p.

- JUGENHEIMER, R.W. 1985. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivos y producción de semillas. Trad. Rodolfo Piña G. Ed. LIMUSA, S.A. México D.F. pp. 150-151.
- POEHLMAN, J.M. 1973. Mejoramiento genético de las cosechas. Trad. Nicolás Sánchez D. 6ta. Reimpresión. Ed. LIMUSA, S.A. México, D.F. pp. 291-292.
- REYES C., P. 1983. Fitogenotécnica básica y aplicada. Ed. Preliminar ITESM, Monterrey N.L. México. 885 p.

EFFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA GENERAL E IDENTIFICACION DE HIBRIDOS TRIPLES DE MAIZ DE GRANO AMARILLO, CENTRO AMERICA, PANAMA Y EL CARIBE  
1988

Carlos Pérez\*, Alfonso Alvarado\*\*, Nery Soto\*\*\*, Adan Aguiluz\*\*\*\*, Luis Erizuela\*\*\*\*\* y  
Ramón Celado\*\*\*\*\*

RESUMEN

La variabilidad genética y aptitud combinatoria son componentes que contribuyen esencialmente en obtener altos valores de heterosis en la formación de híbridos de maíz.

Con el objetivo de capitalizar al máximo los efectos de aptitud combinatoria específica de las líneas élite identificadas en CIMMYT México, se creó el proyecto colaborativo de híbridos de Centro América en el cual se utilizan como probadores las cruza simples utilizadas como hembras en la producción de híbridos comerciales desarrolladas por los programas nacionales de la región.

En el presente trabajo se formaron 72 cruza triples de grano amarillo formados con las combinaciones de 38 líneas S $\times$ S y 2 cruza simples las cuales se evaluaron en 11 localidades de Centro América, Panamá y República Dominicana.

Los resultados demuestran una superioridad notable en el comportamiento de los nuevos híbridos formados comparados con los testigos (X-3204) y con los probadores utilizados. En el Salvador, Honduras, Guatemala y Panamá, se identificaron 4 híbridos y superaron significativamente al testigo X-3204) en rendimiento y características agronómicas. El mayor

---

\* Técnico Programa de Maíz, ICTA, Guatemala; \*\* Coordinador Programa de Maíz, IDIAP, Panamá; \*\*\* Coordinador Programa de Maíz, ICTA, Guatemala; \*\*\*\* Coordinador Programa de Maíz, CENTA, El Salvador; \*\*\*\*\* Coordinador Programa de Maíz, SRM, Honduras; \*\*\*\*\*Coordinador Programa Regional de Maíz de CIMMYT para Centroamerica y El Caribe y \*\*\*\*\* Coordinador Programa de Maíz, CSDA, República Dominicana.

rendimiento se obtuvo en Santa Cruz Porillo, El Salvador, con el híbrido 688 x 201 con 9.5 t/ha superado al testigo con 43%. Las estimaciones de AG identificaron a las líneas 141, 163 y 164 con valores positivos de 786, 282 y 246 respectivamente; estas líneas fueron derivadas de las poblaciones 24 y 27 de CIMMYT. Los resultados sugieren que se puede obtener progreso sostenido en la formación de híbridos a través de un sistema comparativo y dinámico.

#### INTRODUCCION

La variabilidad genética y aptitud combinatoria son componentes esenciales que contribuyen en la obtención de altos valores de heterosis para la formación de híbridos de maíz. El Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo conciente de la necesidad de explotar al máximo la variabilidad genética existente en el germoplasma tropical, inició en 1984 un programa de híbridos con el objetivo de maximizar la eficiencia en el uso de la diversidad genética disponible, la identificación de líneas élite y la determinación de patrones heteróticos para facilitar la formación de híbridos a los programas nacionales interesados en impulsar la producción del cultivo del maíz utilizando híbridos de alto potencial de rendimiento y características agronómicas y resistencia a stresses bióticos y abióticos.

El Programa Regional de Maíz de CIMMYT para Centro América y El Caribe y coordinadores de los programas nacionales acordaron establecer estrategias emergentes tendientes a contrarrestar en forma conjunta la problemática que limita la producción de dicho cultivo.

De manera que se identificaron las necesidades prioritarias de investigación y se establecieron proyectos colaborativos ente los programas de maíz, tendientes a encontrar soluciones a problemas similares en la región.

De tal manera que a Guatemala se le designó como país líder del proyecto regional de híbridos, cuyo proyecto se inicio con la evaluación de dialélicos para estimar ACG y ACE y predicción de híbridos amarillos que se formaron en CIMMYT en 1985-1986.

Una de las fases importantes en este proyecto lo constituye el mejoramiento de los híbridos en actual producción comercial en los diferentes países, para lograr este objetivo las cruces simples utilizadas como hembras en los híbridos se usan como hembras para probar la aptitud combinatoria y las líneas élites en generaciones tempranas (S3) desarrolladas por el CIMMYT. Los híbridos triples formados se evalúan en diferentes localidades y se identifican los que muestran superioridad y estabilidad a través de todos los ambientes.

#### OBJETIVOS

1. Evaluar cruces triples de líneas de grano amarillo con endogamia parcial utilizando como probadores distintas cruces simples élites desarrolladas por los programas nacionales de Guatemala, El Salvador y Honduras.

2. Determinar la aptitud combinatoria general de líneas élite desarrolladas dentro del proyecto regional de híbridos del CIMMYT.

#### MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se realizó en 11 localidades de Centro América, Panamá y El Caribe; Finca Las Vegas, Tiquisate; La Máquina y Cuyuta en Guatemala, Santa Cruz Porrillo y San Andrés en El Salvador; Omonita y Danlí en Honduras; La Honda y Parita en Panamá y San Juan y San Cristóbal en República Dominicana.

El germoplasma utilizado como probadores fueron las cruzas simples: CSGA-688 Y CSGA-888 hembras de híbridos experimentales de Guatemala. Se mestizaron líneas élites de diferentes poblaciones: 24, 27, 36, y Pool 26.

El diseño que se utilizó fue látice 9x9 con 81 tratamientos y 2 repeticiones por localidad.

La fecha de siembra fue en junio y de cosecha se efectuó en octubre. El manejo agronómico fue de acuerdo a la tecnología utilizada de cada país.

Las variables que se consideraron fueron rendimiento, días a flor, altura de planta y mazorca, acame de tallo y raíz, cobertura y pudrición de mazorca y enfermedades foliares.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados en el presente estudio se presentan en los cuadros 1 al 7, los cuales demuestran claramente la objetividad y el enfoque apropiado de la investigación colaborativa.

Los estadísticos de interés estimados en el análisis de varianza (para rendimiento) por localidad y combinado están incluidos en el cuadro 1, debe notarse que hubo diferencias altamente significativas para híbridos evaluados, lo cual indica una respuesta diferencial de los genotipos evaluados dentro de cada localidad. La eficiencia relativa solo fue significativa en el caso de Las Vegas y esta eficiencia (752) es notable en el análisis combinado. Los coeficientes de variación (5.90 a 16.0%) son considerablemente bajos, los cuales infieren confiabilidad en los resultados.

La evaluación de los híbridos triples en Santa Cruz porrillo, El Salvador fue el ambiente con mayor potencial de rendimiento obteniéndose rendimientos hasta 9.8 t/ha con el híbrido triple 688 x 201 superando al testigo x-3204 con 43% y con superiores características agronómicas, en esta localidad también se identificaron híbridos de alta calidad y sanidad de grano y mazorca (688 x 141).

En el cuadro 2, se presentan los híbridos superiores en la evaluación de El Salvador a través de las 2 localidades. Es importante mencionar que el acame de plantas fue originado por el huracán Gilbert y Johana, causó efectos de acame considerablemente fuertes ocasionando altas pudriciones

de mazorca por el contacto de las plantas con el suelo. Sin embargo, es notable la respuesta de las cruza 688 x 141 y 888 x 164 cuyas características de calidad de mazorca (cobertura, pudriciones y prolificidad) son verdaderamente notables.

El mayor rendimiento obtenido en Honduras se muestra en la localidad de Omonita con la cruza 88 x 137 la cual rindió 9.2 t/ha superando al testigo X-3204 hasta con 79% con excelente cobertura de mazorca. Es notable en el comportamiento del híbrido triple 888 x 131 que obtuvo el rendimiento promedio más alto en el análisis combinado de Danlí y Omonita, Honduras; en particular debe resaltarse la cantidad de mazorca obtenida en este nuevo híbrido de Danlí, donde existe un ambiente propicio para el desarrollo de pudrición de mazorca; sin embargo, la resistencia mostrada por este material a este stress biótico altamente considerable (cuadro 3).

El cuadro 4, presenta el comportamiento promedio de rendimiento y características agronómicas de híbridos superiores identificados para Guatemala. Los rendimientos y características agronómicas en promedio superior considerable al testigo X-3204; sin embargo, cabe mencionar que este rendimiento solo fue superior en 11% al mejor testigo de Guatemala el híbrido HA-46.

Los híbridos seleccionados para Panamá se muestran en el cuadro 5. La identificación de híbridos superiores para Panamá constituyen un objetivo de gran importancia de semilla híbrida anual que representa una inversión de US\$ 500,000. 888 x 123 mostró un rendimiento promedio (Parita y la Honda) de 6.1 t/ha superando al testigo X-3204 en 47%, tales características agronómicas son superiores, esta misma cruza obtuvo el 10. lugar en Parita y 80. lugar en la Honda. Estos rendimientos fueron similares a los obtenidos por el mejor testigo HA-46 de Guatemala reconocida por su calidad en los ensayos del PCCMCA.

Los valores de aptitud combinatoria general estimados en el análisis de ACG se muestran en el cuadro 6. Nótese que obtuvieron valores positivos de 0.8 t/ha con media hasta de 7.0t/ha. Las 10 líneas con mayor ACG seleccionados varían entre 0.1 a 0.8 t/ha.

Los programas nacionales pueden hacer uso efectivo de estas líneas élites para desarrollar nuevas combinaciones híbridas entre ellas en combinaciones con sus líneas élite existentes o en forma inmediata produciendo los híbridos triples identificados en el presente trabajo.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se identificaron híbridos triples para Guatemala, El Salvador, Honduras y Panamá, con rendimientos hasta 9.5 t/ha los cuales superaron al testigo X-3204 con rendimientos hasta de 70% y características agronómicas excelentes.

Se identificaron 10 líneas élites (actualmente SG) con alta aptitud combinatoria general, las cuales pueden ser utilizadas para formar nuevas combinaciones híbridas entre ellas mismas, en formación de

pedigree, con las líneas élites existentes o en forma inmediata para formar los híbridos triples identificados.

El esfuerzo colaborativo iniciado en el proyecto de híbridos demuestra claramente que la colaboración horizontal hace eficiente el proceso de generar germoplasma y minimizar los costos.

Se recomienda que los híbridos desarrollados sean evaluados en ensayos en campos de agricultores para promover su liberación.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de los meztizos de maíz amarillo del Proyecto Regional de CIMMYT. Guatemala 1988.

LOCALIDAD	REND T/HA	DMS	%CV	FR	FRXLOC	ER/EA
CUYUTA	5.8	0.72	10.44	**		101.52
LAS VEGAS	5.3	1.00	16.42	**		169.59
LA MAQUINA	5.9	1.00	14.41	*		109.94
SALV. LOC 1	6.6	1.14	14.68	**		103.22
SALV. LOC 2	6.7	0.96	11.75	**		100.38
HOND. LOC 3	6.5	1.20	15.04	*		
HOND. LOC 4	6.9	1.70	20.91	**		102.73
COMBINADO	6.2	1.20	5.90	**	**	752.58

SALV. LOC 1 = SANTA CRUZ PORRILLO

SALV. LOC 2 = SAN ANDRES

HOND. LOC 3 = DANLI

HOND. LOC 4 = OMONITA

Cuadro 2. Rendimiento y características agronómicas de híbridos triples superiores de grano amarillo evaluados en El Salvador, 1988.

HIBRIDO	REND. T/HA	%S/ X-3204	DIAS FLOR	ALT (cm) MZCA	% DES	MAZC POD	PROL %
233X201	8.4	147	52	142	8	13	108
233X141	8.3	145	55	147	2	4	111
234X164	7.8	137	53	116	6	4	122
234X136	7.7	135	55	134	0	8	126
233X131	7.5	131	56	136	2	3	118
CSGA-688	6.6	115	53	127	9	10	100
CSGA-888	6.5	113	55	124	2	13	114
X-3204	5.7	100	54	128	13	20	92
HA-46	6.4	111	53	138	3	13	107

## MEDIA DE 2 LOCALIDADES

Cuadro 3. Rendimiento y características agronómicas de híbridos triples superiores de grano amarillo evaluados en Honduras 1988.

HIBRIDO	REND. T/HA	%S/ X-3204	DIAS FLOR	ALT (cm) MZCA	% DES	MAZC POD	% PROL	%ACAME RAIZ
CSGA888X131	8.2	144	53	125	11	3	115	3
CSGA888X228	7.9	139	54	116	14	6	95	10
CSGA888X153	7.7	135	52	146	13	8	116	5
CSGA688X204	7.7	135	56	130	23	17	111	14
CSGA888X141	7.7	135	51	122	9	12	102	12
CSGA688	5.9	104	56	121	48	9	99	14
CSGA888	7.5	132	54	122	15	13	118	5
X-3204	5.7	100	54	128	28	16	93	17
HA-46	7.8	137	53	121	12	7	118	11

## MEDIA DE 2 LOCALIDADES

Cuadro 4. Medias de Rendimiento y Características Agronómicas de los mejores Híbridos Triples de Maíz Amarillo formados con Germoplasma de CIMMYT. Guatemala 1988.

HIBRIDO	REND. T/HA	%S/ X-3204	DIAS FLOR	ALTURA (cm) PISTA MZCA	% DESC.	MZCAS POD.
688X141	6.7	119	56	285	132	2
688X204	6.7	119	58	265	130	3
688X145	6.4	115	54	305	145	6
688X146	6.1	108	56	290	135	6
888X158	6.1	108	56	265	115	5
X GRAL PROB.						
CSGA 688	4.9	88	57	235	100	2
CSGA 888	5.5	100	57	220	100	3
TESTIGOS						
HA-46	6.1	107	56	235	105	2
X-3204	5.6	100	56	225	120	4

MEDIAS DE 3 LOCALIDADES

Cuadro 5. Medias de Rendimiento de Híbridos superiores de Grano Amarillo evaluados en Panamá, 1988.

HIBRIDO	REND. T/HA	%S/ X-3204	DIAS FLOR	ALT (cm) MZCA	% DES	MAZC POD	PROL %
CSGA888X123	6.1	145	53	100	13	0	105
CSGA888X137	5.9	140	56	95	10	2	110
CSGA888X166	5.8	138	58	98	6	2	100
CSGA888X145	5.8	138	57	84	8	3	100
CSGA688X125	5.4	129	57	90	4	2	102
CSGA688X137	5.3	126	56	100	7	2	99
CSGA688X163	5.3	126	57	106	5	6	120
CSGA-688	2.0	48	56	92	21	1	121
CSGA-888	4.6	110	56	100	7	0	100
X-3204	4.2	100	56	99	18	3	105
HA-46	5.3	126	57	95	4	2	95

MEDIA DE 2 LOCALIDADES

Cuadro 6. Estimación de aptitud combinatoria general de líneas de Maíz Amarillas provenientes del Proyecto Regional del CIMMYT. Combinado 1988.

LINEA	CSGA 688(1)	CSGA 888(2)	X REND	ACG
141	7.3	6.8	7.1	0.8
163	6.6	6.9	6.8	0.5
164	6.6	6.9	6.8	0.5
137	6.4	6.9	6.6	0.3
166	6.5	6.7	6.6	0.3
131	6.6	6.6	6.6	0.3
214	6.5	6.6	6.5	0.2
207	6.6	6.4	6.5	0.2
129	6.9	6.0	6.5	0.2
165	6.1	6.7	6.4	0.1
177	6.3	5.6	6.0	-0.3
182	5.9	6.0	5.9	-0.4
X MESTIZOS	6.2	6.4	6.3	
PROBADORES				
CSGA-688			5.5	
CSGA-888			6.4	
TESTIGOS				
HA-46			6.5	
HE-112			6.8	
X-3204			5.6	

Cuadro 7. Medias de Rendimiento y Características Agronómicas de las líneas amarillas con mayor aptitud combinatoria general provenientes del Germoplasma del Proyecto Regional de CIMMYT. Guatemala 1988.

LINEA	REND. T/HA	DIAS FLOR	ALTURA (cm)		% MZCAS		%ACAME RAIZ
			PLTA	MZCA	DESC.	POD.	
141	7.1	55	258	132	4	8	19
163	6.8	55	242	123	23	8	12
164	6.7	54	243	125	15	11	13
137	6.6	55	242	119	5	13	20
166	6.6	56	241	127	34	11	18
131	6.6	55	239	128	11	11	9
214	6.5	55	230	120	11	17	11
207	6.5	54	230	121	16	16	7
129	6.5	54	223	120	16	9	10
165	6.4	55	242	126	29	15	9
CSGA-688	5.5	56	237	118	24	11	17
CSGA-888	6.4	56	225	115	8	10	19
HA-46	5.5	54	235	123	9	10	19
X-3204	5.6	55	238	126	20	17	18

#### BIBLIOGRAFIA

1. BRAUER, O.H. 1980. Fitogenética aplicada. México, Limusa, cap. 18.
2. CASTELLANOS, J.S. 1985. Evaluación de aptitud combinatoria general de líneas S3 de maíz de grano amarillo en 4 localidades del trópico de Guatemala. In. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. (32,. El Salvador 1986).
3. FALCONER, D.S. 1984. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. de 1a. ed. en inglés por Fidel Márquez Sánchez. México, Continental. 430 p.
4. GUATEMALA. 1985. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA GRICOLAS. Programa de Mejoramiento y Producción de Maíz. Informe técnico. Guatemala 1985. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.
5. JUGENHEIMER, R. W. 1984. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Trad. del inglés por Piña García. México. Limusa. 197-222 p.
6. LARIOS L.A. et al 1988. Aptitud combinatoria de líneas y respuestas correlacionadas para rendimiento de híbridos triples y dobles de maíz (*Zea mays* L.). In. Reunión Bianual de Maiceros de la Zona Andina. (13,. Perú, 1988). Perú. Instituto Nacional de Investigaciones Agraria y Agropecuaria.

7. VELASQUEZ, R. 1978. Formación de híbridos simples en base a familias de hermanos completos. Tesis Mag. Sc. Chapingo. México. Colegio de PostGraduados. 84 p.
8. VIOLIC, A. Y LUCHSINGER, A. 1972. Aptitud combinatoria general y específica para rendimiento y sus componentes de diez líneas de maíz (*Zea mays* L.). Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie: Producción Vegetal. No.2. INIA. Min. de Agrícola. Madrid, España.

EFFECTOS DE APTITUD COMBINATORIA DE LINEAS ENDOGAMICAS Y PREDICCIÓN DE HÍBRIDOS DE MAÍZ DE ALTA CALIDAD DE PROTEÍNA. GUATEMALA 1988\*.

Nery Soto León\*, Mario Roberto Fuentes\*\*

RESUMEN

Los híbridos de maíz de grano amarillo de alta calidad de proteína presentan una ventaja comparativa, que los carotenos son más fácilmente asimilables que en los híbridos normales, esta ventaja puede impulsar su uso en la industria de concentrados para la avicultura.

En el presente estudio se evaluaron 91 cruzas posibles, provenientes de 14 líneas endogámicas del programa de híbridos del CIMMYT.

Las cruzas simples superiores mostraron una adaptación notable en la región costera de Guatemala, expresando rendimientos hasta de 7000 kg/ha y excelentes características agronómicas, sanidad de mazorca y uniformidad y tipo de planta, superando al mejor testigo normal en una tonelada por hectárea de grano. Los progenitores 2, 1 y 6 mostraron los mejores efectos de aptitud combinatoria general y específica y el mejor rendimiento promedio a través de sus combinaciones híbridas.

El nivel de rendimiento y características agronómicas y estabilidad del endosperma modificado de los progenitores (cruzas simples) utilizados como hembras para producir semilla y de los híbridos dobles y triples predichos, sugiere una nueva alternativa de producción que puede impulsar el uso de los maíces de alta calidad de proteína en la zona tropical baja de Guatemala.

INTRODUCCION

El Programa de Maíz ha generado variedades e híbridos de maíz con alto potencial de rendimiento y buenas características agronómicas; sin embargo, estos maíces son deficientes en lisina y triptofano, que son aminoácidos esenciales para la vida animal y para el hombre, quienes

\* Coordinador Programa de Maíz, ICTA; \*\* Técnico Programa de Maíz, ICTA, Guatemala, C.A.

necesitan tener una fuente de proteína que contenga suficiente lisina y triptofano para satisfacer sus necesidades.

Los esfuerzos por mejorar el contenido de proteína en el grano de maíz, se iniciaron en 1986 cuando la Universidad de Illinois dio la primera evidencia de que el contenido de proteína y aceite del maíz podía incrementarse o disminuirse considerablemente por fitomejoramiento (1). Woodworth y Jugenheimer (1948) demostraron que el contenido de proteína de las líneas puras podía incrementarse substancialmente por medio de cruzas regresivas y selección.

Muchos esfuerzos se han realizado con tal propósito, que va desde la formación de variedades de polinización libre hasta híbridos; de esta manera, el Programa de Maíz del ICTA generó la variedad NUTRICTA.

Actualmente, el Programa de Maíz, tomando en consideración la importancia que tiene para nuestro pueblo la generación de materiales con alto contenido de proteína, durante el año 1988 evaluó cruzas dialélicas formadas en CIMMYT, cuyo objetivo es identificar aquellas líneas que tengan buena aptitud combinatoria específica (ACE) y buena aptitud combinatoria general (ACG) e identificar aquellas cruzas con buen rendimiento, que expresen un tipo de grano cristalino y buenas características agronómicas y cuyo contenido de proteína y triptofano sea superior al del maíz normal (mínimo 0.8 de triptofano).

#### REVISION DE LITERATURA

El maíz es la base de la alimentación humana en muchos países y Guatemala no es la excepción. En los años sesenta, la mayoría de los nutricionistas coincidían en que la malnutrición en países en desarrollo, se debía principalmente una dieta a base de alimentos de baja calidad proteínica como el maíz, el cual se sabe es deficiente en lisina y triptofano, dos de los aminoácidos esenciales en la dieta del ser humano y de los animales monogástricos.

Mertz et al (1964), reportaron que el gene opaco-2, un mutante del endosperma del grano de maíz, incrementaba en un 100% el contenido de lisina y triptofano en el endosperma. Por metodologías de fitomejoramiento y a través de retrocruzamiento, comenzaron a introducir el gene opaco-2 en los mejores materiales normales de maíz disponibles en ese momento; sin embargo, los resultados de campo obtenidos por ellos no fueron muy alentadores, debido a que los materiales con el gen de calidad de proteína rendían de 10 a 15% menos que los materiales normales y con susceptibilidad a plagas y enfermedades. (1)

Gardner y Eberhart (1966) indican que el cruzamiento dialélico es de considerable valor para los mejoradores de plantas para tomar decisiones concernientes al tipo de sistemas de mejoramiento a usar. Jenkins (1940) afirma que los ensayos para aptitud combinatoria pueden hacerse en etapa temprana en el proceso de obtención de líneas puras y esta metodología es capaz de producir híbridos e identificar líneas superiores y señala que la capacidad de rendimientos depende del número de alelos dominantes llevados por las líneas favorables. (5)

Dentro del proceso de formación de híbridos, la predicción de la formación de híbridos, basada en los resultados de los cruces dialélicos (simple) proporciona información sobre el desempeño de las tres posibles combinaciones de cruces dobles que incluyan cuatro líneas puras y Jugenheimer citado por Larios (3), encontró que el método "B" es el que tiene la base genética más firme para predecir híbridos y es un paso en la producción de híbridos que permite detectar cruces con mayor heterosis que los progenitores.

Sperling (1), reporta rendimientos que varían de acuerdo al tipo de grano, donde los tipos de grano normal rinden 13% más que los opacos y que los tipos de grano opaco rinden 13% más que los tipos de grano opaco modificado. Estos datos son consistentes con los datos reportados para materiales de regiones templadas.

La producción comercial de variedades híbridas conduce al fitomejorador a poner en práctica diferentes pasos necesarios para el desarrollo de los mismos y como resultados de investigaciones básicas efectuadas en el maíz, Kalton y Leffel (1955) desarrollaron el concepto de aptitud combinatoria y su importancia en la mejora de plantas.

Sprague y Tatum (1942) en relación al comportamiento relativo de líneas al ser cruzadas: Aptitud combinatoria general y específica. Para ellos, ACG se usa para designar el comportamiento medio de una línea en combinaciones híbridas y ACE para designar aquellos casos en los cuales ciertas combinaciones son relativamente mejores o peores que aquellas que se esperarían en base al comportamiento medio de líneas consideradas. Los mismos autores señalan que la ACG se debe a efectos génicos aditivos y ACE a tipos de acción génica no aditiva como dominancia, epistasia y varias clases de interacción de factores (5)

#### MATERIALES Y METODOS

##### A. Localización

El presente estudio se realizó en la localidad La Máquina, Guatemala.

##### B. Diseño y Tratamiento

El diseño que se utilizó fue látice 9 x 9, con 81 tratamientos y 3 repeticiones.

##### C. Fecha de Siembra y Cosecha

La fecha de siembra fue en junio y se cosecho en octubre; la distancia de siembra fue de 0.75 m entre surcos y 0.50 m entre plantas; se depositaron 3 granos por postura para dejar 2 plantas al raleo 15 días después de siembra.

##### D. Variables Respuestas

- Rendimiento al 15% de humedad del grano
- Días a floración

- Altura de planta y mazorca
- % Acame de raíz y tallo
- % Mazorca podridas y descubiertas
- Contenido de triptofano

#### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan los estadísticos del análisis de varianza para rendimiento, donde se encontró diferencias altamente significativas entre genotipos evaluados. El coeficiente de variación de 9% indica confiabilidad en los resultados obtenidos.

En el Cuadro 2, se observan las medias de rendimiento y características agronómicas del dialélico en evaluación, en donde sobresale la cruce P2 x P11, con 7050 kg/ha superó en 39% al híbrido HA-46 con 5050 kg/ha.

Según el análisis de alta calidad de proteína, las cruces muestran valores de 0.064 a 0.086 gramos de triptofano en 100 gramos de muestra, comparado con los testigos de grano normal que poseen 0.053 gramos. Es importante notar las características agronómicas de estos materiales, principales en cobertura y pudrición de mazorca, así como la modificación del endosperma del grano con apariencia normal.

En base a la aptitud combinatoria general y específica y por el método "B" de Jenkins, se realizó la predicción de híbridos dobles y triples (Cuadro 4), donde el híbrido doble y/o triple, posee un alto potencial de rendimiento hasta con valores estimados de 6933 y 6955 kg/ha para el híbrido doble y triple respectivamente, con lo cual se supera en 33% al rendimiento del HA-46.

Los rendimientos del progenitor hembra expresan alto potencial de rendimiento, que es un aspecto importante en la producción de semilla.

#### CONCLUSIONES

1. El estadístico estimado para la variable rendimiento en el análisis de varianza, mostró diferencias altamente significativas.
2. La línea 2, a través de su mestizo, derivada del Pool 25, mostró la mejor ACE y ACG con 1255 y 705 kg/ha respectivamente.
3. Los híbridos predichos de grano amarillo, en base al comportamiento de las cruces dialélicas, mostraron rendimientos superiores hasta de 33% sobre HA-46; asimismo, las cruces utilizadas como hembra en la producción de semilla de los nuevos híbridos, rindieron hasta 7050 kg/ha.
4. Las características agronómicas de las cruces simples evaluadas en el dialélico 8 son bastante aceptables, sobre todo, en cobertura y pudrición de mazorca.

## BIBLIOGRAFIA

1. CIMMYT-PURDUE. Maíz de alta calidad proteínica. AID. Editorial Limusa, México, 1977.
2. GUATEMALA. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Nutrición. Divulgación, ICTA. Guatemala, 1983.
3. LARIOS, L. et al. Aptitud combinatoria de líneas y respuestas correlacionadas para rendimiento de híbridos triples y dobles de maíz. XIII Reunión de Maiceros de la Zona Andina, Perú, septiembre, 1988.
4. MORALES, M. Programa de formación de híbridos de calidad proteínica. Curso de mejoramiento y producción de semilla genética y básica con resistencia a factores bióticos y abióticos. Guatemala, 1989.
5. VIOLIC, A. et al. Aptitud combinatoria general y específica para rendimiento y sus componentes de diez líneas de maíz. INIA. Madrid, España, 1972.

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de dialélicos amarillos de alta calidad de proteína. Guatemala, 1988.

X		%	F
Rend. kg/ha	DMS	CV	TRAT.
5725	894	9	**

Cuadro 2. Medias de rendimiento y características agronómicas de las cruas dialélicas superiores. Guatemala, 1988.

DIALELICO	TRIP	X Rendimiento			Días Flor
		Kg/ha	qq/mz	%/HA-46	
P2 X P11	0.071	7050	109	139	53
P1 X P6	0.070	6890	106	135	53
P2 X P10	0.086	6800	105	134	53
P4 X P10	0.076	6780	104	133	51
P1X P10	0.076	6690	103	131	54
P2 X P6	0.084	6580	101	129	54
P4 X P6	0.064	6410	99	126	52
Testigo					
Exp. 112	0.060	6150	95		53
HA-46	0.053	5090	78	100	54
DMS		894			

DIALELICO planta	Altura (cms)		% Mazorc.		% S/HA-46
	Mazorc.	Desc.	Pod.	Rel.C.P.	
P2 X P11	222	128	2	2	186
P1 X P6	213	130	3	1	179
P2 X P10	205	120	12	3	216
P4 X P10	202	112	4	1	191
P1X P10	210	127	1	2	188
P2 X P6	222	122	5	0	205
P4 X P6	200	112	0	2	152
Testigo					
Exp. 112	213	117	2	1	
HA-46	213	120	2	0	100
DMS					

Cuadro 3. Media de rendimiento en kg/ha, valores máximos y mínimos de ACE y ACG de líneas de maíz amarillo con alto contenido de proteína (dialélico 8) Guatemala, 1988.

LINEA	MEDIA	MAXIMA	MINIMA	ACG
	RED. KG/HA	ACE	ACE	
2 (P3)	6465	1255	096	705
1 (P2)	6376	1052	185	616
6 (P7)	6071	765	245	311
9 (P10)	5975	943	426	215
4 (P5)	5922	737	612	162
5 (P6)	5875	665	657	114
7 (P8)	5675	443	2215	085
8 (P9)	5475	562	2415	286
12 (P4)	5154	517	1135	606

Cuadro 4. Medias de rendimiento y características agronómicas de cruza dobles y triples predichas de maíz grano amarillo de alta calidad de proteína. Guatemala, 1988.

HIBRIDOS PREDICHOS	X REND. KG/HA	% S/ HA-46	RENDIMIENTO PROG. HEMBRA	%COB. MZCA.	%MZCA. POD.
(P1xP2)(P8xP11)	6933	132	6530	7	2
(P1xP2)(P6xP11)	6885	131	6280	4	1
(P1xP2)(P2xP11)	6783	129	7050	5	7
(P1xP2)(P6xP8)	6733	128	6280	6	1
(P6xP11)(P1)	6955	133	6170	4	1
(P8xP11)(P2)	6850	131	6530	10	3
(P8xP9)(P2)	6690	128	5940	15	3
(P1xP2)(P6)	6582	126	6280	4	0
<u>Testigos</u>					
Exp. 112	5816	100		2	0
HA-46	5242			2	1

\*\* Mejor cruza involucrada en la predicción, que se utilizará en la formación del híbrido.

del híbrido.

DETERMINACION DE LA APTITUD COMBINATORIA GENERAL DE LINEAS ENDOGAMICAS Y SU EFECTO EN LA FORMACION DE NUEVOS HIBRIDOS TRIPLES DE MAIZ (*Zea mays* L.) CENTRO AMERICA 1988

Nery Soto,\* Raúl Rodríguez\*\*, Luis Brizuela\*\*\* y Hugo Cordova\*\*\*\*

RESUMEN

CIMMYT inició en 1984 un proyecto de formación de híbridos tendientes a explorar al máximo la diversidad genética y aptitud combinatoria, componentes esenciales para la expresión de heterosis.

Con el objetivo de utilizar en forma eficiente las líneas élite desarrolladas en CIMMYT México, y mejorar el patrón heterótico de los híbridos de los programas nacionales, se creó el Proyecto Colaborativo Centroamericano en formación de híbridos.

En el presente estudio se formaron 146 cruzas triples con la combinación de 46 líneas S4 y tres cruzas simples élite utilizadas como hembra en la formación de los híbridos H-5, HB-83M y H-27 de El Salvador, Honduras y Guatemala respectivamente. Estos cruzamientos fueron evaluados en 1988 en 5 localidades de Centro América.

Los resultados identificaron nuevos híbridos para Guatemala, El Salvador y Honduras. El mayor diferencial de rendimiento se obtuvo en Santa Cruz Porillo, El Salvador, donde el híbrido superior rindió 8.0 t/ha superando al testigo con 50% de rendimiento. Se seleccionaron 10 líneas con ACG positiva dentro de las cuales sobresalen las líneas 317, 339, y 325 derivadas de las poblaciones Tuxpeño-1, Pool 23, y Población 32 respectivamente. Las líneas seleccionadas se agruparon en dos patrones heteróticos: dentado (Tuxpeño) y cristalino (Pool 23 y ETO)

INTRODUCCION

De acuerdo a la problemática del cultivo del maíz en la región, en 1986 los coordinadores de los programas nacionales acordaron establecer estrategias emergentes tendientes a contrarrestar en forma conjunta la problemática que limita la producción de dicho cultivo.

De manera que se identificaron las necesidades prioritarias de investigación y se establecieron proyectos colaborativos entre los

---

\* Coordinador Programa de Maíz, ICTA, Guatemala; \*\*Coordinador Programa de Maiz, CENTA, El Salvador; \*\*\* Coordinador Programa de Maíz, SRN, Honduras y \*\*\*\* Coordinador Regional de Maíz de CIMMYT para Centro América y El Caribe

programas de maíz, tendientes a encontrar soluciones a problemas similares en la región.

De tal manera que a Guatemala se le designó como país líder del proyecto regional de híbridos, cuyo proyecto se inició con la evaluación de dialélicos para estimar ACG y ACE y predicción de híbridos blancos que se formaron en CIMMYT en 1985-1986, a partir de esa fecha se prosiguió con el desarrollo de dicho proyecto, de manera que en 1988 se evaluaron los híbridos triples de grano blanco (mestizo) en diferentes localidades de Centro América, con el propósito de identificar los mejores híbridos triples para cada país, así como las líneas con mayor aptitud combinatoria general (ACG).

#### OBJETIVOS

1. Evaluar cruces mestizos de líneas con endogamia parcial utilizando como probadores distintas cruzas simples élites desarrolladas por los programas nacionales de Guatemala, El Salvador y Honduras.
2. Determinar la aptitud combinatoria general del germoplasma desarrollado dentro del proyecto regional de híbridos del CIMMYT.

#### REVISION DE LITERATURA

Los cruces mestizos con frecuencia son híbridos que pueden utilizarse en las etapas iniciales de un programa de mejoramiento (5) y que puede mantenerse rendimientos sostenidos, al respecto muchos investigadores han reportado resultados obtenidos en diferentes estudios realizados.

El concepto de aptitud combinatoria y su importancia en la mejora de las plantas se ha desarrollado debido a las investigaciones realizadas en maíz. Dos términos se han definido en relación a este concepto. Aptitud combinatoria general y específica. Su determinación permite conocer la forma en que actúan los genes: si la acción es aditiva y no aditiva y la importancia relativa de cada una. (8)

Falcomer define la aptitud combinatoria general como el valor medio de  $F_1$ 'S de sus cruzas con otras líneas. La actuación de una craza en particular puede desviarse de la aptitud combinatoria general promedio de las líneas y a esta desviación se la conoce como aptitud combinatoria específica lo cual es medida como desviación de la media general más las habilidades combinatorias de los progenitores y viene siendo una característica de cruzas y no de líneas. (3)

Según Sprague, citado por Brauer (1) el método clásico para la formación de híbrido consiste en desarrollar líneas puras por medio de endogamia y selección continua durante varias generaciones, hasta lograr líneas con suficiente homocigosis que presenten características deseables. Entre las líneas seleccionadas, hacer selección de las que tengan mejor ACG, mediante la evaluación de cruzamiento con un probador común.

En Guatemala en 1985 se condujeron dos ensayos de evaluación de mestizos con un grupo de líneas S3 derivados de semillas de hermanos completos

de grano blanco y amarillo de distintas poblaciones, lo cual permitió identificar líneas superiores, en donde las líneas de derivadas de la población 22 expresaron los mayores rendimientos en el mestizaje. (2).

Ju Genhemier (1936) comparó líneas puras en cruza mestizos, de tres elementos y dobles. Los rendimientos de los híbridos sobre las variedades de polinización libre fueron superiores hasta 53.8 % más de rendimiento, las cruza mestizos y cruza dobles tuvieron un rendimiento más bajo y fueron más variables en altura de planta y mazorca que las cruza simples (5)

Velasquez et al (1978), (7) reporta estimaciones de aptitud combinatoria general y específica, así como tipos de acción genética inadecuada en un análisis dialélico de familias de hermanos completos utilizando el diseño II de Greffin. Los valores de aptitud combinatoria general, resultados similares han sido reportados por Hornes et-al (1973).

Velasquez (1978), al evaluar cruza simples de maíz formadas con familias de hermanos completos, concluye que el método se presenta como una alternativa y de formación de híbridos a corto plazo, sin embargo, menciona que se hace necesario estudiar la certeza de la fiel repetibilidad de las cruza.

#### METODOLOGIA

El presente estudio se realizó en 5 localidades de Centro América, Finca Las Vegas, Tequisate y La Máquina en Guatemala, Santa Cruz Porillo y San Andrés en El Salvador y Omonita en Honduras.

El germoplasma utilizado en dicho estudio como probadores fueron: hembra (cruza simple) HB-83M (ICTA GUATEMALA), hembra (cruza simple) H-5 (CENTA EL SALVADOR) y hembra (cruza simple) H-27 (SRN HONDURAS).

Se mestizaron 55 líneas provenientes de las poblaciones 21, 25 y 32 y del Pool 23.

El diseño que se utilizó fue látice 12 x 13 con 156 tratamientos y 2 repeticiones por localidad.

La fecha de siembra fué en junio y la cosecha se efectuó en octubre, las distancias de siembra fué de 0.75 m entre surco y 0.5 m entre postura de 2 plantas equivalente a 53,000 plantas por hectátera, el control agronómico se llevó a cabo de acuerdo a la tecnología de cada país.

Las variables que se consideraron fueron: rendimiento, días a flor, altura planta y mazorca, acame de tallo y raíz, cobertura y pudrición de mazorca, enfermedades foliares.

#### DISCUSION DE RESULTADOS

El cuadro 1 presenta los estadísticos estimados en el análisis de varianza para rendimiento por localidad y combinado. La alta significancia para tratamientos indica que existe una respuesta diferencial para rendimiento entre genotipos evaluados. La significación alta para la interacción genotipo x localidad indica que existen genotipos que presentan una respuesta diferencial en las localidades donde se evaluaron.

La eficiencia relativa de látice a bloques al azar (114-602 %) demuestra que el esfuerzo estadístico realizado al utilizar este diseño contribuye a la eficiencia en la conducción de este experimento.

Los coeficientes de variación 8 y 18% son bastante aceptables (a excepción de Omonita, Honduras 24.01) que indican confiabilidad en los resultados obtenidos.

Los cuadros del 1 al 4 muestran el comportamiento de los nuevos híbridos triples superiores evaluados en distintas localidades de El Salvador, Honduras y Guatemala.

Para el caso de Guatemala (La Máquina) el testigo HB-85 y HB 83M con rendimientos hasta de 10.0 t/ha, sin embargo en el promedio de las 2 localidades, los resultados fueron similares a los testigos, es importante considerar las características agronómicas de cobertura de mazorca y mazorcas podridas para efectuar una selección que permita mejorar el pedigre de los actuales híbridos en poco tiempo y costo mínimo.

El más notable diferencial de rendimiento obtenido para el caso de El Salvador (San Andrés y Santa Cruz Porillo) con rendimiento promedio del mejor híbrido de 8.0 t/ha en comparación con el testigo H-5 que rindió 5.5 t/ha. Las características agronómicas de pudrición de mazorca y acame fueron afectadas por 2 huracanes, sin embargo, los nuevos híbridos presentan una ventaja comparativa muy importante de 50% en rendimiento superior al híbrido H-5 que más se utiliza en El Salvador (Cuadro 3)

En Honduras, sólo se sembró un experimento en la localidad de Omonita en la costa norte de Honduras, un híbrido triple (400 x 339) superó con 12% de rendimiento al testigo H-27 que rindió 8.2 t/ha. (Cuadro 4)

La uniformidad en altura de mazorca y cobertura de mazorca fueron altamente superiores en el nuevo híbrido triple, formado con la misma cruza simple utilizando como hembra el H-27 y una nueva línea del programa regional de C.A. se relacionó con cinco híbridos con rendimientos similares al testigo pero con características agronómicas superiores.

Uno de los objetivos importantes de este proyecto colaborativo de híbridos es estimar la aptitud combinatoria general de las nuevas líneas evaluadas a través de los probadores. Se seleccionaron 10 líneas superiores con aptitud combinatoria general entre ellas sobresalen las líneas 317, 339 y 235 derivadas de Tuxpeño, Pool 23 y poblaciones 32

respectivamente. La líneas que mejor combinación híbrida mostró fue la 317 cuyo patrón heterótico es Tuxpeño de grano dentado.

Los patrones heteróticos identificados son Tuxpeño (dentado), población 32 y Pool 23 cristalino. (Cuadro 5)

Los rendimientos promedios de la combinación de híbridos seleccionados superan en rendimiento y características agronómicas a las cruza simples utilizadas como probadores. Esto indica que también se pueden formar nuevas cruza simples, triples y dobles utilizando los patrones heteróticos apropiados e identificados en este estudio. Cuadro 6)

Cuadro 1. Análisis de varianza para rendimiento de mestizos de maíz de grano blanco formados con germoplasma del Proyecto Regional de CIMMYT. Guatemala 1988

LOCALIDAD	X REND.		%	FTRAT	FTRATxLOC	ER/BA
	t/ha	DMS.				
La Maquina	6.1	0.8	10.8	**		114.87
Las Vegas	5.1	1.1	17.9	**		124.92
Sn Andres Sal.	6.8	1.5	18.17	**		101.90
Sta Cruz P. Sal.	7.3	1.3	14.95	**		108.26
Omonita, Hon.	6.6	1.9	24.01	**		141.37
COMBINADO	6.4	1.0	8.02	**	**	602.90

Cuadro 2. Media de rendimiento y características agronómicas de los mejores híbridos triples para Guatemala generados del Proyecto Regional de CIMMYT, Guatemala 1988.

	REND.	DIAS	ALTURA		%MAZ	%MAZ
	tm/ha	FLOR	PTA.	MZC.	DESC	POD.
398 x 241	6.2	57	251	126	3	16
398 x 394	6.1	57	246	126	11	16
398 x 342	6.1	58	236	116	9	15
398 x 364	6.1	55	228	109	1	5
398 x 348	5.8	58	252	130	7	12
398 x 329	5.8	62	241	139	0	6
TESTIGOS						
HB-83M	6.2	55	260	129	0	13
HB-85	6.2	54	251	125	6	6
Hembra HB-83M	5.5	58	230	113	0	8

Media de 2 localidades.

Cuadro 3. Medias de rendimiento y características agronómicas de los mejores híbridos triples para El Salvador generados del Proyecto Regional de CIMMYT. El Salvador 1988.

HIBRIDO	REND.	DIAS	ALTURA		%MAZ.	%MAZ.
	Tm/ha	FLOR	PTA	MZC	DESC	PUD.
399 x 382	8.0	55	235	144	1	12
399 x 275	7.6	54	217	137	0	6
399 x 358	7.4	53	220	149	1	5
399 x 380	7.2	55	245	145	1	1
TESTIGOS						
HE-55	6.4	56	238	144	2	10
Hembra H-5	5.0	57	260	150	2	4
H-5	5.3	57	227	139	0	1.1

Cuadro 4. Media de rendimiento y características agronómicas de los mejores híbridos triples para Honduras generados del Proyecto Regional de CIMMYT. Honduras 1988

HIBRIDO	REND.	DIAS	ALTURA		%MAZ	%MAZ	%
	Tm/ha	FLOR	PTA	MAZ	DESC	POD.	ACAME
400 x 339	9.2	52	243	129	9	0	10
400 x 308	8.2	52	230	132	11	0	6
400 x 306	8.0	50	230	127	9	9	0
400 x 258	7.9	52	231	123	12	8	0
400 x 362	7.9	52	244	131	14	0	0
400 x 365	7.8	52	228	117	17	0	0
TESTIGOS							
H-27	8.3	57	195	136	9	6	16
Hembra H-27	6.6	55	198	130	4	7	28

Cuadro 5. Estimación de aptitud combinatoria general de líneas de maíz de grano blanco del Proyecto Regional del CIMMYT. Guatemala 1988.

LINEA	Hembra	hembra	hembra	X REND	ACG
	HB-83M	H-5	H-27		
	REND.	REND	REND.		
	tm/ha	tm/ha	tm/ha	tm/ha	tm/ha
317	8.6	6.8	6.9	7.4	0.9
339	7.5	6.6	7.9	7.3	0.8
235	6.2	7.7	7.0	7.0	0.5
272	6.7	7.1	7.1	7.0	0.5
241	6.6	7.4	6.7	6.9	0.4
280	6.6	6.7	6.7	6.7	0.2
262	6.3	6.7	6.9	6.6	0.1
306	6.7	6.6	6.4	6.6	0.1
309	6.6	6.7	6.4	6.6	0.1
368	5.8	6.3	6.5	6.2	-0.2
337	6.8	5.8	7.0	6.2	-0.2
MEDIA	6.5	6.4	6.5	6.5	

PROBADORES	
Hembra HB-83M	7.1
Hembra H-5	4.8
Hembra H-27	6.9
TESTIGOS	
HB-83M	7.1
H-27	6.8
HS-5G1	6.9
H-5	5.2

Cuadro 6. Media de Rendimiento y características agronómicas de las líneas superiores en ACG del Proyecto Regional de CIMMYT. Guatemala 1988

LINEA	REND.	DIAS	ALTURA		%MAZ	%MAZ	%ACAME	
	t/ha	FLOR	PTA	MZC	DESC	POD		
317		7.4	56	211	140	9	11	23
339		7.3	56	177	124	7	10	16
235		7.0	56	197	136	3	11	25
272		7.0	54	186	119	10	10	11
241		6.9	57	202	142	3	11	32
280		6.7	55	182	123	6	8	12
262		6.6	57	185	129	5	10	22
306		6.6	55	187	127	5	8	18
309		6.6	55	184	122	12	8	9
PROBADORES								
Hembra HB-83M	7.1		54	186	118	3	7	5
Hembra H-27	4.8		57	195	136	9	6	17
Hembra H-5	6.9		58	199	138	3	9	45
TESTIGOS								
HB-83M	7.1		54	193	126	0	8	18
H-27	6.8		58	185	125	13	11	21
H-5	5.2		57	200	141	1	11	33

#### CONCLUSIONES

1. Estadísticamente se encontró diferencia significativa al 1% para tratamientos tanto en los análisis de varianza practicados por localidad y combinado. Los coeficientes de variación estuvieron dentro de un rango aceptable.
2. Para Guatemala los híbridos superiores evaluados en La Máquina y Las Vegas expresaron rendimientos similares a los testigos Hb-83M y HB-85.
3. Para El Salvador, tomando en consideración la evaluación hecha en dos localidades (Sta. Cruz Porillo y San Andrés) el diferencial de rendimiento entre el mejor híbrido 399 x 382 (8.0 tm/ha) y el H-5 (5.2 tm/ha) fue de 2.7 tm/ha lo que equivale a 50% más de rendimiento.

4. Para Honduras, los rendimientos obtenidos en Omonita, el híbrido superior 400 x 339 rindió 9.2 tm/ha superando al testigo H-27 con 0.9 tm/ha que equivale a 11% más de rendimiento.
5. Se seleccionaron 10 líneas con ACG positiva, las líneas más sobresalientes fueron 317, 339 y 235 derivadas de Tuxpeño, Pool 23 y Población 32 respectivamente.
6. La líneas que mostró mejor combinación híbrida fue la 317 cuyo patrón heterótico es Tuxpeño de grano dentado.

#### BIBLIOGRAFIA

1. BRAUER, O.H. 1980. Fitogenética aplicada. México, Limusa, Cap. 18.
2. CASTELLANOS, J.S. 1985. Evaluación de aptitud combinatoria general de líneas S3 de maíz de grano amarillo en 4 localidades del trópico de Guatemala. In. Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. (32, El Salvador 1986).
3. FALCONER, D.S. 1984. Introducción a la genética cuantitativa. Trad. de la ed. en inglés por Fidel Márquez Sánchez. México, Continental. 430 p.
4. GUATEMALA. 1985. INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Programa de mejoramiento y producción de maíz. Informe técnico. Guatemala 1985. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas.
5. JUGENHEIMER, R.W. 1984. Maíz, variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semilla. Trad. del inglés por Piña García. México. Limusa. 197-222 p.
6. LARIOS L.A. et. al. 1988. Aptitud combinatoria de líneas y respuestas correlacionadas para rendimiento de híbridos triples y dobles de maíz (*Zea mays* L.). In. Reunión Bianual de Maiceros de la Zona Andina. (13, Perú, 1988). Perú. Instituto Nacional de Investigaciones Agraria y Agropecuaria.
7. VELASQUEZ, R. 1978. Formación de híbridos simples en base a familias de hermanos completos. Tesis Mag. Sc. Chapingo. México. Colegio de PostGraduados. 84 p.
8. VIOLIC, A. Y LUCHSINGER, A. 1972. Aptitud combinatoria general y específica para rendimiento y sus componentes de diez líneas de maíz (*Zea mays* L.). Anales del Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Serie: Producción Vegetal. No.2. INIA. Min. de Agricultura. Madrid España.

AVANCES EN EL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO PARA RESISTENCIA AL  
ACHAPARRAMIENTO EN DOS POBLACIONES DE MAIZ (22 Y 73)

Adán Aguiluz\*, Raúl Rodríguez\*\*, Roger Urbina\*\*\* y Hugo Córdova\*\*\*\*

RESUMEN

Debido a las considerables pérdidas sugeridas en la producción de maíz por los países de El Salvador, Nicaragua y la República Dominicana, por causa del achaparramiento, los Programas Nacionales de Maíz de estos países coordinados por CIMMYT, desarrollan un esfuerzo conjunto, con el objetivo de obtener variedades que presenten alto rendimiento y resistencia a la enfermedad cuya expresión es debida al ataque de patógenos identificados como microplasma y espiroplasma.

Durante los ciclos 88-A y 88-B, se evaluaron ochocientas líneas S1, del segundo ciclo de selección de las poblaciones 22 y 73, para rendimiento en San Andrés, El Salvador y resistencia al achaparramiento en Nicaragua, seleccionándose 40 líneas de la población 73 que presentaron los más altos rendimientos (promedio 3829 kg/ha) y mayor resistencia a la enfermedad. Las 40 líneas se recombinaron cerrándose el segundo ciclo de selección, lográndose obtener 172 familias de hermanos completos.

La población 22, mostró alta susceptibilidad a la enfermedad, por lo que se optó por eliminarla ya que no mostró potencial de resistencia.

INTRODUCCION

El cultivo de maíz en El Salvador, ocupa un papel muy importante, constituyéndose en una de las principales fuentes de la dieta alimenticia de un alto porcentaje de la población. La producción y productividad de este cereal se ven afectadas por diversos factores, entre ellos la susceptibilidad a enfermedades, especialmente al achaparramiento del maíz en épocas y localidades de alta incidencia natural, lo que motivó al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), continuar con un programa coordinado con El Salvador, Nicaragua y República Dominicana, en búsqueda de resistencia genética en las poblaciones 22 (mezcla tropical blanca) y 73 (Tuxpeño 1), para mejorar este germoplasma a través de una metodología establecida hasta 1991, permitiendo acumular genes para resistencia a dicha enfermedad, por lo que este trabajo tiene los siguientes objetivos:

---

\* Ingeniero Agrónomo, Técnico Programa Maíz, CENTA-MAG, El Salvador; \*\* Ingeniero Agrónomo, Coordinador Programa de Maíz, CENTA-MAG. El Salvador; \*\*\* Ingeniero Agrónomo, M.S., Coordinador Programa de Maíz, MIDINRA, Nicaragua y \*\*\*\* Ingeniero Agrónomo, Coordinador Programa Regional de Maíz de CIMMYT para Centroamérica y El Caribe, Guatemala.

1. Generar fuentes de resistencia al achaparramiento a través de dos poblaciones de maíz genéticamente diferentes.
2. Mejorar las poblaciones en estudio a través de métodos de selección recurrente.
3. Formar variedades resistentes al achaparramiento y que presenten buen potencial de rendimiento.

#### REVISION DE LITERATURA

El achaparramiento del maíz ha causado serios problemas en plantaciones comerciales y experimentales. En 1942, fue detectada por primera vez en el Estado de California; en 1944, en el Estado de Texas. También se reporta en México, Centro y Sur América, Puerto Rica, República Dominicana y Cuba.

Durante varios años se han realizado investigaciones relacionadas a daños causados por achaparramiento; además, se han hecho evaluaciones de materiales tolerantes.

Niederhausen 1950, Cervantes y Niederhausen 1958, señalan que en México se han observado daños en algunas localidades, sin embargo las pérdidas estimadas no son de gravedad en la producción, por lo que no la sitúan en un lugar de importancia. Merino 1961, en sus estudios sobre rendimiento del PCCMCA, en siembras realizadas el año 1960, reportó que la incidencia del patógeno del maíz influyó grandemente para que la respuesta de las variedades probadas no fuera la esperada.

En Nicaragua esta enfermedad es un factor limitante de la producción (Algabas, 1982) especialmente en siembras realizadas después del 15 de julio. La magnitud de los daños fue de 60 a 100%. El mismo autor indica que se han realizado estudios con el Programa de Investigación Colaborativa del CIMMYT y Programas Nacionales de Maíz de Nicaragua y El Salvador. En 1975, se llevó a cabo selecciones contra achaparramiento en tres poblaciones.

Después de cuatro ciclos de selección recurrente se crearon 10 variedades experimentales específicas para cada localidad. En Nicaragua, se sembraron en dos localidades, bajo tres épocas de siembra, evaluando el comportamiento agronómico, sanitario y rendimiento. La variedad experimental Santa Rosa 8073, exhibió mejores parámetros de estabilidad, comportándose en forma sobresaliente a través de todos los ambientes de prueba en ambas localidades. Concluyéndose que dicha variedad presentó mejor adaptación bajo las condiciones de Nicaragua que de otros países.

Días y Vega 1973, reportan que en el CIMMYT, se evaluaron materiales en Nicaragua, México y El Salvador, en este último país se realizaron estudios a nivel de invernadero y de campo. Los resultados mostraron que el 52.8 % del material exhibió alta tolerancia (0-20%) a la enfermedad, bajo condiciones de campo; en invernadero el 51.1% del material estudiado, más del 40% mostró un 9.4% de tolerancia a la enfermedad.

De lo anterior se concluye que los porcentajes más altos de plantas con síntomas de achaparramiento, se obtuvieron bajo condiciones controladas.

Ancalmo y Davis, 1961, estudiaron los híbridos H-501 y H-503, ambos presentaron cerca del 70% de plantas enfermas, calificándose como un alto grado de susceptibilidad, ya que la cosecha sufrió una disminución de un 53%. Kramer 1964, Granados y Maramorosh 1967, Granados y Whitcomb 1971, mencionan que en la literatura de habla inglesa, se encuentra reportada como "stunt o corn stunt microplasma" (CSM). Bravo 1972, señala que en Centro América se le conoce como achaparramiento del maíz y en Bolivia como Palmado del Maíz. Así mismo, estudios realizados por investigadores, indican que el agente causal no es un virus sino un microplasma. Corroborado por De León 1984, afirmando que el patógeno ha sido identificado como un microplasma helicoidal o spiroplasma. Este autor explica que se ha localizado en tierras bajas, cálidas húmedas, de varios países de Centro y Sur América, El Caribe y en el sur de Estados Unidos de América.

Stonex, citado por Bravo 1972, reporta 2 tipos diferentes de achaparramiento, separándolos de acuerdo a la sintomatología y a la vez los denominó como Río Grande y Masa Central.

De León 1984, menciona que los síntomas principales de la enfermedad son la presencia de rayado amarillo y ancho en las hojas, las cuales luego se tornan púrpura hacia las puntas, plantas carentes de mazorca o con mala producción de semilla, otros síntomas son el acortamiento de entrenudos, sufriendo las plantas enanismo o achaparramiento, proliferación de tallos, las yemas axilares desarrollan mazorcas estériles, además se presentan exceso de mal formación de raíces.

Dias 1969, para establecer la resistencia a tolerancia al patógeno, utilizó semilla de maíz híbrido H-503 susceptible y H-3 tolerante. Los resultados señalaron que el insecto no presentó preferencia por ninguno de los híbridos y que la incidencia del vector (*Dalbulus maidis*) fue menor en los meses de mayo, junio y julio.

El mismo autor desarrolló trabajos de investigación en la Estación Experimental de Santa Cruz Porrillo (30 msnm) para estudiar el grado de incidencia de la enfermedad.

Los resultados indicaron que esta localidad, reúne los requisitos en cuanto a condiciones ecológicas se refiere, para el desarrollo favorable del patógeno.

Ancalmo 1962, afirma lo anterior, al mencionar que la mayor incidencia se presenta en las zonas costeras, observándose plantaciones completamente dañadas, hasta en 100%.

Rodríguez Sosa et al 1987, evaluaron en Santa Cruz Porrillo 400 líneas S<sub>1</sub> de cada una de las poblaciones 22 y 73 para medir resistencia al achaparramiento, de estas líneas seleccionaron 40 superiores de cada población, con una media de achaparramiento para la población 22 de 46.9% y 17.5 correspondiente a la población 73.

Aguiluz et al 1988, evaluaron en San Andrés 157 familias de la población 22 y 258 de la población 73, encontrando que las familias de la población 73 fueron superiores para resistencia al achaparramiento que los de la población 22.

#### MATERIALES Y METODOS

El material genético evaluado en el presente trabajo, constó de 800 líneas  $S_1$  provenientes de familias de hermanos completos del primer ciclo de selección de las poblaciones 22 (mezcla tropical blanco) y 73 (Tuxpeño 1).

##### Antecedentes

El proyecto se inició en 1985, en Santa Cruz Porrillo (30 msnm) con la formación y selección de 400 líneas  $S_1$  de cada población, las cuales después de evaluarse para rendimiento y resistencia al achaparramiento, se seleccionaron 40 líneas de cada población, las que se recombinaron para cerrar el primer ciclo de selección.

En 1987 B, en San Andrés (460 msnm) se inició el segundo ciclo de selección con la formación y selección de 400 líneas  $S_1$  de cada población.

##### Material en evaluación.

En enero de 1988, se sembraron en San Andrés las 400 líneas  $S_1$  de cada población con la finalidad de evaluarlas en cuanto a rendimiento de grano y otras características agronómicas.

##### Diseño Experimental.

En este estudio se utilizó el diseño jerárquico anidado, con 400 entradas (20x20) con dos repeticiones de cada una de las poblaciones que representa un total de 1600 parcelas en total.

##### Descripción de las parcelas.

Cada parcela experimental estuvo formada por un surco de 5.50 m de longitud y con distanciamiento entre plantas de 0.30 m y entre surcos de 0.80 m. El área de parcela útil fue de 4.40 metros cuadrados.

Durante el desarrollo del cultivo se tomaron datos de días a flor, altura de planta y de mazorca, acame de raíz y tallo, % de mala cobertura, aspecto de mazorca, % de mazorcas podridas y principalmente rendimiento de grano.

##### Evaluación complementaria.

Un ensayo igual fue sembrado en Nicaragua para someter las líneas a un ambiente de alta incidencia natural, para poder seleccionar las líneas que ofrecen más resistencia a la enfermedad.

En Septiembre de 1938 se sembraron todas las líneas en Santa Cruz Porrillo localidad y época de alta incidencia natural, con el propósito de recombinar las superiores, tanto en rendimiento como en resistencia a la enfermedad cerrando el segundo ciclo de selección recurrente.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan los promedios de rendimiento y otras características agronómicas, del total de líneas evaluadas y de las 40 líneas seleccionadas de la población 73. En cuanto a rendimiento, las 40 líneas seleccionadas presentan un promedio de 3829 k/ha lo que representa un incremento de 18% comparado con el promedio de las 400 líneas (3252 k/ha). En los que se refiere al aspecto de mazorca las 40 seleccionadas presentan un promedio de 2.8 ligeramente favorable comparado con el promedio de las 400 que presentan 3.1 de promedio. Lo mismo ocurre con pudrición de mazorca en donde las 40 seleccionadas presentan un promedio de 3.9% de mazorcas podridas y las 400 presentan un valor de 5.1% lo que significa, que las seleccionadas presenta 1.2% menos de mazorcas podridas comparadas con el total de las 400 líneas. En el mismo cuadro se presentan los promedios de las 400 líneas de la población 22, pero no así de las 40 seleccionadas, pues no se efectuó selección por su alta susceptibilidad a la enfermedad en ambientes de alta incidencia como lo muestra la gráfica en anexo que presentan valores de achaparramiento del total de familias y de los seleccionados para derivar las líneas  $S_1$  del segundo ciclo de selección, al observar los valores se nota que el porcentaje de achaparramiento de las seleccionadas de la población 22 (29.4% es superior aún al valor del total de familias de la población 73 (26.1%) lo que demuestra la susceptibilidad de los genotipos de la población 22; lo mismo fue reportado del ensayo de Nicaragua y también al evaluar el daño en las líneas al momento de hacer la recombinación del 2o. ciclo se pudo notar que la población 22 presentó un porcentaje de achaparramiento en torno de 90%, por todo lo antes expuesto en relación a la población 22 se ha decidido eliminarla ya que se ha comprobado que no ofrece mayor resistencia a la enfermedad por lo que, para continuar el trabajo se sustituirá por otra población de CIMMYT.

En las líneas de la población 73, como lo muestra el cuadro 2, las 40 seleccionadas presentan un promedio de 38.1% de achaparramiento y el total de líneas presentó un valor en torno de 75%; al hacer la recombinación de las 40 líneas seleccionadas se logró obtener 172 familias de hermanos completos para cerrar el segundo ciclo de selección recurrente.

#### CONCLUSIONES

1. Eliminación de la población 22 por su alta susceptibilidad a la enfermedad, la que será sustituida por otra población.
2. La metodología utilizada en este trabajo, puede ser muy efectiva para seleccionar genotipos superiores para rendimiento de grano y resistencia al achaparramiento.

3. Se completó el segundo ciclo de selección obteniéndose 172 familias de hermanos completos de la población 73 para iniciar el tercer ciclo.
4. Se formó una variedad sintética de la población 73 con las mejores líneas S<sub>1</sub> del segundo ciclo.

## BIBLIOGRAFIA

- AGUILUZ, A. et al 1988. Avances en el segundo ciclo de mejoramiento para resistencia al achaparramiento en dos poblaciones de maíz (*Zea mays* L.). In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. 34a. San José, Costa Rica.
- ANCALMO, O. y DAVIS, W.C. 1961. Achaparramiento (corn stunt). Plant Disease Report (45) (4): 281.
- ANCALMO, O. 1962. Estudios realizados con achaparramiento del maíz en El Salvador. In 8a. Reunión Centroamericana sobre Mejoramiento del Maíz. San José, Costa Rica. Proyecto Cooperativo Centroamericano. México, S.F. pp. 79-83.
- BRUNO G., O.A. 1972. Informe parcial sobre prueba individual de eficiencia de transmisión del achaparramiento del maíz, por el vector *Dalbulus maydis* L. & W. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria. El Salvador.
- CERVANTES, R. J. y NIEDERHAUSEN, J.S. 1958. Resistencia al virus, causante del achaparramiento del maíz. Folleto técnico No.29: 19 pp. Oficinas de estudios especiales, S.A. G. México.
- DE LEON, C. 1984. Enfermedades del maíz. Una guía para su identificación en el campo. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México 122-114 pp.
- DIAS, A. DE J. 1969. Estudios de la población *Dalbulus* sp. rector del virus causante del achaparramiento del maíz. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. 15a. San Salvador.
- DIAS, A. DE J. y VEGA, R. 1973. Selección y evaluación de materiales tolerantes al achaparramiento en El Salvador. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. 19a. San José, Costa Rica. pp 79.
- GRANADOS, R.R. y MARAMOROSCH, K. 1967. Transmisión of corn stunt virus by three leafopper rectors. *Phytopathol.* 57(4): 340 (abstract).
- GRANADOS, R.R. y WHITCOMB. 1971. Transmission of corn stunt mycoplasma by the leafopper *Dalbulus tripsaci*. *Phytopathol* 61(2): 240-241.

KRAMER, J.R. 1964. The leafhopper vector of corn stunt and some related species in southern United States. (Homoptera: Cixiidae) E.S.D.A. Cooperative Econ. Insect. Rep. 14, 105-106.

MERINO, A.J. 1961. Resultados obtenidos dentro del PCCMCA en El Salvador en 1960. In Reunión Centroamericana sobre Mejoramiento de Maíz. 7a. Tegucigalpa, Honduras. Proyecto Cooperativo Centroamericano, México, S.F. pp. 65-72.

NIEDERHAUSEN, J.S. 1950. Enfermedades del maíz en México y variedades resistentes. Primera Asamblea Latinoamericana de Fitogenetistas. Folleto miscelánea No. 3:223-235. Oficina de estudios especiales. S.A.G. México.

RODRIGUEZ SOSA, R. 1987. Evaluación de líneas  $S_1$  provenientes de dos poblaciones de maíz del CIMMYT: Pob. 22 y Pob. 73, resistentes al achaparramiento. In Reunión Anual del Programa Cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos y Animales. 33a. Guatemala.

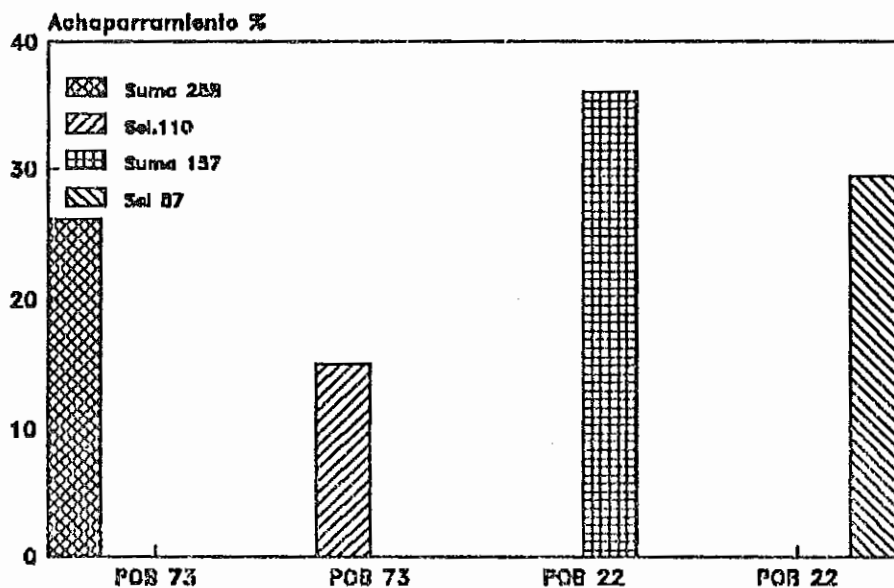


Fig.1 Selección de familias superiores

CUADRO 1. Promedios de rendimientos y otras características agronómicas de líneas S<sub>1</sub> (2do. Ciclo de Selección), derivadas de las poblaciones 22 y 73. El Salvador, C.A. 1988.

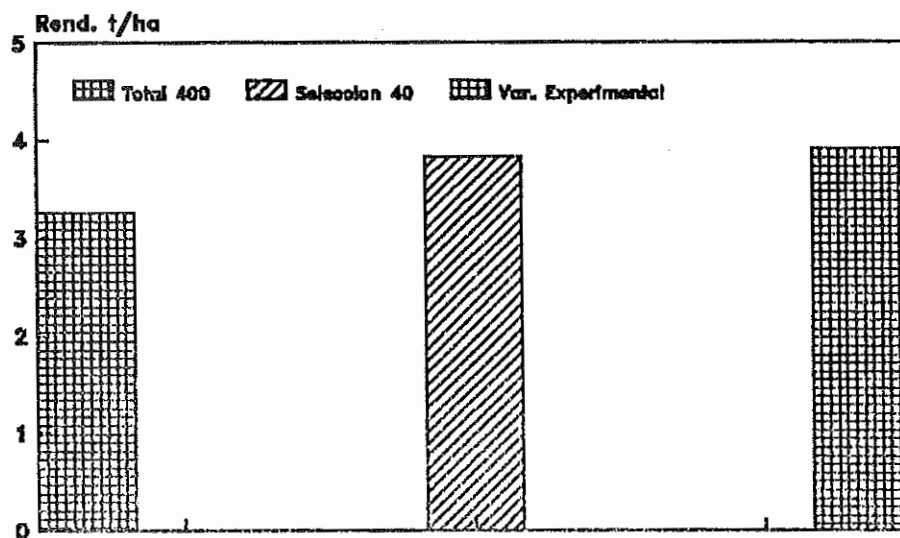
LINEAS S <sub>1</sub>	KG/HA <sup>1/</sup>	ALTURA PLANTA	ALTURA MAZORCA	ASPECTO <sup>2/</sup> / MAZORCA	% MAZORCA PODRIDAS
POB. 22					
X 400 Total	3360	159	78	3.1	4.8
X 40 Selec.	no se efectuó selección				
POB. 73					
X 400 total	3252	181	93	3.1	5.1
X 40 Selec.	3829	184	101	2.8	3.9
X VE	3898	183	101	2.8	3.7

<sup>1/</sup> Kg/ha a 15% de humedad

<sup>2/</sup> Aspecto de mazorca en una escala de 1 a 5 en donde: 1 excelente, 5 muy mala.

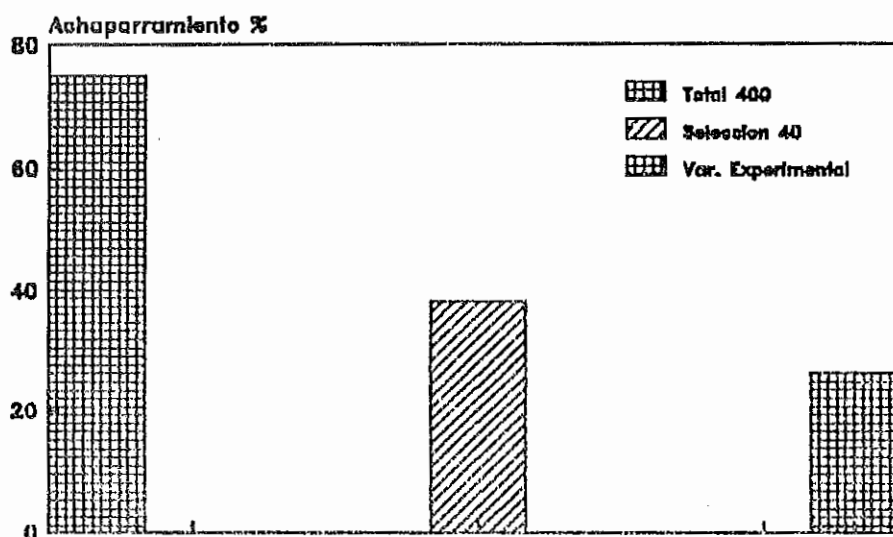
CUADRO 2. Promedios de porcentaje de achaparramiento del total de líneas y de seleccionadas para recombinación de la población 73. El Salvador. 1980.

LINEAS S <sub>1</sub> POB. 73	% ACHAPARRAMIENTO
X 400 total	75.00
X 40 Seleccionadas	38.10
X VE	26.20



Lineas Poblacion 73

Fig.2 Rendimiento de líneas S1



Lineas poblacion 73

Fig.3 Achaparramiento en líneas S1 recombinantes

## PROGRAMA DE FORMACION DE HIBRIDOS DE CALIDAD PROTEINICA

Mario R. Morales\* y Magni Bjarnason\*

## INTRODUCCION

El maíz es la base de la alimentación humana en muchos países subdesarrollados, especialmente en Latinoamérica y Africa, y es el principal componente en raciones alimenticias para animales (ganado vacuno, cerdos y aves) en países desarrollados. Aunque últimamente se usó en la alimentación animal también se ha incrementado enormemente en países en desarrollo.

En los años sesenta, la mayoría de los nutricionistas coincidían en que la malnutrición en países en desarrollo se debía principalmente a una dieta a base de alimentos de baja calidad proteínica como el maíz, el cual se sabe es deficiente en lisina y triptófano, dos de los aminoácidos esenciales en la dieta del ser humano y de los animales monogástricos.

Por este razón, cuando Mertz et al (1964) reportaron que el gene opaco-2, una mutante del endosperma del grano de maíz, incrementaba en un 100% el contenido de lisina y triptófano en el endosperma, muchos investigadores, especialmente químicos y nutricionistas, iniciaron estudios intensivos sobre la composición química y cualidades nutritivas de esta mutante. Sus resultados fueron estimulantes pues corroboraron las conclusiones obtenidas por Mertz et al (1964, 1965) acerca de la mayor calidad nutritiva del opaco-2. Por el lado agronómico, también se hicieron estudios intensivos. En este caso, los fitomejoradores, usando metodologías sencillas de retrocruzamiento, comenzaron a introducir el gene opaco-2 en los mejores materiales normales de maíz disponibles en ese momento. Sin embargo, los resultados de campo obtenidos por ellos no fueron muy alentadores, ya que ensayos de rendimiento en los que se comparaban materiales normales con sus respectivas versiones de opaco-2 demostraron que estos últimos rendían aproximadamente de 10 a 15% menos que los primeros. También se observó que el maíz opaco-2 era más susceptible a enfermedades, especialmente a la pudrición de la mazorca, que el grano era más lento en perder humedad después de la madurez fisiológica y que era más susceptible a insectos de almacenamiento. En cuanto a su aceptación por la gente, mediante encuestas se comprobó que si se les daba a escoger, salvo específicas excepciones, las personas preferían el maíz normal para su consumo.

Debido a esta serie de desventajas agronómicas, el interés por el estudio y la producción del maíz opaco-2 disminuyó drásticamente, tanto a nivel científico como industrial, y más aún, cuando a mediados de los setenta empezaron a aparecer publicaciones en las cuales connotados nutricionistas aseveraban que la malnutrición en los países en desarrollo no se debía a deficiencias proteínicas, sino calóricas. Ellos aconsejaban tanto a agencias internacionales como nacionales que dejaran de apoyar programas cuyo objetivo era incrementar la calidad y la

\* Programa de Maíz, CIMMYT, México.

cantidad proteínica y volcaran todo su interés en programas orientados a incrementar la producción de alimentos energéticos (McLaren, 1974; Waterlow y Payne, 1975). Sin embargo, hubo nutricionistas que consideraron que esto era incorrecto, de tal manera que se dieron acaloradas discusiones y los puntos de vista se polarizaron. Esta controversia persistió por varios años sin llegar a dilucidarse completamente.

El tema de la importancia de la calidad proteínica de los alimentos en países en desarrollo parece estar cobrando vigencia nuevamente pues a finales de 1987, un equipo de investigadores de universidades norteamericanas usando metodologías un poco más precisas midieron las cantidades de aminoácidos esenciales que el ser humano requiere para el funcionamiento normal de su organismo (National Research Council, 1988). Llegaron a la conclusión de que las cifras correspondientes a los aminoácidos lisina, leucina valina y treonina son de dos a tres veces mayores que las propuestas por FAO/WHO/UNU en su más reciente publicación (FAO/WHO/UNU, 1985).

#### DESARROLLO DE MATERIALES MCP POR CIMMYT

En el CIMMYT, al igual que en muchas otras instituciones, después del descubrimiento de la superior calidad proteínica del maíz opaco-2, se había iniciado en 1970 la conversión de los materiales del Centro a opaco-2; por tanto, hubo gran frustración cuando se supo que las conversiones a opaco-2 presentaban serias desventajas agronómicas y que la controversia entre nutricionistas ponía en duda la importancia del programa de maíz de calidad proteínica. Sin embargo, en el CIMMYT, bajo el consejo de varios nutricionistas, se decidió continuar con dicho programa. Fue así como, en 1974, los científicos del CIMMYT plantearon una nueva estrategia para el mejoramiento del maíz opaco-2. Dentro de esta nueva estrategia, el objetivo de los científicos del CIMMYT sería cambiar la apariencia suave y opaca del maíz opaco-2 a una dura y cristalina, similar a la de las versiones normales. Se pensó que si se cambiaba la textura del endosperma opaco-2 de suave a vítreo al mismo tiempo se eliminarían las desventajas expuestas anteriormente. Esta modificación quizá fuera posible, debido a que en trabajos de conversión por retrocruza ya se había observado que los materiales opaco-2 segregaban granos con porciones suaves y vítreas en proporciones diferentes; esto indudablemente se debía al efecto de genes modificadores de la textura suave del endosperma opaco-2.

Por lo tanto la estrategia seguida por el CIMMYT para alcanzar el objetivo antes mencionado fue la de capitalizar estos genes modificadores en materiales opaco-2. De esta manera, el CIMMYT desarrolló materiales opaco-2 con endosperma modificado o duro a los que se les llamó donadores. Mediante una metodología de selección recurrente de medios hermanos y hermanos completos combinada con retrocruzas, los materiales mejorados del CIMMYT, tanto complejos como poblaciones, fueron convertidos a versiones opaco-2 con endosperma modificado (Vasal et al, 1982). Al conjunto de dichas versiones posteriormente se le denominó maíz con calidad proteínica (MCP) (Quality Protein Maize o QPM). Durante todo el proceso de selección, tanto en los donadores como en las versiones MCP de los materiales mejorados del CIMMYT, hubo

necesidad de verificar continuamente la calidad proteínica por medio de análisis de laboratorio. Después de su obtención, los complejos y poblaciones MCP se siguieron mejorando usando la misma metodología aplicada a los complejos y poblaciones normales.

Fue así como a partir de 1980, el CIMMYT pudo ofrecer a los programas nacionales variedades mejoradas MCP de polinización libre, capaces de competir en rendimiento y otros caracteres agronómicos con los mejores materiales normales locales. Sin embargo, su uso no se popularizó, principalmente porque la mayoría de los programas nacionales no poseía el equipo de laboratorio necesario ni el personal calificado para verificar que la calidad proteínica y el endosperma modificado de las variedades de polinización libre se mantuvieran a través de los diferentes ciclos de selección. Asimismo, el agricultor carecía de las técnicas y medios adecuados para evitar que su campo de producción se contaminara con polen normal. Por estas razones, a partir de 1985, la Dirección del Programa de Maíz del CIMMYT hizo una reestructuración completa del programa de mejoramiento de maíces de calidad proteínica.

#### OBJETIVOS DEL PROGRAMA MCP

En la reestructuración del programa MCP se eliminó por completo el mejoramiento de los complejos y poblaciones MCP mediante las metodologías tradicionales de medios hermanos y hermanos completos. Debido a que los materiales MCP requieren un cuidado especial para no perder la calidad proteínica y la modificación del endosperma y a que los programas nacionales no cuentan con los medios necesarios para realizar este control, el objetivo principal del programa MCP será desarrollar líneas puras e híbridos con alta calidad proteínica, endosperma duro, buen rendimiento, resistencia a enfermedades y buenas cualidades agronómicas en general. Durante el proceso de formación de líneas puras, el programa MCP estará en capacidad de brindar a los programas nacionales que lo soliciten variedades mejoradas de polinización libre y sintéticos de las mejores líneas que se vayan generando. El objetivo de estos sintéticos será satisfacer en forma temporal la demanda inmediata que dentro de un país pueda existir de materiales MCP. Posteriormente, éstos serán substituídos por los híbridos que para ese país genere el programa MCP. Como es imposible que el programa MCP desarrolle híbridos para todos los países del mundo, debido principalmente a limitantes económicas, el programa ha propuesto que se seleccionen países que reúnan las siguientes condiciones: 1) buen comportamiento de materiales MCP en ensayos previos de variedades experimentales (EVTs), 2) nivel de interés demostrado por el programa nacional de maíz en materiales MCP, 3) demanda potencial de materiales MCP para la alimentación humana y/o animal y 4) la existencia de una infraestructura para la producción, distribución y comercialización de semilla de sintéticos MCP y de semilla híbrida MCP. Los países con más posibilidades de reunir estas condiciones son los siguientes:

<u>Mesoamérica</u>	<u>Suramérica</u>
El Salvador	Bolivia
Guatemala	Brasil
Honduras	Ecuador
México	Perú

<u>Africa</u>	<u>Asia</u>
Costa de Marfil	Bangladesh
Etiopía	Birmania
Kenya	China
Malawi	Filipinas
Nigeria	India
Senegal	Vietnam

El cambio de estrategia en el desarrollo de los materiales MCP se justifica si se considera que las dificultades de usar variedades MCP de polinización libre se eliminan con la semilla híbrida. En este caso, el agricultor, año tras año o ciclo tras ciclo, tendrá que comprar la semilla para la siembra de sus terrenos, la cual vendrá certificada por la compañía productora (nacional o privada). La compañía por supuesto, tendrá que usar tecnologías apropiadas para evitar contaminaciones con polen de maíz normal.

#### DESARROLLO DE LINEAS PURAS

S.K. Vasal ha propuesto y discutido las siguientes cuatro alternativas para la obtención de líneas puras MCP.

1. Conversión de líneas normales, que se sabe producen excelentes híbridos, a versiones MCP, usando donadores MCP con un sistema de genes modificadores de herencia compleja.
2. Conversión de líneas opaco-2 con endosperma suave a MCP, usando los donadores MCP indicados en el inciso 1.
3. Conversión de líneas normales o líneas opaco-2 suaves a MCP, usando donadores MCP con un sistema de genes modificadores de herencia simple.
4. Extracción de líneas MCP directamente de los complejos y poblaciones MCP.

El programa MCP está actualmente poniendo en práctica la alternativa número 4, es decir, básicamente se está aplicando la misma metodología usada en el desarrollo de líneas puras normales, para la producción de híbridos convencionales. Siguiendo esta técnica, en un tiempo relativamente corto, el programa ha sido ya capaz de generar las primeras líneas puras a partir de los complejos y poblaciones MCP.

En general, la práctica es seleccionar líneas que presenten buenas características agronómicas, como buen vigor, buena altura, buen color, resistencia al acame, resistencia a la endocria y resistencia a las enfermedades, entre ellas, tizón foliar norteño (*Helminthosporium turcicum*), tizón foliar sureño (*Helminthosporium maydis*), mancha de asfalto (*Phyllacora maydis*) y pudrición del tallo y de la mazorca (*Diplodia* spp. y *Fusarium* spp.).

En la selección para obtener resistencia a las pudriciones del tallo y de la mazorca, las plantas son artificialmente inoculadas como sigue:

las plantas son pinchadas con un palillo de dientes infectado con una suspensión de esporas del hongo patógeno en la base del tallo y en la parte media de la mazorca. En la selección para lograr resistencia a enfermedades foliares como *H. turcicum*, las plantas son inoculadas, 20 a 30 días después de la siembra, con un cultivo del hongo patógeno hecho a base de granos de avena. La técnica es sencilla y consiste en colocar en el cogollo de la planta de 3 a 5 granos de avena contaminados. A medida que las enfermedades se van desarrollando, los materiales se van calificando para cada enfermedad en base a una escala de 1 a 5 en donde 1 significa resistente y 5 altamente susceptible. Generalmente, los materiales susceptibles (con calificación de 4 ó 5) son inmediatamente eliminados. Asimismo, se eliminan las familias que presenten alta susceptibilidad al acame, poco vigor, deformaciones genéticas o mutaciones indeseables, o que tengan en general un mal aspecto.

Una característica desventajosa que presentan los maíces del CIMMYT es que las espigas (tuzas) son muy cortas y flojas por lo que no protegen bien los granos de las mazorcas y permiten el ingreso de esporas de los patógenos. En materiales opaco-2, esto es más crítico, pues el grano suave es más susceptible a las pudriciones. Por esto durante el desarrollo de complejos y poblaciones MCP siempre se hizo selección para eliminar esta característica. El problema aún persiste en los materiales MCP, de tal manera que en el programa se sigue realizando selección para mejorar la cobertura de mazorca. El procedimiento es sencillo: un poco antes de la cosecha se cuenta el número de mazorcas descubiertas que hay en cada parcela y luego este número se divide entre el número de plantas cosechadas para obtener el porcentaje de mazorcas descubiertas.

Al momento de la cosecha, las mazorcas son calificadas por su aspecto y por el nivel de pudrición que presentan. Esta calificación se hace usando la escala ya indicada. La calificación del aspecto de la mazorca es una calificación global que incluye en nivel de infección por enfermedades e insectos, tamaño, forma y llenado de la mazorca, presencia o ausencia de granos reventados, grado de modificación del grano y presencia de hilera separadas. Las tres últimas características son específicas de los materiales MCP y debe ponérseles mucha atención en el proceso de selección. En ocasiones, es necesario clasificar por separado la modificación del grano, en cuyo caso también se usa una escala de 1 a 5, donde 1 significa completamente modificado y 5 significa completamente suave.

Estudios efectuados por el programa de fisiología vegetal del Programa de Maíz del CIMMYT han comprobado que una de las causas de la reducción del rendimiento del maíz expuesto a la sequía es la falta de sincronización entre las floraciones masculinas y femeninas. Este programa también ha demostrado que este fenómeno se presenta en poblaciones de maíz sembradas a altas densidades. El programa MCP tiene por práctica sembrar parte de los surcos de las familias o líneas bajo estudio a alta densidad para poder no sólo seleccionar materiales resistentes al acame, sino también materiales resistentes al desfase de floración antes mencionado.

Un procedimiento de rigor durante los primeros ciclos del desarrollo de líneas puras MCP es enviar muestras del grano de las líneas superiores

seleccionadas al laboratorio para la determinación del porcentaje de proteína total, así como, de triptófano y lisina en la muestra y en la proteína. Sólo aquellas líneas que mantienen niveles satisfactorios de calidad proteínica son avanzadas al siguiente ciclo.

Como se dijo anteriormente, la selección de las mejores mazorcas de las mejores familias o líneas se hace en base a su buen aspecto, especialmente en cuanto a la resistencia a enfermedades e insectos y la modificación del grano. Estas mazorcas posteriormente son tratadas y desgranadas, y la semilla guardada en sobres debidamente identificados. Para la siembra del próximo ciclo, los granos provenientes de cada mazorca son observados en una cámara traslucida; esto permite escoger aquellos que son más cristalinos o modificados. De esta manera también se hace selección a nivel de mazorca para la modificación del grano.

#### EVALUACION DE MESTIZOS

Generalmente, la habilidad combinatoria de las líneas se determina cuando se encuentran a un nivel S3 o S4 de endocria, usando como probadores variedades experimentales o variedades sintéticas. Por ejemplo, en el segundo ciclo (ciclo B) de 1988, el programa sembró siete ensayos de mestizos en México y Colombia en los que evaluaron líneas S3 y líneas avanzadas de materiales tropicales precoces y tardíos, tanto blancos como amarillos, y líneas S3 de materiales subtropicales intermedios blancos y amarillos. En todos los mestizos, las diferencias entre las mejores cruzas y los testigos locales fueron altamente significativas. Por ejemplo en el mestizo número uno, la mejor craza fue 21% superior al mejor testigo normal local (Cuadro 1); asimismo, en el mestizo número cinco, la mejor craza superó al mejor testigo normal local en un 17% (Cuadro 2). Una alternativa que se presenta a este nivel es que los programas nacionales posteriormente evalúen estas mejores cruzas para la posible identificación de híbridos mestizos superiores que puedan suplir en una forma temporal la demanda que dentro de determinado país pueda darse. Si comparamos las cinco mejores cruzas con el mejor híbrido normal del CIMMYT, observamos que la respuesta a la selección en los materiales blancos y amarillos MCP ha sido muy buena, siendo la de los blancos (Cuadro 1) posiblemente un poco mejor que la de los amarillos (Cuadro 2). Como puede observarse en los Cuadros 1 y 2, la cobertura de mazorca parece ser aún deficiente en algunas de las cruzas. Por lo tanto, deberá dársele una atención aún mayor a este carácter en el futuro.

#### EVALUACION DE DIALELOS

En 1988, las líneas más avanzadas del programa se agruparon de acuerdo con una madurez y color de grano para hacer la primera evaluación en cruzas dialélicas. Un total de nueve dialelos tropicales, dos subtropicales y uno de tropicales por subtropicales fueron evaluados en México, en varios países de Centro América y en Colombia. El Cuadro 3, muestra los rendimientos promedios obtenidos en el dialelo número 4. Puede verse que, en general, las cruzas en las que intervinieron los padres 1, 3, 6 y 8 son las que tuvieron los rendimientos más altos. Por lo tanto, puede concluirse que estas líneas presentan una buena capacidad combinatoria general. Las mejores cruzas específicas fueron

P3xP8, P1xP3, P6xP8, P3xP6 y P1xP6 (Cuadro 4). Puede verse que estas cruzas en mucho superan el rendimiento del mejor híbrido normal del CIMMYT, y dos de ellas además presentan un excelente porcentaje de cobertura de mazorca. Los programas nacionales deberían también incorporar estas cruzas en las evaluaciones de sus materiales, tanto a nivel de estaciones experimentales como de campos de agricultores. No sería sorprendente que entre ellas encontrarán una o dos con comportamiento realmente superior.

Los resultados de los dialelos permitieron predecir el comportamiento de las líneas en híbridos de tres vías y en híbridos dobles. En la actualidad, se están formando estos híbridos, que posteriormente serán evaluados en diferentes localidades de México, Centro América y Colombia durante el ciclo 1989B. De esta manera, en un futuro próximo se espera desarrollar una serie de diversos materiales, para que los programas nacionales tengan donde escoger aquellos que mejor se ajusten a las condiciones de sus respectivos países. Una lista de estos materiales se muestra en el Cuadro 5.

#### BIBLIOGRAFIA

- FAO/WHO/UNU/ (Food and Agriculture Organization of the United Nations/World Health Organization/United Nations University). 1985. Energy and protein requirements. Report of joint FAO/WHO/UNU expert consultation. WHO Technical Report Series 724. World Health Organization, Geneva, Switzerland.
- McLare, D>S. 1974. The great protein fiasco. *Lancet* ii: 93-96.
- Mertz, E.T., L.S. Bates y O.E. Nelson. 1964. Mutant gene that changes protein composition and increase lysine content of maize endosperm. *Science* 145:279-280.
- Mertz, E.T., O.A. Vermon, L.S. Bates y O.E. Nelson. 1965. Growth of rats fed on opaque-2 maize. *Science* 148:1741-1742.
- National Research Council. 1988. Quality Protein Maize. p. 6. National Academy Press. Washington, D.C.
- Vasal, S./K., A. Ortega y S. Pandey. 1982. Programa de manejo, mejoramiento y utilización del germoplasma de maíz en el CIMMYT. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México.
- Waterlow, J.C. y .R. Payne. 1975. The protein gap. *Nature* 258(5531):113-117.

Cuadro 1. Medias de dos localidades (Poza Rica, México y CIAT, Colombia) de las cinco mejores cruizas del mestizo No. 1 sembrado en 1988 y en el que intervinieron líneas S3 tropicales blancas tardías derivadas de los complejos 23 y 24 MCP y población 62 MCP.

Parc.	Genealogía	Rend. kg/ha	Mejor Test.* %	Mejor Hib.** %	Altura Plant. cm	Altura Mazorca cm	Pudric. Mazorca (1-5)***	Covert. Mazorca %
44	B23C6 MH 206-1-1-xb x Palmira 8563	8533	121	97	249	129	2.0	17
103	B24C6 MH238-4-2-xb x P63 CO HC 181-3-2-1-6 ‡-4-2-xb	8447	119	96	255	140	2.7	13
52	P62 C5 HC123-3-1-xb x Palmira 8563	8445	119	96	232	119	2.7	20
77	B24C6 MH176-3-1-xb x P63C) HC181-3-2-1-6 ‡-4-2-xb	8378	118	96	257	129	1.7	7
21	B23C6 MH346-3-2-xb x Sintético Población 63	8308	117	95	235	108	2.7	13
<u>Testigos</u>								
120	Mejor testigo normal local.	7071	-	81	206	105	1.7	11
118	Mejor híbrido Normal de CIMMYT	8765	124	-	240	122	2.0	7

\* Porcentaje del mejor testigo normal local; \*\* Porcentaje de mejor híbrido normal de CIMMYT y \*\*\* Calificación de 1 a 5: 1=excelente, 5=malo.

Cuadro 2. Medias de tres localidades (Poza Rica y Tlaltizapan, México y CIAT, Colombia) de las cinco mejores cruces del mestizo No.5 sembrado en 1988 y en el que intervinieron líneas avanzadas tropicales amarillas precoces derivadas del complejo 17 MCP y la población 61 MCP.

Parc.	Genealogía	Rend. kg/ha	Mejor Test.* %	Mejor híbr.** %	Altura planta cm	Altura Mazorca cm	Putrición Mazorca (1-5)***	Cobertura Mazorca %
30	P61 COHC 76-4-1-1 #-2-xb-1 x Sintético Complejo 26 MCP	7807	117	101	226	110	2.0	11
29	P61 COHC 76-4-1-1 #-2-xb-1x	7275	108	93	217	107	2.3	35
19	P61 COHC 135-5-1-2 #-1-xb-xb x Sintético Complejo 26 MCP	7233	107	93	221	114	2.0	10
16	P61 C● HCl35-5-1-2 #-1-xb x Acrossa 8561	7008	104	90	215	107	2.5	34
34	B17 C4 MH462-1-3 #-1-1-xb-xb x Sintético Complejo 26 MCP.	6903	103	88	213	99	2.3	18
<u>Testigos:</u>								
70	Mejor testigo Normal local	6730	-	86	187	96	2.3	8
67	Mejor híbrido Normal de CIMMYT	7807	116	--	199	102	1.7	9

\* Porcentaje del mejor testigo normal local; \*\* Porcentaje de mejor híbrido normal de CIMMYT y \*\*\* Calificación de 1 a 5: 1= excelente, 5 = malo.

Cuadro 3. Medias de rendimiento a través de 4 localidades (Poza Rica y Tlaltizapan, México, CIAT. Colombia, y Cuyuta, Guatemala) del dialelo No.4 sembrado en 1988 y en el que intervinieron líneas avanzadas tropicales blancas tardías derivadas del complejo 24 MCP y de las poblaciones 62 y 63 MCP.

Padres	Rendimientos					Rendimientos				
	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	Media	PMG*
	kg/ha					Kg/ha				
P1=P62C3HC 163-3-3-2 #-1-1-xb	2816	6807	5936	6166	6500	6223	6423	5457	6223	108
P2=P62C3HC163-3-3-1- #-#-#-#b		5590	5242	5340	5886	5117	6145	4726	5435	94
P3=P63C0HC 181-3-2-1-2 #-1-4-XB			2848	6179	6753	5581	6937	5427	6102	107
P4=P63C0HC181-3-2-1-6 #-2-xb-xb				5786	6276	5621	6213	4866	5713	99
P5=P63C0 HC 33-1-2-1- #-#-#-#b					5313	5118	5534	5320	5594	97
P6=ACB363 MH 44-1-1 -xb-xb						6424	6788	5384	6165	107
P7=P64C0HC 209-1-4-3-3 -xb-1							5638	4719	5460	95
P8=B24C5 #b 94-1-2-3-xb								5079	6095	106
P9=24C5 #b 164-1-2-4-1									5122	89
Media General									5777	

\* Porcentaje de la Media General

Cuadro 4. Medias de 4 localidades (Poza Rica y Tlaltizapan, México, CIAT, Colombia, y Cuyuta, Guatemala) de las cinco mejores cruzas del dialelo No.4 sembrado en 1988 y en el que intervinieron líneas avanzadas tropicales blancas tardías derivadas del complejo 24 MCP, de la población ACROSS 8363 MCP y de las poblaciones G2,63, y 64 MCP.

Parc.	Cruzas	Rend. kg/ha	Mejor Test.* %	Mejor Hibr.** %	Altu. Plan. cm	Altu. Mazor. cm	Flor Fenem. días	Cover. Mazor. %
19	P3XP8	6937	112	117	233	116	59	7
2	P1XP3	6807	110	115	229	110	59	5
31	P6XP8	6788	110	115	225	121	59	22
17	P3XP6	6753	109	114	229	121	57	13
5	P1XP6	6500	105	110	206	106	56	19

Testigos:

44	MTNL	6191	---	105	193	103	57	13
42	MHNC	5912	95	---	214	114	61	8

MTNL = Mejor Testigo Normal Local.

MHNC = Mejor Híbrido Normal de CIMMYT

<sup>a</sup> = Para ver la genealogía de los padres consultar Cuadro 3

Cuadro 5. Materiales que están siendo desarrollados por el programa de híbridos MCP de CIMMYT para ser evaluados y distribuidos como productos finales a los Programas Nacionales que los soliciten.

1988	1989	1990	1991
Para evaluación en países seleccionados:			
Mestizos	Mestizos	Mestizos	Mismo que 1990
Híbridos interfamiliares	Híbridos interfamiliares	Híbridos simples	
Híbrido fam.x Línea	Híbrido famx línea.	Híbrido de tres vías	
Híbridos Simples	Híbridos Simples	Híbridos dobles	
	Híbridos de tres vías	Líneas puras elite	
	Híbridos dobles		
	Líneas puras elite		
Para evaluación en todo el mundo:			
Variedades experimental	Variedades experimentales	Sintéticos	Sintéticos
Sintéticos	Sintéticos	Mestizos elite	Mestizos elite
		Híbridos de	Híbridos dobles
		fam. elite	elite

\* Porcentaje del mejor testigo normal local; \*\* Porcentaje de mejor híbrido normal de CIMMYT.

**LA IMPORTANCIA DEL INTERVALO DE LA FLORACION EN EL MEJORAMIENTO PARA LA  
RESISTENCIA A SEQUIA EN MAIZ  
TROPICAL**

J. Bolaños\* y G.O. Edmeades\*

**INTRODUCCION**

El propósito de este trabajo ha sido evaluar los distintos criterios de selección posibles a usarse en programas de mejoramiento para resistencia a sequía en maíz tropical. Los datos han sido obtenidos en viveros de selección usados por CIMMYT en México en sus programas de mejoramiento para resistencia a sequía.

Cuatro poblaciones elite de maíz tropical del CIMMYT están siendo mejoradas para resistencia a sequía en esquemas de selección recurrente. Cerca de 1000 líneas  $S_1$  de cada población se siembran en viveros de observación en el verano en Sonora, México, y se seleccionan las mejores 200-250. Estas se siembran en parcelas de un solo surco de 2.5 metros con dos repeticiones y tres niveles de sequía en la temporada seca en Tlaltizapán, México; y las mejores 50 son seleccionadas para recombinación. Las selecciones se basan en un índice que incorpora rendimiento de grano, sincronización floral y una serie de características indicativas de la capacidad del genotipo de mantener un balance híbrido positivo bajo sequía. Los tres niveles de sequía son: a) irrigación normal, b) estrés intermedio o estrés durante el llenado de grano o período post-floración (el cultivo se riega adecuadamente hasta la floración y completa su ciclo con agua almacenada en el suelo), y c) estrés severo donde el cultivo solamente recibe riego para la germinación y su establecimiento y completa su ciclo con agua almacenada en el suelo.

Germoplasma bajo mejoramiento para resistencia a sequía

Población	Madurez	Color	Tipo	Familia
Pool 16	Precoz	Blanco	Dentado	H.C.
Pool 18	Precoz	Amarillo	Dent/Crist	$S_1$
La Posta	Tardío	Blanco	Dentado	$S_1$
Pool 26	Tardío	Amarillo	Dentado	$S_1$

CRITERIOS DE SELECCION

\* Programa de Maíz, CIMMYT, México.

Los criterios de selección son los siguientes:

Rendimiento de grano bajo sequía (Incrementar)  
 Rendimiento de grano bajo irrigación (Mantener)  
 Intervalo de la floración bajo sequía (Reducir)  
 Número de mazorcas por planta bajo sequía (Incrementar)  
 Enrollamiento foliar bajo sequía (Reducir)  
 Temperatura foliar bajo sequía (Reducir)  
 Fogueo foliar bajo todos los niveles (Reducir)  
 Elongación vegetativa bajo sequía (Incrementar)  
 Angulo erecto de la hoja (Incrementar)  
 Clorofila bajo todos los niveles (Incrementar)

#### RESULTADOS Y DISCUSION

##### Correlaciones lineales entre los parámetros usados en la selección y rendimiento de grano bajo sequía:

Correlaciones pobres fueron encontradas entre la mayoría de las características morfológicas y fisiológicas examinadas y el rendimiento de grano bajo sequía en las 4 poblaciones elite de maíz tropical (Tabla 1A). Estas características morfológicas y fisiológicas son indicativas de la capacidad de mantener un balance hídrico positivo bajo sequía y por tanto tienen supuestamente un valor adaptivo, como la baja temperatura foliar, el enrollamiento foliar, la senescencia foliar, y la elongación vegetativa. Sin embargo, el rendimiento de grano bajo sequía solamente correlacionó significativamente ( $P < 0.001$ ) con el intervalo de la floración y el número de mazorcas por planta para las 4 poblaciones, pero no con ningún parámetro fisiológico o morfológico. El intervalo de la floración se define como el intervalo en tiempo entre la dehiscencia de polen (anthesis) y la extrusión de estigmas para el 50% de las plantas presentes por cada genotipo (anthesis silking interval, ASI).

Virtualmente ninguna de las características morfológicas y fisiológicas examinadas correlacionó significativamente con el intervalo de la floración en las 4 poblaciones (Tabla 1B). Aunque se sabe que la extrusión de los estigmas es un proceso muy sensible a déficits hídricos, la variabilidad observada entre las líneas en el intervalo de la floración no estuvo correlacionada con otros indicadores del balance hídrico, ni siquiera inclusive con el potencial hídrico matutino de las hojas. Esto sugiere que el intervalo de la floración parece depender en factores genéticos de la distribución de la materia seca y ni en el balance hídrico de los genotipos.

Tabla 1. Coeficientes de correlación lineal entre varias características morfológicas y fisiológicas y (A) rendimiento de grano bajo sequía y (B) el intervalo de floración bajo sequía en 4 poblaciones elite de maíz tropical del CIMMYT. Los datos son de 1987 y 1988 en Tlaltizapán, México

Características	Pool 16 194 fam	Pool 18 250 fam	La Posta 232 fam	Pool 26 235 fam
<u>A) Rendimiento de grano bajo sequía</u>				
Días a antesis	n.s.	-0.411	-0.338	-0.398
Mazorcas por planta	0.701	0.783	0.783	0.805
Intervalo de florac.	-0.475	-0.515	-0.590	-0.649
Peso de grano	n.s.	0.232	n.s.	n.s.
Elongación vegetat.	n.s.	0.297	n.s.	n.s.
Temperatura foliar	n.s.	0.353	n.s.	n.s.
Enrollamiento foliar	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Senescencia foliar	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Angulo de la hoja	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tamaño de espiga	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Clorofila	0.297	0.314	n.s.	n.s.
Altura de planta	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Foto-oxidación	-	-	n.s.	n.s.
Potencial hídrico matutino	-	-	n.s.	n.s.
<u>B) Intervalo de floración (lf)</u>				
Elongación veget.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Temperatura foliar	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Enrollamiento foli.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Senescencia foliar	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Angulo de la hoja	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Clorofila	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Potencial hídrico matutino	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Nota: Las correlaciones son entre valores promedios de las entradas, y los valores mostrados son solamente para significancia de  $P < 0.001$ , n.s. indicando no-significativo.

La ausencia de correlación entre estas características morfológicas y fisiológicas y el rendimiento de los genotipos bajo sequía pudiera estar relacionada con el uso de parcelas de un solo surco en los viveros. Características que confieren una ventaja comparativa en parcelas de un solo surco bajo sequía, como un sistema radicular agresivo, un crecimiento foliar rápido, buena altura de planta, y hojas laxas, pueden no mostrar su ventaja comparativo en parcelas grandes con bordos adecuados. Asimismo, características que confieren ventajas comparativas en parcelas con bordo adecuado pudieran no mostrarlas en parcelas de un solo surco. Sin embargo, quizá aún sea ventajoso seleccionar estas características como parte de un ideotipo conceptualizado de la tolerancia a la sequía, a pesar de la falta de correlación con el rendimiento de grano bajo sequía en los viveros de selección.

Relación entre el intervalo de la floración y sequía:

Los déficits hídricos impuestos por condiciones de sequía retrasan la extrusión de los estigmas en todas las poblaciones de maíz examinadas (Figura 1A,B,C,D), incrementando el intervalo de la floración ya que la sequía casi no afecta la antesis. Bajo condiciones normales todas las familias ( $S_1$  o hermanos completos) tienen relativamente buena sincronización floral, con un intervalo de floración promedio de 2-3 días y un rango máximo cerca de 10 días. Sin embargo, en condiciones de sequía la extrusión de estigmas se retarda en muchas familias, incrementado el intervalo de la floración. En 1987 el intervalo de la floración promedio en los Pool 16 y 18 fue cerca de 4 días, con un error estándar de 4 días. En 1988 el manejo de la sequía fue más severa para las poblaciones tardías, y el intervalo de la floración promedio para La Posta y el Pool 26 fue de 28 días, con un error estándar de 15 días. Por lo tanto, la sequía permite identificar más fácilmente las familias capaces de sincronizar la floración masculina y femenina, ya que en buenas condiciones la variabilidad genética del intervalo de la floración se reduce considerablemente. La alta densidad poblacional también retrasa la emergencia de los estigmas, pero en menor magnitud que la sequía (Dow et al. 1984). La alta densidad pudiera usarse para seleccionar genotipos superiores en su capacidad de sincronizar la floración masculina y femenina en ausencia de condiciones de sequía.

Relación entre el intervalo de la floración, rendimiento de grano, y número de granos:

Los datos de los tres niveles de sequía fueron combinados para graficar la relación entre rendimiento de grano y el intervalo de la floración para las 4 poblaciones estudiadas (Figura 2A, B, C, D). El rendimiento mostró tener una relación curvilínea con el intervalo de la floración, decreciendo rápidamente a medida que el intervalo de la floración aumentaba. En todas las poblaciones estudiadas, el rendimiento disminuye aproximadamente 10% por cada día de retraso en la extrusión de los estigmas desde 0 hasta 9 días. El rendimiento es prácticamente cero cuando el intervalo de la floración excede los 10 días. Esta relación entre el intervalo de la floración y el rendimiento se ha observado en todo el germoplasma examinado hasta ahora, incluyendo colecciones sin mejoramiento del Banco de Germoplasma de CIMMYT, poblaciones y variedades mejoradas, líneas endocriadas ( $S_1, S_2, S_3, \dots, S_6$ ) e incluso híbridos.

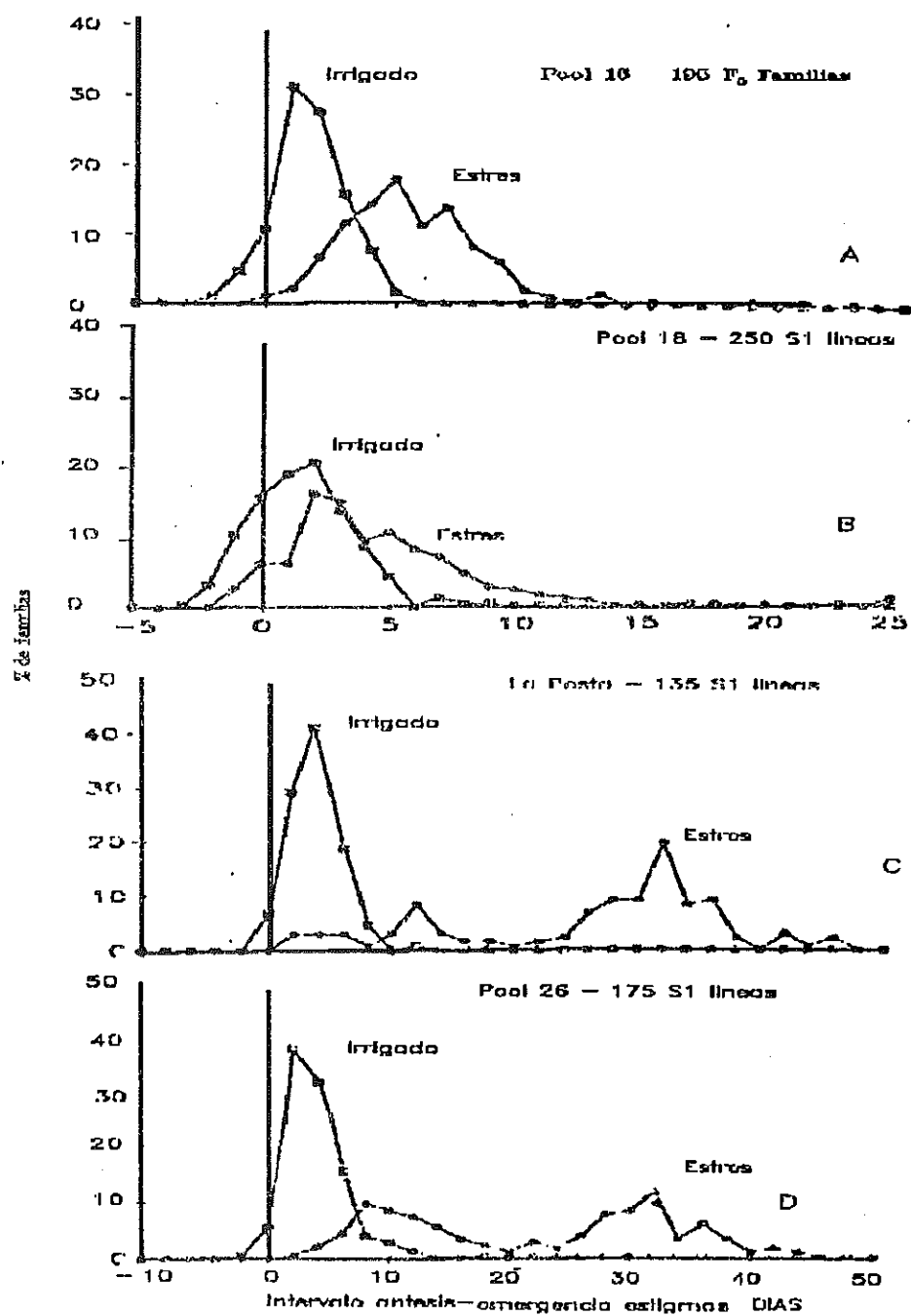


Fig. 1 Distribución del intervalo de floración (ASI) bajo riego normal y sequía para 4 poblaciones elite de maíz tropical

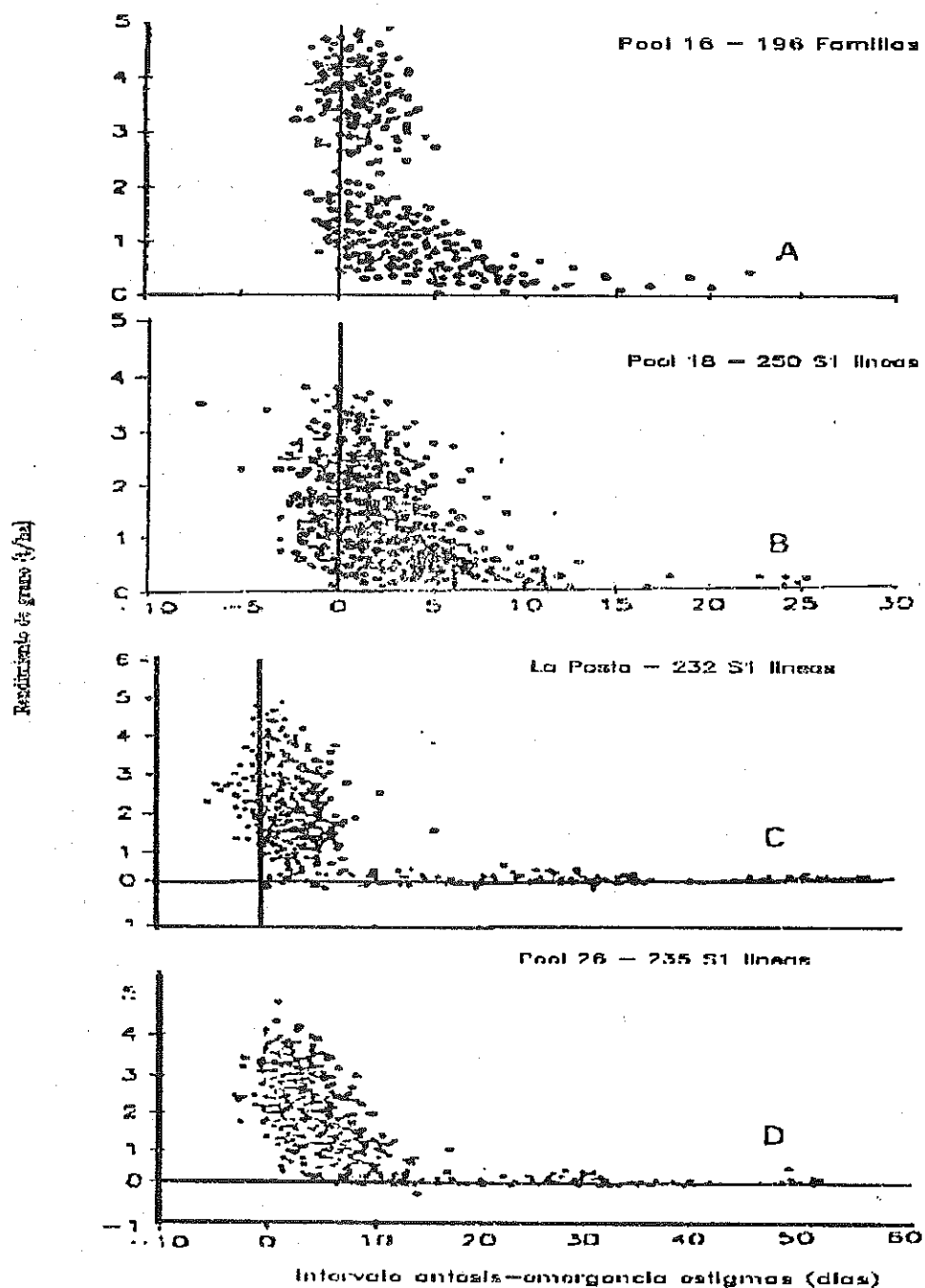


Fig. 2 Relación entre el Intervalo de la floración y rendimiento de grano (t/ha) para 4 poblaciones elite de maíz tropical.

El número de granos por planta tuvo una relación casi idéntica que el rendimiento de grano con el intervalo de la floración (Figura 3A, B, C, D). Esto implica que la pérdida de rendimiento ocurre fundamentalmente debido a un menor número de granos por planta. La relación entre el número de granos por planta y el intervalo de la floración es obvia ya

que cada grano se origina de cada estigma polinizado. Por lo tanto, una gráfica entre el número de granos por planta y el rendimiento es altamente lineal ( $r^2 > 0.95$ ,  $P < 0.001$ ) (datos no mostrados).

Evidencia adicional de la importancia del intervalo de la floración viene de la evaluación del progreso obtenido en la población tropical Tuxpeño Sequía después de 8 ciclos de selección recurrente para resistencia a sequía (Bolaños y Edmeades 1989, este Congreso). Los datos indicaron que el único progreso significativo registrado fue en reducir progresivamente el intervalo de la floración bajo sequía, que resultó en un mayor número de granos y mazorcas por planta y por tanto un mayor rendimiento de grano. No se registró mejoría alguna ni en el balance hídrico del cultivo o en los otros parámetros fisiológicos y morfológicos indicadores de un balance hídrico del cultivo positivo. Los datos sugieren asimismo que las diferencias en el intervalo de la floración son el resultado de diferencias genéticas en los patrones de distribución de materia seca hacia el jilote en desarrollo.

#### Coefficientes de heredabilidad y correlación genéticas:

Coefficientes de heredabilidad en el sentido amplio ( $h^2$ ) para rendimiento ( $h^2_{IF}$ ) y las correlaciones genéticas ( $r_A$ ) entre ambos fueron computados para las 4 poblaciones en base al análisis de varianza (Hallauer and Miranda 1981). La heredabilidad del rendimiento casi no fue afectada por la sequía hasta que el nivel de rendimiento se redujo en más de 90% por lo que  $h^2_R$  fue similar para los viveros de riego normal y estrés intermedio. Bajo condiciones de estrés severo, donde el rendimiento se redujo en más de 80% en Pool 16 y Pool 18,  $h^2_R$  fue solamente un poco menor que en las otras dos localidades. Sin embargo, en la Posta y el Pool 26 bajo sequía severa, donde el rendimiento se redujo en más de 90%,  $h^2_R$  bajó considerablemente (Tabla 2). Estos datos sugieren que las heredabilidades de rendimiento para estas poblaciones solamente se reducen cuando el rendimiento cae más de 90%. En todos los viveros bajo tres niveles de sequía,  $h^2_R$  y  $h^2_{IF}$  fueron menores para familias de hermanos completos que para familias  $S_1$ 's y  $h^2_{IF}$  fue menor que  $h^2_R$  (Tabla 2). Esto sugiere que es más eficaz usar un sistema de selección basados en líneas  $S_1$  que en familias de hermanos completos.

Tabla 2. Heredabilidades en sentido-amplio ( $h^2$ ) para rendimiento de grano ( $h^2_R$ ) y el intervalo de floración ( $h^2_{IF}$ ) y las correlaciones genéticas ( $r_A$ ) entre ambas en 4 poblaciones elite de maíz tropical del CIMMYT cultivadas en tres niveles de sequía en Tlaltizapán, México, en 1987 y 1988.

	Pool 16 194 fam h.c.	Pool 18 250 fam $S_1$	La Posta 232 fam $S_1$	Pool 26 235 fam $S_1$
$h^2$ Rendimiento				
Riego normal	0.47	0.59	0.55	0.66
Estrés intermedio	0.28	0.61	0.69	0.59
Estrés severo	0.38	0.54	0.41	0.39

$h^2$ Intervalo de Floración				
Riego normal	0.36	0.69	0.64	0.73
Estrés intermedio	0.47	0.66	0.55	0.44
Estrés severo	0.32	0.60	0.35	0.49
$r_A$ Correlación genética				
Riego normal	-0.09	-0.30	-0.40	-0.54
Estrés intermedio	-0.17	-0.45	-0.51	-0.77
Estrés severo	-0.83	-0.68	-0.85	-1.01
Rendimiento de grano (t/ha)				
Riego normal	3.501	2.355	2.873	2.778
Estrés intermedio	1.213	1.143	1.642	1.440
Estrés severo	0.636	0.574	0.078	0.113
Intervalo de floración (días)				
Riego normal	1.17	1.14	2.74	3.10
Estrés intermedio	2.11	1.48	2.67	5.21
Estrés severo	5.31	4.22	35.61	28.35

Nota: Los coeficientes de heredabilidad y correlación genética fueron estimados basados en Hallauer y Miranda (1981).

Para la mayoría de las poblaciones y la mayoría de los niveles de estrés, la selección directa para rendimiento de grano resultará en un avance más rápido. Sin embargo, para el Pool 26 bajo sequía severa, cuando la heredabilidad del rendimiento es baja,  $r_f > r_R$ , lo que muestra que las ganancias esperadas en rendimiento al seleccionar para un intervalo de la floración reducido serán mayores que seleccionando para rendimiento. Para todas las poblaciones estudiadas, la correlación genética ( $r_A$ ) entre el intervalo de la floración y rendimiento incrementó a medida que el nivel de estrés aumentó, mostrando el valor selectivo de este parámetro secundario relativamente fácil de medir.

Datos de las Variedades Experimentales de las fracciones superior e inferior de la población:

Para estimar el valor adaptivo de parámetros de selección y heredabilidades realizadas, variedades experimentales (VE) rutinariamente se forman en esquemas divergentes entre las 10 mejores y peores familias para cada característica de cada población en mejoramiento para resistencia a sequía. Normalmente se forman las siguientes VE: (a) el mejor rendimiento bajo sequía, (b) el mejor rendimiento bajo riego normal, (c) mejor y peor intervalo de floración bajo sequía, (d) mejor y peor para todas las características (el producto del índice de selección que incorpora todas las características), (e) mejor y peor para elongación relativa foliar, (f) mejor y peor temperatura foliar, (g) hojas erectas versus hojas laxas, (h) mejor y peor senescencia o fogueo foliar. Estas VE comparan con la población para estimar su valor adaptivo dentro del esquema de mejoramiento y su heredabilidad realizada.

La Tabla 3 muestra datos de rendimiento de grano bajo riego normal y sequía para las VE del Pool 26 evaluadas en Tlaltizapán en 1988. Los resultados muestran que la VE formada basada en todas las características deseables (el índice de selección que incorpora todos los parámetros) rinden significativamente mejor que la VE todas las características indeseables bajo riego normal y sequía. La VE formada en base al rendimiento bajo condiciones de riego normal también se comportó mejor solamente en buenas condiciones. Ninguna diferencia significativa se encontró entre las VE formadas de las mejores y peores familias para temperatura foliar, elongación relativa foliar, senescencia foliar, hojas erectas y laxas. Estas características morfológicas y fisiológicas en sí parecen contribuir muy poco al progreso en la resistencia a sequía. Sin embargo, la VE superior resultó ser la que incluía "todas" las características deseables. Estos datos, a pesar de ser aún inconclusos, muestran que se puede lograr un progreso más rápido usando ciertos criterios morfológicos y fisiológicos además del rendimiento.

Tabla 3. Rendimiento de grano (Kg/ha) de Variedades Experimentales (VE) del Pool 26 bajo riego normal y sequía en Tlaltizapán, 1988.

Variedad Experimental	Rendimiento (Kg/ha)	
	Riego normal	Sequía
Pool 26 Ciclo 0	4934	1582
Mejor en "todas" características	5188	2370
Peor en "todas" características	3722	598
Mejor rendimiento bajo sequía	4589	1997
Mejor rendimiento bajo irrigación	5137	1073
Mejor intervalo de floración	4670	1588
Peor intervalo de floración	3503	862
Mejor elongación vegetativa	4225	1477
Peor elongación vegetativa	4891	1737
Mejor senescencia foliar	4148	762
Peor senescencia foliar	3844	1045
Temperatura más baja	4202	1461
Temperatura más alta	3946	1092
Hojas erectas	4420	1577
Hojas laxas	3696	1127
F tratamientos (19, 38 g.l.)	**	NS
DMS (0.05)	1067	1122
CV (%)	14.9	50.1

\*\* = Significativo al 0.05% probabilidad

NS = No-significativo

La Tabla 4 muestra los datos de las VE en cuanto al comportamiento de las características morfológicas y fisiológicas y permite estimar las heredabilidades realizadas de fogueo foliar, ángulo de la hoja (erecta vs. laxa) y elongación vegetativa. Para las características relacionadas con senescencia de las hojas, como las calificaciones visuales de fogueo, calificaciones de foto-oxidación y mediciones del contenido de clorofila en las hojas, los datos muestran que son características con relativa alta heredabilidad. Lo mismo sucede con el ángulo de la hoja (erecta vs. laxa). En los tres casos, la VE formada por la 10 mejores familias resultó ser significativamente mejor en estos criterios que el C<sub>0</sub> de la población y que las 10 peores. Para las características de temperatura foliar y elongación vegetativa foliar, los datos muestran que casi no tienen heredabilidad, ya que la VE formada por las mejores 10 familias se comportó peor que la VE formada por las peores 10 y que el ciclo O. Dicho de otro modo, la variabilidad observada en los viveros para elongación vegetativa y temperatura foliar es en su mayoría ambiental y no genética, y por lo tanto no vale la pena su uso como criterio de selección.

Tabla 4. Comportamiento de VE del Pool 26 formados en base a características fisiológicas y morfológicas bajo riego y sequía en Tlaltizapán, México en 1988.

Característica	Ciclo 0	Mejor	Peor	F(tmt)	
Calif. de fogueo foliar	4.67	4.04	5.54	***	0.586
Calif. de foto-oxidación	3.83	3.33	4.41	***	0.625
Clorofila (ug/cm <sup>2</sup> )	56.96	59.96	54.36	***	4.130
Calif. de hoja erecta	3.00	2.56	3.33	NS	0.586
Temperatura foliar (C)	0.86	0.52	0.22	NS	1.776
Elongación vegetativa (%)	57.90	53.89	60.91	NS	5.823

\*\*\* = Significativo a P<0.001

NS = No-significativo al P<0.001

Calif. de fogueo foliar en escala de 1-9, 1 siendo más verde

Calif. de foto-oxidación en escala de 1-9, 1 más verde

Clorofila en ug/cm<sup>2</sup>

Calif. de hoja erecta en escala de 1-5, 1 siendo erecta y 5 laxa

Temperatura foliar expresa la diferencia entre hoja y aire en C

Elongación vegetativa en sequía como % del valor en riego normal.

#### CONCLUSIONES

- 1) Existe suficiente variabilidad genética para rendimiento, el intervalo de la floración, y para parámetros fisiológicos y morfológicos indicativos de resistencia a sequía en el germoplasma elite de maíz tropical del CIMMYT. El estrés se debe manejar para permitir la máxima expresión de esta variabilidad presente a niveles representativos de los ambientes para los cuales el material se encuentra destinados.

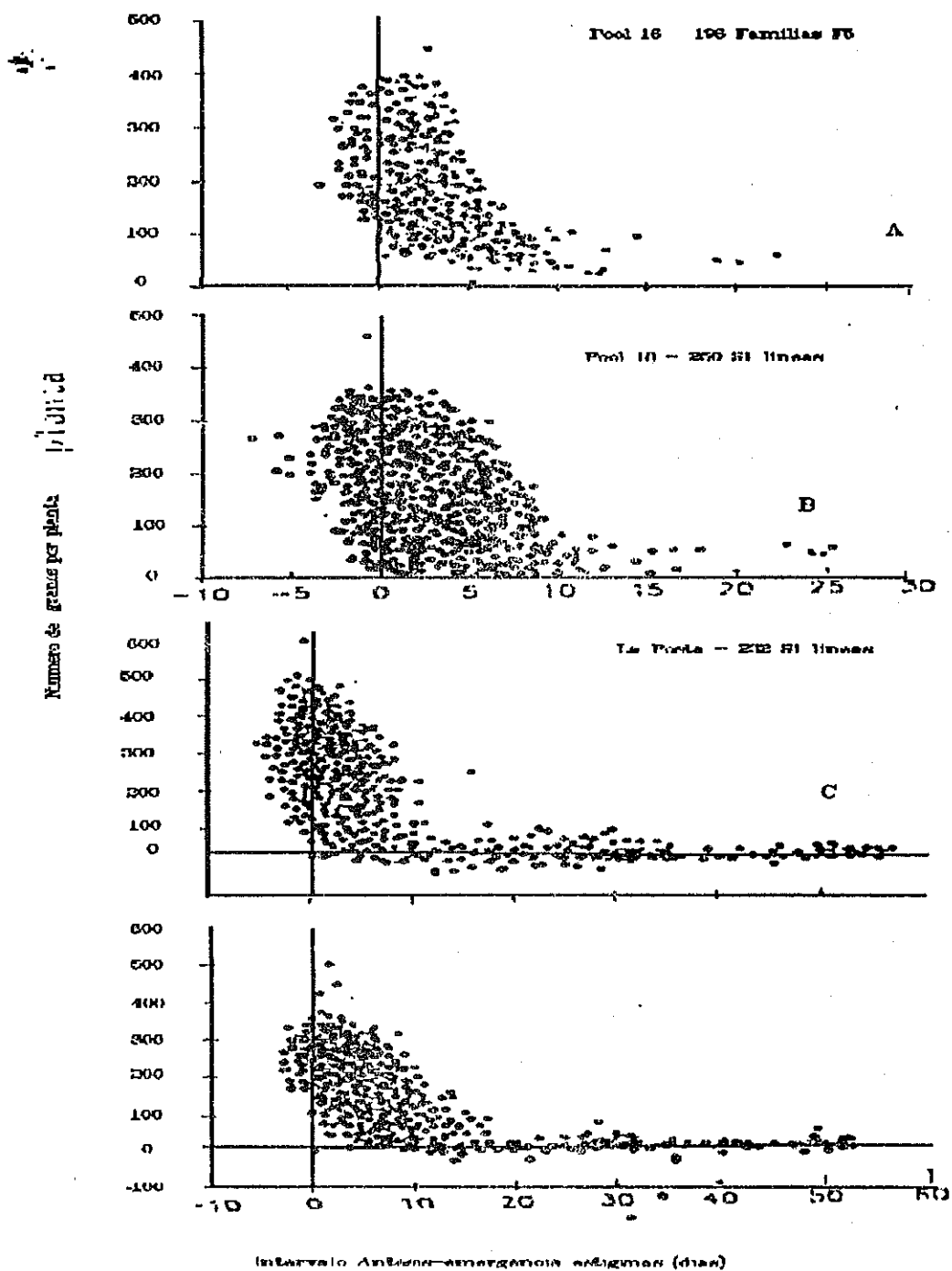


Fig. 3. Relación entre número de granos por planta y el intervalo de la floración (ASI) para 4 poblaciones elite de maíz tropical.

- 2) La sequía afecta el rendimiento del maíz tropical reduciendo el número de granos y mazorcas pro planta, fundamentalmente debido a un retraso en el intervalo de la floración y una pérdida de la viabilidad de los estigmas. Esta mayor variabilidad en el intervalo

de la floración bajo sequía permite una identificación más fácil de las familias superiores.

- 3) Características morfológicas supuestamente indicativas de un buen balance híbrido parecen tener un uso limitado en programas de mejoramiento de maíz tropical, por lo menos en los estadios iniciales. El rendimiento de las líneas bajo sequía parece estar limitado por la capacidad de la línea en producir estigmas viables y un intervalo de floración reducido.
- 4) La evaluación de VE formadas mediante selección divergente indicada, sin embargo, que el uso de estas características con supuesto valor adaptivo puede resultar en progreso más rápido que el uso de rendimiento o el intervalo de floración solamente. En particular, seleccionar para senescencia foliar lenta prologando la intercepción activa de radiación durante el llenado de grano y para hojas erectas son buenos criterios de selección. Esto ocurre a pesar de una ausencia de correlación entre estas características y el rendimiento bajo sequía.
- 5) La estrategia actual del CIMMYT para mejorar la resistencia a sequía del maíz tropical es seleccionar primero para buena sincronización floral y rendimiento bajo sequía, asegurándose de mantener el potencial productivo y la madurez del germoplasma constante. Seleccionar para otras características puede ser útil después que la población haya sido mejorada para la sincronización floral.

#### REFERENCIAS

- BOLAÑOS, J. Y G.O. EDMEADES. 1989. Cambios en la Población Tuxpeño Sequía Después de Ocho Ciclos de Mejoramiento para Resistencia a Sequía. Trabajo presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Abril 2-9, 1989.
- DOW, E.W., T.B. DAYNARD, J.R. MULDOON, D.J. MAJOR Y G.W. THURTELL. 1984. Resistance to drought and density stress in Canadian and European maize (*Zea mays* L.) hybrids. Can J. Plant Sci. 64:575-585.
- HALLAUER, A.R. and J.B. MIRANDA. 1981. Quantitative Genetics in Maize Breeding. Ames, Iowa State University.

**CAMBIOS EN LA POBLACION TUXPEÑO SEQUIA DESPUES DE OCHO CICLOS DE  
MEJORAMIENTO PARA RESISTENCIA A SEQUIA**

J. Bolaños\* y G.O. Edmeades\*,

El CIMMYT sostuvo un programa de selección recurrentes para mejorar la resistencia a sequía del maíz en la población tropical Tuxpeño Sequía que comenzó en 1976 y terminó en 1985 después de ocho (8) ciclos de mejoramiento. El propósito de este trabajo es evaluar las ganancias obtenidas en esta población después de ocho ciclos de mejoramiento bajo estrés.

Este programa de mejoramiento ha sido descrito en detalle por Fischer et al. (1983) y recientemente por Edmeades et al. (1986). En cada ciclo las mejores 50 y 250 familias de hermanos completos se seleccionaron en base al comportamiento en tres niveles de sequía en la temporada seca en Tlaltizapán, México: (a) riego normal, (b) estrés intermedio (la irrigación se suspendía en la floración), y (c) estrés severo (el cultivo sólo recibía irrigación para la germinación y el establecimiento). La selección se basó en un índice que incluía rendimiento y una serie de características fisiológicas y morfológicas indicativas de la capacidad de mantener un balance hídrico positivo bajo sequía.

Los criterios de selección fueron:

- . Rendimiento de grano bajo sequía (Incrementar)
- . Rendimiento de grano bajo riego normal (Mantener)
- . Intervalo de la floración bajo sequía (Reducir)
- . Días a antesis (Mantener)
- . Elongación vegetativa bajo sequía (Incrementar)
- . Calif. de fogueo foliar bajo todos los niveles (Reducir)
- . Temperatura foliar bajo sequía ( $C_4$  en adelante) (Reducir)

El intervalo de la floración se define aquí como el intervalo entre la dehiscencia de polen (antesis) y la emergencia de estigmas para el 50% de las plantas presentes en cada parcela (anthesis-silking interval, ASI).

Evaluación de Progreso Después de Ocho Ciclos de Selección

Normalmente la selección se efectúa bajo condiciones óptimas para maximizar la varianza genética y por tanto las ganancias durante el mejoramiento. Sin embargo, debido a interacciones de genotipo-ambiente (GXE interactions), se hace necesario seleccionar bajo sequía para incrementar la resistencia a sequía. Pero en condiciones de sequía el componente de la varianza ambiental aumenta reduciendo la heredabilidad de las características a mejorar, por lo que la selección se hace más difícil. Esto justifica el uso de criterios fisiológicos y morfológicos asociados con la tolerancia a sequía además del rendimiento ya que la heredabilidad de éstos pudiera ser mayor. Por lo tanto, un entendimiento

\* Programa de Maíz, CIMMYT, México

de los logros alcanzados en la población Tuxpeño Sequía permite evaluar las ganancias obtenidas utilizando estrés para seleccionar, en este caso, sequía.

Durante las temporadas secas de 1987 y 1988 en Tlaltizapán, México, los ciclos 0, 2, 4, 6 y 8 del Tuxpeño Sequía y un testigo de Tuxpeño 1 C<sub>6</sub> (Pob. 21) fueron evaluados en un diseño de bloques al azar con 4 repeticiones bajo los mismos tres niveles de sequía (tres ambientes o localidades) usados en la selección (produjo un total de 6 ambientales o localidades). El testigo de la Pob. 21 representaba 6 ciclos de selección del mismo punto de partida en el sistema de ensayos internacionales del CIMMYT (IPTT's), y por tanto permitía comparar las ganancias bajo dos metodologías distintas de mejoramiento: una utilizando estrés y la otra usando datos de múltiples localidades o ambientes para la selección.

Se evaluaron los siguientes parámetros en los tres niveles de sequía:

- . Rendimiento de grano
- . Producción de materia seca a la antesis y la cosecha
- . Componentes de rendimiento
- . Intervalo de la floración
- . Elongación vegetativa
- . Temperatura foliar
- . Intercepción foliar de radiación
- . Clorofila
- . Potencial hídrico matutino de las hojas
- . Potencial osmótico de las hojas
- . Resistencia radicular vertical de arranque
- . Absorción de agua por dispersor de neutrones
- . Eficiencia de conversión de radiación en materia seca

#### Resultados y Discusión

Para incorporar los resultados de dos años de evaluaciones a través de tres ambientes (localidades) o niveles de sequía los datos se presentan en gráficas de estabilidad (Eberhart y Russell 1963). Para cada variable analizada, el valor de cada ciclo de selección se grafica en contra del valor promedio de las 6 entradas para cada localidad. Una regresión lineal se usa para comparar las entradas. Sin embargo, para mayor facilidad en la presentación, muchas veces se omiten los datos de los distintos ciclos de selección en el C<sub>0</sub>, C<sub>8</sub> y el testigo de la Pob. 21.

#### a) Rendimiento de grano:

Datos adicionales sobre rendimiento se obtuvieron al cosechar las plantas de los bordos además de las plantas dentro de la parcela para producir el doble de ambientes. Como los bordos tienen acceso a un mayor volumen de suelo y agua almacenada, se pueden considerar como ambientes diferentes. Esto permitió entonces tener 12 localidades para analizar el rendimiento de grano de las distintas entradas del Tuxpeño Sequía.

El Tuxpeño Sequía C<sub>0</sub> y el testigo de la Pob. 21 fueron estadísticamente iguales a través de todas las localidades. Las ganancias en rendimiento

se caracterizaron por una constante mejoría de 800-900 Kg/ha del  $C_8$  sobre el  $C_0$  a través de un rango de ambientes que varió desde 800 Kg/ha hasta menor de 500 Kg/ha debido a la imposición de distintos grados de sequía (Figura 1). Los datos implican que la selección a través de los ensayos internacionales no ha mejorado esta población en comparación con la selección bajo sequía, y que para el  $C_6$  la variabilidad genética ya había sido exhaustada.

La selección se basó en incrementar el rendimiento bajo sequía pero manteniendo el rendimiento constante bajo condiciones óptimas. Este esquema de selección debía haber producido interacciones de tipo cruzado (cross-over type interactions), con ganancias significativas bajo sequía pero sin ganancias bajo condiciones óptimas o posiblemente con pérdidas, debido a posibles costos innecesarios que la tolerancia a sequía pudiera acarrear. Sin embargo, los datos demuestran una ausencia de interacción de tipo cruzado, con una superioridad constante del  $C_8$  aún bajo condiciones óptimas. Es sorprendente que seleccionando bajo sequía se logró ganancias en el potencial productivo a través de todos los ambientes, y en mayor grado que la selección directa para rendimiento a través de los ensayos internacionales.

#### Tlaltizapán 1987A-1988A

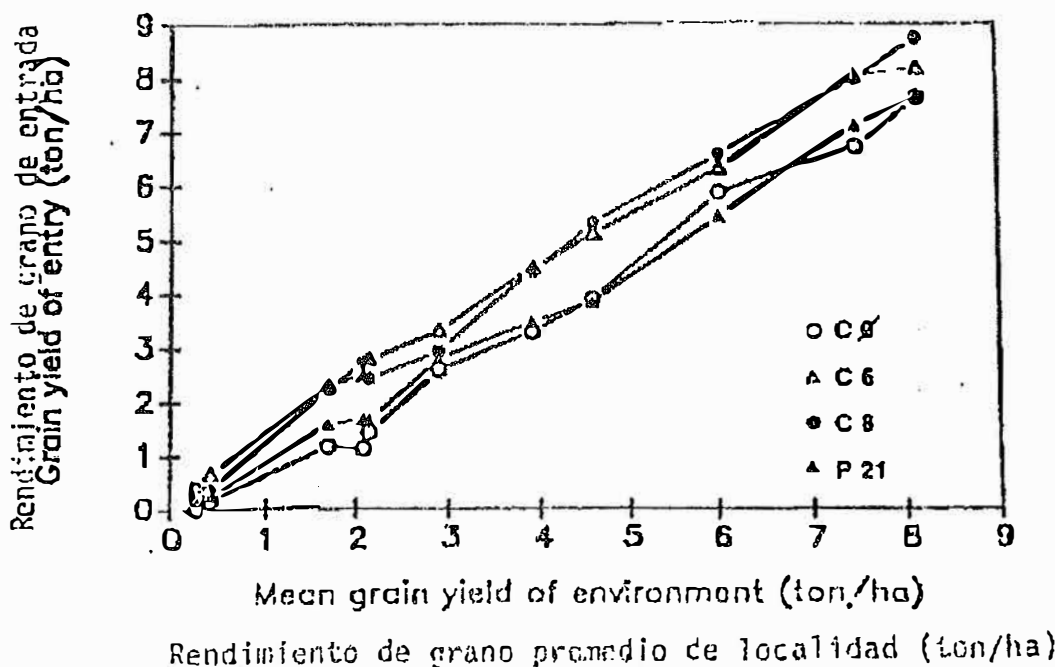


Figura 1. Rendimiento de grano de los ciclos Tuxpeño Sequía  $C_0$ ,  $C_6$ ,  $C_8$  y un testigo, la Pob. 21  $C_6$ , graficado en contra del rendimiento de grano promedio de 12 distintas localidades con diferentes niveles de sequía en Tlaltizapán, México, durante 1987 y 1988.

#### b) Componentes de rendimiento:

El rendimiento de grano es el producto de la densidad poblacional (pl/ha) por el número de mazorcas por planta (mz/pl) por el número de granos por mazorca (ng/mz) por el peso de un grano. Para entender mejor

las diferencias en rendimiento logradas por la selección es necesario entonces analizar los datos en base a sus distintos componentes.

El análisis de los datos indica que la selección significativamente aumentó el número de mazorcas por planta bajo estrés, pero los aumentos en el número de granos y el peso del grano no fueron significativos. El promedio de mazorcas por planta varió desde 1.1 bajo condiciones óptimas hasta cerca de 0.2 bajo sequía severa. Tuxpeño Sequía  $C_8$  mostró nuevamente su superioridad pero especialmente bajo condiciones de sequía en comparación con el  $C_0$  y el testigo de la Pob. 21 (Figura 2). En este caso si se observó una interacción de tipo cruzado, la superioridad del  $C_8$  aumentando con el nivel de estrés, y reduciéndose a cero en condiciones óptimas. La pendiente de la línea de regresión disminuyó a medida que el proceso de selección avanzó indicando ganancias fuertes en la reducción de plantas sin mazorca (plantas vanas). La ganancia en rendimiento bajo condiciones de sequía por los ciclos de selección se debe a un mayor número de plantas con mazorcas en la población. Por ejemplo, en ambientes con un promedio de 20% de plantas con mazorca, el  $C_0$  no tendría ninguna planta con mazorca, mientras que el  $C_8$  un promedio de 40-50% de plantas con mazorca.

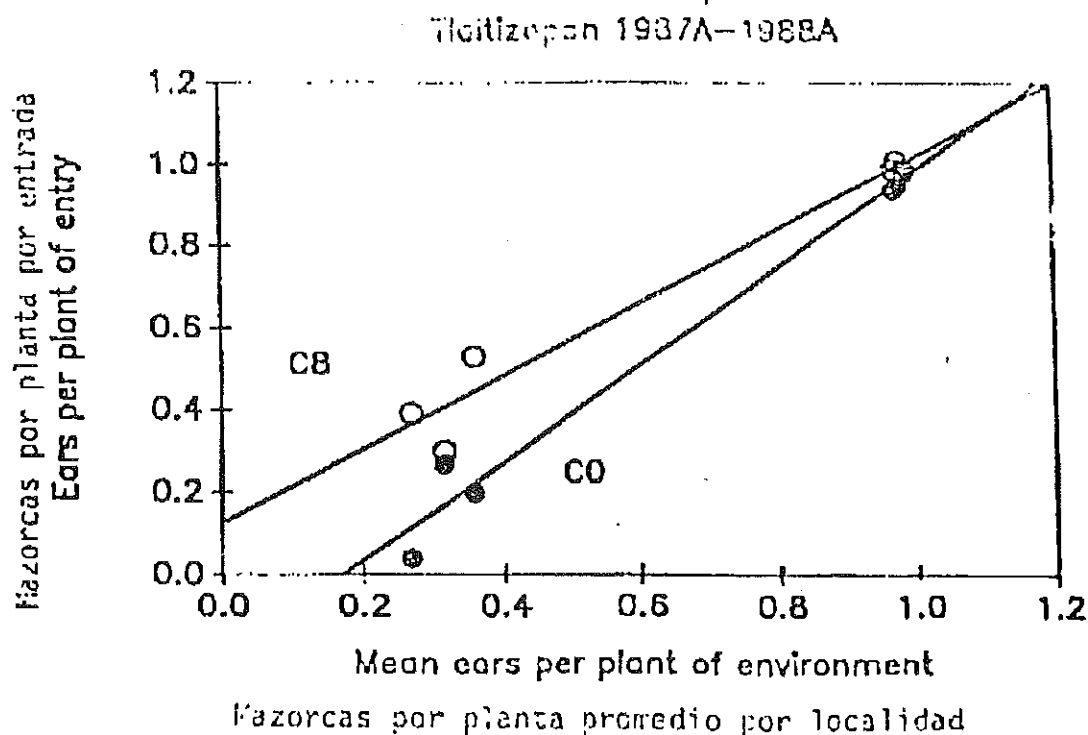
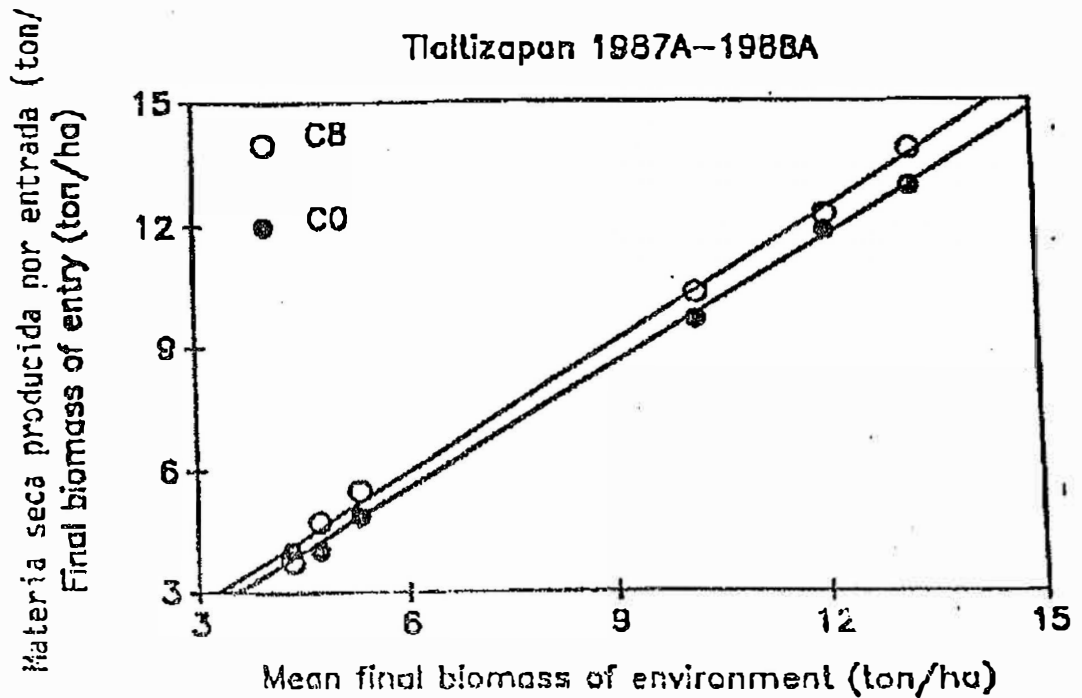


Figura 2. Número de mazorcas por planta de Tuxpeño Sequía  $C_0$  y  $C_8$  graficado en contra del número de mazorcas por planta promedio de 6 distintas localidades con diferentes niveles de sequía en Tlaltizapán, México, durante 1987 y 1988.



Materia seca producida promedio de localidad (ton/ha)

Figura 3. Producción final de materia seca del Tuxpeño Sequía y C<sub>0</sub> y C<sub>g</sub> en contra de la producción de materia seca promedio de 6 localidades con diferentes niveles de sequía en Tlaltizapán, México, durante 1987 y 1988.

c) Materia seca producida e índice de cosecha:

El grano es la fracción de la materia seca que se cosecha, denominándose índice de cosecha. Las ganancias en rendimiento pudieran deberse a una mejor producción de materia seca, o a un mejor índice de cosecha, o ambos. Los datos indican que la producción total de materia seca en todos los niveles de sequía no fue afectada por el proceso de selección (Figura 3). La producción de materia seca se vió fuertemente afectada por el nivel de sequía usado, pero no se encontraron diferencias en los distintos ciclos de selección ni al 50% de la floración masculina ni durante la madurez fisiológica. La producción de materia seca fue cerca de 13 t/ha en condiciones óptimas y se redujo a cerca de 4-5 t/ha en condiciones de sequía. De los componentes de materia seca (hoja, tallo, espiga, jilote) sólo la proporción de la materia seca invertida en el jilote en desarrollo (al 50% de la antesis) se vió fuertemente afectada por la selección. A medida que la selección procedió, la proporción de materia seca invertida en el jilote aumentó, pero en particular bajo sequía (Figura 4). Estos datos son consistentes con las ganancias observadas en rendimiento.

Los datos muestran que las ganancias en rendimiento a través de la selección se deben a una mejoría progresiva en el índice de cosecha, ya que la producción de materia seca no se vió afectada (Figura 5). Esta mejoría en el índice de cosecha es constante a través de todas las localidades estudiadas. Nuevamente, es sorprendente la ausencia de

interacciones de tipo cruzado, ya que la selección se hizo tratando de mejorar el rendimiento bajo condiciones de sequía pero tratando solamente de mantener el rendimiento constante bajo condiciones óptimas.

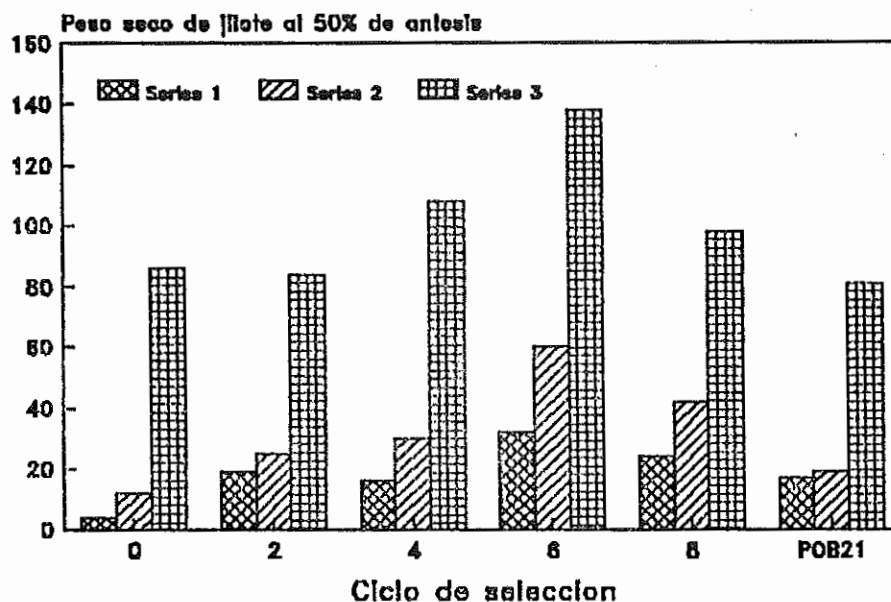


Figura 4. Materia seca en el Jilote (kg/ha) al 50% de la floración masculina para los ciclos de selección del Tuxpeño Sequía y un testigo de la Pob. 21 bajo tres distintos niveles de sequía en Tlaltizapán, México, en 1987.

La intercepción de radiación fotosintéticamente activa por el follaje se computó a lo largo de la temporada para todas las entradas. Esto permitió calcular la eficiencia con la que las distintas entradas convirtieron radiación interceptada en materia seca, o sea, gramos de materia seca producidos por unidad de luz interceptada. No se encontraron diferencias significativas en la eficiencia de conversión en los ciclos de selección (datos no mostrados).

La falta de progreso en la producción de materia seca y en eficiencia de conversión de radiación sugiere que es relativamente más fácil alterar el índice de cosecha y los patrones de distribución de la materia seca que la producción en sí de biomasa. Sin embargo, a medida que la variabilidad y por tanto las ganancias en el índice de cosecha se axhustan, los programas de mejoramiento tendrán que mejorar la capacidad de producir materia seca. En un sentido estrictamente biológico, la verdadera tolerancia a sequía implicaría una mayor

producción de materia seca bajo condiciones de sequía, y no solamente un mejor índice de cosecha.

d) Intervalo de la floración:

La selección bajo sequía resultó en ganancias significativas en la capacidad de las entradas de sincronizar la floración masculina y femenina, o sea, un intervalo de la floración reducido. La antesis no se vió afectada por la selección ni por la sequía, pero sí la emergencia de los estigmas. Bajo condiciones óptimas todas las entradas sincronizaron la floración relativamente bien, pero bajo sequía, pero si la emergencia de los estigmas se retrasa, posiblemente debido a una pérdida de viabilidad. La Figura 6 muestra datos obtenidos durante 1987, donde se nota la progresiva reducción en el intervalo de la floración bajo sequía a medida que la selección avanzó. Nuevamente, el testigo de la Pob. 21 no mostró ninguna mejoría en comparación con el C<sub>0</sub>.

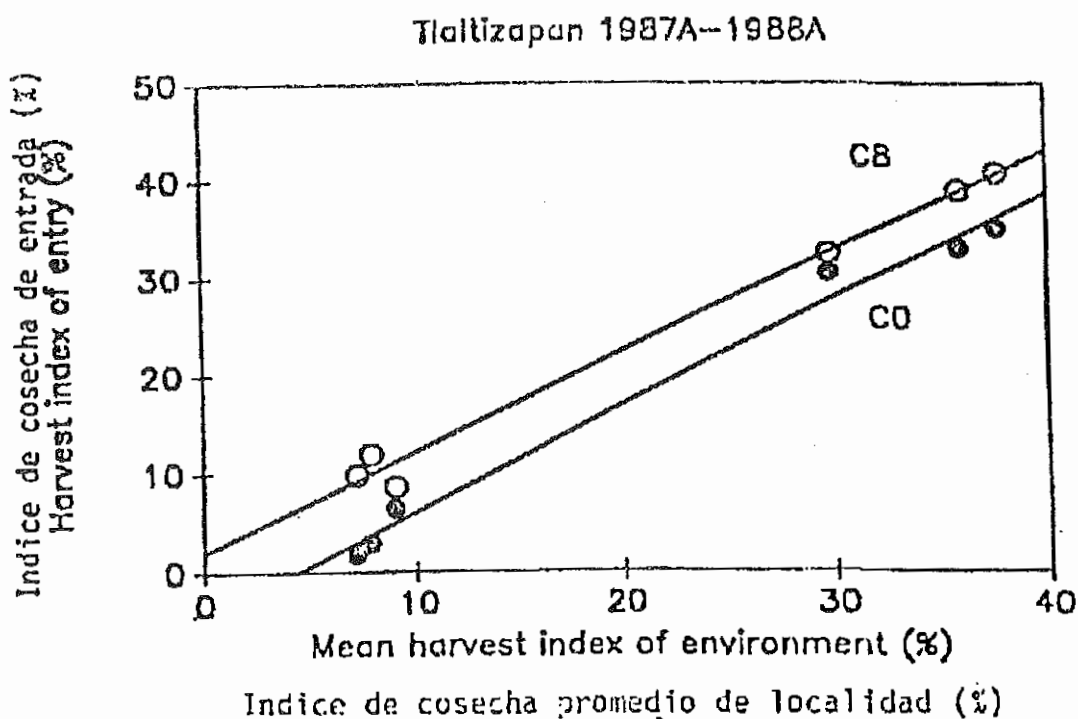


Figura 5. Índice de cosecha (%) del Tuxpeño Sequía y C<sub>0</sub> y C<sub>8</sub> en contra del índice de cosecha promedio para 6 localidades con diferentes niveles de sequía en Tlaltizapán, México, durante 1987 y 1988.

Para los tres niveles de sequía, el rendimiento de grano tuvo una dependencia muy fuerte con el intervalo de la floración (Figura 7A). El rendimiento cae rápidamente a medida que el intervalo de la floración aumenta desde 0 hasta más o menos 9 días. Si el intervalo de la floración excede los 10 días, el rendimiento es prácticamente cero. La misma relación ha sido encontrada en todo el germoplasma examinado hasta ahora (Bolaños y Edmeades 1989, este Congreso). El número de grano por

planta mostró la misma dependencia sobre el intervalo de la floración que el rendimiento, implicando que el rendimiento declinó debido a un menor número de granos por planta (Figura 7B). Similarmente, tanto el índice de cosecha como el número de mazorcas por planta dependieron fuertemente del intervalo de la floración (Figura 7C. D).

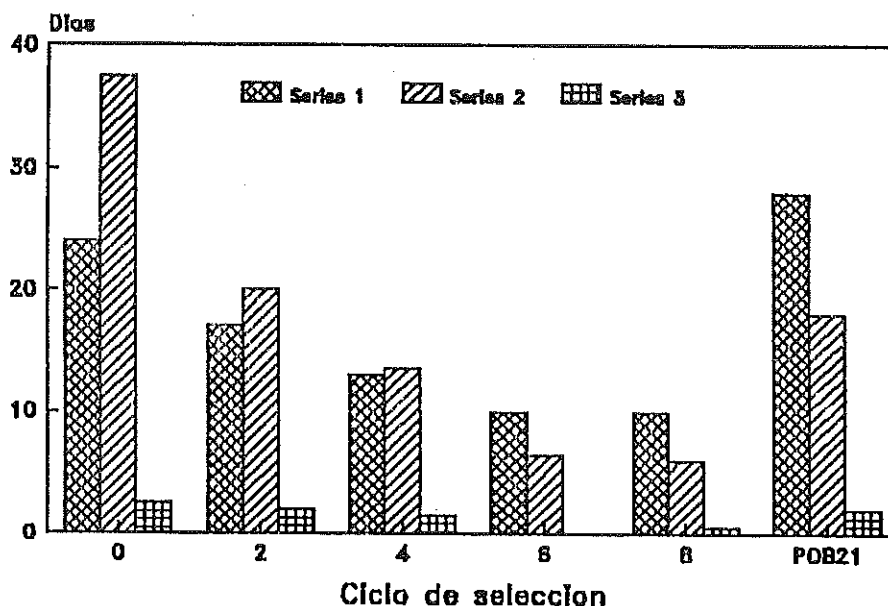


Figura 6. El intervalo de la floración (días) para los ciclos de selección del Tuxpeño y un testigo de la Pob. 21 bajo tres distintos niveles de sequía en Tlaltizapán, México, en 1987.

Por lo tanto, las ganancias obtenidas en rendimiento de grano, número de mazorcas por planta e índice de cosecha son el resultado directo de una reducción progresiva del intervalo de la floración a medida que la selección avanzó.

e) Causas del intervalo de floración reducido:

El cambio más importante en la población Tuxpeño Sequía como resultado de ocho ciclos de selección ha sido una reducción progresiva en el intervalo de la floración bajo sequía. La reducción en el intervalo de la floración podría ser una consecuencia de tres posibles procesos: a) una iniciación más precoz, b) un desarrollo fenológico más rápido, o c)

una tasa de inversión de materia seca más rápida hacia el jilote en desarrollo. Para distinguir entre estas posibilidades se hicieron disecciones en intervalos bajo alta densidad para determinar las causas en el retraso de la emergencia de los estigmas en los ciclos de selección del Tuxpeño. (Nota: Este mismo ensayo se está repitiendo actualmente bajo condiciones de sequía para comprobar estos resultados).

Los datos de la iniciación floral y la floración se muestran en la Tabla 1. No se encontraron diferencias significativas en la iniciación floral ni en el desarrollo fenológico de las entradas. Las diferencias radican en la mayor capacidad del C<sub>8</sub> de invertir o distribuir la materia seca al jilote en desarrollo. La emergencia de los estigmas en el C<sub>0</sub> se retrasa debido a una menor tasa de inversión al jilote en desarrollo (Figura 8A, B). Por tanto, los datos implican que el seleccionar para un intervalo de floración reducido es seleccionar para altas tasas de distribución de la materia seca hacia el jilote en desarrollo, y por tanto, un alto índice de cosecha y un alto potencial productivo.

Estos datos parecen indicar que el maíz tropical todavía se encuentra limitado por el tamaño del "pozo" (sink-limited) y no por el tamaño de su "fuente" (source-limited). La sequía separa efectivamente las diferencias genéticas en el intervalo de la floración, o sea, las diferencias genéticas en patrones de patrones de distribución de materia seca hacia el jilote en desarrollo. Por lo tanto, la sequía puede usarse muy efectivamente para aumentar no sólo la resistencia a sequía de las poblaciones de maíz tropical, pero también para mejorar, el potencial productivo del germoplasma.

Tabla 1. Días a 50% de iniciación de floración masculina y femenina y a 50% antesis y emergencia de los estigmas, para los ciclos de selección Tuxpeño Sequía y una entrada testigo (Pob. 21) bajo alta densidad (106,000 plantas ha) en Tlaltizapán, México en 1988.

Entrada	50%	50%	50%	50%	ASI
	Inic. Espiga	Inic. Jilote	50% Antesis	50% Emerg. Estigmas	
Tuxpeño Sequía C <sub>0</sub>	27.5	38.1	63.2	69.0	5.8
Tuxpeño Sequía C <sub>2</sub>	26.9	37.5	62.6	66.6	4.0
Tuxpeño Sequía C <sub>4</sub>	26.5	37.9	61.9	67.1	5.2
Tuxpeño Sequía C <sub>6</sub>	26.0	36.8	61.5	64.5	3.0
Tuxpeño Sequía C <sub>8</sub>	25.6	37.4	61.6	63.6	2.0
Pob. 21 C <sub>6</sub>	27.3	38.3	62.2	68.2	6.0
F (tmt) (5,10 g.l.)	**	NS	**	***	**
D.M.S. (0.05)	1.16	2.41	0.85	2.03	2.25
C.V. (%)	2.41	3.50	0.70	1.68	28.50

\* Significativo al 0.10

\*\* Significativo al 0.05

\*\*\* Significativo al 0.01

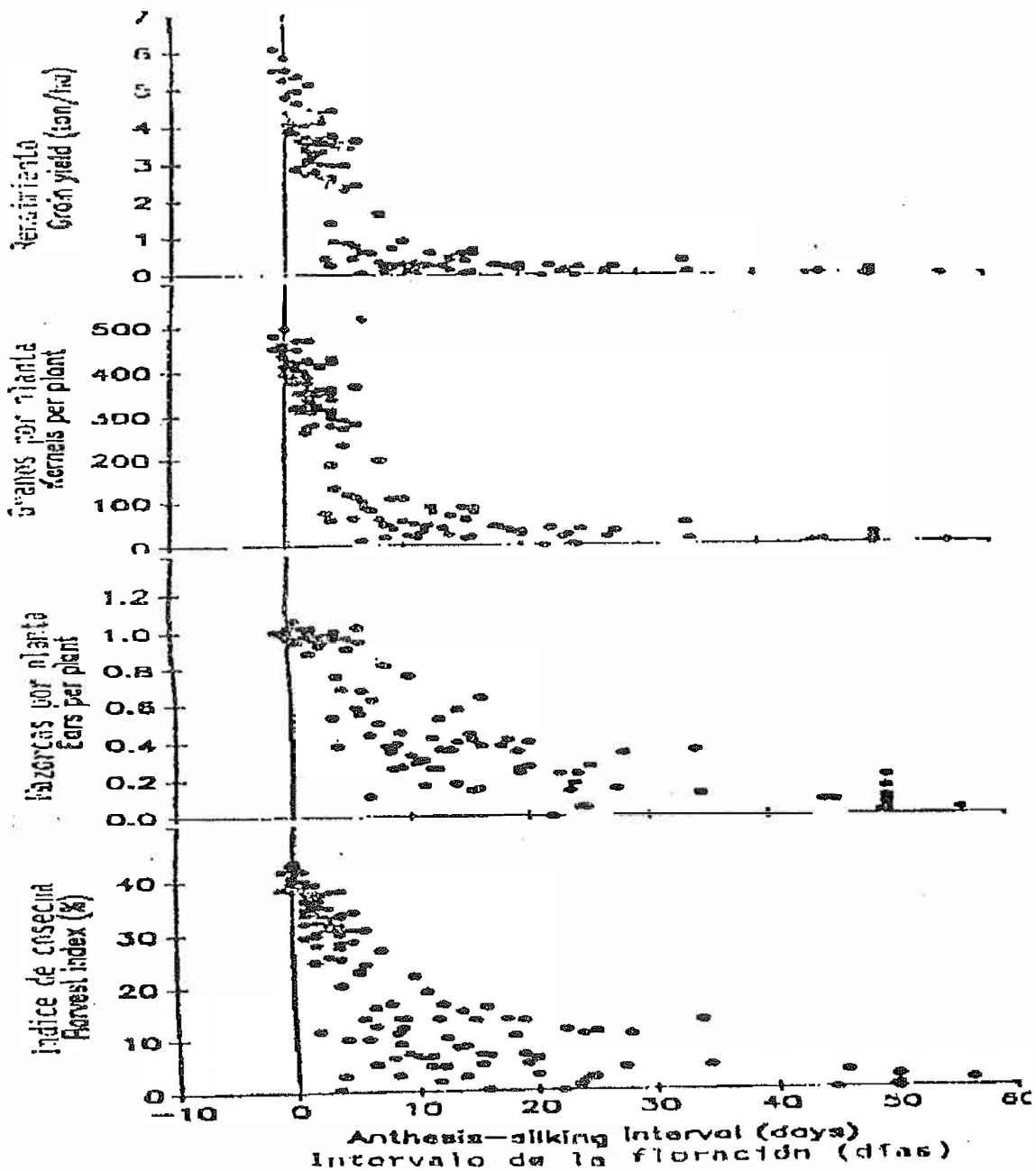


Figura 7. Dependencia de (A) rendimiento de grano, (B) número de granos por planta, (C) número de mazorcas por planta, y (D) índice de cosecha, en el intervalo de la floración para los datos combinados de distintos niveles de sequía del Tuxpeño Sequía en Tlaltizapán, México, durante 1987 y 1988.

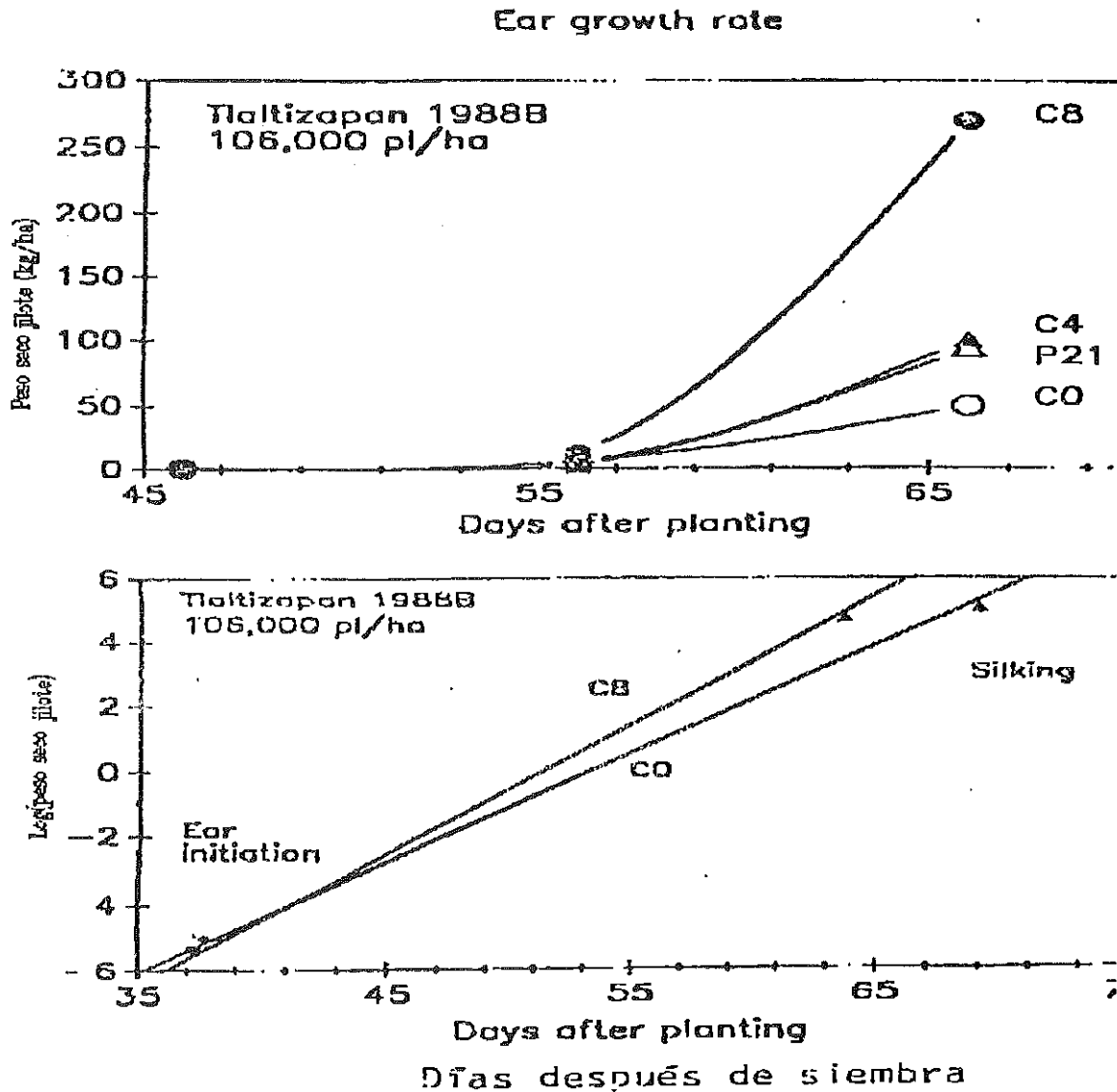


Figura 8. Curso de la acumulación de materia seca por el Jilote en desarrollo para distintas entradas del Tuxpeño Sequía bajo alta densidad en Tlaltizapán, México, en 1988. Las flechas señalan el 50% de la iniciación floral y el 50% de la emergencia de los estigmas.

f) Características fisiológicas y morfológicas:

Durante el proceso de selección, ciertas características fisiológicas y morfológicas se utilizaron como criterios de selección, como una alta elongación vegetativa bajo sequía, baja temperatura foliar bajo sequía y la capacidad de mantener las hojas verdes durante el llenado de grano (stay-green). Estas características son indicativas de la capacidad del genotipo de mantener un balance hídrico positivo bajo sequía, y por tanto supuestamente tienen un valor adaptivo. Sin embargo, no se detectaron diferencias significativas entre los ciclos de selección para las características fisiológicas y morfológicas usadas en la selección, como la elongación vegetativa y la temperatura foliar. Estos datos sugieren que estos parámetros tienen poca heredabilidad, o sea, que la varianza observada es en su mayoría ambiental y no genética. Tampoco se detectaron diferencias significativas en el nivel hídrico de las entradas, como en el potencial hídrico, absorción de agua por las raíces, o en la capacidad del ajuste osmótico. Asimismo, no se detectaron diferencias en el contenido de clorofila y en la resistencia radicular de arranque (datos no mostrados). Análisis de datos obtenidos en viveros de selección de otras poblaciones élite del CIMMYT actualmente bajo mejoramiento para resistencia a sequía también sugieren que estos parámetros tienen poca heredabilidad (Bolaños y Edmeades 1989, este Congreso).

Otra posibilidad por la falta de progreso en los parámetros fisiológicos y morfológicos pueda ser la cardinal importancia de la sincronización floral en el rendimiento. Mientras el germoplasma no logre sincronizar la floración masculina y femenina las otras características adaptivas puedan no tener importancia. Una analogía útil pueda ser un automóvil con las cuatro llantas sin aire, ajustar el carburador mientras las llantas no tengan aire pueda ser absolutamente irrelevante. En este caso, las llantas sin aire es la sincronización floral y el carburador las otras características adaptivas.

#### CONCLUSIONES

1. El intervalo de la floración (anthesis-silking interval, ASI) fue el único parámetro que registró progreso significativo como resultado de la selección.
2. La mejor sincronización floral bajo sequía resultó en un mayor número de mazorcas y granos por planta, y por tanto, en mayor rendimiento de grano, a través de una mejoría en el índice de cosecha.
3. El Tuxpeño Sequía C<sub>g</sub> rindió constantemente mejor que el C<sub>0</sub> por 800-900 kg/ha a través de localidades con rendimiento desde 500 kg/ha hasta 8000 kg/ha. Por lo tanto, la selección bajo sequía resultó en ganancias incluso bajo condiciones óptimas. No se detectó interacción de tipo cruzado entre genotipo y ambiente (GXE interaction).
4. Los cambios en el intervalo de la floración parecen ser el resultado de patrones altamente heredables de distribución de la materia seca

al jilote en desarrollo, y no debido a una mejoría en el balance hídrico del cultivo.

5. Ningún progreso se registró en características supuestamente indicativas de un balance hídrico positivo, como la elongación relativa foliar, la temperatura foliar, a pesar de presión selectiva durante los ocho ciclos de mejoramiento. Asimismo, no se detectaron ganancias en la producción de materia seca o en la eficiencia de conversión de radiación.
6. Esto sugiere que el criterio más importante en la selección es el intervalo de la floración bajo sequía. Además, la sequía puede usarse como una herramienta para expresar la variabilidad genética para patrones de distribución de la materia seca, y por tanto, para seleccionar para mejor potencial productivo e índice de cosecha.

#### REFERENCIAS

- Bolaños, J. y G.O. Edmeades (1989) La importancia del Intervalo de la Floración en el Mejoramiento Para la Resistencia a Sequía en Maíz Tropical. Trabajo presentado en la XXXV Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Abril 2-9, 1989.
- Eberhart, S.A. y W.A. Russell (1966) Stability parameters for comparing varieties. *Crop Sci.* 6:36-40.
- Edmeades, G.O., K.S. Fischer y T.M.T. Islam (1986) Improvement of Maize Yield Under Drought Stress. Paper presented at the International Drought Symposium, Nairobi, Kenya, 19-23 May, 1986.
- Fischer, K.S., E.C. Johnson y G.O. Edmeades (1983) Breeding and selection for drought resistance in tropical maize. CIMMYT, El Batán, México.

AVANCES DEL PROYECTO COLABORATIVO REGIONAL DE MEJORAMIENTO INTEGRAL PARA COBERTURA. PUDRICION DE MAZORCA Y RENDIMIENTO DE MAIZ. COSTA RICA. 1988.

Kenneth Jiménez\*, Carlos A. Salas\* y José González\*\*

#### INTRODUCCION

---

\* Ingenieros Agrónomos. Programa de Cereales. Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Universidad de Costa Rica; \*\* Ingeniero Agrónomo, Sección de Investigaciones de Maíz. Dirección General de Investigación y Extensión Agrícola. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Costa Rica, C.A.

Costa Rica es un país de alta precipitación pluvial, donde las costas del Pacífico Sur y Zona Atlántica reciben una precipitación anual promedio que varía entre 3000 y 4000 mm; aún la zona del Pacífico Norte considerada como de baja precipitación posee una precipitación anual promedio de 2000 mm. En dichas zonas se siembra más del 75% del maíz que se cultiva en este país.

Colecciones de maíces criollos colectados en áreas de alta precipitación pluvial en Costa Rica, poseen un grado aceptable de resistencia a pudrición de la mazorca producida principalmente por *Diplodia maydis* y *Fusarium* sp. Estas colecciones tienen una excelente cobertura de mazorca pero son de poco rendimiento, plantas muy altas y susceptibles al acame de raíz y tallo (Villena, 1983).

La cobertura de mazorca es un carácter de importancia económica que influye grandemente en las pérdidas postproducción y post-cosecha, y en el deterioro de campo ocasionado por insectos y enfermedades fungosas, en áreas de alta precipitación pluvial donde el agricultor deja su cultivo en el campo por períodos prolongados; por esto es un factor determinante en la adopción de nuevos cultivares (variedades y/o híbridos) por los agricultores y a la vez que posean buena cobertura y sanidad de mazorca (Córdova, 1986).

Los objetivos de la presente investigación son:

1. Reducir o eliminar los problemas de mala cobertura en un ciclo avanzado de selección de la población RPM x C17 y en un grupo de líneas derivadas de la variedad Diamantes 8043 (población la Posta).
2. Eliminar o reducir la frecuencia de genes recesivos detereos presentes en los maíces antes mencionados para aumentar la ganancia en rendimiento.
3. Incrementar la frecuencia de alelos favorables involucrados en resistencia a pudrición de tallo y mazorca.
4. Desarrollar variedades sintéticas y/o híbridos de buena cobertura y resistencia a pudrición de tallo y mazorca.

#### REVISION DE LITERATURA

La pudrición de mazorca puede presentarse en el campo (pre-cosecha) y almacenamiento (post-cosecha) ocasionando grandes pérdidas al agricultor.

Se ha atribuido el "maíz muerto" únicamente a *Diplodia* spp., sin embargo, existe una serie de organismos fitopatógenos, dentro de los cuales se encuentra los hongos que causan un complejo de enfermedades denominadas "maíz muerto" o pudrición de la mazorca, como son: hongos del género *Diplodia*, *Gibberella* (*Fusarium*), *Nigrospora*, *Aspergillus* y *Penicillium*. Siendo los principales: *Diplodia* sp. y *Fusarium moniliforme*, debido a que pueden afectar granos, hojas, raíces y plántulas (Castaño, 1987).

En Costa Rica la pudrición de la mazorca por *F. moniliforme* es una de las más importantes y de amplia distribución, debido a que numerosos aislamientos, hechos a partir de granos de mazorcas con pudrición, demostraron la prevalencia sobre otros hongos, independientemente de la proveniencia geográfica del material infectado (Salazar y Vargas, 1977). Sin embargo, la mayor incidencia se presenta en las zonas húmedas del Pacífico Sur y Zona Atlántica, aunque también en el Valle Central las pérdidas son altas (Arias, 1970); en general, cuando existe alta humedad relativa durante la etapa de floración y coincide la maduración y la cosecha con períodos de alta precipitación (Cruz et al, 1988; Moreno y López, 1980).

La pudrición causada por estos hongos, puede ser nocivo para la salud humana, por la producción de micotoxinas de algunos de ellos. el incremento de las pérdidas causadas por estos hongos ha sido debido a que estos pueden sobrevivir en el campo, en los residuos de cosecha que dejan los agricultores y aunque estos sean incorporados al suelo, debido a que encuentran condiciones favorables, se desarrollan e inician su ciclo de vida convirtiéndose en fuente de inóculo primario, lo mismo que el uso de semilla contaminada constituye la fuente potencial de inóculo. Además de la capacidad de dispersión de estos organismos por las lluvias, viento, insectos y otros agentes (American Phytopathological Society, 1980, Castaño, 1987, De León, 1978).

La Mayoría de los materiales comerciales utilizados en Costa Rica son susceptibles a esta enfermedad; consecuentemente, la selección de materiales resistentes constituyen un paso fundamental hacia la obtención de métodos apropiados de control (Arias, 1970; Salas, 1972).

Salas y Jiménez (1983) indican la importancia de mejorar los maíces locales ya que constituyen plantas bien adaptadas a nuestras condiciones, por lo general son cultivares de buen potencial de rendimiento y tolerantes a las principales enfermedades. Sin embargo, presentan desventajas: plantas muy altas, de fácil volcamiento y largo período de siembra a la cosecha, por lo que resulta importante mejorar estos maíces, mediante el cruzamiento con otros mejorados para buscar plantas que presenten menor tamaño, resistencia al volcamiento, mejor cobertura de mazorca, tolerancia a las principales enfermedades, plagas y buen rendimiento.

El comportamiento agronómico de estos maíces a través de diferentes localidades es un mecanismo que permite seleccionar aquellos maíces más sobresalientes, mediante el análisis combinado de los mismos.

La Selección recurrente para mejoramiento de las plantas fue sugerido por Hayes y Garber (1919). Este sistema consiste en recombinar líneas seleccionadas para rendimiento y otras características agronómicas en forma cíclica.

Córdova (1986) menciona que existen caracteres de baja heredabilidad que no pueden ser modificados completamente con los métodos de selección familiar que no involucren endogamia en el proceso.

Hallauer y Miranda (1981) señalan que cuando se quieren seleccionar caracteres de baja heredabilidad deben utilizarse esquemas de mejoramiento que involucren líneas S1 o S2; al mismo tiempo, estos esquemas son eficientes para eliminar genes recesivos deltereos que están presentes en las poblaciones y que limitan el progreso de selección.

Sprague y Eberhar (1971) indican que el progreso que se puede obtener en el esquema de selección recurrente de líneas es debido a la explotación de la varianza aditiva en forma más eficiente debido a que la covarianza entre líneas  $S1 = A + 1/4 D$ . Cockerham (1956, 1963) y Horner et al (1969) demostraron que las varianzas genéticas aumentan entre líneas a medida que la endogamia aumenta.

Córdova (1986) reportó ganancias de 4% por ciclo de selección para rendimiento y 3% para cobertura de mazorca en la variedad ICTA B1.

Dardon y Poey (1980) señalan que el tipo de acción génica involucrada en el carácter punta descubierta es aditivo.

Lothrop (1985) encontró valores de heredabilidad en el sentido amplio con base en programas de selección de 0.85 y 0.82 para porcentaje de mala cobertura en pool 20 (Tuxpeño 1) respectivamente, utilizando el sistema de líneas S1.

## MATERIALES Y METODOS

### Material genético

Como material experimental de maíz se usaron 200 líneas S1 de la población RPM x C17 resistencia a pudrición de mazorca por Tuxpeño Ciclo 17) y 200 líneas derivadas de la variedad Diamantes 8043 (Población La Posta).

### Metodología de mejoramiento

El método usado fue "selección recurrente de líneas S1" en el cual la unidad de selección fueron las líneas S1. La media de la población de líneas S1 se comparó con la media de la población de líneas S1 evaluadas. Se aplicó una presión de selección del 20% (40 líneas) para continuar con el proceso de mejoramiento y una presión de selección de 2% (15 mejores líneas) en cada grupo de líneas de las dos poblaciones usadas para formar así dos variedades sintéticas.

### Diseño y parcela experimental

Para la prueba de rendimiento de las líneas S1 se usó un diseño experimental látice simple 20 x 20 con 2 repeticiones. Se usó un surco de 5 m de largo, espaciados a 0.75 m, distancia entre golpes de siembra = 2, se raleó a 1 planta 15 días después de la emergencia, densidad de población = 40,000 plantas/ha.

### Localización

Los ensayos de rendimiento se sembraron en dos localidades, (a) Estación Experimental Fabio Baudrit, localizada en la provincia de Alajuela, a 10° latitud norte y 84° longitud este, con una altura media de 843 msnm (Figura 1). (b) Estación Experimental Los Diamantes localizada en Guápiles, Pococí, Provincia de Limón, a 10° 13' latitud norte y 84° 46' longitud oeste con una altura de 300 msnm. Los datos de precipitación y temperatura durante los meses del ciclo del cultivo para ambas localidades se observa en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Precipitación y temperatura promedio mensual (°C) para dos localidades durante el período de ejecución del experimento. Costa Rica. 1988.

Meses	<u>Alajuela 1/</u>		<u>Guápiles 2/</u>	
	Precipit.	Temperat.	Precipit.	Temperat.
Junio	241.4	21.4	332.2	25.5
Julio	147.8	21.9	335.1	24.8
Agosto	301.0	21.0	453.0	25.1
Septiembre	568.2	20.8	271.7	25.2
Octubre	449.3	20.8	425.3	24.5
Noviembre	104.8	21.5	513.3	24.2
Total	1812.5	21.2	2334.5	24.9

Fuente: 1/ Est. Exp. Fabio Baudrit Moreno  
2/ Est. Exp. Los Diamantes

### Epocas de siembra y cosecha

El experimento ubicado en la localidad de Guápiles se sembró el 21 de julio y se cosechó el 4 de noviembre de 1988. En la localidad de Alajuela la siembra y cosecha del experimento se realizó el 14 de junio y 4 de noviembre respectivamente.

### Inoculación artificial

Se colectaron mazorcas afectadas por *Diplodia maydis* y *Fusarium moniliforme* en las zonas donde se localizó la investigación, posteriormente se aisló e incrementó el inóculo en el laboratorio de fitopatología del Ministerio de Agricultura y Ganadería, 10 días después de la floración se inoculó la mitad de cada surco de ambas repeticiones con una jeringa especialmente diseñada por el CIMMYT. Esta inoculación se hizo con una aguja introducida en los estigmas de la mazorca.

### Variabes a evaluar

Las variables o parámetros a evaluar en este experimento se detallan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Variables a evaluar durante el desarrollo del experimento. Guápiles y Alajuela. Costa Rica, 1988.

Nombre de la variable	Unidad de medida
Plantas establecidas	Porcentaje
Días a floración femenina	Días
Altura de planta	cm
Altura de mazorca	cm
Enfermedades del follaje	Escala de 1 a 5*
Acame de raíz	Porcentaje
Acame de tallo	Porcentaje
Cobertura mazorca	Escala de 1 a 5 **
Plantas cosechadas	Plantas por surco
Peso de campo	Kg/4 metros cuadrados
N° de mazorcas total	N° de mazorcas por surco
Mazorcas podridas	Porcentaje AMA ***
Aspecto de la mazorca	Escala de 1 a 5 ****
Porcentaje de desgrane	Porcentaje
Rendimiento	Kg/ha a 14% humedad
Longitud de brácteas	cm *****

#### RESULTADOS

Se observaron diferencias altamente significativas para las variables rendimiento, altura de planta y mazorca, % pudrición de mazorca y longitud de cobertura de mazorca en la localidad de Alajuela (cuadro 3).

El rendimiento y otras características agronómicas de las líneas S1 seleccionadas en ambas poblaciones (RPM x Tuxp. C17, y Diamantes 8043) para las localidades de Alajuela y Guápiles se observan en los Cuadros 4 y 5 respectivamente. Para la localidad de Alajuela, la media de rendimiento de la población RPM x C17 fue más alta (3660 kg/ha)

---

\* Se usó una escala arbitraria: 1 libre de enfermedades; 2 plantas con ataques leves; 3 plantas con ataques medianos, 4 plantas con ataques profundos y 5 plantas con infección severa; \*\* Escala de calibración: 1 Excelente (las brácteas cubren estrechamente la punta de la mazorca y se extiende más allá de ella; 2 Regular (cubre estrechamente la punta de la mazorca); 3 Punta expuesta (cubre flojamente la mazorca hasta la punta); 4 Grano expuesto (las brácteas no cubren la mazorca adecuadamente, dejando la punta algo expuesta); 5 Completamente inaceptable (cobertura deficiente, la punta está claramente expuesta); \*\*\* Se determinó el porcentaje de área de mazorca afectada (% AMA) utilizando la escala siguiente: 1 Mazorca sana; 2 hasta el 25% de mazorca afectada; 3 hasta el 50% de mazorca afectada, 4 hasta el 75% de mazorca afectada; 5 hasta el 100% de mazorca afectada; \*\*\*\* Se usó una escala arbitraria: 1 deseable o excelente; 2 muy buena; 3 buena; 4 regular; 5 mala y \*\*\*\*\* Medición de las coberturas de mazorcas (longitud entre la punta de la mazorca y brácteas.

comparado con la media de la población Diamantes 8043 (3075 Kg/ha). Para la localidad de Guápiles ambas medias fueron similares.

Los valores de pudrición de mazorca fueron más altos en Alajuela, comparado con Guápiles para ambas poblaciones de maíz ( Cuadro 4 y 5 ).

En los cuadros 6 y 7 se observa el comportamiento agronómico de las líneas con base en los resultados promedios de las dos localidades estudiadas.

El rendimiento y porcentaje de pudrición promedio de las siete mejores líneas de la población SPM x Tuxp, C17 seleccionadas para formar la variedad sintética fueron de 4715 Kg/ha y 5,5% respectivamente. Para la población Diamantes 8043 dichos valores fueron de 4840 Kg/ha y 9,8% ( Cuadro 8 y 9 ).

Cuadro 3. Cuadrados medios para algunas de las variables SI de maíz (Zea mays L.) evaluadas en la estación experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela Costa Rica.

Fuente de Variación	GL	Rendimiento Kg/ha	Planta cm	Mazorca cm
Repeticiones	1	33138591	3014,7	7485
Tratamientos ( Sin ajuste )	399	1233491**	878**	1847**
Bloque dentro	38	1675222	751	1394
Error intrabloque	361	250796	95	...
Trats. (Ajustados)	399	1233491**	877**	...
Media		3360,8	211,70	116,80
CV ( % )		15,49	4,79	31,39

#### Cuadrados Medios

Fuente de Variación	GL	Peso de Campo	Altura		
			Planta <sup>1</sup> Cosech.	Mazorca <sup>2</sup> Podrid.	Longit. Cobert.
Repeticiones	1	10,5	0,01	14,7	1,6
Tratamientos ( Ajuste )	399	0,4**	0,02	288,3**	7,6**
Bloque dentro	38	0,5	0,04	520,6	4,9
Error Intrabloque	361	0,1	0,02	78,7	0,9
Trats. ( Ajustados )	399	0,4**	0,02**	288,3**	7,6**
Media		1,8	3,60	41,3	6,6
CV ( % )		15,42	4,02	22,32	15,26

1=Datos transformados según x; 2= Datos transformados según arcoseno x ;

\*\*= Diferencia altamente significativa 1 % .

## DISCUSION

Los rendimientos observados para las líneas seleccionadas en ambas localidades fueron altos, siendo estos ligeramente superiores en la población RPM x Tuxp. C17. Lo mismo se observa para los valores de porcentaje de pudrición. Lo anterior se debe a que la población RMP x Tuxp. C17 ha sido mejorada a través de varios ciclos de selección recurrente a diferencia de la población Diamantes 8043, la cual se encuentra en su primer ciclo de mejoramiento (Villena, W. et al 1982).

Los valores de pudrición de mazorca fueron más altos para la localidad de Alajuela, donde normalmente los problemas de pudrición no son tan graves como en la zona de Guápiles. Lo anterior se debe en parte a que el experimento de Alajuela se dejó tres semanas más en el campo además de que fue un año con precipitación muy alta (Cuadro 1).

No se observó correlación entre pudrición y cobertura de mazorca, en algunos casos se observaron porcentajes de pudrición de más del 20 por ciento con valores de cobertura de 0.0%. Resultados semejantes han sido observados por otros investigadores (López, C. et al 1988).

Para la formación de variedades sintéticas se seleccionaron líneas que mostraron porcentajes de pudrición menores del 10% en el caso de la población RPM x Tuxpeño C17 y menores del 15% en el caso de Diamantes 8043 con rendimientos superiores a la media de la población. El número de líneas seleccionadas (ocho) para formar las variedades sintéticas concuerda con las recomendaciones de otros investigadores (Córdova, 1986).

## LITERATURA CITADA

- AMERICAN PHYTOPATHOLOGICAL SOCIETY. 1980. Compendium of corn diseases. Second Ed., Minn. USA.
- ARIAS, J.W. 1987. Evaluación de variedades de maíz de endosperma blanco y amarillo. Tesis Ing. Agr. San José, Universidad de Costa Rica. Facultad de Agronomía, Escuela de fitotecnia. 63 p.
- CASTAÑO, H.S. 1987. Resumen de conferencia, ayuda memoria de Reunión de "Maíz Muerto". Secretaría de Recursos Naturales, Danlí, El Paraíso, Honduras 3 p.
- CORDOVA, H.S. 1986. Mejoramiento integral para cobertura, pudrición de mazorca y tallo y rendimiento en los complejos germoplásmicos de maíz (*Zea mays* L.) de CIMMYT. CIMMYT, México.
- CRUZ, A. et al. 1988. Diagnóstico de pérdidas en el cultivo de maíz por mazorca podrida. In Reunión Anual del PCCMCA No.34 Costa Rica. Memoria. San José.

- DE LEON, C. 1978. Enfermedades del maíz. CIMMYT, México, 76 p.
- HALLAUER, A.R.; MIRANDA, T.B. 1981. Quantitive Genetics in Maize Breeding. Selection theory. Iowa State University Press, Ames, IA. pp. 159-204.
- LOPEZ, C. et al. 1988. Diagnóstico de pérdidas en el cultivo del maíz por mazorca podrida. XXXIV Reunión Anual del PCCMCA San José Costa Rica. Memoria de Maíz. Tomo II.
- LOTHROP, J. 1985. Breeding for improved husk cover in tropical maize. CIMMYT Highlights 1984. CIMMYT, México.
- MORENO, R.; LOPEZ, F. 1980. Efecto del manejo del suelo sobre el desarrollo de pudrición de la mazorca de maíz. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 5 p.
- POEY, F. 1980. Conceptos teóricos que respaldan los programas de mejoramiento genético.
- SALAS, C.A.; JIMENEZ, K. 1983. Día de Demostración de maíz. Programa de Investigación en Cereales de la Estación Experimental Fabio Baudrit M. Alajuela, Costa Rica. Universidad de Costa Rica, Facultad de Agronomía, 8 p.
- SALAZAR, F.; VARGAS, E. 1977. Métodos de evaluación y niveles de resistencia en maíz a la pudrición de la mazorca causada por *Fusarium moniliforme*. Agronomía Costarricense 1: 93-99.
- Sprague, G.F.; EBERHART, S.A. 1977. Corn breeding. IN G.F. Sprague (ed.), Corn and Corn Improvement. Am. Soc. Agron. Monograph N° 18. ASA, Madison, WI, USA 774 p.
- VILLENA, W. et al 1982. Selección para rendimiento y resistencia a pudrición de mazorca en la población RPM x C17 en Costa Rica. XXVIII Reunión Anual del PCCMCA. San José. Costa Rica 22-26 marzo 1986.

Cuadro 4. Líneas SI de maíz (*Zea mays L.*) seleccionadas en la Estación Experimental Fabio Baudrit Moreno, Alajuela, Costa Rica. 1988.

Entrada	Rend. (kg/ha)	Días a Flor	% Mz Pod.	ASP Mz.	% Mz Desc.	(cm) Long. Mz
<u>RPM x TUXP. C-17</u>						
172	5237.8	66	9.72	3.0	15.60	5.90
167	5237.8	69	20.47	3.0	7.69	7.40
87	4107.9	71	19.20	3.5	8.00	6.75
114	4005.0	68	17.63	3.0	18.75	5.75
X Poblac.	3659.8	68	37.12	3.5	7.05	6.31

Diamantes 8043

299	5166.0	73	28.85	2.8	11.54	4.05
400	4788.5	68	22.70	3.0	0.00	5.55
303	4728.4	72	15.52	3.0	0.00	7.05
363	3695.9	72	24.44	3.0	0.00	8.20
X Poblac	.3075.1	75	47.84	4.0	1.00	6.97
RMS	2156.6	--	38.20	---	---	4.08

X : Media General

RMS : Rango Mínimo Significativo

Tukey 5%

Cuadro 5. Líneas S1 de maíz (*Zea mays L.*) seleccionadas en la Estación Experimental Los Diamantes Guápiles, Costa Rica, 1988.

Entrada	Rend. (kg/ha)	Días a Flor	% Mz Pod.	ASP Mz.	% Mz Desc.	(cm) Long. Mz
---------	------------------	----------------	--------------	------------	---------------	------------------

RPM x TUXP. C-17

121	6610.47	56	5.00	1.75	0.00	5.70
41	5560.47	59	20.00	2.50	0.00	4.90
57	5152.21	56	7.69	2.00	14.29	4.50
181	4720.93	59	18.20	2.25	0.00	5.60
59	4169.30	58	3.57	2.25	0.00	4.60
196	4066.05	56	3.57	2.25	0.00	3.40
199	4044.42	57	5.00	2.50	8.33	2.40
188	3725.00	61	3.57	2.50	0.00	4.60
X Poblac.	3345.95	59	21.91	3.00	4.98	5.17

Diamantes 8043

302	6852.33	62	20.19	2.25	6.25	4.80
277	5396.51	61	7.70	3.50	0.00	6.80
280	5010.93	63	14.05	2.75	0.00	6.00
226	5004.07	62	16.32	2.50	15.38	8.10
224	4694.19	59	15.11	2.50	15.38	4.10
391	4241.86	60	3.85	2.25	0.00	3.90
232	4136.51	62	16.23	2.25	9.09	4.10
235	3745.12	62	19.23	2.75	0.00	4.60
X Poblac.	3445.28	62	19.95	3.32	4.63	5.55

X : Media General

Cuadro 6. Líneas S1 de maíz (*Zea mays L.*) seleccionadas en dos localidades Alajuela-Guápiles, Costa Rica, 1988.

Entrada	Rend. (kg/ha)	Días a Flor	% Mz Pod.	ASP Mz.	% Mz Desc.	(cm) Long. Mz
---------	------------------	----------------	--------------	------------	---------------	------------------

RPM x TUXP. C-17

189	4961.2	62	17.60	2.6	0.00	6.40
200	4638.7	63	24.70	2.6	0.00	4.20
51	4453.4	62	17.60	2.5	1.78	3.80
140	4045.9	64	18.00	2.6	6.50	3.80
43	3914.0	63	12.10	2.5	0.00	4.40
103	2553.4	65	11.30	2.7	0.00	6.50
X Poblac.	3492.6	64	29.50	3.0	6.00	5.72

Diamantes 8043

319	5688.9	67	7.90	2.5	0.00	3.20
230	5084.2	67	18.80	2.7	3.30	4.60
X Poblac.	3271.5	69	33.97	3.0	5.48	6.27

X : Media General

Cuadro 7. Líneas S1 de maíz (Zea mays L.) seleccionadas en tres repeticiones en dos localidades Alajuela-Guápiles.

Entrada	Rend. (kg/ha)	Días a Flor	% Mz Pod.	ASP Mz.	% Mz Desc.	(cm) Long. Mz
---------	------------------	----------------	--------------	------------	---------------	------------------

RPM x TUXP. C-17

25	4907.8	62	21.10	3.0	0.00	4.95
127	4550.3	62	15.70	3.0	0.00	6.00
154	4244.2	63	25.50	3.0	0.00	6.20
47	4226.4	62	17.40	2.0	11.90	5.20
128	3956.9	64	27.70	3.0	0.00	6.30
133	3927.4	60	15.40	2.5	0.00	5.90
150	3818.5	66	17.70	3.0	0.00	6.60
22	3582.6	63	26.40	3.0	0.00	7.20
31	3575.6	66	27.60	3.0	0.00	6.50
117	3551.9	64	24.00	3.0	15.50	5.40
192	3194.6	62	14.50	2.5	0.00	4.80

Diamantes 8043

376	5121.4	61	6.39	2.5	6.25	3.40
357	3935.4	68	24.10	2.8	8.00	5.70
340	3841.6	65	8.46	2.5	0.00	6.80

Cuadro 8. Líneas S1 de la población RPM x Tuxp. C-17 seleccionadas para formar variedad sintética. Proyecto sobre resistencia a pudrición de mazorca. Costa Rica, 1988.

Línea	Número Entrada	Rendimiento (kg/ha)*	Número Pudrición
1	121	6610	5.0
2	172	5238	9.7
3	57	5152	7.7
4	59	4169	3.6
5	196	4066	3.6
6	199	4044	5.0
7	180	3725	3.6
media		4715	5.5

\* Incluye grano bueno y grano malo

Cuadro 9. Líneas S1 de la población Diamantes 8043, seleccionadas para formar variedad sintético. Proyecto sobre resistencia a pudrición de mazorca, Costa Rica.

Línea	Número Entrada	Rendimiento (Kg.ha)*	% Pudrición
1	319	5689	7.9
2	277	5396	7.7
3	376	5121	6.4
4	280	5011	14.0
5	303	4728	15.2
6	224	4694	15.1
7	391	4242	3.9
8	340	3842	8.5
media		4840	9.8

\*Incluye grano bueno y grano malo

## EVALUACION DE HIBRIDOS DOBLES Y TRIPLES DE MAIZ EN OCHO LOCALIDADES DE COSTA RICA

José González\* y Kenneth Jiménez\*\*

El presente estudio constituye la segunda etapa del Proyecto Colaborativo Regional de Híbridos en Costa Rica, mediante el cual se pretende que el país produzca sus propios híbridos de tanta calidad como los que ofrece el mercado pero con un menor costo para el agricultor.

En esta etapa el objetivo consistió en evaluar el comportamiento agronómico en ocho localidades de Costa Rica; de nueve híbridos predichos dobles y triples, tanto de grano blanco como de amarillo, identificados como superiores en estaciones experimentales durante 1987.

El análisis de varianza combinado para rendimiento y otras características agronómicas reveló diferencias altamente significativas entre cultivares.

Los híbridos experimentales superaron o igualaron al comercial B-833 y fueron mejores que los otros testigos incluidos en este estudio.

Los híbridos dobles, excepto el DC-46, superaron a los triples donde el DC-78 obtuvo el mayor rendimiento con 6107 kg/ha, un 17% más que el B-833.

De acuerdo a estos resultados se recomienda introducir en parcelas de verificación durante 1989 los híbridos DC-78, Dc-50, DC-43 y TWC-62.

### INTRODUCCION

En Costa Rica, los híbridos de maíz que se ofrecen actualmente al productor, provienen de las compañías privadas extranjeras que desde hace varios años operan en el país. Esta situación ha contribuido a establecer una marcada diferencia entre el precio de la semilla de variedades de polinización libre que produce el sector público y el valor de la semilla híbrida. Lo anterior ha creado una necesidad de generar nuestros propios híbridos, pues esto significaría contar con semilla más barata que la del mercado actual.

Esta posibilidad de ofrecerle al agricultor híbridos de una calidad similar a la que poseen los actuales, pero de un menor costo unida a las ventajas que ha demostrado en nuestro país el uso de este tipo de materiales, ha motivado el interés del Programa Nacional de Maíz de aprovechar los beneficios del proyecto colaborativo regional de híbridos encabezado por el ICTA de Guatemala y el CIMMYT. No cabe duda que es una excelente opción, no solo por constituir una alternativa a corto o

---

\* Ingeniero Agrónomo. Dirección de Investigación y Extensión Agrícolas. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Apdo. 10094, San José;  
\*\* Ingeniero Agrónomo. Programa de Investigación en Cereales, Estación Experimental Fabio Baudrit M., apartado 183-4050. Alajuela, Costa Rica.

mediano plazo para obtener las metas deseadas, sino por el ahorro de recursos humanos y económicos que representa para el país. Por estas razones, las distintas instituciones involucradas en el mejoramiento de la producción del maíz en Costa Rica, decidieron participar activamente en dicho proyecto y el presente trabajo constituye el resultado de la segunda etapa de las actividades del proyecto llevadas a cabo en nuestro país. El objetivo de dicha etapa era identificar mediante pruebas regionales realizadas en 1988, los mejores híbridos dobles y triples de los seleccionados el año anterior en las estaciones experimentales. Se espera que a principios de 1990 esos híbridos, luego de su última evaluación durante este año en parcelas de verificación puedan contar con la aprobación correspondiente para su uso comercial momento en el cual se estaría satisfaciendo la necesidad de contar con híbridos producidos en Costa Rica.

#### REVISION DE LITERATURA

Los híbridos son capaces de mostrar incrementos sustanciales en el rendimiento sobre las variedades de polinización libre (Llanos, 1984). Las cruza triples son ligeramente más rendidoras que las cruza dobles; sin embargo, el costo de producción del híbrido triple es más alto. Los híbridos dobles son ligeramente más variables en lo que a características de planta y mazorca se refiere que los híbridos triples, lo cual le da ventaja a aquellos en condiciones adversas (Jugenheimer, 1985).

En Costa Rica los híbridos comerciales que se utilizan son producidos en su totalidad por la iniciativa privada, entre los cuales se halla el B-833 y el 3214 (Costa Rica, CIMA, 1988). Sin embargo, la producción de semilla híbrida en dicho país resultaría más barata que la importancia o la resultante de las cruza simples progenitoras traídas de afuera para ser producida localmente (Costa Rica, CIMA, 1988). En 1987, ensayos llevados a cabo por Jiménez et al en tres estaciones experimentales de Costa Rica, se evaluaron 45 híbridos experimentales dobles y triples y 4 testigos comerciales. Los híbridos experimentales provenían del cruce de líneas endogámicas originadas en el CIMMYT. Los resultados de estos ensayos indican que la cruza doble Dc-50 mostró el mayor rendimiento en la localidad de Cañas, Guanacaste con 6172 kg/ha lo cual significó un 10% más que el mejor testigo B833. En Alajuela el DC-46, DC-30 y el DC-43, estuvieron entre los mejores híbridos con más de 7500 kg/ha (16% sobre el B-833).

En Los Diamantes, Limón, los híbridos triples TWC-26, TWC-62 y TWC-28 mostraron los rendimientos más altos (7000 kg/ha), superando el primero en un 9% al mejor testigo 3214. En todos los ensayos los materiales experimentales tuvieron porcentajes de pudrición y mala cobertura menores de 11% lo cual es aceptable.

En experimentos similares conducidos en dos localidades de Panamá, Alfaro et al (1988), encontraron que el híbrido de grano amarillo DC-78 fue el que más rindió de las cruza experimentales, aunque fue superado por el híbrido comercial X-3214 en un 5%. Estos autores indican también que el DC-78 tuvo porcentajes de pudrición y mala cobertura de mazorca menores de 8%.

Urbina (1988), en evaluaciones de híbridos dobles y triples predichos derivados de varias poblaciones del CIMMYT, encontró que el mayor rendimiento de las cruza triples experimentales lo mostró en TWC-28 con 5.97 t/ha, el cual superó en un 10% al obtenido por el testigo comercial B-833. En estos ensayos realizados en una localidad de Nicaragua, el mismo autor señala que el TWC-28 tuvo porcentajes de 6% de mazorca descubierta y 12% de mazorca podrida.

## MATERIALES Y METODOS

### Material genético

Los híbridos dobles y triples experimentales utilizados en el presente trabajo son originados en CIMMYT. En 1987, se evaluaron en tres estaciones experimentales de Costa Rica los mejores 40 híbridos dobles y 39 híbridos triples predichos de grano blanco, de acuerdo a lo cual se identificaron cuatro cruza dobles y dos triples superiores. Estos materiales junto con un híbrido doble y dos triples de grano amarillo que resultaron superiores en cuatro localidades de Centro América y México formaron el ensayo regional a sembrarse en ocho zonas del país. También se incluyó el sintético experimental resistente a *Phyllachora* (SRF) y como testigo los híbridos comerciales B-833 y H-5, así como, las variedades de polinización libre tico V-7 y Los Diamantes 8043, todos de grano blanco.

### Ubicación

El ensayo se sembró en ocho localidades de Costa Rica, y se trató de abarcar las principales zonas maiceras del país, en primera o segunda época de siembra según cual fuera la más importante en cada región.

### Diseño Experimental

Se uso un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimental tenía dos surcos de 5 m de largo, espaciados a 0.75 m y 0.5 m entre postura de tres semillas cada una que luego se ralearon a dos plantas.

### Variables Estudiadas

En todos los experimentos se tomaron los siguientes datos: días a flor, altura de mazorca, porcentaje de mazorcas descubiertas y podridas, peso de campo, porcentaje de humedad del grano y relación grano/mazorca; con los tres últimos datos se determinó el rendimiento de grano al 15% de humedad.

### Análisis Estadísticos

Se calculó para cada experimento el análisis de varianza de la variables estudiadas, además del combinado para siete localidades. No se incluyeron en este análisis los híbridos experimentales DC-30 y TWC-26 ya que por problemas de disponibilidad de semilla no pudieron ser evaluados en algunas localidades, tampoco se incluyó la localidad de Aguas Zarcas, pues el mismo problema presentado allí con el DC-46, hubiera obligado a reducir aún más el número de cultivares analizados.

La comparación de medias de los tratamientos para las variables estudiadas se efectuó mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

#### Prácticas culturales

La fertilización consistió en 200 kg/ha de 10-30-10 al momento de la siembra y 200 kg/ha de Nutran a los 22 días después de la misma. El control de malezas se realizó mediante la aplicación de los herbicidas preemergentes atrazina (Gesaprim) y pendimetalina (Prowl) a razón de 3 l/ha cada uno.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 1 se presenta el análisis de varianza combinado para rendimiento y en el cuadro 2 los estadísticos estimados en el realizado para las demás características agronómicas de interés. Según dichos cuadros existieron diferencias altamente significativas entre cultivares para todas las variables estudiadas, así como también hubo diferencias significativas entre las interacciones cultivares por localidades para rendimiento.

En el cuadro 3, se observan los estadísticos estimados en el análisis de varianza para rendimiento en cada localidad de acuerdo a los cuales todas las localidades, excepto corredores, mostraron diferencias altamente significativas entre cultivares. Todos los coeficientes de variación son menores del 20% excepto para Santa Cruz, lo cual hace confiables los datos obtenidos en estos experimentos.

En el cuadro 4, se presenta el rendimiento de los cultivares, en cada localidad y combinado; según este último el DC-78 mostró el mayor rendimiento de los híbridos de grano amarillo lo cual coincide con lo encontrado por Alfaro (1988), mientras que el DC-50 fue el mejor híbrido de grano blanco. Ambos cultivares superaron en un 17% al mejor testigo comercial el híbrido doble B-833, aunque también se puede observar que todas las cruzas experimentales evaluadas mostraron un rendimiento superior o similar a dicho testigo. Aquí cabe señalar que al igual que Urbina (1988) se encontró que el TWC-28 superó al B-833, si bien en un porcentaje menor (5%). Según el rendimiento obtenido por el DC-78 y DC-50 en cada localidad, estos híbridos ocuparon siempre los primeros lugares, lo que demuestra su buena capacidad de adaptación a distintas condiciones.

En términos generales, los híbridos dobles, a excepción del DC-46, mostraron rendimientos superiores a los triples, como indica el análisis de medias combinado y en las localidades, salvo Guacimo y Cariari, ninguna de las cruzas triples logró el mayor rendimiento.

En el cuadro 5 aparece el análisis combinado de otras características agronómicas de interés. Los porcentajes de mala cobertura de mazorca, a excepción del TWC-62, TWC-28 y el S. R. F., fueron menores de 10% lo cual es aceptable. Los índices de pudrición de mazorca no fueron tan buenos como los de mala cobertura ya que el más bajo (DC-78) alcanzó un 15.6%. Los resultados obtenidos por Jiménez et al (1987) en Costa Rica, coinciden con los porcentajes de cobertura deficiente mostrados por lo híbridos más rendidores en estos experimentos, no así con los índices de

podrición. Esto se puede atribuir a que 1988 fue un año más lluvioso que 1987, por lo cual los materiales sufrieron más castigo, incrementándose así el deterioro por hongos de la mazorca. Debido quizás a esa situación, el DC-78, mostró un porcentaje de pudrición mayor que el encontrado por Alfaro et al (1987) en Panamá; sin embargo, el índice de mala cobertura de mazorca si concuerda con el señalado por esos autores. Los porcentajes de acame de raíz y tallo que obtuvieron los cultivares evaluados fueron bajos sin que se observara diferencia entre los testigos y los materiales experimentales.

De acuerdo a lo anterior se puede afirmar que los híbridos experimentales identificados en la presente investigación como más rendidores (DC-78 y DC-50) presentan también características agronómicas sobresalientes, por lo cual estos materiales junto con el DC-43 y el TWC-28, serán evaluados en parcelas de verificación en 1989 para ratificar el buen comportamiento agronómico observado durante el año pasado y así poder liberarlos posteriormente.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. El mejor híbrido blanco fue el DC-50 (híbrido doble) con un rendimiento promedio de 6005 kg/ha y un 22% de pudrición de mazorca.
2. El mejor híbrido amarillo fue el DC-78 (híbrido doble) el cual mostró un rendimiento promedio de 6107 kg/ha y 15% de mazorcas podridas.
3. En general, los híbridos dobles superaron a los híbridos triples, sin embargo, para la zona de Guacimo y Pococí, se observó superioridad de los híbridos triples lo que corrobora el buen comportamiento exhibido por éstos en dicha zona durante 1987.
4. Los híbridos experimentales superaron a los testigos comerciales (híbridos y variedades).
5. Se recomienda incluir los mejores híbridos en parcelas de verificación en las principales zonas maiceras del país en 1989.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ALFARO, O. et al 1988. Evaluación de híbridos triples y doble de maíz de grano amarillo en Panamá XXXV Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica. p. 137-196.
2. COSTA RICA, 1988. Comité Interinstitucional de Maíz. Primer Seminario Taller sobre presentación de resultados y Programación de Actividades del Proyecto de Híbridos de Maíz para Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. p. 137-196.
3. JIMENEZ, K.; GONZALEZ, J. CALDERON, C. 1988. Evaluación de híbridos triples y dobles de maíz en Costa Rica XXXV Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, p.137-196.

4. JUEGENHEIMER, R.W. 1985. Maíz variedades mejoradas, métodos de cultivo y producción de semillas. trad. R. Piña. Ed. Limusa México, D.F. 841 p.
5. LLANOS, M. 1984. El maíz, su cultivo y aprovechamiento. Ed. Mundi-Prensa. Madrid. 318 p.
6. URBINA R. GODOR H., CALERO D. 1988. Evaluación de híbridos de maíz dobles y triples predichos derivados de las poblaciones 21.25, 29 y 32 del CIMMYT. XXXV Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica p. 137-196.

Cuadro 1. Análisis combinado de varianza para el rendimiento de 12 cultivares de maíz. Siete localidades de Costa Rica 1988.

F. de V.	G L	C M	F C
LOCALIDAD	6	163034344.9	248.91 **
REP/LOCAL	21	2715896.1	
TRATAMIENTO	11	28076434.7	42.87 **
LOC X TRAT	66	1830725.6	2.80 **
ERROR	231	654998	
TOTAL	335		

C.V. = 16.5

Cuadro 2. Medias de rendimiento y otras características agronómicas. Análisis combinado. Híbridos, Costa Rica, 1988.

Variables Estadíst.	Rend. (Kg/ha)	Cobertura		Pudrición		Acame		%
		Mz	%	Mz	%	Raíz	Tallo	
DC 78	6107	6,42		15,60		3,12	6,05	
DC 50	6005	7,45		22,30		3,29	4,07	
DC 43	5713	8,03		19,30		2,50	3,78	
TWC 62	5381	8,97		21,30		2,96	3,24	
TWC 28	5328	14,22		18,90		7,03	7,70	
TWC 96	5267	15,67		24,40		3,89	5,03	
DC 46	5087	6,97		19,06		3,72	4,78	
B-833	5060	7,18		19,95		3,06	4,95	
LD 8043	4753	6,15		24,71		2,46	4,06	
H-5	3901	6,30		27,76		11,15	10,15	
Tico V-7	3249	8,37		23,70		5,47	5,18	
Sintético RF	3072	12,79		29,15		4,63	5,29	
DMS	660	5,19		8,79		4,73	4,53	

Cuadro 3. Estadísticos estimados en el análisis de varianza para rendimiento de híbridos dobles y triples en ocho localidades de Costa Rica.

Localidad Estadíst.	P.Zeledon	Corredores	Puriscal	A Zarcas
F	8.25**	3.29*	8.04**	11.58**
CV (%)	18.00	17.42	20.51	13.52
X	6666	3558	2793	4900
DMS	2992	1584	1424	1538

Localidad Estadíst.	Santa Cruz	Alajuela	Guacimo	Cariari
F	4.80**	12.25**	7.05**	10.37**
CV (%)	25.30	8.90	14.73	13.20
X	3664	7979	4510	5537
DMS	2304	1764	1651	1819

Cuadro 4. Medias de rendimiento (1) de híbridos dobles y triples en ocho localidades de Costa Rica 1988.

Cultivar	Localidad				
	P.Zeled.	Corred.	Purisc.	A.Zarcas	Santa Cruz
DC 78	7636 abc	4182 ab	4073 a	5458 ab	5294a
DC 50	9265 a	4089 ab	3949 ab	4871 ab	5121a
DC 43	7966 abc	4363 a	3712 ab	4493 abc	4414ab
TWC 62	6872 bc	3808 abc	2865 abcde	4484 abc	3738abc
TWC 28	7699 abc	3211 abc	2143 cde	5144 ab	4762a
TWC 96	7009 bc	3413 abc	2619 abcd	4405 abc	4062ab
DC 46	7426 abc	3498 abc	3099 abcd	-	2940abc
B-833	6216 cd	3687 abc	2539 bcde	5833 a	3513abc
LD 8043	6397 cd	3778 abc	2147 cde	4605 abc	3134abc
H-5	4673 de	3821 abc	1517 e	4413 abc	3515abc
Tico V-7	3138 e	2698 bc	1650 de	3467 bc	2218 bc
Sinté- tico RF	3902 e	2252 c	2154 cde	2536 c	1632 c
X	6666	3558	2793	4900	3664
DMS	2992	1584	1424	1538	2304

	Localidad				Media
	Alajuela	Guacimo	Cariari		
DC 78	8440 abc	5935 a	7157 a		6107 a
DC 50	9470 a	845 ab	5526 ab		6005 ab
DC 43	8824 ab	4996 ab	6115 ab		5713 abc
TWC 62	9441 a	4294 abcd	6648 ab		5381 bcd
TWC 28	7317 bcd	5914 a	6249 ab		5328 bcd
TWC 96	8562 ab	4963 ab	6280 ab		5267 cd
DC 46	8366 abc	4314 abcd	5968 ab		5087 cd
B-833	8822 ab	4569 abcd	6077 ab		4753 d
LD 8043	7451 bcd	4690 abc	5678 abc		3901 e
H-5	6190 de	3570 bcd	4023 cde		3249 ef
Tico V-7	6623 cde	3113 cd	3303 de		3072 f
Sintético RF	5304 e	2900 d	3364 e		
X	7979	4510	5537		4911
DMS	1764	1651	1819		660

(1) kg/ha al 15% de humedad

Cuadro 5. Estadísticos estimados en el análisis de varianza combinado rendimiento y otras características agronómicas de interés. Híbridos, Costa Rica. 1988.

Variables Estadís.	Rend. Kg/ha	Cobertura %	Pudrición Mz %	Acame Raíz %	Acame Tallo %
F	42,8**	7,49**	3,74**	5,18**	3,36**
CV %	16,48	70,00	48,00	130,00	101,00
X	4911	9,05	22,18	4,44	5,44
MDS	660	5,19	8,79	4,73	4,53

EVALUACION DE LINEAS S1 DE MAIZ PROVENIENTES DE LAS POBLACIONES 28 Y 36 DEL CIMMYT RESISTENTES AL ACHAPARRAMIENTO CICLO SEGUNDO (*Zea Mays L.*)

Ramón Celado\*, Felix Navarro\*\* y Hugo S. Córdova\*\*\*

#### RESUMEN

Los rendimientos del cultivo de maíz son severamente reducidos en regiones donde existen alta incidencia del achaparramiento. Esta

\* Ing. Agr. Apto. Postal 24 CESDA, San Cristobal; \*\* Ing. Agr. Apto. Postal 24 CESDA, San Cristobal, República Dominicana y \*\*\*\* Fitomejoramiento, Asesor, Coordinador Regional para Centroamerica y el Caribe de CIMMYT Ave. La Reforma 8-60, 3er nivel, Zona 9, Guatemala, C.A.

enfermedad causa serios problemas a los materiales susceptibles en el país imposibilitando obtener buenas producciones en aquellas regiones que requieren de variedades que ofrezcan algún tipo de ventaja, principalmente tolerancia o resistencia genética de dichas condiciones.

En este sentido, fue desarrollada la variedad CESDA-88, como resultado de los trabajos iniciados desde 1985 en las poblaciones 28 y 36 identificadas como promisorias, provenientes de germoplasma de CIMMYT.

Durante este segundo ciclo se derivaron 280 líneas S1 de la población 28 y 400 líneas procedieron de la población 36, usando el Sistema de Selección Recurrente de Hermanos Completos. Fueron evaluadas en un ensayo para cada población. Observándose diferencias significativas para rendimiento y otras características agronómicas. Se seleccionaron las 45 líneas S1 superiores para reformar las poblaciones y formar dos variedades sintéticas resistentes al achaparramiento, una para cada población. Las medias de rendimiento para las selecciones en la población 28 fue de 3.285 kg/ha, para la población 36 estuvo en 3.422 kg/ha. Las mismas fueron afectadas con medias de achaparramiento de 39,5 y 32,1 por ciento de la enfermedad considerándose los mismos como medianamente bajos.

#### INTRODUCCION

En los últimos años el mejoramiento del maíz ha ido cobrando importancia en la República Dominicana. Debido a las implicaciones que tiene este con el aspecto económico, pues los usos del maíz están relacionados de forma directa o indirecta con la dieta energética humana o animal. Conociendo esto, el programa nacional de maíz continúa en búsqueda de genotipos que lleven los atributos necesarios para ofrecerle al productor mejores alternativas para mejorar la producción de este cereal. Los bajos niveles de producción, ocasionados, por muchos factores, entre ellas el achaparramiento del maíz, en época y zonas de alta incidencia ha permitido al Centro Internacional de mejoramiento de maíz y trigo (CIMMYT) continuar apoyando un programa coordinado con El Salvador, Nicaragua y República Dominicana, en búsqueda de resistencia genética en las poblaciones 28 y 36 (amarillos) para mejorar estos materiales a través de una metodología que permite acumular genes para resistencia de dicha enfermedad. Este trabajo tiene los siguientes objetivos

1. Generar fuentes de resistencia al achaparramiento.
2. Mejorar las poblaciones en estudio a través del método de Selección Recurrente.
3. Desarrollar variedades resistentes con buen potencial de rendimiento.

#### REVISION DE LITERATURA

El achaparramiento del maíz, ha causado grandes problemas en áreas sembradas comercialmente y a nivel experimental. Esta enfermedad fue detectada en el 1942 por primera vez en el Estado de California en

México, Centroamérica, Sur América, Cuba, Puerto Rico y República Dominicana.

Muchas han sido las investigaciones relacionadas con los daños que causan el achaparramiento a los maíces. Se han realizado evaluaciones de materiales susceptibles como tolerantes.

Díaz y Vegas 1973. Citados por R. Rodríguez y Hurbina 1987 reportan que en el CIMMYT, se evaluaron materiales de Nicaragua, México y El Salvador, en este último se realizaron estudios a nivel de invernadero y campo. Los resultados mostraron que el 52.8% del material exhibió alta tolerancia (0-20%) a la enfermedad bajo condiciones de campo; en invernadero, el 51.1% del material estudiado, más del 40% mostró 9.4% de tolerancia a la enfermedad.

Hugo Cordova 1988. En carta enviada a los Coordinadores de Programas Nacionales de Maíz reporta el comportamiento del Híbrido He-53 del Salvador con 33% de achaparramiento y el Santa Rosa de Nicaragua, con 16% probados en ensayo del PCCMCA, en la localidad de San Juan de la República Dominicana.

Etoner, citado por Bruno 1972, reporta 2 tipos diferentes de achaparramiento y lo separa de acuerdo a la sintomatología a la vez lo denomina como Río Grande y Mesa Central, por encontrarlo y describirlos por primera vez en el área mexicana.

De León 1984, detalla los síntomas de esos tipos de achaparramiento de la siguiente manera:

- 1) Tipo de Mesa Central: Produce amarillamiento en las hojas jóvenes, cuya coloración va aumentando hasta llegar a una coloración purpura-rojizo hacia la punta.
- 2) Tipo Río Grande: Inicialmente produce estrias amarillentas en las hojas jóvenes, aumentando la severidad con el tiempo. Las estrias amarillentas que aparecen en la base de la hoja se tornan café.

Ambos tipos de achaparramiento producen acortamiento de entrenudos, sufriendo las plantas afectadas enanismo o achaparramiento, proliferación de tallos. Las yemas axilares desarrollan mazorcas estériles; presentándose exceso de mal formación de raíces. Cuando los casos son severos, las plantas producen muy poca semilla y mueren prematuramente.

De León 1984, Dice que el achaparramiento es una de las enfermedades serias que padece el cultivo de maíz, y es un factor limitante en la producción de este cereal, en zonas Tropicales y Subtropicales del Continente Americano desde el nivel del mar hasta zonas más intermedias con alturas, y en la latitud desde 40 N hasta 30 S.

Picket et al (1946) citado por Navarro (1986), informaron la presencia de maíz en el valle del Río Grande, Texas, con síntomas parecidos pero mucho más destructivos. En este mismo año Kunker reportó que esta enfermedad era causada por un virus que transmitía fácilmente el Cicadélino *Dalbulus maidis*, describiendo más tarde, 1984, la relación

hospedante vectorvirus y la no transmisión por semilla del patogeno, mecánicamente o por *Perigrinus maidis*, y *macrosteles lascifrons*.

Grogan Roserran (1968) señalaron que la resistencia a esta enfermedad era un caracter controlado por pocos genes aditivos no epistaticos y que un Programa de selección debería ser adecuado para transferir estas características a un material susceptible.

Scott y Rosekronz (1974) realizaron estudios probando la utilidad del método de selección recurrente al desarrollo poblaciones resistente al achaparramiento. De León (1984) presentó resultados de tres ciclos de selección recurrente trabajando con tres poblaciones de maíz, concluyendo que un Programa de selección recurrente con formación de líneas S1, su evaluación y recombinación de una fracción selección es adecuado para acumular niveles de resistencia estables a esta enfermedad en poblaciones de maíz.

Navarro (1986) en estudio realizado con líneas S1 provenientes de las poblaciones 28 y 36 de CIMMYT encontró en estas, un nivel bajo de resistencia a condiciones extremas de achaparramiento, mientras que líneas S1 de un compuesto local formado por las poblaciones 25, 26, 28xF1 mostraron mejor comportamiento en estas condiciones, señalado por Navarro como una probable fuente de resistencia a achaparramiento.

Davis et al (1973) en estudios realizados indica que el agente etiologico del achaparramiento del maíz era un micoplasma que denominaron *Spiroplasma*. Bascope (1977), Bascope y Galindo (1978) y Naul (1980) indican que la enfermedad es causada por dos tipos de micoplasma. El que causa sintomas de las raza Río Grande al cual llamó achaparramiento por spiroplasma, produciendo el otro micoplasma sintomas parecidas a los de Mesa Central.

#### MATERIALES Y METODOS

El material genético evaluado proviene de la línea S1 del tercer ciclo de selección formados a partir de las siguientes variedades:

##### Población 28

Across-8328  
San Cristobal-8328  
Guarare-8326  
Farako-(8b)-8328  
Iboporenda-8328  
Sixian-8328

##### Población 36

Across-8336  
Tocumen (G)-8336  
Jardinopolis-8336  
Ferce (1)-8336  
Poza Rica-8336  
Poza Rica-8136  
Los Baños (1)-8136

Antecedentes

En 1985-B en el Instituto Politécnico Loyola (40 msnm) fueron seleccionados 256 líneas de cada población siendo sembradas las líneas en condición de alta incidencia de achaparramiento.

#### Evaluación de Materiales

Se partió de 680 genotipos de dos poblaciones base (pob. 28 y 36) con el fin de evaluar las líneas S1 procedente de cada población. Fueron evaluadas para rendimiento, achaparramiento y otras características agronómicas en el Centro Sur de Desarrollo Agropecuario (CESDA) a 43 msnm la siembra se realizó el 21 de Octubre de 1987, época y localidad de condiciones propicias para la presencia de la enfermedad.

#### Diseño Experimental

En este estudio, se utilizó un diseño gerarquico o panidado, para cada variable con 400 y 280 (20x20 y 14x14) entradas colocadas en dos repeticiones. La parcela experimental estuvo formada por un surco de 5.0 m de longitud, la distancia entre surco fue de 0.80 m, con distancia entre planta de 0.25 m y una densidad de población de 50,000 plantas por hectárea. El área de parcela util fue 4.0 m cuadrados.

Fueron tomados datos para varias características Agronomicas: rendimiento de grano, días a flor, altura de planta y mazorca, acame raíz y tallo, pudrición y cobertura de mazorca, aspecto de planta y mazorcas, número de plantas albinas y achaparramiento.

Se estimaron estadísticos para todas las variables en el análisis de varianza.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Los Cuadros 1 y 2 presentan los estadísticos estimados en el análisis de varianza para rendimiento y otras características agronómicas de la población 28 en la localidad de San Cristobal. Los coeficiente de variación estimados varían desde 17.35 hasta 38.33, todos los coeficientes para rendimiento estuvieron aceptables y buenos en algunos casos altos. Para las otras características agronómicas en general se mantuvieron aceptables y en la mayoría de los datos reportados en el presente trabajo.

En los mismos cuadros aparecen los análisis de varianza para cada grupo, para rendimiento se comportaron cinco grupos altamente significativos. Ocho grupos fueron significativos un grupo no presentó significancia es probable que estas diferencias dentro de los grupos es debida a los pocos ciclos de endocria de las líneas. Las diferencias para rendimiento permitieron seleccionar aquellas líneas que resultaron superiores. Las medias de rendimiento variaron entre 1.488 a 3.424 t/ha, considerandose las mismas como bajas y altas.

Los Cuadros 3, 4 y 5 resume las líneas S1 seleccionadas en base rendimiento-achaparramiento. Para las otras variable, días a flor, altura de mazorcas, altura de planta, los resultados obtenidos se

consideran estables para las líneas seleccionadas. También se presenta la reacción al achaparramiento. La media general fue de 61.28 de daño por la enfermedad y de 39.5 la media general de líneas seleccionadas con una diferencia de 21.78. La misma interpretación se puede utilizar para la población 36.

La reacción al achaparramiento de la población 36 es presentada en el Cuadro 5 bajo las mismas condiciones que la población 28. La media general es de 56.68% de daño y un 32.2% equivalente a la media general de las líneas seleccionadas, con una diferencia de 24.58%

Se nota un mejor porcentaje de achaparramiento en la población 28, seleccionándose las líneas S1 que presentaron valores más bajos. Aunque esta población tiene susceptibilidad a dicha enfermedad no es muy notable la diferencia entre las poblaciones en estudio, siendo posible que se haya logrado relativamente mayor ganancia de resistencia al achaparramiento en la población 36.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados obtenidos en el presente trabajo arrojan las siguientes conclusiones.

- 1) Las líneas S1 de la población 36 fueron superiores para resistencia achaparramiento que las derivadas de la población 28.
- 2) Fueron seleccionadas 34 líneas S1 de la población 28 y 44 de la población 36 siendo la presión de selección alrededor de 10%
- 3) Se formaron 140 familias en la población 28 y 240 familias de hermanos completos en la población 36 durante la etapa de recombinación.
- 4) Se hicieron todas las combinaciones posibles con las 8 a 10 líneas S1 de las poblaciones 28 y 36 respectivamente derivándose un sintético de ambas poblaciones.
- 4) La metodología utilizada en este trabajo parece ser efectiva para la selección de genotipos superiores para rendimientos de grano y achaparramiento.

Cuadro 1. Estadísticos Estimados para tratamiento en el análisis de varianza para ocho características estudiadas en el ensayo de resistencia a achaparramiento. CESDA, 1987-1988-Población 28.

		Estad. G1	G2	G3	G4	G5	G6	G7
Rendimiento	FC	**	*	NS	*	**	*	*
	X	2.025	2.317	3.424	2.825	2.616	2.774	2.317
	CV	19.99	17.99	17.35	28.70	17.93	25.51	38.33
Floración	FC	*	*	*	*		**	
	X	60.60	59.55	59.45	60.60	56.62	59.48	59.67
	CV	1.65	1.34	2.02	2.43	1.80	1.58	1.97
Altura Planta	FC	**	*	NS	**		NS	*
	X	137.55	134.82	136.97	135.80	140.27	151.25	150.48
	CV	6.24	5.36	5.15	5.96	6.18	4.94	6.91
Porc. Achaparramiento	FC	*	*		*			
	X	68.42	63.07	50.63	74.67	57.11	57.82	61.40
	CV	22.06	19.25	20.70	15.14	23.59	20.40	43.98
Inciden. Achaparr.	FC	* *	NS	*		**	NS	
	X	3.0	2.98	2.66	3.61	2.81	3.12	3.42
	CV	15.72	16.50	12.39	9.77	26.08	15.75	16.54
Altura Mazorca	FC		*	NS	*			*
	X	70.05	69.07	68.60	63.25	64.55	71.52	72.53
	CV	8.96	7.28	14.65	9.11	14.05	8.94	9.10
Produc. Mazorcas	FC	NS	NS	*				
	X	36.63	32.37	25.11	39.50	38.50	28.25	36.62
	CV	39.03	31.99	27.95	44.54	47.48	45.05	37.15
Aspecto Mazorca	FC	*		*	*	NS		*
	X	3.17	3.16	2.92	3.62	3.22	3.32	3.54
	CV	13.47	13.22	9.92	8.61	13.59	15.77	12.08
		Estad. G8	G9	G10	G11	G12	G13	G14
Rendimiento	FC	*	**	*	*	*	**	**
	X	1.88	2.59	2.85	2.59	2.86	2.48	2.14
	CV	31.20	25.55	21.03	20.76	30.28	28.86	26.71
Floración	FC	*	**	**	**	*	*	**
	X	59.72	58.35	60.38	59.32	61.16	60.65	59.11
	CV	2.84	1.85	1.69	1.40	2.34	2.60	1.80

Altura	FC	**	**	NS	NS	**	**	**
Planta	X	136.02	153.08	159.02	154.58	140.73	151.13	151.96
	CV	5.92	3.79	6.38	6.06	5.33	4.89	5.11
Porc.	FC	NS	NS	NS	*	NS	*	*
Achap.	X	57.15	58.65	56.03	63.86	61.39	51.63	57.50
	CV	23.63	28.44	26.05	26.42	25.04	28.14	21.83
Inciden.	FC	**	*	NS	NS	NS	*	*
Achapa.	X	3.19	3.28	3.03	3.17	3.40	3.33	3.25
	CV	8.72	12.09	17.42	12.53	12.98	17.11	14.96
Altura								
Mazorca	FC	**	*	NS	NS	NS	NS	*
	X	63.28	70.67	75.55	74.76	63.05	66.65	70.20
	CV	6.65	10.80	9.83	8.48	8.80	9.20	10.63
Produc.	FC	NS	*	NS	**	NS	NS	NS
Mazorc.	X	29.03	30.94	27.21	41.51	54.48	47.38	40.01
	CV	57.08	46.13	34.95	31.50	41.89	40.34	50.84
Aspecto	FC	NS	*			NS	*	*
Mazorca	X	3.58	3.13	3.16	-	-	3.85	3.93
	CV	10.20	14.18	12.29			9.84	11.75

Estadísticos estimados para tratamiento en el análisis de varianza para ocho características estudiadas en el ensayo de resistencia a achaparramiento, CESDA, 1987-1988, Población 36

Población	Estadíst.	G1	G2	G3	G4	G5
Anterior						
36						
Rendimiento	X	2.407	28.18	28.33	4.168	4.518
(%)	CV	17.93	20.06	19.21	43.53	34.89
	FC	*	*	*	**	*
Floración	X	59.73	57.95	29.25	61.73	60.83
	CV	1.93	1.70	1.25	2.29	1.68
	FC	**	*	**	*	**
Altura de	X	1.46	1.43	1.41	1.21	1.37
Planta	CV	5.56	6.60	4.77	5.93	8.30
	FC	*	*	*	**	**
Porc.de	X	55.97	53.67	57.80	58.38	58.61
Achaparr.	CV	28.26	21.18	20.05	22.55	24.31
	FC	*	*	**	*	*
Inciden.de	X	3.2	3.2	3.2	3.7	3.5
Achaparr.	CV	13.93	17.53	11.08	8.68	14.83
	FC	*	*	*	**	NS
Alt.Mazorca	X	67.0	67.0	67	52	60.0
	CV	10.91	10.84	11.44	11.53	10.73
	FC	*	*	*	*	**

Población Anterior	Estadíst.	G6	G7	G8	G9	G10
36						
Rendimiento (%)	X	3.034	2.946	2.579	2.608	2.437
	CV	18.86	25.68	25.17	19.56	28.18
	FC	*	*	*	*	*
Floración	X	57.88	58.20	59.65	58.00	59.00
	CV	2.03	2.19	2.58	1.47	1.75
	FC	*	*	*	**	**
Altura de Planta	X	1.652	1.59	1.59	1.48	154
	CV	5.74	4.10	5.45	3.72	3.44
	FC	**	*	*	**	**
Porc.de Achaparr.	X	43.33	42.59	46.02	46.27	54.08
	CV	29.81	27.69	28.9	28.99	23.52
	FC	*	*	*	*	*
Inciden.de Achaparr.	X	3.125	3.1	3.4	3.0	3.2
	CV	14.40	15.57		14.69	12.12
	FC	*	*	*	*	*
Alt.Mazorca	X	76.0	76.0	80.0	69.0	72.0
	CV	9.59	7.07	8.83	8.39	7.38
	FC	**	**	**	*	**
Población Anterior	Estadíst.	G11	G12	G13	G14	G15
36						
Rendimiento (%)	X	2.593	2.541	2.260	2.343	2.990
	CV	20.00	18.22	25.1	30.86	37.94
	FC	**	*	*	*	*
Floración	X	59.18	58.80	59.75	61.28	61.28
	CV	3.09	2.33	1.52	1.82	2.70
	FC	*	*	*	*	*
Altura Planta	X	1.45	1.44	1.31	1.32	1.39
	CV	6.68	7.07	4.88	6.11	7.36
	FC	**	*	*	*	*
Porc.de Achaparr.	X	56.00	63.29	73.71	55.00	59.89
	CV	24.26	21.52	14.34	31.02	22.39
	FC	*	*	*	*	*
Inciden.de Achaparr.	X	3.2	3.4	3.46	3.1	3.0
	CV	9.71	10.24	9.53	10.26	14.76
	FC	*	*	*	*	*
Alt.Mazorca	X	71.0	68.0	60.0	60.0	65.0
	CV	8.65	9.21	9.80	10.74	10.82
	FC	**	*	*	*	*

Población Anterior	Estadíst.	G16	G17	G18	G19	G20
36						
Rendimiento	X	2.412	2.459	2.332	2.478	2.819
	CV	29.59	26.94	33.06	44.86	24.66
	FC	*	*	*	*	**
Floración	X	59.48	59.0	60.0	62.0	60.0
	CV	1.95	2.13	1.85	2.80	1.96
	FC	*	**	*	*	**
Altura de Planta	X	1.52	1.38	1.34	1.30	1.39
	CV	11.77	5.09	5.29	9.94	6.00
	FC	*	**	*	*	*
Porc.de Achaparr.	X	56.22	53.24	62.43	70.40	66.62
	CV	26.04	26.42	53.38	16.34	19.36
	FC	*	*	NS	**	**
Inciden.de Achaparr.	X	3.2	3.2	3.3	3.8	3.7
	CV	13.99	15.3	12.26	5.40	14.77
	FC	*	*	*	*	**
Alt.Mazorca	X	70.0	62.0	59.0	54.0	59.0
	CV	11.45	13.34	11.04	11.43	11.15
	FC	*	*	NS	*	**

\*\* = Altamente significativo

\* = Significativo

NS = No significativo

Cuadro 2. Promedio de rendimiento y otras características agronómicas de líneas S1 seleccionadas para resistencia al achaparramiento, en la población 28, CESDA, 1987-1988.

E	Grup	Día flor	Alt. plan. cm	Alt. mazorca cm	Acam Raíz %	Acam tallo %	Acha. %	Inciden. achap. (1-5)	Rend. t/ha	Aspec. mazor.
28	1	58	1.42	78	0.0	5.0	29.7	1.8	3.291	2.5
33	2	58	152	69	5.6	10.0	18.1	1.8	2.858	2.8
57	3	61	159	70	0.0	0.0	21.2	1.5	5.413	2.3
48	2	59	120	80	5.0	0.0	19.5	1.5	4.244	2.3
51	3	58	135	71	4.5	0.0	24.4	2.0	4.811	2.8
190	10	60	157	84	8.0	0.0	25.8	2.0	4.025	3.0
209	11	58	154	75	4.5	7.0	13.6	2.0	4.162	-
234	12	64	168	80	5.0	5.0	38.6	2.8	3.105	-
254	13	59	172	82	0.0	0.0	19.2	2.8	2.676	3.3
13	1	62	137	68	0.0	0.0	40.0	2.3	2.885	2.3

32	2	58	143	70	5.9	5.6	31.2	2.0	2.776	3.0
49	3	58	130	71	0.0	0.0	33.9	2.0	4.000	2.5
52	3	57	135	62	0.0	0.0	23.9	2.0	4.692	2.0
56	3	59	111	49	0.0	0.0	23.4	2.0	3.557	2.5
54	3	58	134	66	0.0	0.0	35.9	2.0	5.050	2.8
89	5	56	131	47	5.5	0.0	41.7	2.3	2.830	2.5
95	5	59	157	60	14.3	0.0	41.4	2.3	4.071	2.3
99	5	55	160	85	0.0	0.0	33.6	2.0	4.000	3.3
102	6	60	155	74	4.8	4.8	40.5	2.0	3.063	3.0
148	8	59	140	67	6.3	6.6	39.2	2.8	2.181	3.0
150	8	60	126	52	5.0	4.8	34.2	3.0	2.781	3.3
158	8	55	154	72	5.6	8.3	32.5	2.5	3.171	3.5
175	9	60	144	71	7.5	13.6	42.0	3.0	2.535	2.5
177	9	59	154	62	0.0	9.0	40.5	2.5	3.011	2.5
179	9	61	163	76	16.7	3.0	35.4	2.5	3.011	2.5
188	10	61	154	72	0.0	0.0	43.0	2.8	3.095	3.0
192	10	60	170	89	9.5	0.0	39.2	2.8	3.445	2.5
199	10	58	159	70	0.0	5.3	43.5	2.5	3.655	3.0
201	11	56	145	60	0.0	0.0	43.9	2.8	3.123	3.0
229	12	59	133	55	0.0	0.0	47.7	2.8	2.383	2.5
231	12	63	156	83	21.7	13.0	49.8	2.5	3.031	3.0
242	12	61	154	70	7.1	0.0	30.6	3.0	2.314	3.0
258	13	58	138	59	12.5	7.1	14.3	2.8	1.821	2.5
275	14	59	129	62	0.0	0.0	25.0	2.5	2.263	2.5
276	14	54	174	86	0.0	4.8	23.2	2.5	-	2.0

Cuadro 3. Promedio de rendimiento y otras características agronómicas de líneas S1 seleccionadas para resistencia al achaparramiento, en la población 36, CESDA, 1987-1988.

E	Grupo	Día flor	Alt. plant cm	Alt. mazo cm	Acam Raíz %	Acam tallo %	Acha-parr. %	Inciden. achap. (1-5)	Rend. t/ha
11	1	164	161	76	0.0	0.0	32.5	2.50	3.069
28	2	160	126	59	0.0	4.9	24.5	2.25	4.115
110	6	56	145	59	16.6	2.3	25.0	2.50	3.733
170	9	57	143	71	0.0	7.1	26.2	2.25	4.248
183	10	58	170	74	5.0	6.2	10.2	2.25	3.665
316	16	60	148	71	0.0	10.3	20.2	2.25	3.588
335	17	57	141	71	0.0	11.4	26.3	2.25	4.173
101	6	59	174	62	0.0	0.0	32.7	2.00	4.810
30	2	57	172	69	0.0	2.2	29.9	2.75	4.194
49	3	59	147	86	0.0	0.0	45.6	2.75	4.050
51	3	60	140	76	0.0	11.0	48.8	2.75	3.537
67	4	57	142	69	0.0	4.0	59.1	3.25	4.056
93	5	61	143	65	0.0	6.5	36.4	3.00	2.732
142	7	57	147	60	0.0	0.0	37.2	3.00	3.348
171	9	58	142	69	0.0	12.5	36.8	2.75	3.000
194	10	58	157	70	0.0	19.5	27.2	2.50	3.803
223	12	57	152	78	8.8	5.2	33.6	3.25	3.337
35	12	58	126	62	3.3	2.3	46.2	3.00	2.887

298	15	62	172	82	17.5	5.0	23.3	2.00	3.093
299	15	63	161	87	4.6	0.0	25.3	2.25	3.879
333	17	60	144	60	0.0	17.8	33.6	2.50	2.944
342	18	59	140	57	0.0	4.1	50.8	2.75	3.911
343	18	59	134	66	3.3	0.0	52.8	2.50	3.341
205	11	62	147	72	0.0	0.0	33.6	2.75	3.216
179	9	56	163	72	0.0	2.3	35.4	2.50	3.011
188	10	61	188	66	2.6	14.3	53.0	2.8	3.095
192	10	59	170	70	0.0	3.1	39.2	2.5	3.445
199	10	59	159	45	0.0	10.5	43.5	2.8	3.655
202	11	61	145	64	0.0	2.3	43.9	2.8	3.123
229	12	61	133	58	0.0	6.0	47.7	2.5	2.383
231	13	57	156	64	0.0	11.7	59.8	3.0	3.031
242	13	61	154	63	3.1	5.5	30.6	2.8	2.314
258	13	61	138	63	0.0	0.0	14.2	2.5	1.821
275	14	62	129	64	2.9	0.0	25.9	2.5	2.263
276	14	62	174	61	0.0	2.9	23.2	1.5	4.797
12	1	66	136	76	0.0	4.8	39.6	2.0	4.329
22	2	55	159	72	0.0	5.9	42.2	2.3	2.872
34	3	58	122	72	0.0	2.2	43.0	2.5	2.637
34	2	60	134	66	0.0	9.0	35.9	2.0	5.050
53	3	60	134	72	0.0	10.6	46.2	2.5	4.996
58	3	61	152	65	0.0	2.2	39.0	2.0	4.732
59	3	61	125	69	2.2	10.0	36.0	2.0	2.990
105	6	66	160	75	2.3	2.3	19.2	1.5	2.676
120	6	37	148	103	0.0	2.3	42.2	2.5	3.333

Cuadro 4. Sumario. Ciclo 2 de selección para resistencia de achaparramiento república Dominicana, 4-5 de Marzo, 1989\*

	Población 28	Población 36
No. Sl's para VE	8	11
No. Sl's pararecombinación	40	39
Rendimiento de grano (Kg/ha)		
Gran media	2335	2328
Media selecciones	3285	3422
Media VE	3655	3598
Porcentaje de achaparramiento		
Gran media	59.9	56.6
Media selecciones	39.5	32.1
Media VE	24.3	20.9
Porcentaje de pudrición de marzorca		
Gran media	36.5	
Media selecciones	32.0	
Media VE	22.4	

COMPROBACION VARIEDADES DE MAICES PRECOCES Y TOLERANTES A SEQUIA EN LA  
ZONA SUR ORIENTAL DE HONDURAS

Javier Rodríguez\*, Orlando Hernández\*, Francisco Cruz\* y  
Jorge Morazán\*

Las variedades de maíces precoces y tolerantes a sequía: Playitas Blanco Comayagua RM-4, Tuxpeño C-9, Chorotega y Honduras B-104 (testigo comercial) fueron evaluadas en un estudio de comprobación en cinco localidades del departamento de El Paraíso.

La hipótesis primaria consistió en seleccionar el material precoz más adaptado, con mejor rendimiento y características agronómicas deseables, en comparación con el testigo Elite Honduras B-104.

Las variedades fueron evaluadas en 1988-A, bajo un diseño de bloques completos al azar con dos repeticiones.

La respuesta a través de las cinco localidades indicó, que la variedad Tuxpeño C-9, obtuvo el más alto rendimiento 5.39 t/ha, seguido de HB-104 5.28 t/ha, la variedad Playita blanco mostró los rendimientos más bajos con 4.28 t/ha.

Se recomienda que la variedad Sintético Tuxpeño C-9, sea evaluada en pruebas de agricultores utilizando a HB-104 como testigo comercial.

Palabras claves: Maíz, precoz, sequía, adaptación, rendimiento.

#### INTRODUCCION

En los últimos años y en ciertas zonas del país, se han registrado niveles de precipitación bastante erráticas en ciertas áreas de la Región Sur Oriental, nos encontramos de que estas limitadas condiciones de humedad constituyen el factor principal limitante de la producción.

El Ministerio de Recursos Naturales a través del Departamento de Investigación Agrícola, ha venido realizando trabajos de investigación con materiales precoces; en el período 87-A fueron evaluadas 13 variedades de maíces precoces y tolerantes a sequía en ensayos regionales. Como resultado de este trabajo se seleccionaron los mejores materiales Playitas Blanco, Tuxpeño C-9 s.s. y Chorotega, las cuales fueron evaluadas en un ensayo de comprobación, junto con la variedad Comayagua RM-4 y el testigo Elite Honduras B-104.

El objetivo del trabajo consistió en seleccionar un material precoz tolerante a sequía, bien adaptado, con mejor rendimiento y características agronómicas deseables; en comparación con el testigo Elite Honduras B-104.

#### REVISION DE LITERATURA

QUALSET (1979) menciona que debe tenerse cuidado al tratar de solucionar los problemas de sequía, por medio de precocidad, ya que si hace mucha presión en este sentido, el rendimiento puede llevarse a niveles muy bajos. El mismo define el término de resistencia a la sequía como agua. La productividad de estas plantas puede ser cualquier valor cero. También define tolerancia como el concepto que se refiere a la no disminución del rendimiento de una planta cuando es sometida a condiciones de humedad limitada.

BRAUER (1980) comenta que el principal problema no es la humedad limitada, sino la mala distribución de las lluvias durante el desarrollo del cultivo.

#### MATERIALES Y METODOS

El trabajo se evaluó en las localidades de Jacaleapa, El Tablón, El Zarzal, El Paraíso y Moroceli, consideradas como zonas secas, en la región Sur Oriental de Honduras.

El diseño experimental utilizado fue de bloques completos al azar con 6 tratamientos y dos repeticiones. La Unidad Experimental consistió en parcelas de diez surcos distanciados a 0.80 m, colocando dos semillas por postura en la siembra y a los 10 días de entresaco para dejar una planta como población final. La distancia entre posturas fue de 0.20 m, lo que da una población aproximada de 62,250 plantas/ha la fertilización utilizada en general para las cinco localidades fue de 90-0-0 kg/ha.

En control de malezas se realizó manual con azadón y el control de plagas se hizo con arrivo 200 cc. P.C./ha.

Los datos tomados consistieron en sus características agronómicas en general, tales como días a floración, altura, acame, mazorcas con mala cobertura y podridas, obteniéndose al final del ciclo de cultivo, el peso de grano al 15% de humedad, siendo este último dato el de mayor importancia, y con el cual se calculó el análisis de varianza para cada localidad y un análisis combinado de las cinco localidades.

#### DISCUSION DE RESULTADOS

Según los resultados obtenidos de este trabajo, se presentaron como variedades sobresalientes en cuanto a rendimiento, las siguientes: Sintético Tuxpeño C-9 s.s., Honduras B-104 y Chorotega, con 5.39, 5.28 y 5.05 t/ha respectivamente (Cuadro 1).

En el presente trabajo se encontraron diferencias altamente para localidades y variedades, mientras que para

repeticiones y la interacción, localidad por variedad, no se encontró significancia. (Cuadro 2).

En cuanto a floración la variedad Comayagua RM-4, fue la más precoz con 52 días, seguidos de Honduras B-104, Chorotega y Playitas Blanco, con 54 días; la variedad más tardía fue Sintético Tuxpeño C-9 s.s. con 58 días a flor. (Cuadro 3).

La variedad Playitas Blanco, fue la que presentó menos rendimiento en 1988, bajo buenas condiciones de precipitación. Pero en 1987, fue la variedad con mayor rendimiento bajo condiciones de precipitación bastante erráticas. (Cuadro 4).

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los materiales han sido evaluados bajo condiciones diferentes de precipitación; mostrando diferentes comportamientos a excepción de Playitas Blanco, cuyo rendimiento se ha mantenido constante.

En vista de que las condiciones de precipitación existentes en el desarrollo del trabajo fueron excelentes, se recomienda evaluar de nuevo los materiales para confirmar su tolerancia a sequía.

Evaluar en lotes demostrativos las variedades, Playitas Blanco, Sintético Tuxpeño C-9 y Chorotega.

#### BIBLIOGRAFIA

QUALSET, C.O. Breeding for drought, resistance in maize, alto volta, febrero 1979.

BRAUER, O. Fitogenética aplicada, cuarta reimpression, México, Limusa, 1980, 518, 155-161.

FERRERA, E. Variedades precoces y tolerantes a sequía. DARSO, 1987.

Cuadro 1. Rendimientos promedios (t/ha) de cinco variedades de maíces precoces, 1989.

LOCALIDADES	PLAYITAS BLANCO	TUXPEÑO C-9	COMAYAGUA RM-4	CHORO TEGA	HONDURAS B-104	
Santa Cruz	3.48	5.56	4.14	4.98	4.53	*
El Zarzal	3.91	5.11	4.29	4.70	5.22	NS.
Jacaleapa	4.78	4.91	4.86	4.75	5.00	NS.
El Tablón	5.00	5.99	4.97	5.76	6.36	NS.
Morocelí	--	3.54	1.43	2.30	2.700	NS.
Media	4.29	5.39	4.8	5.05	5.28	

Cuadro 2. Análisis de varianza combinado.

F. V.	GL.	SC.	CM.	FC.	FT.
Localidades (1)	3	7.1949	2.3983	7.029	**
Repeticiones L.	4	2.468	0.617	1.808	NS.
Variedades V.	4	6.3783	1.5946	5.58	**
V X L	12	3.4275	0.2856	0.837	NS.
Error combinado	16	5.459	0.3412		
Total	39				

\*\* Al 1%

Cuadro 3. Características agronómicas y rendimiento, comprobación de cinco variedades precoces tolerantes a sequía. DARSO, 1988.

TRATAMIENTO	DIAS A FLOR	ALTURA PLANTA (CM)	% MALA COBERTURA	MAZORCAS PODRIDAS (%)	REND. T/HA
Sintético Tuxpeño	58	179	15	12.	5.39
Honduras B-104	54	212	10	8.6	5.28
Chorotega	54	186	13	9.6	5.05
Comayagua RM-4	52	188	11	14.	4.59
Playitas Blanco	54	181	12	13.	4.29
C. V. %	272	7.47	30.0	44.7	12.1

Cuadro 4. Rendimiento promedio variedades precoces y tolerancia a sequía, 1987-1988.

Identificación	Rendimiento	
	1987	T/HA 1988
Sintético Tuxpeño	3.31	5.35
Honduras B-104	2.74	5.24
Chorotega	-	5.09
Comayagua RM-4	-	4.57
Playitas Blanco	4.45	4.33

Localidades: El Tablón, El Paraíso, Jacaleapa, El Zarzal  
 Precipitación 1988: 1048 mm.  
 Precipitación anterior: 450-800 mm.

EVALUACION DE HIBRIDOS Y VARIEDADES COMERCIALES Y PROMISORIAS DE MAIZ EN  
 6 LOCALIDADES DE PANAMA, PANAMA, 1988B.

Alfonso Alvarado\*, Juan C. Ruiz\*\*, Ismael Camargo\*\*, Nivaldo de  
 Gracia\*\*, Alberto Moreno\*\*, Andrés González\*\* y Daniel  
 Pérez\*\*

RESUMEN

En 1988 se seleccionaron en Panamá, 3 diferentes áreas de producción para evaluar híbridos y variedades experimentales y comerciales de maíz en un ensayo de rendimiento uniforme.

El presente trabajo se realizó principalmente en la Región de Azuero, que es la de mayor superficie mecanizada de maíz. Además, se sembraron experimentos en las Provincias de Chiriquí y Veraguas, que en los últimos años han venido incrementando las siembras de este importante rubro.

El ensayo compuesto de 20 entradas incluía 5 híbridos y 1 variedad comercial, 2 variedades y 12 híbridos experimentales, de los cuales 6 fueron desarrollados por el Programa Nacional de Maíz.

Los análisis estadísticos por localidad mostraron diferencias significativas entre tratamientos al 5% de probabilidad. El Análisis Combinado para las 6 localidades evaluadas reportó diferencias significativas para localidades y tratamientos.

Los resultados obtenidos promedio de las localidades ubican a los híbridos P-8814, P-8812 y P-8804 en los tres primeros lugares con rendimientos de 4923, 4782 y 4728 kg/ha respectivamente, superando significativamente al híbrido comercial X-304C. Los rendimientos más altos se obtuvieron en la localidad de Potuga, provincia de Herrera, cuya media fue de 6028 kilogramos por hectárea.

INTRODUCCION

El consumo mensual de maíz y sorgo para 1989, está estimado en 220,000 quintales que en su mayoría serán absorbidos principalmente por la industria avícola y porcina para la elaboración de los concentrados que requiere para satisfacer sus necesidades.

\* Jefe del Programa de Maíz del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá; \*\*  
 Técnicos del Programa de Maíz del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, C.A.

El gobierno nacional dentro de su política ha elaborado un Plan Operativo para atender las necesidades de 1989-90. El plan contempla las metas de producción por rubro por área y época de siembra.

De esta forma se tiene contemplado para 1989 la siembra estimada de 23,000 hectáreas de maíz y más de 10,000 hectáreas de sorgo, con las cuales se espera producir el 70% del grano requerido.

Para satisfacer la necesidad de semilla para las siembras de 1989, será necesario importar alrededor de 5,000 quintales de semilla híbrida, que permitirán la siembra de unas 15,000 hectáreas, el resto de la superficie mecanizada será sembrada utilizando semilla de las variedades mejoradas producida localmente. Para las siembras a chuzo, los agricultores utilizando semilla seleccionada de sus variedades criollas de grano cristalino y que son poco afectadas por insectos en almacenamiento.

El programa nacional de maíz, con el apoyo de CIMMYT, viene desde 1986, realizando actividades de mejoramiento genético que le permitan desarrollar o identificar cultivares híbridos bien adaptados a nuestras condiciones, con características agronómicas y potencial de rendimiento igual o superior a la de los híbridos importados.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el rendimiento y otras características agronómicas de híbridos y variedades desarrollados por el programa nacional, comparándolos con híbridos comerciales y experimentales producidos por empresas transnacionales que se dedican a esta actividad.

#### MATERIALES Y METODOS

##### Material genético

El material genético utilizado para este estudio está formado por variedades de grano amarillo y blanco e híbridos simples, dobles y triples de grano amarillo.

Variedades	Híbridos simples	Híbridos triples	Híbridos dobles
Guararé	X-304C	P-8812	P-8822
Alanje 1	X-3214	P-8814	P-8824
Ferke 8427	XCJ-66		X-306B
	HE-66		X-3204
	HE-112		XL-678
	P-8802		XL-679
	P-8804		H-101
			H-201

### Localidades

Las variedades e híbridos fueron evaluados en un ensayo uniforme de rendimiento en campos de productores y los campos experimentales del Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Las localidades seleccionadas presentaron diferencias en aspectos climatológicos, principalmente en la cantidad de precipitación anual y fertilidad de suelo. A continuación se enumeran las localidades evaluadas: Río Hato, Potuga, Parita, La Honda, La Enea, El Montero, El Manantial, Alanje, Remedios y El Uverito.

### Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 4 repeticiones. La siembra se hizo en forma manual a 0.5 metros de longitud por tratamiento, 3 semillas por postura, para luego ralea dejando las 2 plantas más vigorosas. Las malezas fueron controladas mediante la aplicación de la mezcla de 3 litros de Gesaprim 500 y 3 litros de Prowl/ha de producto comercial. La fertilización consistió en la aplicación inicial de la fórmula completa 15-30-8 a razón de 227 kg/ha, a los 30 días se hizo una aplicación suplementaria de N, a razón de 70 kg/ha.

Los rendimientos están expresados en kg/ha al 15% de humedad.

Las variables estudiadas fueron: días a flor, altura de la planta y mazorca, acame de raíz y tallo, pudrición de mazorca, plantas y mazorcas cosechadas, aspecto de planta y de mazorca y porcentaje de cobertura de mazorca.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Un total de 15 ensayos fueron preparados y entregados a técnicos del IDIAP que realizan trabajos de investigación en maíz en diferentes áreas productoras de este importante grano. Todos los ensayos fueron sembrados en la segunda coa (agosto-octubre) que es la más importante por la superficie que se siembra. La mayoría de estos ensayos fueron afectados por la excesiva precipitación ocurrida durante la etapa inicial de su crecimiento. En los cuadros 1-6, se pueden observar características agronómicas y rendimiento de grano expresado en kg/ha, al 15% de humedad, de los cultivares evaluados. En el cuadro 1, en la columna correspondiente al rendimiento de grano se puede apreciar que la mayoría de ellos son bajos, a pesar del buen manejo agronómico que se proporcionó al lote experimental y al número de plantas y de mazorcas cosechadas por unidad experimental. Los rendimientos bajos se pueden atribuir a problemas de suelo, los cuales también se reflejaron en la altura de plantas y mazorca de cada uno de los híbridos o variedades evaluados. Los rendimientos más altos correspondieron a los híbridos experimentales XCJ-66, P-8804, HE-66, P-8812 y P-8814.

Los resultados obtenidos en la localidad del El Montero, se muestran en el cuadro 2, observándose que los mejores rendimientos correspondieron a los híbridos P-8814, X-3214 y XL679, con 4229; 4199 y 4079 kg/ha, respectivamente. El híbrido comercial X-304C, fue superado incluso por las variedades Ferke 8427 y Guararé 8128.

En el cuadro 3, se presentan los resultados obtenidos en el campo experimental de Río Hato, localidad que se caracteriza por su escasa precipitación anual. Los híbridos con los rendimientos más altos y la incidencia más baja de pudrición de mazorca fueron el HE-66 de ICTA, Guatemala y el P-8804 del IDIAP, superando ligeramente al X-3214 y significativamente al X-304C de amplia distribución comercial en Panamá.

Otra de las localidades seleccionadas fue la de Remedios, que se caracteriza por una alta precipitación anual. En el cuadro 4 se puede apreciar la altura de planta de los cultivares, que osciló entre 193 y 223 centímetros y la altura de la mazorca entre 95 y 130 centímetros. La incidencia de pudrición de mazorca fue baja en esta localidad, debido a la fecha de siembra y ausencia de lluvias durante el período de secado. Los rendimientos más altos se obtuvieron con los híbridos P-8814, P-8812, XL-678, XL-679 y el HE-66, los cuales estuvieron entre 5541 y 4967 kg/ha.

Los rendimientos promedios más altos se obtuvieron en Potuga, que se localiza en la península de Azuero, área con la mayor superficie mecanizada de maíz. En el cuadro 5, se aprecian las características agronómicas y el rendimiento de grano de los cultivares evaluados. Los mejores rendimientos correspondientes a los híbridos X-3214, XCJ-66 y P-8804, que lograron producir 6072, 5875 y 5835 kg/ha, respectivamente; sin embargo, estadísticamente no existen diferencias significativas entre los mejores 15 cultivares.

Los resultados obtenidos en la localidad de Parita, se pueden apreciar en el Cuadro 6, en el cual observamos una baja incidencia de pudrición de mazorca, buena población de plantas y mazorcas cosechadas. Estadísticamente, no existen diferencias significativas al 0.05% de probabilidades entre los mejores 9 cultivares, sin embargo, se destacan por sus rendimientos los híbridos experimentales P-8814, P-8812, P-8804, XL-679 y XCJ-66, y el híbrido comercial X-304C, fue superado por más de 1 tonelada de rendimiento de grano por el híbrido triple en fase experimental P-8814.

Las medias de rendimiento por localidad y tratamiento se muestran en el Cuadro 7, en el cual se puede apreciar que en la localidad de Potuga, se obtuvieron los rendimientos más altos, que se pueden atribuir a época de siembra, manejo agronómico adecuado y buena distribución de las lluvias. En relación al comportamiento de los cultivares a través de las localidades, se puede observar que los rendimientos más altos correspondieron a los híbridos P-8814, P-8812, P-8804, X-3214, XCJ-66 y HE-66. El híbrido comercial X-304C, fue superado en rendimiento por la mayoría de los cultivares evaluados.

Cuadro 1. Rendimiento promedio al 15% de humedad y características agronómicas de variedades e híbridos comerciales y experimentales evaluados en la localidad de Alanje. Panamá, 1988.

VARIETADES	DIAS A FLOR	ALTURA PLAN. MAZ. (CM)	NO. PLAN-TAS COSE-CHADAS.	MAZORCAS TOTAL POD. (%)	REND. KG/HA
XCJ-66	60	178	95	39.0	38.7 2.6 3507
P-8804	52	187	88	40.0	38.3 6.1 3471
HE-66	52	188	88	37.5	36.7 5.4 3374
P-8812	56	190	87	38.0	35.7 16.8 3349
P-8814	56	198	100	39.3	36.7 10.9 3310
HE-112	50	187	92	35.7	35.0 2.9 3045
XL-678	60	198	103	38.3	35.7 5.6 2949
P-8824	52	192	90	34.0	33.7 3.9 2814
GUARARE 8128	58	190	93	39.7	38.3 13.0 2764
XL-679	60	195	107	37.3	33.7 9.9 2706
H-201	50	182	80	34.0	32.7 7.1 2699
H-101	52	192	98	40.0	37.7 7.1 2679
P-8802	54	198	108	36.0	34.0 8.8 2651
FERKE 8427	54	187	85	35.7	34.3 8.7 2633
X-306B	56	192	97	34.3	32.7 8.2 2624
X-3204	52	198	98	38.3	36.7 16.3 2612
X-3214	50	202	98	36.3	33.0 11.1 2609
P-8822	56	187	92	32.3	32.0 8.3 2512
X-304C	50	195	98	34.0	30.0 10.0 2216
ALANJE 1	54	183	90	27.0	24.3 11.0 1536

C.V. 22.7  
REND. medio 2803 kg/ha

DMS 0.05 1050.19

Cuadro 2. Rendimiento promedio al 15% de humedad y características agronómicas de variedades e híbridos comerciales y experimentales evaluados en la localidad de El Montero. Panamá, 1988.

VARIETADES	DIAS A FLOR	ALTURA PLAN. MAZ. (CM)	NO. PLAN-TAS COSE-CHADAS.	MAZORCAS TOTAL POD. (%)	REND. KG/HA
P-8804	58	229	116	44.0	32.3 8.5 4229
X-3214	59	218	114	42.0	41.8 6.0 4199
XL-679	61	201	112	42.5	39.5 8.9 4079
HE-66	57	192	105	42.0	42.3 6.5 3766
P-8804	58	202	106	43.3	41.0 5.5 3722
FERKE 8427	57	197	97	42.8	39.8 7.5 3637
P-8812	59	206	102	43.0	35.0 7.9 3604
GUARARE 8128	60	213	111	42.3	38.8 7.1 3579
P-8802	57	209	113	43.3	42.8 12.9 3539
X-306B	61	213	114	41.3	35.8 4.9 3520

X-304C	59	207	89	39.0	35.5	10.3	3454
HE-112	57	184	91	41.5	38.5	4.5	3451
XCJ-66	61	204	122	42.8	39.8	16.0	3355
P-8824	58	200	120	39.3	36.5	7.5	3308
P-8822	56	207	109	40.0	35.0	10.0	3288
XL-678	62	189	96	41.8	36.8	8.8	3264
X-3204	57	198	101	41.5	37.8	11.7	3203
H-201	58	186	91	40.3	36.3	6.9	2993
H-101	57	175	85	42.3	30.5	7.4	2845
ALANJE 1	58	182	93	27.0	22.5	7.8	2091

C.V. 15.95

X REND. 3452 kg/ha

DMS 0.05 780.40

Cuadro 3. Rendimiento promedio al 15% de humedad y características agronómicas de variedades e híbridos comerciales y experimentales evaluados en la localidad de Río Hato. Panamá, 1988.

VARIETADES	DIAS A FLOR	ALTURA PLAN. MAZ. (CM)	NO. PLAN-TAS COSE-CHADAS.	MAZORCAS TOTAL	REND. KG/HA
				POD. (%)	
HE-66	52	206	103	44.3	42.0 5.4 4785
P-8804	54	198	97	43.3	42.5 5.3 4741
XCJ-66	53	205	116	43.5	39.5 12.0 4540
X-3214	54	222	109	42.3	40.8 8.0 4524
P-8822	53	209	110	41.5	39.3 6.4 4400
P-8812	55	220	113	42.0	40.3 17.4 4341
X-3204	54	212	108	42.8	38.3 12.4 4307
P-8824	53	210	108	43.3	42.5 7.6 4298
X-306B	55	227	121	41.8	39.0 10.3 4270
P-8802	54	208	112	41.8	43.8 10.3 4224
P-8814	54	226	104	43.0	38.5 19.5 4022
HE-112	53	191	95	43.0	41.0 7.3 3985
FERKE 8427	53	208	108	41.3	39.5 13.3 3944
XL-678	57	201	113	41.8	39.8 11.3 3868
GUARARE 8128	54	203	98	41.8	37.8 9.9 3729
XL-679	55	198	106	42.5	40.8 16.5 3587
X-304C	54	213	103	39.3	33.0 15.9 3516
H-101	53	185	88	42.0	33.5 14.2 3111
H-201	53	192	93	41.3	37.0 12.8 3070
ALANJE 1	54	203	103	31.3	28.8 13.0 2848

C.V. 11.0

X REND. 4005 kg/ha

DMS 0.05 624.36

Cuadro 4. Rendimiento promedio al 15% de humedad y características agronómicas de variedades e híbridos comerciales y experimentales evaluados en la localidad de Remedios. Panamá, 1988.

VARIETADES	DIAS A FLOR	ALTURA		NO. PLAN-TAS COSE-CHADAS.	MAZORCAS		REND. KG/HA
		PLAN.	MAZ. (CM)		TOTAL	POD. (%)	
P-8814	57	223	120	47.3	45.8	2.7	5541
P-8812	56	225	123	43.3	42.8	7.3	5443
XL-678	57	218	123	48.0	51.8	2.4	5143
XL-679	57	210	130	49.3	50.3	4.0	5113
HE-66	53	213	113	50.5	50.8	1.0	4967
XCJ-66	55	213	130	47.5	46.3	1.6	4693
P-8802	55	215	125	50.5	56.5	1.8	4614
P-8822	54	218	118	48.3	47.5	2.1	4570
GUARARE 8128	56	213	120	44.8	44.3	2.3	4521
X-304C	54	213	105	48.8	47.5	4.7	4512
X-3204	55	210	120	49.8	48.0	5.2	4400
HE-112	53	203	115	48.0	47.8	1.6	4394
P-8804	55	218	113	44.3	42.3	1.2	4331
P-8824	53	223	123	49.5	50.3	2.0	4322
H-101	53	193	95	47.5	46.8	7.5	4080
X-3214	56	223	123	46.8	44.3	2.8	4053
FERKE 8427	54	200	105	47.8	48.3	2.1	3823
H-201	53	208	113	46.8	43.5	4.6	3806
X-306B	55	218	128	44.3	42.0	4.2	3749
C.V.	8.49						
REND. medio	4530 kg/ha						
DMS 0.05	536.09						

Cuadro 5. Rendimiento promedio al 15% de humedad y características agronómicas de variedades e híbridos comerciales y experimentales evaluados en la localidad de Potuga. Panamá, 1988.

VARIETADES	DIAS A FLOR	ALTURA		NO. PLAN-TAS COSE-CHADAS.	MAZORCAS		REND. KG/HA
		PLAN.	MAZ. (CM)		TOTAL	POD. (%)	
X-3214	54	262	135	40.8	40.8	3.1	6931
XCJ-66	54	239	149	41.5	42.3	4.1	6706
P-8804	54	254	132	40.0	39.3	9.5	6660
P-8814	58	248	134	41.5	41.5	10.2	6350
P-8822	54	247	140	42.3	41.0	6.7	6327

P-8812	56	255	138	40.3	39.8	9.4	6291
XL-678	58	260	150	41.0	41.0	4.9	6214
X-3204	54	253	137	42.3	43.5	11.5	6150
HE-112	54	224	117	43.3	43.8	4.6	6144
HE-66	54	239	115	42.3	43.3	6.9	6058
X-304C	54	224	132	37.5	37.5	2.0	6003
P-8802	54	249	143	41.0	41.5	4.8	5997
GUARARE 8128	56	242	114	39.5	39.8	5.0	5969
H-101	54	219	108	41.0	40.5	7.4	5948
P-8824	54	256	144	42.0	43.0	7.6	5869
XL-679	58	248	147	42.0	42.0	7.7	5785
X-306B	54	258	140	40.3	39.5	8.9	5717
H-201	54	230	110	40.3	40.0	4.4	5581
FERKE 8427	54	223	119	41.5	41.0	10.4	5096
ALANJE 1	54	239	127	33.3	34.3	8.7	4781

C.V. 13.3  
 REND. Medio 6029 kg/ha  
 DMS 0.05 934.73

Cuadro 6. Rendimiento promedio al 15% de humedad y características agronómicas de variedades e híbridos comerciales y experimentales evaluados en la localidad de Parita. Panamá, 1988.

VARIEDADES	DIAS A FLOR	ALTURA PLAN. MAZ. (CM)	NO. PLAN-TAS COSE-CHADAS.	MAZORCAS TOTAL POD. (%)	REND. KG/HA
-8814	58	190	91	43.3	41.8 3.0 6087
X-3214	54	192	88	42.8	42.3 1.8 6007
P-8812	56	179	86	42.5	42.0 3.0 5666
P-8822	54	193	95	40.5	47.8 0.6 5554
P-8804	54	170	83	43.0	42.5 0.0 5445
XL-679	58	181	98	43.0	42.5 2.3 5435
XCJ-66	54	176	94	44.0	44.3 2.3 5417
GUARARE 8128	56	183	88	43.3	42.5 1.8 5306
P-8824	54	190	87	42.8	43.3 2,3 5292
HE-66	54	167	75	42.0	42.8 0.6 5124
XL-678	58	184	102	41.5	40.3 3.7 5038
P-8802	54	173	92	39.5	42.8 1.2 4950
X-304C	54	171	74	40.0	39.8 1.9 4721
FERKE 8427	54	155	63	40.5	40.8 1.2 4691
H-101	54	168	76	41.0	40.5 2.5 4674
HE-112	54	158	75	42.0	41.8 0.6 4598
X-3204	54	174	84	42.5	40.3 5.0 4546
X-306B	54	170	82	41.8	41.5 2.4 4471
H-201	54	162	82	41.8	39.3 2.5 3608
ALANJE 1	54	162	68	33.0	30.0 1.7 3232

C.V. 14.96

X REND. 4993 kg/ha

DMS 0.05 943.05

Cuadro 7. Rendimiento promedio de los cultivares por localidad, a través de localidades y media de rendimiento de las localidades.

Trata.	Pari- ta	Reme- dio	Potu- ga	Río Hato	El Mon- taje	Alaje	X
P-8814	6087	5541	6530	4022	4229	3310	4923
P-8812	5666	5443	6291	4341	3604	3349	4782
P-8804	5445	4331	6660	4741	3722	3471	4728
X-3214	6007	4053	6931	4524	4199	2609	4721
XCJ-66	5417	4693	6706	4540	3355	3507	4703
HE-66	5124	4967	6058	4785	3766	3374	4679
XL-679	5435	5113	5785	3587	4079	2706	4451
P-8822	5554	4570	6327	4400	3288	2512	4442
XL-678	5038	5143	6214	3868	3264	2949	4413
P-8802	4950	4614	5997	4224	3539	2651	4329
P-8824	5292	4322	5869	4298	3308	2814	4317
GUARARE-8128	5306	4521	5969	3729	3579	2764	4311
HE-112	4598	4394	6144	3985	3451	3045	4270
X-3204	4546	4400	6150	4307	3203	2612	4203
X-304C	4721	4512	6003	3516	3454	2216	4070
X-306B	4471	3749	5717	4270	3520	2624	4059
FERKE 8427	4621	3823	5096	3944	3637	2633	3959
H-101	4674	4080	5948	3111	2845	2679	3890
H-201	3608	3806	5581	3070	2993	2699	3626
ALANJE 1	3232		4781	2848	2091	1536	2898
X	4990	4530	6028	4006	3456	2803	
DMS 0.05	943	536	935	624	780	1050	

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Los rendimientos promedios más altos se obtuvieron en las localidades de Potuga, Parita y Remedios, el resto de las localidades se vieron afectadas por fenómenos climatológicos y problemas de suelo.
2. Los rendimientos más altos se obtuvieron con los híbridos triples, P-8814 y P-8812, desarrollados por el IDIAP, superando a los híbridos comerciales X-3214 y X-304C, bajo las mismas condiciones.

En vista de los resultados obtenidos en 1988, se planificará para 1989 la producción de las líneas progenitoras y de los mismos híbridos.

3. La cruce simple P-8804, mostró buen comportamiento a través de localidades, por lo que se programará también la formación de este híbrido simple, aprovechando la oportunidad para analizar la rentabilidad de su producción.

4. Se recomienda continuar con la evaluación de los híbridos promisorios y materiales nuevos que se generen dentro del programa. Promover la adopción de estos híbridos mediante el establecimiento de Parcelas Demostrativas en fincas de productores.

#### EVALUACION DE HIBRIDOS AMARILLOS SUPERIORES EN 15 LOCALIDADES DE HONDURAS

V.Méndez\*, L. Brizuela\*\*, W. Rodríguez\*\*\* y R. R. Reyes\*\*\*

#### INTRODUCCION

La producción de híbridos amarillos a nivel comercial es una de las prioridades del Programa de Maíz en Honduras, debido a las exigencias por parte de las compañías privadas que lo utilizan como materia prima en la elaboración de concentrados.

Durante 1988, la demanda de este grano fue de 3,000,000 de quintales; sin embargo, la producción no fue suficiente para satisfacer esta demanda. El sub-proyecto de Maíces Tropicales ha desarrollado una serie de híbridos dobles e intervarietales, con el propósito de entregar lo antes posible híbridos superiores en rendimiento y características agronómicas. A esta fase evaluativa se le denomina Ensayos Regionales, para luego seleccionar dos o tres materiales y someterlos a la etapa de comprobación, previo a su liberación.

#### OBJETIVOS

Medir el potencial de rendimiento y principales características agronómicas de los híbridos amarillos generados por el programa de maíz a nivel de los agricultores.

Seleccionar uno o dos híbridos superiores para ser evaluados en ensayos de comprobación y de acuerdo a su comportamiento ser liberados a nivel comercial.

#### REVISION DE LITERATURA

Las evaluaciones de ensayos regionales o extensivos han sido un preponderante para decidir en la liberación de cualquier variedad. En esta evaluación es donde se mide el potencial genético en diferentes medio-ambientes. Calderon, Calros (1988), en evaluaciones hechas en 3 localidades de Costa Rica, reportó que los híbridos amarillos superaron en rendimiento a las variedades del mismo tipo de grano; de igual forma reportó que evaluaciones hechas con ocho variedades de maíz amarillo, se obtuvo un rendimiento promedio de 6.1 t/ha.

---

\* Encargado Unidad de Básicos, \*\* Jefe Programa Nacional de Maíz, \*\*\* asistentes del Programa Nacional de Maíz, Omonita, Cortés, Honduras.

Quemé, José Luis (1987), en evaluaciones hechas en Guatemala, reportó que híbridos amarillos superaron en rendimiento a variedades criollas y a materiales comerciales existentes en el mercado.

#### MATERIALES Y METODOS

Durante el ciclo de primavera de 1988 se condujeron un total de 15 ensayos regionales, formados por un total de ocho híbridos experimentales amarillos más un testigo comercial, en un diseño bloques completamente al azar, con cuatro repeticiones en diferentes localidades de Honduras, las cuales se detallan a continuación:

- a - 3 Localidades en el departamento de El Paraíso
- b - 2 " " " " Cortés
- c - 4 " " " " Yoro
- d - 4 " " " " Olancho
- e - 1 " " " " Santa Bárbara
- f - 1 " " " " Comayagua

Los materiales evaluados en el presente estudio son:

- a - 3 Híbridos simples intervarietales: 1x2 Om. 88-A  
3x4 " "  
5x6 " "
- b - 1 Híbrido triple: (TRA-406 X TRA-405) TRA-407
- c - 3 Híbridos dobles: (TRA-407 X TRA-405) (TRA-403 X TRA-401)  
(TRA-407 X TRA-404) (TRA-403 X TRA-401)  
(TRA-407 X TRA-405) (TRA-401 X TRA-402)
- d - Dekalb XL-678C
- e - Pioneer 3204

#### DISCUSION Y RESULTADOS

En el Cuadro 1 se muestran las principales características agronómicas, lo que muestra que no existe una gran diferencia en lo que respecta a días a flor, teniendo un promedio de 57 días.

La cruz a intervarietal 1 x 2 Om. 88-A, obtuvo la menor altura de planta con 2.36 metros, mientras que la cruz a triple (TRA-406 X TRA-405) TRA-407 y la cruz a doble (TRA-407 X TRA-405) (TRA-401 X TRA-402) obtuvieron la mayor altura con 2.57 m.

La cruz a intervarietal 5 X 6 Om. 88-A obtuvo la menor altura de mazorca con 1.21 m y la cruz a triple (TRA-406 X TRA-405) TRA-407 obtuvo la mayor altura con 1.46 m.

En el % de acame de tallo, el más alto lo presentó la cruz a doble (TRA-407 X TRA-405) (TRA-403 X TRA-401) con 13.63% mientras que el % más alto de acame de raíz fue logrado por la cruz a doble (TRA-407 X TRA-404)

(TRA-403 X TRA-401) con 29.71% y el menor % por la cruce intervarietal 1 X 2 Om. 88-A con 6.59%.

La incidencia de mala cobertura fue notoria puesto que la cruce intervarietal 1 X 2 Om. 88-A obtuvo un 30.62%, mientras que la cruce doble (TRA-407 X TRA-404) (TRA-403 X TRA-401) obtuvo 13.88%.

El % de mazorcas podridas tuvo un comportamiento similar entre todos los materiales obteniendo el % más alto, el material utilizado como testigo fue Pioneer 3204 con 16.96%.

El comportamiento en lo que respecta a plantas horras también se comportó de forma similar, observándose que el híbrido Dekalb X XL-678C obtuvo 9.52%, siendo éste el % más elevado.

El Cuadro 2, muestra en una forma descendente los rendimientos obtenidos por los diferentes materiales puestos a evaluación, pudiéndose observar que ninguno de éstos logró superar al testigo, pero los rendimientos fueron parecidos con excepción de la cruce triple (TRA-406 X TRA-405) TRA-407 que obtuvo 4.62 t/ha en relación al testigo Pioneer 3204 que logró 5.43 t/ha, siendo una diferencia de 0.81 t/ha.

También es importante señalar que de las 15 localidades solo en Omonita, Cortés; Zopilote, ENA, Olancho; La Vegonia, Sta. Bárbara; Morazán, Guaymas, Yoro hubo diferencia significativa para rendimiento (Cuadro 3).

El análisis combinado practicado para rendimiento, nos indica que existe diferencia altamente significativa para localidad, para híbrido y para la interacción, localidad por híbrido (Cuadro 4).

#### CONCLUSIONES

Los híbridos experimentales amarillos no superaron en rendimiento al testigo (Pioneer 3204) mostrando un comportamiento similar, a excepción del híbrido triple (TRA-406 X TRA-405) TRA-407 que fue superado en un 14.92% por el testigo.

En cuanto a características agronómicas los híbridos tuvieron comportamiento aceptable, mostrando diferencia solamente para cobertura de mazorca cuyos valores oscilan entre 13 y 30%.

#### RECOMENDACIONES

Se recomienda al Sub-proyecto de Maíces Tropicales evaluar en ensayos de comprobación los híbridos (TRA-407 X TRA-405) (TRA-403 X TRA-401) y (TRA-407 X TRA-404) (TRA-403 X TRA-401), con el objeto de verificar su comportamiento para su futura liberación.

#### BIBLIOGRAFIA

PCCMCA, XXXVI Reunión, Compendio de Resúmenes, San José, Costa Rica, 1988, Pag. 158-159.

PCCMCA, XXXIII Reunión, Resúmenes, Guatemala, C.A., 1987. Pag. 22.

Cuadro 1. Características agronómicas a través de 15 localidades de los híbridos amarillos evaluados durante el ciclo 880A.

Genealogía	Días a	Altura	(m)	% Acame	
	Flor	Pl.	Mz.	Tallo	Raíz
Pioner 3204	57	2.49	1.28	8.36	15.50
(TRA-407 X TRA-405)					
(TRA-403 X TRA-401)	56	2.56	1.44	13.63	14.19
(TRA-407XTRA-404)					
(TRA-403XTRA-401)	57	2.50	1.31	12.72	29.71
1 X 2 Omonita 88-A	56	2.36	1.24	2.63	6.59
(TRA-407XTRA-405)					
(TRA-401XTRA-402)	56	2.57	1.41	8.71	8.42
3X4 Omonita 88-A	56	2.46	1.34	3.78	9.35
Dekelb XL-678C	58	2.45	1.44	5.53	5.76
5X6 Omonita 88-A	55	2.37	1.21	4.12	8.11
(TRA-406XTRA-405)					
TRA-407	58	2.57	1.46	8.80	11.42

Genealogía	% de		% plantas horras
	Cob. (Mz)	Mz.Pod.	
Pioner 3204	24.28	16.96	8.32
(TRA-407 X TRA-405)			
(TRA-403 X TRA-401)	15.58	11.32	6.17
(TRA-407XTRA-404)			
(TRA-403XTRA-401)	13.98	12.37	8.60
1 X 2 Omonita 88-A	30.62	11.32	8.05
(TRA-407XTRA-405)			
(TRA-401XTRA-402)	24.85	14.01	5.63
3X4 Omonita 88-A	22.71	13.59	8.45
Dekelb XL-678C	14.11	12.15	9.52
5X6 Omonita 88-A	19.78	10.95	7.10
(TRA-406XTRA-405)			
TRA-407	25.63	13.54	8.29

Cuadro 2. Rendimientos promedios a través de 15 localidades de los híbridos amarillos evaluados durante el ciclo 88-A.

GENEALOGIA	REND. T/HA	% SOBRE TESTIGO
Pioner 3204	5.43	100.0
(TRA-407 X TRA-405) (TRA-403 X TRA-401)	5.30	97.60
(TRA-407 X TRA-404) (TRA-403 X TRA-401)	5.24	96.50
1 X 2 Omonita 88-A	5.23	96.31
(TRA-407 X TRA-405) (TRA-401 X TRA-402)	5.20	95.76
3 X 4 Omonita 88-A	5.10	93.92
Dekalb XL-678C	5.01	92.26
5 X 6 Omonita 88-A	5.00	92.08
(TRA-406 X TRA-405) TRA-407	4.62	85.08

Cuadro 3. Estadístico de híbridos amarillos en 15 localidades de Honduras 1988-A

LOCALIDAD	REND. X T/HA	C.V.	F	
Pescadero, Danlí	8.67	16.68	1.90	N.S.
Habillal, Danlí	8.67	16.25	0.62	N.S.
Omonita, Cortés	6.04	12.42	2.59	**
Ayapa, Yoro	5.58	10.06	0.85	N.S.
Danlí	5.48	13.66	1.41	N.S.
Zopilote, Olancho	5.23	12.14	3.20	**
La Conce, Olancho	5.15	11.84	1.76	N.S.
Comayagua	5.12	13.85	1.62	N.S.
La ENA, Olancho	5.09	7.40	3.07	**
La Vegonia, Quimistán	4.67	9.36	3.72	**
Morazán, Yoro	4.48	12.75	1.65	N.S.
La Pita, Olancho	4.11	17.27	1.10	N.S.
Morazán, Yoro	3.68	16.44	2.53	**
Cowle, Cortés	3.20	10.82	1.81	N.S.
Guayma, Cortés	2.48	14.23	3.09	**

Cuadro 4. Análisis Estadístico Combinado a través de 10 localidades de híbridos Amarillos Ciclo 88-A.

Localidad	GL	SC	CM	F	Prob.	
Localidad	9	430.03	47.781	43.21	0.000	**
R (L)	30	33.17	1.106			
A	8	8.98	1.122	2.58	0.010	**
LA	72	66.84	0.928	2.14	0.000	**
Error	240	104.26	0.439			

EFFECTO DEL Ca Y S EN EL SISTEMA MAIZ-FRIJOL EN LADERA ANTE UN NIVEL DE N  
Y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, EL SALVADOR.

José Heriberto Sosa\* y Edgar Noel Ascencio\*\*

Información obtenida en el diagnóstico de San Juan Opico, Departamento de La Libertad, a partir de observaciones de campo y análisis de suelo y tejido de plantas, definieron la erosión del suelo como factor limitante en la producción de maíz y el estudio de la respuesta a S y Ca como factores a investigar. Basados en lo anterior, se realizaron una serie de cinco experimentos (bajo labranza de conservación y quema de rastrojos) con un diseño de bloques completos al azar con 7 tratamientos y 3 repeticiones. En seis tratamientos se propuso 100 kg/ha de nitrógeno y 30 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> nivel inferior al testigo de 105 y 52, respectivamente; en dos de ellos se utilizó cal dolomítica (3 t/ha) aplicada al voleo e incorporada superficialmente y para diferenciar la respuesta al azufre se utilizó Urea como fuente de nitrógeno en cuatro de los tratamientos, Sulfato de Potasio se utilizó en dos de estos últimos como fuente proveedora de azufre.

El análisis de los resultados obtenidos corrobora la respuesta a este último elemento, lo mismo que la eficiencia del nivel de nitrógeno y fósforo propuesto, aún utilizando las fuentes del agricultor (Sulfato de Amonio y fórmula 16-20-0), la aplicación de cal no manifestó ninguna influencia en el rendimiento de maíz.

Al utilizar los mismos sitios y sobreponer frijol en relevo con el nivel del agricultor de 23 kg/ha de nitrógeno y 12.2 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, se asignó a tres localidades la fuente 16-20-0 y a dos localidades se les cambió dos tratamientos, en uno se utilizó Urea, 0-48-0 y Sulfato de Calcio y en otro se proporcionó solamente Urea.

Al analizar los resultados obtenidos resulta obvio un efecto residual de lo aplicado al maíz obteniéndose los mejores rendimientos de frijol donde se utilizó Cal y Sulfato de Potasio en la fase previa.

En el tratamiento donde hubo quema de rastrojos en maíz, el frijol mostró buenos rendimientos favorecidos al parecer, por la liberación de bases y el mejoramiento del pH.

#### INTRODUCCION

En El Salvador, un alto porcentaje de tierras dedicadas a la producción de granos básicos, están ubicadas en áreas no aptas para estos cultivos,

\* Agrónomo Investigador de la Unidad de Validación y Transferencia Tecnológica del CENTA. San Salvador, El Salvador; \*\* Coordinador de la Unidad de Validación y Transferencia Tecnológica del CENTA.

sin embargo, el crecimiento de la población demanda cada día más alimentos, por lo tanto, se hace necesario buscar alternativas que bajo las condiciones mencionadas mejoren los rendimientos actuales o permitan mantenerlos a costos más bajo y sin deterioro de los suelos.

Los agricultores del área del presente estudio son en su mayoría beneficiarios de la Reforma Agraria y poseen parcelas de 1.5 a 3.0 hectáreas, donde siembran diversidad de cultivos anuales entre los cuales el sistema maíz-frijol en relevo es el más importante con un área aproximada de 3000 hectáreas.

Es importante señalar que tal sistema se encuentra predominantemente en terrenos de ladera donde es común la práctica de la quema de rastrojos del año anterior por lo cual los suelos quedan desprotegidos y son más susceptibles a procesos erosivos, lo cual quedó demostrado con trabajos desarrollados en el área donde con cobertura de rastrojos se logró disminuir la pérdida de suelo en 200 TM/ha/año (15) es claro que toda práctica que pueda reducir el impacto de las gotas de lluvia sobre el suelo, que reduzca el caudal de agua circulante o que mejore la resistencia del suelo a la erosión como una mejora de la estructura propia del mismo disminuirá las pérdidas erosivas (12).

Por otra parte, estudios previos de diagnóstico en esta área ya habían permitido definir como factores limitantes de la producción la fertilización y la erosión de los suelos (10); esta información complementada con resultados experimentales anteriores de no respuesta a niveles de N y  $P_2O_5$  (9, 14) más la obtenida a partir de los análisis de suelo y de tejido de planta indicaron la oportunidad de investigar respuestas a S y Ca en la búsqueda de mejorar la eficiencia de producción.

En El Salvador, se ha determinado que existen suelos de importancia agronómica deficientes en azufre (13) y a nivel Centroamericano otros investigadores han definido su importancia en estudios previos. En nuestro medio una de las fuentes principales de nitrógeno el Sulfato de Amonio aporta también el elemento azufre, pero es conocido que grano parte de la acidez en la agricultura moderna proviene de la nitrificación del nitrógeno amónico a nitrato (15).

Los objetivos principales que motivaron el establecimiento de estos experimentos fueron: medir el efecto de azufre y calcio en la producción de grano de maíz y determinar su efecto residual en el frijol de relevo, bajar el nivel de fósforo en maíz mejorando su eficiencia de uso y evaluar algunos efectos de la quema en el sistema comparado con la práctica de cobertura con rastrojos.

#### REVISION DE LITERATURA

A nivel regional diversos autores señalan como comunes las deficiencias de azufre en suelo derivados de materiales volcánicos parentales (5, 6) localmente también se ha reportado lo mismo evaluando varios suelos de importancia agronómica (13).

Sin embargo, su importancia como nutriente ha estado enmascarada al aplicarse como componente de fertilizantes como el Sulfato de Amonio (15), no obstante es conocido como se afecta la acidez del suelo cuando el proceso de nitrificación convierte el ion amonio en nitrato generando iones hidrógeno. La utilización de cal reduce la acidez del suelo convirtiendo algunos de estos iones hidrógeno en agua (16, 18).

El azufre presente en los suelos como anión  $SO_4$  experimenta muchas reacciones similares a las del  $NO_3$  y el  $H_2PO_4$  y su fuerza o capacidad de absorción a las superficies es intermedia entre estos iones (8).

La capacidad de absorción de los suelos varía ampliamente y depende de varias propiedades de los suelos, las más importantes de las cuales son la naturaleza y extensión de las superficies activas de oxidación (1. 7); contenido de arcillo, (4) tipo de arcilla y pH. La reacción de absorción es reversible y la concentración dependiente.

Evidencia que una mayor parte del azufre en suelos tropicales está asociada con materia orgánica ha sido reportada en Africa (3) y también en seis suelos de Brasil donde se encontró un coeficiente de correlación de 0.99 entre S orgánico y el azufre total (11).

Relacionados con lo anterior, encontramos que la incorporación de residuos de cosecha en el suelo puede en algunos casos, bajar el S disponible para las plantas. También, se reporta casos en que existía una neta inmovización del azufre del suelo cuando paja de trigo con menos de 0.15% de S era incorporada al suelo (17).

Podemos considerar por otra parte, que la quema del material vegetativo es parte integral de las actividades agrícolas, y esto puede llevar a una avenida para pérdidas de azufre. Cuando el carbón es quemado por combustión, hay una concentración de S en la ceniza. Se ha mostrado que el contenido de S en la ceniza puede ser de 2 a 10 más alto que aquel del material seco de la planta (2). Los valores reales dependen de las condiciones de ignición y de las especies de las plantas.

En sus estudios de azufre en el Norte de Nigeria (2), encontró valores en las cenizas que varían de 0.05 a 0.25 kg/ha durante la estación seca. En áreas donde prevalecen los vientos, las cantidades de azufre perdidas pueden ser altas; sin embargo, en regiones de vientos variables, las ganancias pueden ser igual que las pérdidas. Una consecuencia adicional de quemar es que las formas orgánicas de azufre son vertidas a forma inorgánicas las cuales al inicio de la estación lluviosa cuando los campos están desnudos, son susceptibles de pérdidas por lavado. Ninguna información está disponible sobre estas formas de pérdidas.

#### MATERIALES Y METODOS

La topografía del municipio de San Juan Opico es variable desde terrenos semiplanos a fuertemente diseccionados con pendientes que van de 18 a más del 50%, las elevaciones oscilan de 300 a 100 msnm con pluviometría

anual de 1600 a 2000 mm, temperatura promedio de 21 a 27 grados centígrados. La textura del suelo va de franco a franco arcilloso.

#### Fase Maíz

Se instalaron cinco experimentos en fincas de agricultores utilizando un diseño de bloques completos al azar, con tres repeticiones y siete tratamientos. Se utilizó el híbrido de maíz H-5, 16 kg/ha y la siembra se hizo con chuzo o espeque. El tamaño de parcela fue de 24 metros cuadrados, seis surcos de 5 m de longitud, separados a 0.80 m y 0.40 m entre posturas de 2 granos cada una, para una densidad de 50,000 plantas/ha. En la estimación de rendimiento se consideró solamente los dos surcos centrales descontando el primero y último golpe de cada hilera para un área de 7.20 metros cuadrados y los datos tomados fueron: peso (kg), número de plantas, mazorcas (sanas, podridas) y % de humedad.

En el tratamiento aplicados, (Cuadro 1) se utiliza un mismo nivel de nitrógeno de 100 kg/ha variando las fuentes de aportación, siendo estas el Sulfato de Amonio, Ure 46% y 16-26-0, este nivel se aplicó en dos etapas a la siembra y cuando el maíz tenía 12 hojas, 50% en cada una respectivamente.

También se evaluó un nivel de fósforo como  $P_2O_5$  en una dosis de 30 kg/ha siendo la fuente la fórmula 16-20-0, aplicándose a la siembra.

Dentro del mismo experimento se evaluó un nivel de azufre utilizando Sulfato de Potasio (18% S) 86.84 kg/ha fraccionado en dos aplicaciones 29.7 kg a la siembra y el resto a las doce hojas. También se utilizó un nivel de 3 t/ha de cal dolomítica, aplicándola 8 días antes de la siembra y distribuyéndola uniformemente en toda la parcela e incorporándola con un rastrillo para que entrara en contacto directo con el suelo.

El tratamiento testigo fue el nivel que emplea el agricultor de 105 y 57 kg/ha de N y  $P_2O_5$ , con las fuentes comerciales Sulfato de Amonio 21% y fórmula 16-20-0, aplicando todo el fósforo en la siembra y el resto a los 35 días después.

La evaluación de los tratamientos se hizo utilizando labranza de conservación y labranza quema, la aplicación del fertilizante en seis tratamientos se efectuó en postura y enterrado en un agujero, menos en el testigo que se hizo según práctica del agricultor. (postura superficial).

#### Fase Frijol

Es importante hacer mención que se instalaron cinco experimentos superpuestos, es decir utilizando los mismos sitios y planos de campo empleados en maíz, la preparación del terreno para la siembra se efectuó según práctica del agricultor. (Paraquat 2.5 lt/ha + 2-4-D 0.7 lt/ha).

En la siembra se utilizaron 60 kg/ha de semilla de frijol rojo de seda utilizando el método de chuzo o espeque, con dos surcos de frijol por hilera de maíz, 0.25 m entre posturas, depositando 2 ó 3 granos en cada una, para una densidad de 200,000 plantas/ha, al momento de estimar rendimiento se tomaron cuatro surcos que corresponden a los dos surcos

centrales de maíz, eliminando posturas extremas y los datos tomados por parcela fueron peso (kg), número de plantas y % de humedad del grano.

Para evaluar el efecto residual de los fertilizantes aplicados al cultivo anterior se planificó dos grupos de experimentos, los cuales se detallan a continuación:

En un grupo de tres experimentos, (Cuadro 2) se evaluó en todos los tratamientos un nivel de 23 y 12.2 kg/ha de N y P respectivamente, utilizando como fuente la fórmula 16-20-0, la aplicación se hizo a los 8 días después de la siembra en postura superficial. (práctica del agricultor).

En los otros dos experimentos (Cuadro 3) se evaluó también un nivel de 23 y 12.2 kg/ha de n y P, utilizando como fuente la fórmula 16-20-0, pero con dos tratamientos diferentes, en uno se mantuvo los mismos niveles de N y P, utilizando como fuentes Urea (46%), 0-48-0 como fuente de fósforo y Sulfato de Calcio (18% S) 34.3 kg/ha. Se propuso además otro tratamiento utilizando únicamente Urea 46% con el mismo nivel de nitrógeno que los anteriores. En todos los casos, la aplicación del fertilizante se hizo en banda e incorporándolos en forma superficial. Tanto a los ensayos de maíz como los de frijol se les hizo un análisis de varianza por localidad y un análisis combinado para rendimiento.

En todos los sitios experimentales se tomaron muestras de suelo por parcela a una profundidad de 5 cm antes de la aplicación de los tratamientos; a las muestras se les efectuó análisis de fósforo y potasio soluble, pH y textura al tacto, elementos menores, materia orgánica etc.

Las metodologías de análisis, la solución extractora y el método de desarrollo se presentan en el Cuadro 4.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Análisis Estadísticos y Agronómicos

#### Maíz

Al efectuar el análisis estadístico de los rendimientos de maíz H-5 en kg/ha Cuadro 5, el ANDEVA detectó diferencias altamente significativas entre rendimientos para localidades y tratamientos y diferencias significativas para la interacción localidad por tratamiento. El coeficiente de variación fue de 14.59%.

Al realizar el análisis de las medias de rendimiento en kg/ha por medio de la prueba rango múltiple de Duncan se encuentra que: estadísticamente no hay diferencias significativas entre el grupo de tratamientos 6,.7, 1, 5, 2; lo mismo ocurre entre 5.3 y 4.

Al estudiar las medias de rendimiento (Cuadro 5) de todos los tratamientos en las cinco localidades y comparar la máxima producción de 3883 (T-6) con la más próxima y en este caso con el testigo (T-7) con 3794, hay una diferencia de 89 kg/ha, razón por la cual se puede indicar

que el tratamiento 6 (Labranza de Conservación, Urea, Sulfato de Potasio, Cal dolomítica y 16-20-0) es el que tiene los mejores rendimientos.

Efectuando los contrastes de los rendimientos de tratamientos entre sí, (Cuadro 6), para ver la respuesta o no al tratamiento aplicado encontramos que estadísticamente solamente hay diferencias significativas entre tratamiento 1 versus T-3, mientras que en el resto no hay diferencias.

Al revisar esta diferencia y comparar el rendimiento en kg/ha del tratamiento 1 con 3773 versus el T-3 con 3332 encontramos que hay un incremento de 440 kg/ha, lo cual nos indica que hay una respuesta positiva a la aplicación de azufre en el cultivo del maíz. Es importante mencionar que en ambos tratamientos se ha aplicado N y  $P_2O_5$ , con la diferencia que en el T-1 se ha utilizado como fuentes de fertilizante la fórmula 16-20-0 y el Sulfato de amonio, mientras que en el otro, la misma fórmula 16-20-0, pero complementada con Urea (46%).

Además el tratamiento 1 tiene niveles más bajos de N y  $P_2O_5$  (100 y 30 kg/ha de N y  $P_2O_5$ ); sin embargo, no hay diferencias significativas de rendimiento entre ellos (T-1: 3773 kg/ha T-3: 3332 kg/ha) indicando con ello la eficiencia del nivel propuesto.

Finalmente la práctica de encalado, no influyó en los rendimientos de maíz, pues el tratamiento 4 con la adición de este elemento no mostró diferencias significativas con relación al T-3 que no lo incluía. (T-3: 3332; T-4: 3195 kg/ha).

En relación a la práctica de labranza de conservación versus labranza quema, se encontró que estadísticamente no hay diferencias significativas; sin embargo, agrónomicamente podemos decir que ha existido un incremento de rendimiento de un 8%, a favor de la labranza de conservación con cobertura de rastrojos.

### Frijol

En el primer grupo de experimentos, donde se evaluó un nivel de nitrógeno y fósforo (23 N y 12.2 P kg/ha) según práctica del agricultor se observa que: al efectuar el análisis estadístico de los rendimientos de frijol (Cuadro 7) el ANDEVA detecta diferencias altamente significativas entre localidades y significativas entre tratamientos.

Cuando analizamos las medias de rendimiento en kg/ha utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan se detecta: que estadísticamente no hay diferencias significativas entre tratamientos 6 y 4; sin embargo, el mismo tratamiento 6 presenta diferencias significativas con relación al grupo de tratamientos 5, 3, 1, 7 y 2.

Al comparar el mayor rendimiento (T-6) con 1116 kg con el más cercano (T-4) con 1009 hay una diferencia de 107 kg/ha y si lo comparamos con el testigo (T-7) 162 kg.

Si los niveles de nitrógeno y fósforo fueron iguales en todos los tratamientos, lo mismo que las fuentes utilizadas los resultados

obtenidos con el T-6 nos indican un efecto residual del tratamiento aplicado al maíz en la fase anterior donde también se obtuvieron los mejores rendimientos (Cuadro 3).

Cuando analizamos de la misma manera el segundo grupo de experimentos Cuadro 8 en los cuales se cambió la fuente del fertilizante, época y forma de aplicación; pero manteniendo los mismos niveles de nitrógeno y fósforo más la adición de Sulfato de Calcio en un tratamiento se obtiene que estadísticamente no existen diferencias entre localidades, tratamientos e interacciones.

Análisis de los resultados de laboratorio de suelos y su correlación con los rendimientos obtenidos.

En cuanto a los resultados de los análisis de suelo y su utilización a partir de los rendimientos de maíz y frijol podemos asumir que si bien los tratamientos fueron aplicados a cada parcela cuando ya se habían tomado las muestras para los análisis de suelo completos; se considera a los tratamientos como una variable normalmente distribuida por lo cual el análisis inicial de suelo de las parcelas sin tratamiento aplicado puede ser correlacionado con la variable respuesta, rendimiento.

Las características que se presentan en el Cuadro 9 fueron notadas como significativas cuando se evaluó el análisis incluyendo todos los sitios con los rendimientos obtenidos en el campo. Las correlaciones positivas significativas en el resumen arriba mostrado indican que la fracción orgánica (Materia Orgánica MO) contenía razonables cantidades de Ca. Evaluaciones posteriores por sitio utilizando la metodología de análisis de tejido de planta muestran que Ca al nivel de nutriente no fue deficiente.

En las correlaciones mostradas puede observarse que los incrementos en MO fueron expresando decrementos en P esto podría explicarse porque la fuente del nutriente Ca está aparentemente en la fracción orgánica y éste puede estar fijando el P en la misma.

Para casi todas las relaciones de micronutrientes encontradas significativas, el incremento de la MO generalmente mostró un incremento independiente de Zn, Mn, Ca y Mg. Esto parece sugerir que la fracción de la materia orgánica del suelo también tenía un potencial para suplementar la mayoría de los cationes básicos.

No es sorprendente notar que una respuesta significativa positiva fue encontrada para Calcio y el rendimiento final de grano.

Si consideramos los valores de pH, esta relación por parcela es verificada más adelante en la respuesta residual a las aplicaciones de Ca al cultivo inicial de maíz observadas en el frijol de relevo sembrado en la fase de agosto.

El proceso de quema el cual se conoce que volatiliza varias formas de S orgánico, esencialmente puede haber contribuido al decremento de los rendimientos de maíz mostrados cuando se comparó la labranza de conservación con la práctica del quemado. Lo anterior también fue confirmado al observar la respuesta positiva a las aplicaciones de  $SO_4K_2$

los cuales no pueden atribuirse al potasio en vista de los excesivos niveles altos en los análisis del mismo.

Algunas relaciones, sin embargo, resultan invertidas o contradictorias por ejemplo, no se comprende como al incrementarse el Manganeseo se incrementan los rendimientos, tampoco se entiende como incrementos de hierro en un medio ácido muestran incrementos de niveles de fósforo.

### Análisis Económico

#### Maíz

En el Cuadro 10, se indican los tratamientos empleados, costos de producción e ingresos para los rendimientos de maíz H-5. En el juzgamiento de los tratamientos deberá tomarse en cuenta no sólo las diferencias de producción sino también las diferencias en ingreso neto y sobre todo el beneficio económico por colón o unidad monetaria invertido.

El análisis de la relación ingreso/neto por costo de producción (IN/CP) nos indican que el tratamiento más rentable es el T-1 (Labranza de conservación, Sulfato de Amonio y 16-20-0) con 2.30, siguiéndole un orden de importancia el tratamiento T-3, con 2.07.

#### Frijol

Al efectuar el análisis económico de los rendimientos de frijol, cuadro 11 de los tratamientos en los cuales se utilizó un nivel de N y P según práctica del agricultor, encontramos que el tratamiento 6 (fórmula 16-20-0) es el más rentable con una relación IN/CP de 5.58, siguiéndole en importancia el T-4, T-7 con una relación de 4.95 y 4.62.

Al analizar de la misma manera los rendimientos de frijol Cuadro 12 en la cual utilizamos un nivel de N y P; pero cambiando la fuente de fertilizante y aplicándolo en banda incorporado se obtiene que la mejor relación IN/CP es para el tratamiento 4 (Urea 46%) con 26.35.

### CONCLUSIONES

Después de haber realizado los análisis respectivos se concluye en lo siguiente:

#### Maíz

Existe una respuesta positiva a la aplicación de azufre incrementando los rendimientos en un 13%.

La aplicación de Cal no influyó en el rendimiento del maíz.

El nivel propuesto de 100 N - 30 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> es tan eficiente como el 105 N 57 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> del agricultor.

El tratamiento con labranza de conservación supera en rendimiento a la labranza quema en un 8%.

La materia orgánica es fuente potencial de micronutrientes (Ca, Mg, etc.).

Es necesario revisar el procedimiento del laboratorio cuando se trate de analizar en muestras de suelo el contenido de Mn y Fe.

El tratamiento 1 (100 y 30 kg/ha de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) es el más rentable con una relación IN/CP de 2.30.

#### Frijol

Cuando se emplea un nivel de N y P según práctica del agricultor se concluye que:

Ha existido efecto residual del tratamiento 6 (labranza de Conservación, Cal, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Urea, 16-20-0) aplicado al maíz en el rendimiento de frijol relevo.

El tratamiento 6 es el que tiene los mejores rendimientos con 1116 kg/ha y el más rentable con la relación IN/CP de 5.58.

Cuando se utiliza un nivel de N y P; pero cambiando la fuente del fertilizante y aplicándolo en banda e incorporado resulta:

No hay diferencias de rendimientos entre tratamientos.

El tratamiento 4 (Urea 46%) es el más rentable con la relación IN/CP de 26.35.

#### BIBLIOGRAFIA

1. BARROW, N. J. 1969. "Effects of Adsorption of Sulphate by Sulphate by Soils on the Amount of Sulphate Present and its Availability to Plants", Soil Sci., 108: 193-201.
2. BROMFIELD, A. R. 1973. "The Deposition of Sulphur in the Rainwater of Northern Nigeria", Tellus, 26: 408-411.
3. DABIN, B. 1972. "Preliminary Results of a Survey Showing the Sulphur Content of the Soils of Tropical America", Annales Agronomiques, 72-1:113-136.
4. ENSMINGER, L. E., and J.R. Freney. 1966. "Diagnostic Techniques for Determining Sulphur Deficiencies in Crops and Soils", Soil Sci., 101:283-290.
5. FASBENDER, HANS W. Química de Suelos con énfasis en suelos de América Latina, 2a. ed. rev. San José Costa Rica: IICA, 1987.
6. FITTS, J.W. 1970. "Sulphur Deficiency in Latin America", Sulphur Inst. J., 5: 14-16.
7. HARVARD, M. E., T. T. Chao, and S. C. Fang. 1962. "The Sulphur Status and Sulphur Supplying Power of Oregon Soils", Agron. J., 54: 101-106.

8. INTERNATIONAL DEVELOPMENT CENTER. Sulphur in the tropics Musde schoals, Alabama, 1979.
9. GUZMAN, E. M. Experimentos sobre niveles de fertilización en el Sistema Maíz-Frijol. Candelaria de la Frontera y San Matías, Depto. Santa Ana, La Libertad. CENTA. El Salvador. In XXX Reunión Anual del PCCMCA, Managua, Nicaragua, 1984.
10. MENDOZA, V. M., SOSA, J. H. Desarrollo de la Validación-Transferencia de Tecnología en el sistema Maíz-Frijol en el área Opico-Quezaltepeque, Región II. CENTA, El Salvador, C.A. 1983.
11. NEPTUNE, A. M. L., M. A. TABATABAI, and J. J. HANWAY. 1975. "Sulfphur Fractions and Carbon-Nitrogen Phosphorus-Sulfur Relationships in Some Brazilian and Iowa Soils", Proc. Soil Sci. Soc. Am. 39: 51-55.
12. PHILLIPS, R. E. et al. No-tillage agriculture. Van Nostrand Reinhold Company Inc. New York. 1984.
13. SALAZAR, J. R. Efecto indicador del azufre en maíz al aplicar dos fuentes nitrogenadas, en cinco series de suelos de El Salvador. Boletín técnico 8-81. CENTA, El Salvador.
14. SOSA, J. H., AVELAR, D. Evaluación de diferentes niveles de nitrógeno y fósforo ( $P_2O_5$ ) en el cultivo de maíz y su efecto residual en el rendimiento del frijol en relevo, área Opico-Quezaltepeque, Región II, CENTA, El Salvador. 1985. 10 p.
15. SOSA, J. H., CASTRO, C. A. Estudio de algunos factores de producción en el sistema maíz-frijol bajo dos prácticas de labranza. Area Opico-Quezaltepeque. CENTA, El Salvador. In XXXIII Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala, 1987.
16. SULPHUR INSTITUTE. El Cuarto Nutriente Principal. Washington, D.C. 1985.
17. STEWART, B.A. 1969. "N:S Ratios: A Guideline to Sulphur Needs", Sulph. Inst. J., 5: 12-15.
18. YISDALE, S. et al. Fertilidad de los Suelos y fertilizantes. Editorial UTEHA. 1982.

Cuadro 1. Tratamientos aplicados en el cultivo de maíz, con un nivel de N y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, con la utilización de A y Ca en dos tipos de labranza área San Juan Opicio. Depto. La Libertad. El Salvador.

Trat Siem	Nitrógenokg/ha 12 hojas	Fuente	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> kg/ha Siemb.	Fuente	Labran.
1	50		(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30	16-20-0	Conserv.
2	50		(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30	16-20-0	Quema
3	50		(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO 30	16-20-0	Conserv.
4	50		(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO 30	16-20-0	Conserv.
		3t/ha cal	Cal Dolom.		
5	50		(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO 30	16-20-0	Conserv.
	29.7	57.14	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 30	16-20-0	Conserv.
6	50		(NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> CO 30	16-20-0	Conserv.
	29.7	57.14	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>		
		3t/ha cal	Cal Dolom.		

7 Nivel del agricultor (45.60 y 57.00 kg/ha de Nitrógeno y P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> a la siembra y a los 40 días 60 kg/ha de N).

Cuadro 2. Tratamientos aplicados en el cultivo de frijol relevo con un nivel de N y P (según práctica del agricultor) área San Juan Opico. Depto. de La Libertad. El Salvador.

Trat.	N Kg/ha	P kg/ha	Fuente
1	23	12.2	16-20-0
2	23	12.2	16-20-0
3	23	12.2	16-20-0
4	23	12.2	16-20-0
5	23	12.2	16-20-0
6	23	12.2	16-20-0
7	23	12.2	16-20-0

Cuadro 3. Tratamientos aplicados en el cultivo de frijol relevo, manteniendo los mismos niveles anteriores; pero combinado la fuente, época y forma de aplicación del fertilizante. Area San Juan Opico. Depto. La Libertad.

Trat.	N kg/ha	Fuente	P kg/ha	Fuente	S kg/ha	Fuente
1	23	---	12.2	16-20-0	---	---
2	23	---	12.2	16-20-0	---	---
3	23	UREA	12.2	0-48-0	34.3	Sulf.Cal
4	23	UREA	---	---	---	---
5	23	---	12.2	16-20-0	---	---
6	23	---	12.2	16-20-0	---	---
7	23	---	12.2	16-20-0	---	---

Cuadro 4. Determinaciones químicas de suelo, realizadas en el presente estudio.

Determinación	Solución extractora	Metodología
Fósforo	Soluc. doble de Acido débil	Colorímetro Molibdato Vanadato
Potasio	Carolina del Norte	Fotometría de llama
Element. menores		Absorción Atómica
Calcio y Magnesio	KCl IN	Absorción Atómica
Materia Orgánica		Walkley y Black (Volumétrico Redox)
Azufre	Sol. Fosfato de Calcio	Turbidimétrico (Cloruro de Bario y PVP).

Cuadro 5. Análisis de Varianza y Prueba de Duncan rendimiento de Maíz H-5 en kg/ha. Area San Juan Opico. Depto. La Libertad. El Salvador.

F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Pr > F
Localidades	4	25868679.74	6467169.935	14.94+	0.000
Repet. (L)	10	4328353.00	432835.300		
Trat.	6	5880863.15	980143.858	3.58+	0.004
LocxTrat.	24	11444675.94	476861.498	1.74++	0.042
Error	60	16433401.65	273890.027		

C.V. = 14.59%

+ Significativo al 1%

++ Significativo al 5%

Tratamientos	Medias kg/ha	
6	3883.49	a
7	3794.42	a
1	3773.37	a
5	3627.48	a, b
2	3503.28	a, b, c
3	3332.90	b, c
4	3195.62	c

Cuadro 7. Análisis de Varianza y Prueba de Duncan de rendimientos de frijol en kg/ha de experimentos con un nivel de N y P (según práctica del agricultor). area San Juan Opico. Departamento de La Libertad. El Salvador.

ANDEVA					
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Pr > F
Localidad	2	4320164.01	2160082.006	21.42+	0.001
Repet. (L)	6	604933.65	100822.275		
Trat.	6	266298.10	44383.016	2.39++	0.047
Loc x Trat.	12	225241.33	18770.111	1.01ns	0.459
Error	36	668220.18	18561.672		
C.V. = 14.00%		+ Significativo al 1%			
		++ Significativo al 5%			

Tratamientos	Medias kg/ha
6	1115.67 a
4	1009.11 a b
5	964.36 b
3	942.54 b
1	942.44 b
7	919.67 b
2	916.87 b

Cuadro 8. Análisis de Varianza de rendimientos de frijol en kg/ha con diferentes fuente de fertilizante, época y forma de aplicación con los mismos niveles de N y P. Area San Juan Opico, Depto. La Libertad. El Salvador.

ANDEVA					
F. de V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc.	Pr > F
Localid.	1	164216.12	164216.12	4.13ns	0.111
Rep(Loc)	4	158895.81	39723.952		
Trat.	6	165636.92	27606.154	1.65ns	0.176
Loc x Trat	6	139079.49	23179.49	1.39ns	
Error	24	401600.12	16733.338		
C.V. = 11.03%		n.s. = no significativo			

Cuadro 9. Características significativas al correlacionar análisis de suelos con los rendimientos.

Ca pH p pH p Ca p Fe+ Fe pH Ca Mg Ca Bo Ca Mn+  
 Mo Zn Mo Ca Mo Mg Mo P Ca Ren Mo Ren Mn Rend+  
 +Relaciones contradictorias

Cuadro 10. Rendimiento de Maíz H-5 en kg/ha; costos de producción e ingreso neto de los tratamientos empleados. Area San Juan Opicío. La Libertad, El Salvador. 1988\*.

T	Descripción	Rend. kg/ha	Costos de Produc.	Ingreso Neto	IN/CP
1	L.Conservación sulfato amonio y 16-20-0	3396.03	637.10	1468.44	2.30
2	L.Quema, Sulfa- to Amonio y 16-20-0	3152.95	637.73	1317.73	2.07
3	L.Conservación, Urea 16-20-0	2999.61	605.86	1253.90	2.07
4	L.Conservación, UREA 16-20-0, Cal	2876.06	1727.86	55.30	0.032
5	L.Conservación, Urea 16-20-0, K2S04	3264.74	1367.29	656.85	0.48
6	L.Conservación, Urea 16-20-0, K2S04	3495.14	1950.0	216.99	0.11
7	Agricultor. (Sulfato y 16-20-0)	3414.98	804.20	1233.09	1.39

\* Se considera a C 0.62/kg de maíz.

Cuadro 11. Rendimientos de frijol en kg/ha. Costos de Producción e Ingreso Neto de los tratamientos aplicados, según práctica del agricultor. Area San Juan Opico, La Libertad, El Salvador.+

Trat.	Descripción	Rend. kg/ha	Cost.Prod. Colones	Ing.Net Colones	IN/CP
1.	Fórmula 16-20-0	848.16	361.81	1648.32	4.56
2.	Fórmula 16-20-0	825.19	361.81	1593.89	4.41
3.	Fórmula 16-20-0	848.28	361.81	1648.61	4.56
4.	Fórmula 16-20-0	908.20	361.81	1790.62	4.95
5.	Fórmula 16-20-0	867.92	361.81	1695.11	4.69
6.	Fórmula 16-20-0	1004.10	361.81	2017.90	5.58
7.	Fórmula 16-20-0	857.96	361.81	1671.55	4.62

+ Se considera precio C2.37/kg de frijol.

Cuadro 12. Rendimiento de frijol en kg/ha, costo de producción e ingresos neto de los tratamientos aplicados, con los mismos niveles de N y P que emplea el agricultor, pero con diferentes fuentes. El Salvador. 1988.

Trat.	Descripción	Rend.	Cost.Prod.	Ing.Net	IN/CP
1.	Fórmula 16-20-0	965.05	361.71	1925.45	5.32
2.	Fórmula 16-20-0	1050.99	361.71	2129.13	5.88
3.	Urea, 0-48-0, Sul- falto de Calcio	1057.10	376.25	2129.07	5.65
4.	Urea	1000.67	86.80	2287.15	26.35
5.	Fórmula 16-20-0	1059.06	361.71	2148.26	5.93
6.	Fórmula 16-20-0	1148.93	361.71	2361.25	6.52
7.	Fórmula 16-20-0	1105.68	361.71	2258.75	6.24

+ Se considera precio C2.37/ka de frijol.

**EVALUACION DE DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA EN EL CULTIVAR CRIOLLO "CALILLO" (SUR DE SONA 1987-1988).**

Eric Quiroz\* , Ricardo Hernández\* y Luis Morales\*\*

**RESUMEN**

En el Área sur del Distrito de Soná, se sembraron durante 1987, aproximadamente unos 2,000 ha de maíz con el cultivar criollo "Calillo". Los agricultores de subsistencia realizan la siembra en forma

\* Fitotecnista. Sur de Soná. IDIAP. Región Central; \*\* Asistente de Investigación. Sur de Soná. IDIAP. Región Central.

tradicional, sin el uso de técnicas mejoradas, obteniendo rendimientos que oscilan entre 590 y 681 kg/ha.

Durante 1987, se evaluaron en el área 12 densidades de siembra en hileras, con el cultivar criollo "Calillo", con poblaciones que variaron de 27 a 53 mil plantas/ha. El ensayo se replicó en 2 localidades del área.

En el análisis de varianza combinado para las dos localidades no se encontró diferencias significativas entre las densidades. Sin embargo, las densidades de 44, 42 y 35 mil plantas/ha, nos dieron rendimiento promedios de 2400.6, 2391.8 y 2354.2 kg/ha respectivamente. Rendimientos aceptables y superiores a la práctica tradicional del productor, (1.20 m a 1.50 m y mateado) donde obtiene rendimiento de 590 a 681 kg/ha como promedio.

#### INTRODUCCION

El área sur del Distrito de Soná comprende corregimientos como Río Grande, Guaruaal, Bahía Honda, Cativó, Caligonia La Soledad, con una población 100% rural, dedicada a la agricultura y ganadería.

Durante 1987, se sembraron aproximadamente unas 2000 ha de maíz, con el cultivar criollo "calillo". Las siembras son realizadas por agricultores de subsistencia, sin el uso de técnicas mejoradas, obteniendo rendimientos que oscilan entre 590 y 681 kg/ha. A pesar de que existen las variedades mejoradas, ya probadas en el área, los cuales poseen buenas características y mayor rendimiento, el productor de subsistencia continúa con el uso de su criollo "calillo". El cultivo ocupa un segundo lugar en producción y consumo en el área.

El presente estudio se realizó con el objetivo de encontrar una densidad de siembra en hileras, para el cultivar criollo "calillo", que le permita al productor continuar con su uso, pero elevando sus rendimientos en más de un 100%.

#### MATERIALES Y METODOS

El Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá, con el objeto de desarrollar tecnologías apropiadas al sistema del productor establece durante 1987, ensayos en fincas de productores, en las localidades de San Lorenzo y Sancudo, distrito de Soná, Provincia de Veragua. Estas localidades están ubicadas a 50 a 60 manas; aproximadamente a 7°44' de latitud Norte y 81°19' de longitud Oeste. La precipitación promedio anual es de unos 3000 mm, la temperatura medio 28°C con una humedad relativa de 90%.

La topografía de la región es ondulada, con suelos pobres pertenecientes al orden Alfisol, con drenaje moderado.

El ensayo fue establecido el 15 de Septiembre, en la parcela que el productor había sembrado de arroz en primera coa. Los tratamientos fueron establecidos en parcelas efectivas de  $10m^2$ , siguiendo un diseño de bloques al azar con tres repeticiones se sembró el cultivar criollo "calillo", en hileras, depositando 3 granos por golpe para ralea a dos. Las distancias varían de 0.75m a 1.0m entre hileras y de 0.50m a 0.80m entre golpes. Las densidades oscilaron entre 27 y 53 mil plantas por hectáreas según tratamiento. (Cuadro 1).

El control de malezas consistió en el corte de los residuos de la cosecha anterior (paja de arroz y rebrotos de árboles), ocho días antes de la siembra, aplicación de gramoxone a razón de 2.0 l/ha seguido a la siembra y en cobertura total, más una segunda aplicación de 1.5 a 2.0 l/ha de gramoxone entre los 25 y 30 días después de la siembra, en forma dirigida.

Se fertilizó con abono completo de fórmula 15-30-8 a razón de 181.8 kg/ha, aplicado 8 días después de la siembra, más un suplemento de 181.8 kg/ha de Urea 46%, 30 días después de la siembra. En ambos casos el fertilizante fue colocado mateado.

Se aplicó Furadan 10 y; a razón 11.36 kg/ha, junto con la semilla, como protección contra insectos del suelo.

La cosecha fue realizada en forma manual el 12 de enero, los rendimientos fueron expresados en kg/ha al 14% de humedad del grano.

Los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza y los medios de los tratamientos fueron comparados mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan. (Steel y Torrie, 1960)

#### RESULTADOS Y DISCUSION

El ensayo fue cosechado el 15 de enero, aproximadamente a los 120 días cuando el grano estaba seco. Este cultivar criollo "calillo" se caracteriza por iniciar floración a los 57 días similar a otras variedades mejoradas. Una altura de planta de 2.8m y una altura de mazorca de 1.5m como promedio.

En el análisis de varianza combinado para las dos localidades se observa que no existe diferencias significativas entre los rendimientos de las diferentes localidades.

Al comparar los medios de los tratamientos, mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan, los resultados fueron similares al no haber diferencias entre media.

Sin embargo, los tratamientos 2, 4, 5, donde se sembró a 0.75m x 0.60, 0.8m x 0.60m y 0.8m x 0.70m, para lograr densidades de 44, 41, 35 mil plantas por hectárea, los rendimientos fueron de 2400.6, 2391.8 y 2354.2 kg/ha respectivamente (Cuadro 1).

Estos rendimientos son aceptables y superiores a la práctica tradicional del productor (1.20m a 1.50m y mateado) donde obtiene de 590 a 681 kg/ha como promedio.

En general no hubo acame en las parcelas, sin embargo, el tratamiento No.1 donde se sembró a 0.75m x 0.50m con una densidad de aproximada 53 mil plantas por hectárea, a pesar de que ocupó el cuarto lugar con 2320.2 kg/ha de rendimiento, mostró plantas más delgadas, susceptibles al acame y con cierta clorosis.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

No hubo diferencias significativas entre los rendimientos de los tratamientos, a pesar de haber gran diferencia entre las densidades (53 y 27 mil plantas por hectáreas).

El cultivar criollo "calillo" en sistema de subsistencia, puede ser cultivado ordenando la siembra en hileras y acortando la distancia.

La distancia de siembra puede ser reducida de 0.75 a 0.80m entre hileras y de 0.60m a 0.70m entre golpes, para obtener densidades que oscilen entre 35 y 44 mil plantas por hectárea respectivamente. El rendimiento obtenido con estas densidades es de aproximadamente 2272.2 kg/ha el cual es satisfactorio y muy superior al rendimiento obtenido en la tecnología tradicional del productor que solo alcanza entre 590 y 681 kg/ha.

#### BIBLIOGRAFIA

- Quiros, E., Avances de investigación de las alternativas tecnológicas para el cultivo de maíz a chuzo, con agricultores de subsistencia. 1983-1985. (manuscrito)
- Arauz, J.R. Problemáticas del cultivo de maíz en Panamá. (manuscrito).
- Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Investigaciones regionales en maíz y sorgo: Resumen de los logros y avances más importantes obtenidos por IDIAP. Panamá, 1984.
- Shenk, Myron D., J. Saunders, G. Escobar, Labranza Mínima y no Labranza en Sistema de Producción de Maíz (*Zea mays*) para áreas tropicales húmedas de Costa Rica, Turrialba, Costa Rica: Centro Agronómico de Investigación y Enseñanza, Departamento de Producción Vegetal, 1983, 45 p.; 28C. (Serie técnica. Boletín técnico/; 8).
- Instituto de Investigación Agropecuaria de Panamá. Diagnóstico de Pequeñas y Medianas Explotaciones Agropecuarias en tres áreas de Panamá (Aserrijo de Gariché, Progreso y Guarumal). Panamá, 1980. 115 p.

Cuadro 1. Rendimientos promedios en kg/ha de las diferentes densidades de siembra, evaluados con el cultivar criollo "calillo" en maíz de subsistencia. Sur de Soná, 1987.

Trat	Descripción		Rend. kg/ha			Combinado Duncan
	Distan.de siemb. (m)	Dens. Plan/ha	San Lorenzo	Zancudo		
	Hileras	Golpes				
2	0.75	0.60	44,444	2712.9	2089.2	2400.6 A
4	0.80	0.60	41,666	2373.0	2410.7	2391.8 A
5	0.80	0.70	35,714	2636.7	2071.7	2354.2 A
1	0.75	0.50	53,333	2912.9	1727.6	2320.2 A
7	0.90	0.60	37,037	3309.8	2310.1	2260.0 A
10	1.0	0.50	40,000	2486.0	1868.3	2117.1 A
3	0.75	0.75	35,555	2470.9	1767.7	2119.3 A
8	0.90	0.70	31,746	2444.1	1674.0	2059.1 A
11	1.0	0.60	33,333	2139.5	1777.9	1958.7 A
9	0.90	0.80	27,777	2109.3	1573.6	1841.4 A
6	0.80	0.80	31,250	1732.7	1921.0	1826.8 A
12	1.0	0.70	28,751	2064.1	1906.7	1785.4 A
CV				26.93%	21.76%	24.95%

CV = Coeficiente de variación

ENSAYO EXPLORATORIO DE METODOS E INTERACCIONES DE ELEMENTOS EN LA APLICACION DE FERTILIZANTES EN EL CULTIVO DE MAIZ<sup>1</sup>

O.A. Caceros\*, P. Gonzalez\*, I. Hidalgo\*, B. Moscoso\* y W.R. Raun\*\*

RESUMEN

Durante varios años se ha trabajado en la Costa Sur con ensayos de fertilización, sin contar a la fecha con respuestas satisfactorias. En base a los anterior, se procedieron a realizar ensayos exploratorios en la evaluación de métodos de aplicación de fertilizantes y las interacciones de los distintos elementos con los siguientes objetivos: Establecer si existe respuesta a la aplicación de fertilizantes, establecer el mejor método de aplicar N,P,S y estiércol, y evaluar la urea versus sulfato de amonio y observar efectos en rendimiento del maíz a la interacción del fosforo con diferentes elementos.

\* Contribución de al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA). Programa de maíz. Se agradece el apoyo técnico y económico del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en la conducción de esta investigación. \*\* Delegado Sub Regional, Técnicos de Prueba de Tecnología, Técnico Programa de Maíz, ICTA, Agronomo Regional, CIMMYT Apdo. Postal 231-A, Guatemala, Guatemala, C.A.

Se observó un efecto positivo con la aplicación de fertilizantes, aplicados juntos en banda, principalmente sulfato de amonio y triple super fosfato, efecto que en otros ensayos ha sido debido a un mayor sistema radicular dentro de la banda donde los elementos se encuentran juntos. Además, debido al cambio del pH en la rizosfera, se puede aumentar la disponibilidad del  $H_2PO_4^-$ . Con respecto a las fuentes de nitrógeno, sulfato de amonio, presentó una mayor respuesta a la fertilización en comparación con aplicaciones de Urea, pero el uso de sulfato de amonio aumentaría la acidez del suelo. Por esta razón, aplicaciones del  $CaSO_4$  (sal neutra) fueron estudiadas como fuente de azufre y como una alternativa que aplicado junto con el fósforo permitiría una mayor disponibilidad del  $H_2PO_4^-$  por los productos reactivos iniciales que se forman en el micro ambiente de la banda. La respuesta a la fertilización de P, S, y N observados en estos ensayos indican que existen interacciones antagonísticas entre estos elementos. Estudios futuros van a requerir una evaluación más profunda del método usado (bandas juntas o apartes) y las fuentes a emplearse.

Palabras claves: Zea mays L. azufre, fósforo, nitrógeno, ácido acético, potasio, estiercol.

#### INTRODUCCION

Durante varios años en la Sub-Región IV-3, se han realizado trabajos de fertilización en maíz con N-P-K, sin encontrar a la fecha respuestas satisfactorias. En algunos casos como el parcelamiento La Máquina, no se ha determinado una respuesta económica a la fertilización, es decir, que el incremento mínimo en rendimiento, no cubre económicamente la inversión hecha en esta práctica; por lo que actualmente no se recomienda fertilizar.

En base a lo anterior, al equipo de Prueba de Tecnología, conjuntamente con técnicos del Programa de Maíz, enfocó la investigación explorando métodos e interacciones de elementos en la aplicación de fertilizantes para tratar de encontrar una respuesta económica a esta práctica que beneficie a los agricultores de esta región.

En 1976, en el parcelamiento La Máquina, se evaluaron cuatro niveles de Nitrógeno 0, 30, 60, 90 kgs. de N/ha y siete formas de aplicación, llegándose a concluir que no existió respuesta a los niveles de nitrógeno aplicados. Este mismo año, también se evaluaron cuatro niveles de nitrógeno en cuatro formas de distribución de plantas, en donde se observó que la fertilización nitrogenada no presenta respuesta consistente, lo que está de acuerdo con otros resultados (3).

En 1977, se evaluó la "Respuesta a la aplicación de seis niveles de Nitrógeno y Fósforo, usando tres fuentes de nitrógeno en el cultivo de Maíz", en donde se concluyó que no existe diferencia significativa en los sectores A y C, con respecto a la aplicación de niveles de fertilizante y diferentes fuentes de nitrógeno. En el sector "B" del parcelamiento La Máquina, hubo diferencia estadística entre niveles de fertilización, pero no entre fuentes, considerándose los mejores niveles 100-60 y 150-60 de N y  $P_2O_5$ . Estos niveles de fertilización no se

consideran económicamente rentables, por lo que se continuo con el problema de la no respuesta a la fertilización en el parcelamiento La Máquina. Este mismo año, se realizó un "Estudio sobre la respuesta a la fertilización nitrogenada, mediante la ruptura del suelo a 90 cm de profundidad y se concluyó que la capa dura o pie de arado como factor individual, no es responsable de la no respuesta económica a la aplicación de fertilizante nitrogenado. (4).

La diferencia en rendimiento entre el testigo y los tratamientos que incluyeron fertilización nitrogenada, nunca fué significativa bajo el punto de vista económico. Se continuo con la investigación y en siembras de segunda se evaluó la "Respuesta a la aplicación de seis niveles de N y P en maíz" en donde se observó que ninguno de los diferentes niveles de nitrógeno y fósforo incrementaron la producción en las áreas bajo estudio. (4). En 1978, se realizó una "Evaluación de respuesta a la fertilización con N-P-K-S, en donde se determinó que no se manifiestan efectos positivos marcados entre las interacciones N-P-K-S. Con la aplicación de Urea se alcanzó un incremento de 0.63 Tm/ha, en tanto el fósforo presentó un efecto negativo en todas las localidades, que provocó disminución en los rendimientos y con azufre se alcanzaron los mayores incrementos que fueron de 0.57 y 0.65 Tm/ha. (5).

En 1983, se inició la investigación en los parcelamientos Caballo Blanco, Santa Fe y El Rosario, evaluando la respuesta de dos tipos de labranza a la fertilización Nitro-fosforica y densidad de siembra, concluyéndose que adición de "N" favorecieron a todos los factores estudiados en cuanto a su respuesta en rendimiento. Los incrementos en rendimiento logrados por cada uno de los factores, no fueron significativos económicamente, siendo la mejor alternativa la mínima labranza, sin aplicación de fertilizante. (6).

En 1984, se realizó una evaluación agro-económica de los sistemas Maíz-ajonjolí, Maíz-frijol, de acuerdo a la preparación de suelo y fertilización, encontrándose que para una localidad, el mejor tratamiento fué de 45 kg. de N/ha, en mínima labranza y con el sistema Maíz-ajonjolí. (8). En 1985, se continuo con este tipo de evaluaciones en donde para la localidad ubicada en Caballo Blanco, se encontró que tanto para capital limitado como para capital ilimitado, el mejor tratamiento fué 90 kg. de N/ha y 45 kg.  $P_2O_5$ /ha, en labranza tradicional. Para la localidad 2, ubicada en el mismo parcelamiento, los mejores rendimientos tanto para capital limitado como ilimitado, se obtuvieron con 90 kg. de N/ha en labranza tradicional, o bien 135 kg. de N/ha en mínima labranza. (9). Ya en 1986, se recomienda evaluar en ensayos agro-económicos los niveles 90-45 kg. de N y  $P_2O_5$ /ha con la labranza tradicional, lo que equivale a 3.5 qq de 20-20-0 mas 1.5 qq de urea/mz. Para la practica de cero labranza, se recomienda evaluar 45-45 kg de N y  $P_2O_5$ .ha utilizando 3.5 qq/mz. de 20-20-0. (10).

Los objetivos consisten en explorar métodos y fuentes de aplicación de fertilizantes en la región IV. También tratar de encontrar respuestas a preguntas comunes del área tales como: la no respuesta a la fertilización, grado de fijación del fósforo, efectos del uso de sulfato de amonio en la acidez del suelo, deficiencias de azufre. La duración del proyecto es de tres años.

## MATERIALES Y METODOS

## Localización del Experimento:

La investigación se realizó en los parcelamientos Caballo Blanco y la Máquina. El parcelamiento Caballo Blanco se encuentra ubicado en el departamento de Retalhuleu a 14 grados 28' latitud norte y 91 grados 48' longitud oeste (2). Según el trabajo realizado por De la Cruz (1), se encuentra ubicado en la zona de vida "Bosque húmedo Sub-Tropical Calido", que tiene como características climáticas una precipitación que va de 1200 a 2000 mm. anuales y una biotemperatura de 27 grados centígrados. La altitud sobre el nivel del mar es de 100 mts. (7).

De acuerdo a la clasificación de reconocimiento de suelos de Simmons, Tarano y Pinto (11), los suelos corresponden al grupo del Litoral del Pacífico y a la serie de suelos Ixtan arcilloso, cuyas características son: Suelos profundos, moderadamente bien drenados, desarrollados sobre material de grano fino en un clima cálido, húmedo seco, textura arcillosa color café muy oscura. El suelo es muy plástico y pegajoso cuando está húmedo y duro cuando está seco.

El parcelamiento La Máquina, se encuentra ubicado en el municipio de Cuyotenango, departamento de Suchitepequez y San Andrés Villa Seca, departamento de Retalhuleu, aproximadamente a 14 grados 23' latitud norte y 90 grados 35' longitud oeste, con una altura que varía entre 6 y 150 msnm. (2). Ecológicamente esta clasificado como zona tropical seca en la mayor parte de su area, con una temperatura media de 27 grados centígrados. La precipitación anual media es de 1860 mm (1). La serie de suelos predominante, según Simmons (11), es Extan, arcilloso y en menor escala Ixtan franco limoso, aunque se encuentran suelos de la serie Champerico en pequeñas áreas asociadas con las anteriores.

## Manejo del Experimento

Se estableció un total de cinco ensayos, tres en el parcelamiento La Máquina y dos en el parcelamiento Caballo Blanco, en terrenos de agricultores colaboradores; quienes prepararon el terreno con un paso de arado y dos de rastra. El diseño estadístico utilizado fue un bloques al azar con 14 tratamientos y 4 repeticiones. La unidad experimental consistió en seis surcos de seis metros de largo, separados a 0.90 mts. entre si y 0.50 mts. entre plantas, para hacer un área de 32.4 mts. cuadrados por parcela y un area total de 1.184.4 mts. cuadrados.

La siembra se realizó en los primeros 15 días del mes de junio, cuando las lluvias estuvieron establecidas. La fertilización se realizó al momento de la siembra con los siguientes tratamientos y dosis.

- 1) Sulfato de Amonio en banda y  $P_2O_5$  en banda aparte.
- 2) Sulfato de Amonio en banda y  $P_2O_5$  en banda, juntos.
- 3) Sulfato de Amonio,  $P_2O_5$  y  $CaSO_4$ , en banda, juntos.
- 4) Sulfato de Amonio,  $P_2O_5$ ,  $CaSO_4$  y Estiercol en banda juntos.
- 5) 46-0-0,  $P_2O_5$  y  $CaSO_4$  en banda junto.
- 6) Sulfato de Amonio,  $P_2O_5$  y Estiercol en banda juntos.
- 7) Sulfato de Amonio en banda aparte,  $P_2O_5$  y Estiercol en banda juntos.

- 8) 46-0-0 en banda aparte, Acido Acetico y  $P_2O_5$  en banda junto.
- 9) Sulfato de Amonio y  $CaSO_4$  en banda juntos,  $P_2O_5$  en banda aparte.
- 10) Sulfato de Amonio y KCl en banda juntos.
- 11) 46-0-0 en banda solo (Testigo)
- 12) 18-46-0 y Estiercol en banda juntos.
- 13) Sulfato de Amonio solo, en banda.
- 14) Testigo Absoluto, sin fertilización.

#### Dosis utilizadas

- A) NITROGENO: 100 kg de N/ha.
  - a) Urea 46-0-0
  - b) Sulfato de Amonio 21-0-0
- B) FOSFORO: 50 kg  $P_2O_5$ /ha.
- C) SULFATO DE CALCIO: ( $CaSO_4$ ) 57 kg de  $CaSO_4$ /ha.
- D) ESTIERCOL: 1 Ton/ha.
- E) ACIDO ACETICO: 10 Lts. de acido acetico/ha.
- F) CLORURO DE POTASIO: (KCl) 139 kg de KCl/ha.
- G) 18-46-0: 181 kg/ha.

El control de malezas se efectuó en forma química, utilizando Atrazina a razón de 2 kg/ha de Gesaprim 80, en forma pre-emergente al cultivo y a la maleza. El control de plagas se realizó utilizando Methamidophos (Tamaron), Methomyl (Lannate) y Phoxim (Volaton), a razón de 1.5 lts/ha y 9 kg. de granulado/ha. La dobla se realizó a los 90 días cuando el maíz llegó a su madurez fisiológica.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis de varianza de los sitios experimentales (1, 2 y 3) establecidos en La Máquina, se presentan en los cuadros 1, 3 y 5, y en los cuales se presentan altas diferencias significativas entre tratamientos. Tomando en cuenta estas diferencias significativas, se procedió a realizar una comparación múltiple de medias mediante la Prueba de DUNCAN, las cuales se presentan en los cuadros 2, 4 y 6.

En el sitio experimental 1 se observa cierta tendencia hacia una mejor respuesta a la fertilización cuando el sulfato de amonio fue aplicado junto con el triple superfosfato, en banda comparación cuando se aplicó separadamente en bandas los mismos elementos (trat. 1 vrs. 2). Situación similar ocurrió cuando se aplicó sulfato de amonio, triple superfosfato y estiercol en banda junto, en comparación a la aplicación sulfato de amonio en banda aparte, triple superfosfato y estiercol en banda junto (trat. 6 vrs. 7).

Con respecto a las fuentes de nitrógeno, el sulfato de amonio presentó cierta tendencia hacia una mayor respuesta a la fertilización que la urea (Trat. 11 vrs. 13).

Observando el comportamiento del testigo absoluto, se puede ver que en este caso superó a los tratamientos sulfato de amonio en banda aparte,

triple sulfato y estiercol en banda juntos, sulfato de amonio, sulfato de amonio en banda aparte y triple superfosfato en banda aparte y Urea.

En el sitio experimental 2, tambien se observa que aplicaciones de sulfato de amonio y fosforo en banda juntos, presentan tendencia a una mejor respuesta a la fertilización, en comparación cuando dichos elementos son aplicados en banda aparte (Trat. 1 vrs. 2). El tratamiento sulfato de amonio, fosforo y estiercol en banda juntos, tambien presentan una tendencia a una mejor respuesta a la fertilización que cuando se aplicó sulfato de amonio aparte y fosforo y estiercol juntos (Trat. vrs. 7).

A aplicacion de sulfato de amonio solo, presento una tendencia a incrementar los rendimientos en comparación con la aplicación de solo Urea sola (Trat. 11 vrs. 13); esto corroborado con la respuesta obtenida con los tratamientos sulfato de amonio, fosforo y sulfato de calcio en banda juntos, que mostró una tendencia hacia una mayor respuesta en comparación con Urea, fosforo y sulfato de calcio juntos (Trat. 3 vrs. 5).

En el sitio experimental 3, se obtuvieron algunas respuestas diferentes de los sitios anteriores, tal es el caso del tratamiento Urea aparte y fosforo mas ácido acetico en banda junto, que es el que presenta la mejor tendencia hacia una mayor respuesta a la fertilización. Esta respuesta esta de acuerdo a los conceptos desarrollados por Watanabe, 1966, donde cargas positivas en arcillas alofonicas fueron neutralizadas, usando ácido humico. (12). Con el uso de ácido acetico dentro de la banda de fosforo, se esperaba reducir la fijación de fosforo por el alofano; de este modo, alguna degradación de la estructura del alofano seria obtenida, esto en efecto podría mejorar el uso eficiente del fosforo. Aunque es hipotético de hecho requeria futuras evaluaciones.

Tambien se observó, que aplicaciones de sulfato de amonio y fosforo en banda aparte, presentaban tendencias hacia una mejor respuesta a la fertilización (Trat. 1 vrs. 2). Situación similar se presentó para las aplicaciones de sulfato de amonio aparte y fosforo más estiercol juntos en banda, en comparación con el tratamiento en que se aplicaron estos mismos elementos en banda juntos (Trat. 6 vrs. 7). Aplicaciones de sulfato de amonio en banda solo, se obtuvo una tendencia a obtener una mejor respuesta, que aplicando solamente urea.

El testigo absoluto fue superado por el resto de los tratamientos evaluados, lo que nos da un índice de respuesta a la fertilización. Los análisis de varianza de estos sitios experimentales (4 y 5), establecidos en el parcelamiento Caballo Blanco, se presentan en los cuadros 7 y 9, en los cuales se observan altas diferencias significativas entre tratamientos; razon por la cual se procedio a efectuar la comparación múltiple de medias utilizando la Prueba de DUNCAN, los que se presentan en los cuadros 8 y 10, respectivamente. En este cuarto sitio experimental, nuevamente se observa una tendencia hacia una mejor respuesta a la fertilización, cuando el sulfato de amonio fue aplicado junto en banda con el fosforo en comparación o

contraste cuando se aplicó separadamente en bandas los mismos elementos, (Trat. 1 vrs. 2).

Comportamiento similar se observó en los tratamientos donde se aplicó sulfato de amonio, fosforo y estiercol, junto en banda versus sulfato de amonio en banda aparte, versus fosforo y estiercol en banda juntos (Trat. 6 vrs. 7). Es importante hacer notar que cuando se aplicó en banda junto al sulfato de amonio, fosforo y estiercol, se observó una tendencia a incrementar los rendimientos que cuando aplicamos sulfato de amonio y fosforo junto en banda, donde se puede inferir algun efecto positivo del estiercol en el incremento de los rendimientos.

Con respecto a las fuentes de nitrógeno, se puede observar que aplicando solamente urea, se marca tendencia a una mayor respuesta a la fertilización, que cuando se aplicó unicamente sulfato de amonio. Este comportamiento observado en las fuentes de nitrógeno, tambien se presentó en los tratamientos donde se aplicó urea, fosforo y sulfato de calcio en banda junto en comparación con aplicaciones de sulfato de amonio, fosforo y sulfato de calcio, aplicados también en banda junto (Trat. 5 vrs. 3).

Todos los tratamientos donde se aplicó fertilizante, superaron significativamente al testigo absoluto, lo que nos indica que existe para este sitio experimental, una respuesta a la fertilización.

En el sitio experimental 5, existen algunas variantes en las respuestas obtenidas con respecto a las aplicaciones de sulfato de amonio y fosforo, ya sea junto o separado en banda. En esta oportunidad, aplicaciones de sulfato de amonio en banda aparte y fosforo aparte, mostraron una tendencia a obtener una mayor respuesta a la fertilización en comparación a aplicaciones en banda junto de estos elementos. (Trat. 1 vrs. 2). Los tratamientos de sulfato de amonio, fosforo y estiercol, aplicado en banda junto, mostró una tendencia positiva a la respuesta de la fertilización en comparación con el tratamiento donde el sulfato de amonio se aplicó aparte, el fosforo y estiercol en banda junto. (Trat. 6 vrs. 7).

Con respecto a las fuentes de Nitrógeno, aplicaciones de urea mostraron una tendencia a incrementar los rendimientos en comparación con aplicaciones de sulfato de amonio. En el cuadro 11, se presentan los resultados de los analisis de suelo y en el cual se observa que el sitio experimental 3 localizado en La Máquina, presentó el nivel más bajo de fosforo, pero también fué la que obtuvo la mejor respuesta a las aplicaciones de fosforo. En general, todos los sitios experimentales fueron deficientes en fosforo, excepto el sitio 5 localizado en Caballo Blanco.

#### CONCLUSIONES

Se concluye de esta investigación que aplicaciones de sulfato de amonio y triple super fosfato en banda juntos presentaron una respuesta positiva a la fertilidad en contraste cuando estas fuentes fueron aplicadas en banda separada. Esto es debido a dos efectos; 1. bandas juntos han demostrado mayor eficiencia en el uso del N y el P porque en la banda la raíz encuentra estos dos elementos. Es bien conocido que el

sistema radicular es mas voluminoso el área (o bandas donde se encuentra el P, especialmente cuando P sea limitante en la producción) donde el fosforo fue aplicado localizado., 2. hay un efecto sinergístico en el cual la asimilación del amonio disminuye el pH alrededor de la raíz en el cual aumentamos la disponibilidad del ion ortofosfato  $H_2PO_4$  el cual es asimilado mas que las otras especies ortofosfatos a un pH bajo. En suelos aun ácidos, aumentamos la acidez en la rhizosfera cuando amonio es asimilado por la raíz.

En tres de los sitios experimentales evaluados, aplicaciones de sulfato de amonio presentaron una tendencia hacia una mejor respuesta a la fertilización que cuando se utilizo urea como fuente de nitrogeno.

La deficiencia de azufre en suelos del tropico (Guatemala) es ampliamente conocido, de donde los tratamientos de azufre tuvieron un efecto positivo en el rendimiento. Pero, esta observación se tiene que usar con mucho cuidado especialmente utilizando sulfato de amonio como fuente de azufre ya que esta fuente de nitrógeno podría causar problemas en suelos con tendencia a acidez.

Las aplicaciones de ácido organico (ácido acetico) tienen una tendencia de quebrar la estructura mineral del alofano e imogolita lo cual permitiría reducir la fijación del fosforo en suelos de origen volcanico. Esto aunque no fue observado en todas las localidades bajo estudio, se detectó un efecto positivo en aplicar 10 litros de ácido acetico junto con la aplicación en banda del fosforo en un suelo con un pH bajo.

Un concepto básico investigado fue estimar el efecto de aplicar el sulfato de calcio junto con el fosforo en banda para precipitar el fosforo como producto reactivo DCPD, y DCP (dicalcio difosfato dihidrato, dicalcio fosfato respectivamente) con lo cual se espera tener disponibilidad de fosforo con respecto a tiempo. La reacción inicial de tener una posible super saturación de la banda con respecto al calcio permite la formación de los productos DCPD y DCP mencionados. Evitar la fijación inicial del fosforo como quelato de alofano o imogolita por usar este metodo de aplicacion ( $CaSO_4 + P$  juntos) podría tener mayor impacto en Centro America cual es un área con deficiencias de fosforo y que contiene altos niveles de ceniza volcanica.

Como se habia mencionado, las deficiencias de azufre en suelos ácidos son de mayor interés porque el uso común del sulfato de amonio no se va poder continuar. Este método de aplicación del  $CaSO_4$  (sal neutra cual no aumentaria la acidez del suelo) junto con el fosforo podría evitar los efectos ácidos del sulfato de amonio y al mismo tiempo aumentar la disponibilidad del fosforo en el suelo. Investigaciones previas también han indicado que existe una interacción antagonistica con respecto al azufre (iones de sulfato) y aplicaciones de P, especialmente en suelos donde existe una capacidad intercambiable anionica (en este caso,  $SO_4^-$  aderido al complejo intercambiable del suelo). Recordando que el fosforo se fija o forma complejos con varios elementos, se puede argumentar que aplicaciones de fosforo van a intercambiar con el  $SO_4^-$  en el complejo intercambiable del suelo lo cual permitiría la lixiviación del  $SO_4^-$ . Esto solo se ha detectado en suelos ácidos

## LITERATURA CITADA

- Cruz, J.R., de la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
- Guatemala, Instituto Geográfico Nacional. 1972. Atlas de Guatemala. Esc. varias. 45 p.
- Instituto De Ciencia y Tecnología Agrícolas. (ICTA) 1976. Informe Equipo Integrado de Producción "C". P. 46, 56.
- 1977. Informe Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Region IV-3. Retalhuleu, Guatemala. P.59, 100.
- , 1978. Informe Técnico Equipo de Prueba de Tecnología. Parcelamiento La Máquina. Guatemala. P. sin numero.
- , 1983. Informe Técnico, Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Region IV-3. Retalhuleu, Guatemala. P. 69.
- , 1984. Sondeo de los Parcelamientos Caballo Blanco, Santa Fe, El Reposo, El Rosario y Monterrey. Socioeconomía Rural. Guatemala. P. 17.
- , 1984. Informe Técnico Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Región IV-3, Retalhuleu, Guatemala. P. 70.
- , 1985. Informe Técnico Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Region IV-3, Retalhuleu. Guatemala. P. 67.
- , 1986. Informe Técnico Equipo de Prueba de Tecnología Sub-Region IV-3, Retalhuleu. Guatemala. P. 47.
- Olson, R.A., and A.F. Dreier. 1956. Nitrogen, a key factor in fertilizer phosphorus efficiency. Soil Sci. Soc. Am. Proc. 20:509e-e514.
- Raun, W.R., D.H. Sander and R.A. Olson. 1987. Phosphorus fertilizer carriers and their placement for minimum till corn under sprinkler irrigation. Soil Sci. Soc. Am. J. 51:1055-1062.
- Simmons, C.H., Taramo, J.M.; Pinto, J.A. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la República de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala. Jose de Pinoda Ibarra. P. 175-293.
- Watanabe, Y. 1966. Nat. Inst. Agr. SC. Japan, Bull. B16:91-140. (J-E).

Cuadro 1. Analisis de varianza en ensayos exploratorios de métodos e interacciones de elementos de aplicación de fertilizantes en el sitio experimental 1, La Máquina. Sub-Región IV-3, Retalhuleu 1988

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	Sig
					0.05	0.01
Repet.	3	12567916.20	4189305.40	9.37	2.85	4.34 **
Trat.	13	17269825.06	1328448.05	2.97	1.96	2.59 **
Error	39	17438573.79				

CV, % = 17.0

Cuadro 2. Comparación múltiple de medias, mediante la prueba de DUNCAN para el sitio experimental 1, La Máquina. Sub-region IV-3, Retalhuleu, 1988.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha
06) (Sulf. Am. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y Estiercol)	4770.4 a
04) (Sulf. Am. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , CaSO <sub>4</sub> y Estiercol)	4747.0 a
12) (18-46-0 y Estiercol)	4546.0 a
08) (Urea) (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y Acido Acetico)	4318.0 ab
03) (Sulf. Am., P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y CaSO <sub>4</sub> )	4169.3 ab
09) (Sulf. Am. y Ca SO <sub>4</sub> ) (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4131.7 ab
02) (Sulf. Am. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	4037.4 ab
05) (Urea, P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y CaSO <sub>4</sub> )	3856.6 ab
10) (Sulf. Am. y KCL)	3610.0 bc
14) Testigo Absoluto	3539.1 bc
07) (Sulf. Am.) (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> y Estiercol)	3507.9 bc
13) (Sulf. Am.)	3492.9 bc
01) (Sulf. Am.) (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	3430.3 bc
11) (Urea)	2735.9 c

( ) indica que los fertilizantes fueron aplicados juntos

Cuadro 3. Analisis de varianza en ensayos exploratorios de métodos e interacciones de elementos en aplicaciones de fertilizantes para el sitio experimental dos - La Máquina. Sub-Región IV-3, 19

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	Sig
					0.05	0.01
Repet.	3	148185.89	493950.63	5.60	2.05	4.34 **
Trat.	13	6006479.08	462036.25	5.43	1.96	2.59 **
Error	39	3321324.68				

CV, % = 5.5

Cuadro 4. Comparación múltiple de medias mediante la prueba de Duncan en la localidad La Máquina. Sub-Región IV-3, Retalhueu 1988.

Tratamiento	Rendimiento Kg/ha
04) (Sulfato de Am., $P_2O_5$ , $CaSO_4$ , estierco)	5766.6 a
02) (Sulfato de Amonio - $P_2O_5$ )	5576.9 ab
06) (Sulf. Am. $P_2O_5$ , estiercol)	5551.9 ab
13) (Sulf. Am.)	5406.3 abc
03) (Sulfato de Amonio, $P_2O_5$ , $CaSO_4$ )	5338.1 bc
10) (Sulf. Am. y KCl)	5335.6 bc
07) (Sulf. Am.) ( $P_2O_5$ , estiercol)	5297.5 bc
11) (Urea)	5287.6 bc
01) (Sulfato de Amonio) ( $P_2O_5$ )	5276.8 bc
09) (Sulf. Am. y $CaSO_4$ ) ( $P_2O_5$ )	5252.1 bc
05) (Urea, $P_2O_5$ y $CaSO_4$ )	5242.9 bc
08) (Urea) ( $P_2O_5$ , ácido acético)	5229.5 bc
12) (18-46-0 y estiercol)	5117.4 c
14) Testigo Absoluto	4255.9 d

Cuadro 5. Analisis de varianza en ensayos exploratorios de métodos e interacciones de elementos en la aplicación de fertilizante en el sitio experimental 3, La Máquina. Sub-Región IV-3, Retalhueu 1988.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft		Sog
					0.05	0.01	
Repet.	3	503176.772	167725.591	2.96	2.85	4.34	*
Trat.	13	2870179.953	220783.073	3.90	1.96	2.59	**
Error	39	2207969.076	566114.592				

CV, % = 4.5

Cuadro 6. Comparación múltiple de medias la prueba de Duncan para la localidad de Maquina (I) Sub-Región IV-3, Retalhuleu 1988.

Tratamientos	Rendimiento Kg/ha
08) Urea ( $P_2O_5$ - Acido acético)	5445.4 a
07) (Sulfato de Amonio) ( $P_2O_5$ - estier)	5414.1 a
Sulfato de Amonio en banda solo	5376.8 a
(Sulfato de Amonio - KCL) en banda junto	5359.7 a
(Sulfato de Amonio - $P_2O_5$ - estiercol)	
en banda	5344.9 a
(Sulfato de Amonio) ( $P_2O_5$ ) en banda	5341.8 a
03) (Sulfato de Amonio, $P_2O_5$ y $CaSO_4$ )	5301.1 a
(Urea) solo	5297.8 a
04) (Sulfato de Amonio, $P_2O_5$ , $CaSO_4$ , estiercol)	5240.6 ab
05) (Urea, $P_2O_5$ , $CaSO_4$ )	5234.8 ab
09) (Sulfato de Amonio, $CaSO_4$ ) ( $P_2O_5$ )	5233.4 ab
02) (Sulfato de Amonio, $P_2O_5$ )	5156.2 ab
12) (18-46-0 - estiercol)	4956.6 b
14) Testigo Absoluto	4534.9 c

Cuadro 7. Analisis de varianza en ensayos exploratorios de métodos e interacciones de elementos en aplicaciones de fertilizantes en el sitio experimental 4. Caballo Blanco. Sub-Region IV-3, 1988.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft 0.05	Sig 0.01
Repet.	3	29504.22	9834.74	0.12	2.85	4.34 NS
Trat.	13	6194536.45	476502.80	5.61	1.96	2.59**
Error	39	3319238.67				

CV, % = 4.5

Cuadro 8. Comparación múltiple de medias mediante la prueba de Duncan para la localidad Caballo Blanco (1).

Tratamientos	Rendimiento (Kg/Ha)
06) (Sulf. Am. $P_2O_5$ y estiercol)	6821.4 a
10) (Sulf. Am. y K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	6707.6 ab
02) (Sulf. Am. y $P_2O_5$ )	6620.4 abc
05) (Urea, $P_2O_5$ y CaSO <sub>4</sub> )	6603.1 abc
11) (Urea)	6569.7 abc
08) (Urea) ( $P_2O_5$ , ácido acético)	6479.4 abcd
03) (Sulf. Am. $P_2O_5$ y CaSO <sub>4</sub> )	6464.1 abcd
01) (Sulf. Am.) ( $P_2O_5$ )	6416.5 bcd
09) (Sulf. Am., CaSO <sub>4</sub> ) ( $P_2O_5$ )	6345.0 bcd
04) (Sulf. Am., $P_2O_5$ CaSO <sub>4</sub> y estiercol)	6337.5 bcd
13) (Sulf. Am.)	6283.4 cd
06) (Sulf. Am.) ( $P_2O_5$ y estiercol)	6273.6 cd
12) (18-46-0 y estiercol)	6150.0 d
14) Testigo Absoluto	5376.5 c

Cuadro 9. Analisis de varianza en Ensayos Exploratorios de Métodos e Interacciones de elementos en la aplicación de fertilizantes en el sitio experimental 5. Caballo Blanco. Sub-Región IV-3, 1988.

FV	GL	SC	CM	FC	Ft	Sig
					0.05 0.01	
Repet. 3		87385.449	291795.15	2.72	2.85	4.34 *
Trat. 13		4212594.632	324045.74	3.02	1.96	2.59 **
Error 39		4185626.929				
CV, % = 4.9						

Cuadro 10. Comparación múltiple de medias mediante la prueba de Duncan para la localidad Caballo Blanco (5). Sub Región IV-3, Retalhuleu 1988.

Tratamientos	Rendimiento (Kg/Ha)
03) (Sulf. Am., $P_2O_5$ y CaSO <sub>4</sub> )	6772.3 a
08) (Urea) ( $P_2O_5$ y ácido acético)	6897.2 ab
06) (Sulf. Am., $P_2O_5$ y estiercol)	6843.9 abc
01) (Sulf. Am.) ( $P_2O_5$ )	6839.0 abc
02) (Sulf. Am. y $P_2O_5$ )	6825.6 abc
07) (Sulf. Am.) ( $P_2O_5$ y estiercol)	6790.6 abc
04) (Sulf. Am., $P_2O_5$ y CaSO <sub>4</sub> y estiercol.)	6736.4 abc
11) (Urea)	6732.2 abc
09) (Sulf. Am. y CaSO <sub>4</sub> ) ( $P_2O_5$ )	6530.2 abcd
10) (Sulf. Am. y K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> )	6480.0 bcde
05) (Urea, $P_2O_5$ y CaSO <sub>4</sub> )	6451.7 bcde
13) (Sulf. Am.)	6409.6 cde
14) Testigo Absoluto	6117.4 de
12) (18-46-0 y estiercol)	6084.8 e

Cuadro 11. Analisis de suelo de los cinco sitios experimentales en los ensayos exploratorios de métodos de interacciones de elementos en aplicaciones de fertilizantes. Sub-Región IV-3, Retalhuleu 1988.

Sitios Experimentales	pH	P ug/ml	K ug/ml	Ca meq/100ml	Mg
1. La Máquina	6.3	10.83	180	10.71	2.46
2. La Máquina	6.4	5.83	105	10.35	2.46
3. La Máquina	6.0	2.50	120	8.10	1.68
4. Caballo Blanco	6.0	13.33	232	7.47	1.32
5. Caballo Blanco	5.8	24.00	245	8.10	1.68

INFLUENCIA DE LAS APLICACIONES DE FERTILIZANTES QUIMICOS, ENMIENDAS AGRICOLAS (CAL Y GALLINAZA) SOBRE EL RENDIMIENTO DE MAIZ EN EL ALTIPLANO DE INTIBUCA 1988.

Justiniano Díaz Muñoz\* y Norma R. Vindel Díaz\*\*

#### INTRODUCCION

En la región de La Esperanza se está trabajando desde 1984 en fertilización (N-P), las conclusiones no son coherentes en La Esperanza se encontró que 75 kg de N/ha presentan la mejor tasa de retorno (170%) y que es más adecuado la aplicación de este elemento, en la sub-región de Marcala obtuvieron respuesta con el nivel 32-36 kg N-P/ha. En vista de ello, se propuso ampliar los rangos de exploración a elementos químicos no tradicionales como el ácido cítrico, enmiendas agrícolas (cal y gallinaza) con el objetivo de determinar la mejor forma de aplicación de los fertilizantes químicos junto a la cal y la gallinaza, medir la reacción del ácido cítrico para determinar si favorece la disponibilidad del fósforo y efectuar comparaciones en las diferentes formas de aplicación.

#### OBJETIVOS

Determinar la mejor forma de aplicación de los fertilizantes químicos junto a la cal y la gallinaza sobre el rendimiento de maíz.

---

\* Ingeniero Agrónomo, Encargado del Sub-Proyecto de Maíces de Altura, Recursos Naturales. La Esperanza, Intibucá; \*\* Ingeniero Agrónomo, Investigador en Finca. La Esperanza, Intibucá.

Medir la reacción del ácido cítrico para saber si favorece la disponibilidad del fósforo mediante el rendimiento.

#### MATERIALES Y METODOS

En 1988, en el altiplano de Intibucá, se establecieron 4 ensayos de fuentes de fertilizantes químicos y enmiendas agrícolas en los que se evalúan 75 kg de N/ha en las fuentes de urea y sulfato de amonio, 35 kg de P/ha, 212 32-36 kg N-P/ha.

Las localidades son Chiligatoro, El Tablón, Quiaterique y Pueblo Viejo, las alturas de éstas oscilan entre 1,750 msnm y 1,900 msnm, los suelos son cenizas de origen volcánico de reacción ácida y con baja probabilidad de respuesta a fósforo, suelos con pendientes de 5 a 12%.

El diseño experimental fue el de Bloques Completos al Azar con 3 repeticiones y 15 tratamientos, las parcelas fueron de 6 surcos de 5 metros de largo. La preparación del suelo fue manual en 3 localidades a excepción de Chiligatoro que fue con tracción animal (labranza mínima), la distancia entre surco fue de 90 cm y entre planta 25 cm; se sembró 2 semillas postura y se raleo a los 15 días, a los 10 días después de la germinación, se aplicó los tratamientos todo el P, cal, gallinaza y ácido cítrico, el nitrógeno se fraccionó en dos aplicaciones o sea cuando la planta tenía cinco hojas, la segunda aplicación de nitrógeno se efectuó a los 35 días después de la siembra, cuando las plantas tenían de 8 a 9 hojas.

Se registró rendimiento, altura de planta y mazorca, mazorcas sanas y podridas y plantas horras, se efectuó análisis de varianza para las variedades rendimiento altura de planta y mazorca, plantas horras y mazorcas podridas.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

El cuadro 2, presenta los resultados de las muestras de suelo de cuatro localidades, el promedio a través de localidades indica que el contenido de materia orgánica es alto. el p.h. es ácido, la probabilidad de respuesta de fósforo es alto y potasio es bajo, el nivel de fósforo es crítico y el potasio es alto, el calcio es alto y el magnesio está en un nivel crítico. El aluminio intercambiable en Chiligatoro y Pueblo Viejo está en un nivel bajo y en El Tablón es alto. El contenido del hidrógeno en todas las localidades es bajo, la capacidad de intercambio catiónico en todas las localidades es alto, el % de saturación de bases es alto.

Obsérvese en el cuadro 3 que todos los tratamientos superan al testigo absoluto (0-0) en un promedio de 44% o sea 1275 kg/ha al testigo relativo (32-36 kg N-P/ha) lo superan en 5.25% en promedio o sea 220 kg/ha.

Los mejores tratamientos son 75 kg de N como urea más 100 kg Kcl/ha con rendimientos de 4.64 t/ha y el tratamiento de 75 kg de N como sulfato de amonio más 35 kg P más 212 kg de cal/ha y 1 t de gallinaza/ha que presentan un rendimiento de 4.62 t/ha.

Obsérvese en el cuadro 4 los estadísticos obtenidos para la variable rendimiento, existe diferencia altamente significativas para bloques en todas las localidades, los coeficientes de variabilidad son muy buenos a excepción de Chiligatoro que es regular, lo mismo son confiables por ende las conclusiones que se generan del mismo tienen rigor científico.

El cuadro 5 presenta las comparaciones ortogonales importantes, y se observa que en Chiligatoro existe diferencias significativas al 5% de probabilidad y que el tratamiento de 75 kg de N/ha como sulfato de amonio, 35 kg de P/ha, 212 kg de cal/ha y 1 t de gallinaza/ha supera a las mismas dosis de N, P y cal con las mismas fuentes en 0.91 t/ha y que el cambio se debe a la adición de la t/ha de gallinaza. Al comparar el tratamiento 4 Vrs 7 todas las fuentes, el N como sulfato de amonio vemos que existe diferencia de 340 kg/ha en relación a las aplicaciones de P y gallinaza en la misma banda y que el efecto se produce por la aplicación del N y cal.

La comparación de ácido cítrico y P en la misma banda más N como sulfato de amonio en banda aparte Vrs urea más cal en la misma banda y P aparte, se aprecia el efecto del ácido cítrico el cual rompe la estructura de los minerales alófanos y provoca una respuesta favorable que ayuda a la disponibilidad del P, aún cuando la probabilidad de respuesta al P en la localidad de El Tablón es baja.

En la localidad de Quiaterique sale significativo al 10% se observa que existe diferencia en el método de aplicación, es mejor aplicar el N como sulfato de amonio y el P separado que aplicarlos juntos el cambio que se produce por este efecto es de 380 kg/ha. En la localidad de Pueblo Viejo se observa que hay un efecto negativo del cloruro de potasio (menos 300 kg/ha) y por ende es mejor aplicar solo urea.

El Cuadro 6, muestra los estadísticos para la variable altura de planta solo es significativo en Chiligatoro su DMS es 27.92 y la media es 226 cm. El Cuadro 7, presenta estadísticos para la variable altura de mazorca de igual forma es significativo en Chiligatoro, su media es 125 cm y su DMS es 22.3 cm, los C.V. para todas las localidades son excelentes lo que demuestra que estos dos caracteres son bastante estables en la variedad.

Obsérvese en el Cuadro 8, las medias de altura de planta y mazorca en la localidad de Chiligatoro, 4 qq de 18-46-0 produce las plantas más altas y los más bajos el tratamiento 0-0.

En el Cuadro 9, se puede observar que existe diferencias en los % de plantas horras en El Tablón y que por ser cuantitativas sus coeficientes de variabilidad son altos su media es 24 y su DMS es 6.39.

El Cuadro 10, presenta los promedios de % de plantas horras, no es significativo en ninguna localidad.

En el Cuadro 11, se observa los estadísticos obtenidos para la variable % de mazorcas podridas no hay diferencia en esta variable a través de las localidades.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a los análisis de suelos de la región de La Esperanza se concluye que la M.O es alta, que el p.H. es ácido y que la probabilidad de respuestas a P y K es baja.

El testigo absoluto es superado en un 44% (1200 kg/ha) por los otros tratamientos, no así el testigo relativo (32-36 kg N-P/ha) que es superada en un 5.25% (200 kg/ha).

Estadísticamente existe diferencia entre bloques en las cuatro localidades y sus coeficientes de variación son adecuados.

La mezcla de nitrógeno como sulfato de amonio, fósforo, cal y gallinaza es superior a las mismas dosis de N, P y cal en 22% (0.91 t/ha) y este efecto es producido por la adición de gallinaza.

El ácido cítrico rompe la estructura de los minerales alóftamos, con lo cual el P es más disponible por ende la planta lo aprovecha mejor este transformado en rendimiento es 800 kg/ha a través de las localidades.

Se recomienda continuar con la investigación de los tratamientos 12-(32-36 kg N-P/ha), 8 (ácido cítrico, P y S.A.) en las dosis propuestas, el 4 (N(S.A), P, cal y gallinaza) en la misma banda y el tratamiento 6 (N(urea), P y gallinaza) en la misma banda.

Existe diferencia en la forma de aplicación del N como (S.A.) y el P, es mejor aplicarlos separados.

## Cuadro 1. Descripción de Tratamientos

- 1 75 kg N/ha (S.A.) + 35 kg P/ha (S.T.P.) Aplicados uno en cada banda
- 2 75 kg N/ha (S.A.) + 35 kg P/ha (S.T.P.) Aplicados junto en la misma banda
- 3 75 kg N/ha (S.A.) + 35 kg P/ha + 212 kg/ha Aplicados juntos en la misma banda]
- 4 75 kg N/ha (S.A.) + 35 kg P/ha + 212 kg cal/ha + 1 t/ha gallinaza juntos en la misma banda
- 5 75 kg N/ha (urea) + 35 kg P/ha + 212 kg cal/ha juntos en la misma banda
- 6 75 kg N/ha (urea) + 35 kg P/ha + 1 t gallinaza/ha juntos en la misma banda
- 7 35 kg P/ha + 1 t de gallinaza/ha juntos en la misma banda
- 8 75 kg N/ha (S.A.) en una banda + 35 kg de P/ha + 10 l/ha de ácido cítrico en la otra banda
- 9 75 kg N/ha (urea) + 212 kg cal/ha juntos en la misma banda + 35 kg P/ha en la otra banda
- 10 75 kg N/ha (urea) + 100 kg Kcl/ha juntos en la misma banda
- 11 75 kg N/ha en banda
- 12 4 qq/ha de 18-46-0 (testigo relativo) en banda
- 13 0 - 0 - 0
- 14 1 t/ha de gallinaza en banda
- 16 75 kg N (S.A.) en banda

Cuadro 2. Resultados de análisis de muestra de suelos La Esperanza.

Localidad	MO	V	A		R	X	A	B
		pH	K	Ca	Mg	P	Fe	Cu
Chiligatoro	6.65	4.9	0.50	11	2.73	3.85	91	11
El Tablón	7.46	4.5	0.27	2	0.86	8.25	144	3
Pueblo Viejo	4.97	5.3	0.53	7.33	1.43	7.05	138	10.33
Quiaterique	4.66	5.4	0.41	7	2.0	3.71	147	9

Localidad	B	L E S			
	Mn	Zn	Arena	Limo	Arcilla
Chiligatoro	58	5	58.51	17.42	24.04 F.Arc.Aren.
El Tablón	7	1.33	53.12	20.12	26.75 F.Arc.Aren.
Pueblo Viejo	29.33	9.33	64.60	25.55	9.86 F.Arenoso
Quiaterique	27	3	28.28	19.45	52.27 Arcilla

## Resultados de Análisis Químico Especiales

Localidad	CIC	Bases		E. Bases	Acid. Ext.	Al+++ Inter	H+ Inter
		Intercambia. Ca++	Mg++				
Chiligatoro	29.68	38.67	3.03	41.70	0.23	0.0	0.233
El Tablón	23.11	8.5	1.62	10.12	2.03	1.92	0.75
Pueblo Viejo	13.32	6.99	1.93	8.92			

Cuadro 3. Rendimiento promedio (t/ha) ensayos influencia de aplicación de fertilizantes químicos, de Cal y Gallinaza sobre el rendimiento del maíz.

Tratamientos	Ch	ET	Q	PV	X	%TA	%TR
(SA)N en banda + P(BA)	3.36	2.59	5.45	5.29	4.17	145	100
N(SA) y P en (MB)	3.97	2.45	5.07	5.31	4.2	146	101
N(SA), P y Cal en (MB)	2.56	2.22	5.14	4.9	3.71	129	89
N(SA), P, Cal y Gallinaza (MB)	4.12	2.89	5.38	6.1	4.62	161	111
N(Urea), P + cal (MB)	4.02	2.98	6.11	5.8	4.22	147	101
N(Urea)+ P+ Gallinaza(MB)	4.91	2.48	4.79	5.3	4.37	152	105
P+Gallinaza (MB)	3.52	2.52	5.55	5.6	4.28	149	103
Acido Cítrico + P(MB) y (SA) (BA)	3.85	3.1	4.94	6.2	4.5	156	108
N (Urea+Cal (MB) + (BA)	3.18	1.96	4.86	4.8	3.70	128	88
N(Urea) +Kcl (MB)	4.77	2.60	5.67	5.5	4.64	162	112
N(Urea) sola	3.63	2.72	4.68	5.8	4.21	146	101
4 qq 18-46-0	4.05	2.41	5.40	4.8	4.16	145	100
0-0-0	1.77	2.08	4.15	3.5	2.87	100	69
Gallinaza (1 t/Mz.	3.67	2.17	4.16	4.5	3.63	126	87
N (SA) Banda	2.33	2.64	4.81	4.7	3.62	126	87
Media	3.58	2.49	5.07	5.20			
DMS	1.73			1.47 t/ha			

Ch = Chiligatoro      %TA = Testigo Absoluto  
 ET = El Tablón        %TR = Testigo Relativo  
 Q = Quiaterique

Cuadro 4. Estadísticas obtenidas en la evaluación de fertilizantes químicos y enmiendas agrícolas sobre el rendimiento de maíz en el altiplano de Intibucá, 1988.

L O C A L I D A D E S

F. V.	G. L.	Chiligatoro	El Tablón	Quiaterique	Pueblo Viejo
-------	-------	-------------	-----------	-------------	--------------

Bloques	2	**	**	**	**
Tratamientos	14	+	N.S.	N.S.	+
Error	28				
C.V.		28.9	19.25	18.37	16.97

+ Significativo al 10%; \*\* Altamente significativo; N.S. No significativo

Cuadro 5. Comparaciones ortogonales importantes en las aplicaciones de fertilizantes químicos, cal y gallinaza sobre el rendimiento de maíz.

CONTRASTE	Chiligatoro	El Ta- blón	Quiaterique	Pueblo Viejo
S.A + S.T.P + Cal misma banda Vrs. S.A + S.T.P + Cal + Galli- naza M.B.		*		
S.A + S.P.T un material por banda Vrs. S.A + S.P.T. (M.B.).				+
Acido cítrico + S.P.T. (M.B) + S.A. (aparte) Vrs Urea + Cal (M.B) X S.P.T. banda aparte.		*		
Urea + Kcl (M.B) Vrs. solo Urea.				**
S.A + S.P.T. + Cal X Galli- naza en (M.B) Vrs S.P.T. + Gallinaza (M.B).				*

+ Significativo al 10%

\* Significativo al 5%

\*\* Altamente significativo al 1%

Cuadro 6. Estadísticos obtenidos en la variable altura de plantas.

Fuentes de V	LOCALIDADES			
	G.L.	Chiligatoro	El Ta- blón	Quiaterique Pueblo Viejo
Bloques	2	N.S.	**	*
Tratamiento	14	*	N.S.	N.S.
Error	28			N.S.
C.V.		7.38	8.57	9.38

Media = 226 cm

DMS = 27.926

Cuadro 7. Estadísticos obtenidos en la variable altura de mazorcas.

Fuentes de V	G.L.	L O C A L I D A D E S			
		Chiligatoro	El Ta- blón	Quiaterique	Pueblo Viejo
Bloques	2	*	**	*	*
Tratamiento	14	*	N.S.	N.S.	N.S
Error	28				
C.V.		10	12	10.25	10.9

Media = 125.44 cm

DMS = 22.13

Cuadro 8. Medias de altura de planta y mazorca en Chiligatoro.

Tratamientos	V A R I A B L E S	
	Altura de Planta	Altura de Mazorca
1. 75 kg de N (S.A.) en una banda 35 kg de P en la otra banda	240.0	131.0
2. 75 kg de N (S.A.) 35 kg de P en la misma banda	231.33	124.3
3. N (S.A) P y Cal en la misma banda	217.0	114.3
4. N (S.A) P y Cal y Gallinaza en la misma banda	238.33	132.3
5. N (urea) P y Cal en la misma banda	228.6	128.3
6. N (urea) P y Gallinaza en la misma banda	243.3	144.0
7. P y Gallinaza en la misma banda	223.0	124.6
8. N (S.A.) aparte, P y ácido cítrico en la misma banda	239.6	139.0
9. N (Urea) y cal juntos P aparte	228.0	128.3
10. N (Urea) y KCl en la misma banda	212.6	111.6
11. N (Urea)	222.6	122.3
12. 4 qq de 18-46-0	246.3	148.3
13. 0-0-0	193.6	101.6
14. Gallinaza	227.0	126.0
15. N (Sulfato de Amonio)	198.3	105.6
DMS	27.92	22.13cm

Cuadro 9. Estadísticos obtenidos en la variable plantas horras.

Fuentes de V.	G.L.	L O C A L I D A D E S			
		Chiligatoro	El Ta- blón	Quiaterique	Pueblo Viejo
Bloques	2	N.S.	**	*	N.S.
Tratamiento	14	N.S.	*	N.S.	N.S.
Error	28				
C.V.		51	15	58	66.9
Media	= 24%				
DMS	= 6.39%				

Cuadro 10. % de Plantas horras en la localidad de El Tablón.

Tratamientos	El Tablón
1. 75 kg de N (S.A.) en una banda 35 kg de P en la otra banda	20.3
2. 75 kg de N (S.A.) 35 kg de P en la misma banda	19.3
3. N (S.A) P y Cal en la misma banda	24.4
4. N (S.A) P y Cal y Gallinaza en la misma banda	23.18
5. N (urea) P y Cal en la misma banda	30.62
6. N (urea) P y Gallinaza en la misma banda	25.3
7. P y Gallinaza en la misma banda	26.6
8. N (S.A.) aparte, P y ácido cítrico en la misma banda	17.65
9. N (Urea) y cal juntos P aparte	28.6
10. N (Urea) y Kol en la misma banda	25.6
11. N (Urea)	27.7
12. 4 qq de 18-46-0	21.5
13. 0-0-0	21.3
14. Gallinaza	26.0
15. N (Sulfato de Amonio)	21.2
DMS	6.39%

Cuadro 11. Estadísticos obtenidos en la variable % de mazorcas podridas.

Fuentes de V.	G.L.	L O C A L I D A D E S			
		Chiligatoro	El Ta- blón	Quiaterique	Pueblo Viejo
Bloques	2	N.S.	N.S.	**	**
Tratamiento	14	N.S.	N.S.	N.S.	N.S.
Error	28				
C.V.		52	34	59	46

EVALUACION DE EPOCAS DE SIEMBRA DEL FRIJOL DE ABONO (*Mucuna spp.*)  
CUANDO ASOCIADO AL MAIZ (*Zea mays L.*), EN LA REGION DE SANTA BARBARA

Florentino Lara Marquez\*, Julio César García\* y Gustavo R. López\*

Tres ensayos se instalaron en los años 1987-1988, en las localidades de Loma Alta; San Juan Ceguaca y Urraco-Camalote del Departamento de Santa Bárbara, para estudiar el efecto de las épocas de siembra del sistema asociado, sobre la producción de biomasa del frijol de abono y rendimiento del maíz.

Se usó diseño bloques completos al azar con seis tratamientos y tres repeticiones. El frijol de abono se sembró en medio de las hileras del maíz. Se incluyó maíz en monocultivo.

La producción de maíz fue afectada por la competencia del frijol de abono al sembrarse simultáneamente y a los 15 días.

Entretanto, la siembra de frijol de abono a los 30, 45 y 60 días después de sembrado el maíz, los rendimientos se comportaron estadísticamente similar cuando comparados al maíz en monocultivo, con 2.19, 2.70, 3.58 y 2.92 t/ha respectivamente. En general la mayor producción de biomasa del frijol de abono, sin afectar la producción de maíz, se observó en la siembra a los 30 días después de sembrado el maíz.

#### INTRODUCCION

El frijol de abono es una de la leguminosas que presenta mayor rango de adaptabilidad a diferentes condiciones tanto de clima como de suelo, siendo a la vez la planta que mayor regeneración y conservación de suelos presenta, debido a la amplia producción de biomasa y fijación de nitrógeno al suelo, condiciones que además de ayudar a mejorar las propiedades físico-biológicas del suelo hace aportaciones de elementos menores tales como zinc, cobre, molibdeno, etc. Por esto y otras bondades que nos proporciona el uso de frijol de abono y tomando en consideración que nuestro país necesita medidas de conservación de suelos por el excesivo deterioro de éstos, se nos hace necesario su uso, ya que es una medida de fácil aplicación por los agricultores, no se incurre en mayores gastos económicos y esfuerzos físicos; debido a esto y tomando en consideración otros factores se planeó el trabajo con el objetivo de encontrar la mejor época de siembra de frijol de abono

---

\* Ingenieros Agrónomos, Secretaría de Recursos Naturales Región No.8, Santa Bárbara, Honduras C.A.

después de sembrado el maíz y de esta manera transferir una tecnología que asegure su aplicabilidad.

#### REVISION DE LITERATURA

El frijol de abono (*Mucuna spp.*) se encuentra distribuido en el Litoral Atlántico de Honduras y zonas fronterizas con Guatemala, su adaptabilidad está comprendida entre los 0-1000 msnm, sin embargo, en la región de occidente tiene su mejor rango entre 400-1200 msnm adaptándose óptimamente a los suelos franco a franco-arenosos.

El frijol al asociarlo con maíz presenta una mayor producción de biomasa y el número de vainas es mayor. Cuando la siembra es simultáneamente, la competencia maíz-frijol de abono se establece entre los 30-40 días después de sembrados (2).

Estudios realizados en la región de occidente demuestran que sembrando el frijol en mayo-junio al igual que el maíz es cuando se obtiene la mayor producción de biomasa por lo tanto deben realizarse podas al frijol para evitar que éste acame el maíz (1).

La fertilización química no es necesaria en el frijol de abono, ya que por sí mismo es fijador del nitrógeno atmosférico (2).

El sistema de siembra maíz-frijol de abono es la siembra intercalada, sembrando el frijol entre los surcos de maíz entre 0.50-1.0 m.

Muchos son los beneficios que nos brinda la siembra de frijol asociado a un monocultivo entre los cuales tenemos que es un buen fijador de nitrógeno atmosférico, por su gran capacidad de producción de biomasa, un aportador fuerte de materia orgánica al suelo, por su cobertura es buen controlador de malezas, además que minimiza la erosión hídrica para consumo humano y animal, también es aprovechada su semilla en las Flores, Lempiras y Mercedes, Ocotepeque es consumido en forma de bebida, siendo un sustituto del café (Pascua 1986).

En consumo animal es suministrado en forma verde remojando las vainas maduras 2 días o elaborando harinas para la fabricación de concentrados, ya que su contenido de proteínas es aproximadamente de 25% (Gincerich-1979).

Díaz González (1975) citados por Pascua R. entre otros beneficios menciona que los rendimientos de maíz sembrados en áreas de cobertura aumentan en un 30%, la humedad del suelo se incrementa en un 55% en los primeros 45 cm el incremento en nitrógeno total va de 0.04 - 0.13% y aparentemente ayuda al control de plagas del suelo y follaje.

#### MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el período comprendido de junio a diciembre de 1987 y 1988, primero en dos (2) localidades, Loma Alta, Azacualpa con 500 msnm, 40% de pendiente y San Juan Ceguaca con 400 msnm de 15% pendiente; en 1988 en Urraco-Camalote Quimistán, Santa Bárbara

con altura de 325 msnm 20% de pendiente. Se seleccionó lotes dentro del predio del agricultor que de preferencia presentaron problemas de erosión.

Las características físico-químicas bajo las cuales se montaron los ensayos fueron las siguientes:

CARACTERISTICAS QUIMICAS	LOMA ALTA	SAN JUAN	URRACO-CAMA- LOTE
Materia Orgánica %	3.97	2.29	3.17
P.H. (Kel)	6.7	5.40	6.9
K Meg/100 me suelo	0.28	0.38	0.54
Ca.	15.0	9	14
Mq.	2.39	2.87	2.14
P Ug/me suelo	6.7	7.87	17.5
Ps.	87.0	150.0	46
Cu.	3	1	3
Mn.	13	13	7
Zn.	2	4	6
Oie.	8.25	16	18.4
Bases Inter (catt mgtt)	13.64	13.87	15.95

#### CARACTERISTICAS FISICAS

Arena (1%)	38.4	32.4	50.56
Limo (1%)	39.7	40.7	29.58
Arcilla (1%)	21.8	29.4	19.86
Suelo Tipo	Franco	Franco	Franco
D.A.	-	1.26	-

La variedad de semilla utilizada para la localidad de Loma Alta fue Guaymas B-101, San Juan "Rocamey" y Urraco-Camalote HB-104, la de frijol fue "variegara". El distanciamiento de siembra para maíz fue de 1.0 m entre surco y 0.50 entre postura haciendo una población aproximada de 40,000 ptas/ha, el frijol de abono se sembró entre los surcos de maíz distanciado a 0.50 m, dejando 2 granos por postura.

Se fertilizó el maíz al momento de siembra en fórmula completa 12-24-12 a razón de 1.5 qq/mz y a los 30 días se aplicó urea 46% a razón de 1 qq/mz.

Se hizo uso del diseño de bloques completos al azar 6 tratamientos con tres (3) repeticiones, cada parcela consistía de 5 surcos de maíz de 5 m de longitud.

La descripción de tratamientos se muestra en el siguiente cuadro:

TRATAMIENTO	DESCRIPCION
1	Maíz en monocultivo
2	Maíz + frijol de abono siembra simultánea.
3	Maíz + frijol sembrado a los 15 días.
4	Maíz + frijol sembrado a los 30 días.
5	Maíz + frijol sembrado a los 45 días.
6	Maíz + frijol sembrado a los 60 días.

La toma de datos se realizó tanto en el maíz como en el frijol a medida iban desarrollándose ambos cultivos.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

En rendimiento de maíz en la localidad de Loma Alta y Urraco-Camalote se observaron diferencias significativas (0.05) en Loma Alta el mayor rendimiento lo expresa el tratamiento 1 maíz en monocultivo en 4.34 t/ha seguido de maíz + frijol sembrado a los 45 días con 4.16 t/ha, mientras que en Urraco-Camalote el mayor rendimiento lo expresa el tratamiento 6 maíz + frijol sembrado a los 60 días con 3.58 t/ha seguido de maíz en monocultivo en 2.92 t/ha.

En la localidad de San Juan no hubo diferencia significativa entre tratamientos (ver cuadro 1).

CUADRO 1. Rendimientos promedios de maíz (t/ha) en 3 localidades y según fechas de siembra del frijol de abono.

DESCRIPCION DE TRATAMIENTOS	LOCALIDADES		
	LOMA ALTA	SAN JUAN	URRACO-CAMALOTE
Maíz monocultivo	4.34 a.	3.42 a.	2.92 ab.
Maíz + frijol siembra simultánea	3.37 c.	3.03 a.	0.75 c.
Maíz + frijol siembra 15 días	3.98 abc.	3.97 a.	1.82 bc.
Maíz + frijol siembra 30 días	3.56 bc.	3.87 a.	2.19 ab.
Maíz + frijol siembra 45 días	4.16 ab.	3.88 a.	2.70 ab.
Maíz + frijol siembra 60 días	3.30 c.	3.21 a.	3.58 a.

\* Tratamientos en letra iguales no difieren significativamente 0.05.

Como se observa en el Cuadro 1, los rendimientos del maíz más bajos lo representan aquellos tratamientos donde el maíz fue sembrado simultáneamente con el frijol a los 15 días después; debido al fuerte acame que ejerció el frijol al enrollarse las guías en las cañas de maíz y producir pérdidas por contacto de las mazorcas con la humedad del suelo y el ataque de animales de monte.

No obstante, el frijol tiene un desarrollo excelente sembrado en estos períodos, ya que reduce las malezas prácticamente a 0% y la humedad del suelo allí presente es excelente.

Además de ocasionar pérdidas por humedad y animales la cosecha del maíz se vuelve dificultosa por la gran cantidad de biomasa presente (ramas, hojas, tallos).

Al analizar agrónomicamente la siembra de frijol a los 30 días después de sembrado el maíz se observó que el frijol no produce ningún acame hasta el momento de la cosecha pudiéndose obtener buenos rendimientos de maíz y una excelente producción de biomasa por parte del frijol, reduciendo considerablemente la presencia de malezas y una humedad del suelo favorable, además de que la cosecha del maíz no presenta dificultades.

Las siembras de frijol de 45 y 60 días se observó que el frijol tuvo un crecimiento reducido y raquítico ya que a estas alturas el maíz ha cerrado prácticamente las entradas de luz y el frijol no logra ningún desarrollo.

Considerando los resultados anteriores se considera que la mejor época para siembra de frijol la representa a los 30 días de sembrado el maíz.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. En la localidad de Loma Alta y Urraco-Camalote se observaron diferencias significativas para rendimiento siendo superior el monocultivo con 4.34 t/ha y maíz con siembra de frijol a los 60 días con 3.58 respectivamente, no aún en la localidad de San Juan donde no se observaron diferencias.
2. Agrónomicamente se considera que la mejor época de siembra de frijol de abono es cuando el maíz tiene 30 días ya que no afecta la producción ni las labores del cultivo y el frijol presenta un buen desarrollo.
3. No se recomienda sembrar el maíz + frijol de abono simultáneamente ni a los 15 días de sembrado el maíz, ya que hay pérdidas en rendimiento por contacto de mazorca con la humedad del suelo por efecto de acame y la cosecha se vuelve dificultosa.
4. Se recomienda llevar a ensayo de comprobación con 20, 30 y 40 días de siembra de frijol después de sembrado el maíz y bajo diferentes altitudes.

## BIBLIOGRAFIA

1. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, Programa de Cítricos Informe Técnico Anual 1986, La Lima, Cortés pp. K4-50.
2. Secretaría de Recursos Naturales, Dirección Agrícola Regional No.7, Programa Investigación Agrícola, Boletín No. 3 y 4 1986 S.R.C.
3. Pascua A. Rómulo, Informe Técnico Anual 1987, Secretaría de Recursos Naturales.

DETERMINACION DE LOS REQUERIMIENTOS E INTERVALOS DE RIEGO PARA EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea mays*), H-27, CEDA, COMAYAGUA, Marzo-Junio 1988, CICLO II".

Fernando Napky L.\*

El maíz es un usuario eficiente del agua, en cuanto a la producción total de materia seca y entre los cereales, es potencialmente el cultivo de grano de mayor rendimiento. Para obtener una producción máxima en un cultivo de grano con período medio de madurez exige entre 500-800 mm de agua, dependiendo del clima. Bajo riego, un rendimiento comercial de grano es de 6 - 10 t/ha (10-13% humedad). La eficiencia de utilización del agua para rendimiento cosechado en grano varía entre 0.8 - 1.6 kg/m<sup>3</sup>.

El ensayo fue realizado en el período comprendido de Marzo a Julio de 1988, utilizándose el maíz H-27, por presentar buenas características fenológicas, y también porque se han obtenido resultados satisfactorios en la región.

Se utilizó un arreglo de parcelas divididas con un diseño experimental de bloques completos al azar, con 3 repeticiones y 9 tratamientos. La metodología usada para la determinación de los diferentes tratamientos, se partió del criterio teórico de las necesidades de agua del cultivo, los cuales se determinan por el método de Hargreaves y su relación que existe con la lámina de agua que el suelo puede almacenar.

---

\* Ingeniero Agrónomo, Asistente al Departamento de Agricultura, CEDA, Comayagua, Honduras, C.A.

Cuadro 1. Tratamientos de láminas por frecuencias de riego para el cultivo de maíz.

LR (mm/día)	FR (días)	7	9	11
6		42 mm	54 mm	66 mm
7		49 mm	63 mm	77 mm
8		56 mm	72 mm	88 mm

Los resultados obtenidos en la investigación en los diferentes parámetros se detallan a continuación:

Cuadro 2. Peso del maíz desgranado y los rendimientos reales por tratamiento en el ensayo de requerimientos e intervalos de riego, CEDA, Marzo-Junio 1988. CICLO II, Comayagua.

No. *	TRATAMIENTO	PESO MAIZ	PESO GRANO	MAZC.	MAZC.
		DESGRANADO (KG)	T/HA *1	C/TUZA T/HA	S/TUZA T/HA
1	7 días 6 mm/día	7.7	3.9	6.1	5.3
2	7 días 7 mm/día	9.5	4.9	7.3	6.5
3	7 días 8 mm/día	11.9	6.0	9.0	8.0
4	9 días 6 mm/día	7.2	3.6	5.9	5.1
5	9 días 7 mm/día	9.4	4.7	7.0	6.2
6	9 días 8 mm/día	7.2	3.6	5.6	4.9
7	11 días 6 mm/día	7.9	4.0	6.2	5.4
8	11 días 7 mm/día	7.5	3.7	5.8	5.1
9	11 días 8 mm/día	9.2	4.5	7.2	6.3
	X	8.6	4.3	6.7	5.9

\* Datos promedios en base a parcela útil (18.9 m)

\*1 Datos de rendimiento al 15% de humedad del grano

#### CONCLUSIONES

1. Mayor rendimiento real en cuanto a los diferentes intervalos y láminas de riego, lo obtuvo el tratamiento de 7 días con una lámina de 8 mm/día, con una producción de 6.0 t/ha.
2. El mejor intervalo de riego fue el de 7 días con respecto a los demás (en base al rendimiento: 4.9 t/ha), igualmente obtuvo una eficiencia de riego (0.7 kg/m<sup>3</sup>).
3. El análisis de varianza nos demostró que no existió diferencia significativa para el factor lámina y para la interacción frecuencia x lámina, en lo que respecta a la producción real.

Cuadro 3. Lámina de riego, Lámina de Riego total, eficiencia de riego y lámina de riego por ha en los diferentes tratamientos en el ensayo de requerimiento e intervalos de riego, CEDA, Marzo-Junio, 1988. CICLO II, Comayagua.

No.	TRATAMIENTOS	LR (mm)	LRT (mm)	LR/HA (m <sup>3</sup> /ha)	EF.RIEGO (kg/m <sup>3</sup> )
1	7 días 6 mm/día	42	658	6580	0.6
2	7 días 7 mm/día	49	721	7210	0.7
3	7 días 8 mm/día	56	784	7840	0.8
4	9 días 6 mm/día	54	658	6580	0.5
5	9 días 7 mm/día	63	721	7210	0.6
6	9 días 8 mm/día	72	784	7840	0.5
7	11 días 6 mm/día	66	676	6760	0.6
8	11 días 7 mm/día	77	742	7420	0.5
9	11 días 8 mm/día	88	808	8080	0.6

#### BIBLIOGRAFIA

1. DOORENBOS, J. y A. H. KASSAN, 1986. Efectos del Agua sobre el Rendimiento de los Cultivos. Colección FAO: Riego y Drenaje # 33. Edic. FAO, Roma. Italia.
2. ROBLES, R. 1983. Producción de Granos y Forrajes. 4ta. Edic. Limusa. México.

#### EFFECTO DE LOS BARRENADORES DEL TALLO EN EL PORCENTAJE DE ACAME DEL MAIZ Y SU RELACION CON EL TIPO DE LABRANZA

Román Gordon M.\*

#### RESUMEN

Se realizó un experimento en dos localidades de la Región de Azuero (Parita y Potuga). En donde se buscaba determinar la relación que existe entre el porcentaje de plantas barrenadas y la intensidad de daño con el porcentaje de acame y el efecto de la labranza en el porcentaje e intensidad de daño de los barrenadores del tallo. La variedad utilizada fue la Guararé 8128 y los tipos de labranza evaluados fueron el de conservación y el convencional (un pase de arado y dos pases de rastra).

Se observó que en las parcelas de labranza convencional el porcentaje de plantas barrenadas y el índice de daño fue mayor que en las parcela con labranza de conservación. Se determinó que en las plantas acamadas el porcentaje de daño y el índice o número de larvas del barrenador

\* Ingeniero Agrónomo, MSc Entomólogo IDIAP, Región Central.

*Diatraea* sp fue mayor que en las plantas erectas. Es necesario repetir este experimento para confirmar los datos aquí obtenidos.

#### ANTECEDENTES

El acame en el cultivo de maíz causa serios problemas entre los productores dedicados a este cultivo, ya que, incrementa los costos de la cosecha y baja los rendimientos obtenidos, puesto que muchas mazorcas se quedan en los campos sin cosechar. Hasta la fecha este hecho (acame) se le atribuye casi únicamente a la altura de las variedades o híbridos sembrados, sin conocer bien el efecto que tienen los barrenadores del género *Diatraea* en el porcentaje del acame. Ortega (1988) informa además que el complejo de plagas es casi el mismo en el sistema de labranza convencional y el de conservación, con excepción de dos barrenadores que no tenían importancia o eran plagas secundarias.

#### OBJETIVOS Y METAS

1. Determinar la relación que existe entre el porcentaje de plantas barrenadas y la intensidad de daño con el porcentaje de acame.
2. Determinar el efecto de la labranza en el porcentaje e intensidad de daño de los barrenadores del tallo.

#### MATERIALES Y METODOS

Se muestrearon dos campos de maíz en la provincia de Herrera. Uno en Parita en donde el sistema de siembra fue con labranza de conservación y otro en Potuga cuyo sistema de siembra fue el de labranza convencional. Ambos campos fueron sembrados con la variedad Guararé 8128. Se tomó una muestra de 25 plantas acamadas y 25 plantas erectas. Se midió el porcentaje de plantas barrenadas por la larva de *Diatraea* sp y la intensidad de daño (número de larvas por tallo) además del rendimiento en t/ha.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

En la localidad de Parita (L. conservación) no hubo diferencias en relación al porcentaje de plantas barrenadas en las plantas acamadas (20%) y las plantas erectas (16%), ni en la intensidad de daño (Fig. 1). Por el contrario, en Potuga (L. convencional) las plantas acamadas presentaron 100% de plantas barrenadas y 2.24 barrenadores por planta y superaron significativamente a los valores de porcentaje de plantas barrenadas (60%) e intensidad de daño (1.31) observados en las plantas erectas (Fig 2). En esta localidad se puede observar de que existe una relación directa entre el porcentaje de acame y el ataque de este insecto.

Se analizó los dos tipos de labranza, se observó que el porcentaje de plantas barrenadas fue más alto en la parcela con L. convencional (82%), que en la L. conservación con un promedio de 13% (Fig. 3). En cuanto a la intensidad de daño, este fue en promedio más alto en la L. convencional (1.77) que en la L. conservación (1.10) (Fig. 4). Se debe señalar que en

la localidad de Potuga el porcentaje de ataque pudo ser más alto debido a que se encuentra más próximo a la zona cañera de esta provincia y que fue sembrado en un terreno de primera siembra, mientras que en Parita este es un área más alejada de la zona cañera y tiene tres años de sembrarse bajo el sistema de L. conservación.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Es necesario repetir este ensayo para reafirmar los datos encontrados en este trabajo.
2. En la parcela con labranza convencional el porcentaje de plantas barrenadas y el índice de daño es mayor que en las parcelas con labranza de conservación.
3. En las plantas acamadas es mayor el porcentaje de daño y el índice o número de larvas por plantas que en las plantas erectas.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ORTEGA, A. Importancia relativa de plagas en la labranza tradicional y de conservación: una revisión de literatura. *En*: Resumen de conferencia del Curso de labranza de conservación. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1988. 75-96 p.

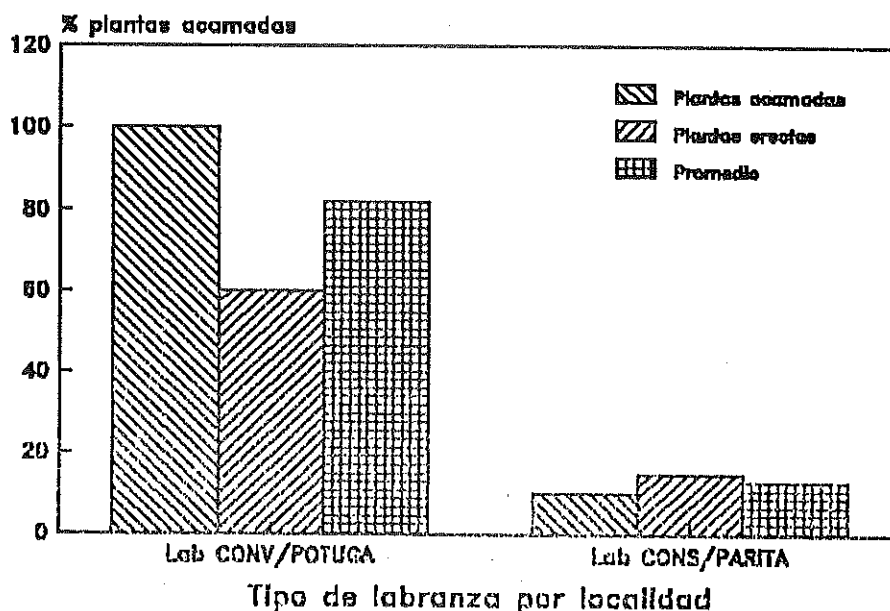


Fig.1 Efecto de barrenadores de tallo sobre acame

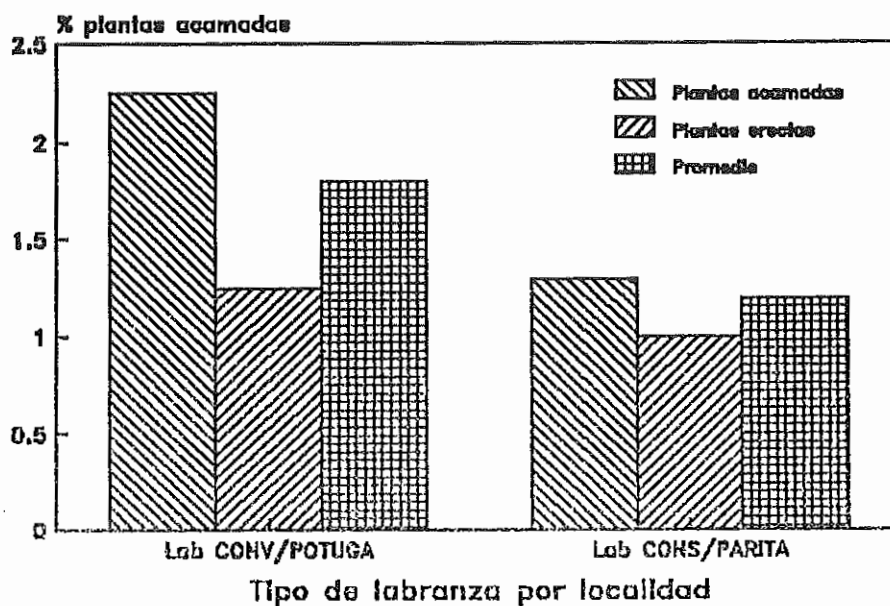


Fig.2 Intensidad de dano segun tipo de labranza

COMPORTAMIENTO DEL MAIZ (*Zea mays L.*) CRIOLLO CON Y SIN LABRANZA Y TRES NIVELES DE FERTILIZACION SOBRE RESTOS DE FRIJOL DE ABONO (*Mucuna spp.*) EN LA REGION DE OCCIDENTE.

Rómulo Antonio Pascua\*

En Arsilaca, Gracias, Lempira se continuó realizando un estudio iniciado el año anterior, en el cual se evalúan dos sistemas de labranza, Cero labranza y labranza reducida bajo tres niveles de fertilización 80-60-0 kg/ha, 56-26-0 kg/ha y 0-0-0 kg/ha, sobre un terreno con restos de abonos verdes (*Mucuna spp.*) incorporados el año anterior para siembras de postrera.

El objetivo de este trabajo es determinar en qué medida se afectan los rendimientos en el cultivo de maíz (grano) y las condiciones físicas y químicas del suelo, mediante el uso de dos sistemas de labranza (con y sin labranza) y tres niveles de fertilización ((80-60-0, 56-26-0 y 0-0-0 kg/ha) en terrenos que se usan abonos verdes.

\* Ing. Agr., Encargado del Proyecto de Restauración de Suelos. Programa de Investigación Agrícola. Región Occidental. Ministerio de Recursos Naturales. San Francisco del Valle, Ocotepeque, Honduras.

Se tomaron muestras de suelo para análisis físico-químicos normales y especiales en el Laboratorio de la Secretaría de Recursos Naturales y análisis físicos adicionales (densidad aparente y pruebas de humedad en el Laboratorio de la Regional de Occidente, de la misma Secretaría.

Los rendimientos se analizaron utilizando las pruebas estadísticas de análisis de varianza y contrastes ortogonales, también se les efectuó análisis económicos por presupuestos parciales y pruebas de dominancia.

Se encontró significancia entre sistemas de labranza, los tratamientos fertilizantes difieren significativamente. Se detectó que la interacción labranza x fertilizante también es altamente significativa. Los análisis de suelo reportan cambios en las condiciones físicas y químicas del mismo. El sistema con labranza superó en promedio de rendimiento al sistema sin labranza. El tratamiento 80-60-0 kg/ha sin labranza produjo los mayores rendimientos (3.719 kg/ha), pero el tratamiento 0-0-0 con labranza (3.209 kg/ha) fue el que produjo la mayor tasa marginal de retorno.

#### INTRODUCCION

En la zona de Arbilaca, Gracias, Lempira se continuó un estudio en la época de siembra de primera (ciclo A) en el año 87, el cual se había iniciado el año anterior (86) en siembras de postrera (ciclo B), en el cual se pretende evaluar el comportamiento del abono verde (*Mucuna* spp.).

Los sistemas tradicionales de los agricultores requieren grandes esfuerzos y considerable mano de obra, al mismo tiempo que no permiten un adecuado reciclaje de nutrientes; pretendiendo buscar una alternativa para afrontar este problema, se introdujo en la zona el uso del frijol de abono (*Mucuna* spp.), el cual se está manejando bajo diferentes modalidades tomando en cuenta el criterio del agricultor; en el caso particular de este estudio se pretende evaluar el comportamiento del abono verde (*M. sp.*) el cual fue despuntado e incorporado el año anterior en la época de floración, midiendo el efecto que puede tener sobre las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo y obviamente en los rendimientos en el cultivo del maíz.

Los resultados obtenidos en el estudio nos indican que hay una buena respuesta cuando se usa el frijol de abono (*M. sp.*) bajo este manejo, el cual se refleja en los rendimientos del maíz, en mejoras en las condiciones físico-químicas del suelo y en una reducción en los costos de operación.

El objetivo básico de este estudio es evaluar a mediano y largo plazo como mediante un manejo adecuado del abono verde (*M. sp.*), dos sistemas de labranza y tres niveles de fertilización se pueden mejorar los rendimientos en el cultivo del maíz, reforzar el manejo de las prácticas culturales (preparación y limpiezas del suelo) y mejorar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, con el uso de tecnologías de bajo costo y riesgo.

## REVISION DE LITERATURA

El frijol de abono es conocido taxónomicamente con los nombres genéricos de *Mucuna* o *Sthizolobium* y las especies *deeringianun*, *aterrinum*, *cinereum* y *priourens* (1, 2). Su uso está muy difundido en el Litoral Atlántico de Honduras y en la zona fronteriza con Guatemala.

Los abonos verdes no son una fuente de humus, sino más bien simplemente de nitrógeno (N), Su descomposición dentro de 3-4 semanas, puede gastar las fuentes de carbono existente en el suelo empobreciéndolo en materia orgánica, enriqueciendo al suelo en nitrógeno (N). Generalmente se usa una leguminosa como abono verde porque fija nitrógeno y posee formas más ricas de este elemento, aunque el efecto en las condiciones físicas del suelo es lo más sobresaliente. Su incorporación al inicio de la floración, evite que se torne fibrosa, más justamente las plantas fibrosas son las que contiene más material celulósico y lignificado. (5).

Trabajos efectuados por Pascua, R.A. (4) en La Asomada, Gracias en el Depto. de Lempira, en un suelo franco arcilloso presentan cambios en las condiciones físico-químicos del suelo de un año para otro, con el uso de dos sistemas de labranza y el abono verde (*M. sp.*) el cual se ha manejado incorporándolo al suelo y como mulch, en la época de floración.

Se observa un incremento en los siguiente; en la materia orgánica (M.O.) de 2.53 a 3.59% y de 2.47 a 3.31% en el potasio de 0.62 a 0.75 y de 0.67 a 0.92 meq/100 de suelo y en las condiciones físicas densidad aparente (D.A.) de 1.38 a 1.28 y de 1.42 a 1.40 grs/cm<sup>3</sup> para los sistemas con y sin labranza respectivamente.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se estableció en el primer ciclo de siembra o ciclo de primera (87-A) donde había sido establecido otro ensayo, el año anterior, en ciclo de postrera (86-B) dándole seguimiento al mismo para continuar observando el efecto de los restos de abonos verdes (*Mucuna sp.*), en Arsilaca, Gracias, Lempira ubicado a 14°35' latitud norte y 88°34' longitud oeste, a una altura aproximada de 840 msnm, con precipitaciones promedio anuales de 1227 mm registrados durante los años de 1972-1986.

Se sometieron a estudio los tres niveles de fertilización del año anterior 0-0-0 kg/ha, 56-26-0 kg/ha y 80-60-0 kg/ha testigo absoluto, práctica del agricultor y recomendación de Investigación respectivamente bajo dos sistemas de labranza: cero labranza (SL) y labranza reducida (CL), haciendo un total de seis tratamientos, los cuales se evaluaron a través del diseño experimental de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Las parcelas grandes la constituyó el sistema labranza (con y sin) y las subparcelas los tres niveles de fertilización. Las unidades experimentales fueron parcelas de cinco surcos de 5.0 m de largo separados entre sí a 1.0 m dando una área experimental de 25 m<sup>2</sup>. La parcela útil la constituyeron los tres surcos centrales, eliminando los bordes de cabecera para una área cosechada de 12 m<sup>2</sup>. La parcela con labranza se preparó con bueyes, en la cero labranza se eliminaron

malezas con azadón en ambos sistemas se sembró con barreta alineado en curvas a nivel.

Se tomaron muestras de suelo para análisis físico-químico y contenido de humedad a los 13 días después de la siembra y a los 46 y 76 días para determinar contenido de humedad. Cada muestreo consistió en seis muestras (una para cada tratamiento) compuestas de suelo (16 submuestras cada una) a una profundidad de 20 cm. También se tomaron muestras para determinar densidad aparente (D.A.) a los 14 días de la siembra, ocho muestras por cada tratamiento (2 muestras por parcela) a 20 cm de profundidad, haciendo un total de 48 muestras; en esta toma se usó un barreno para muestras sin disturbar (Core Sampler).

Los análisis físico-químicos normales y especiales se realizaron en el Laboratorio Agua-Suelo-Planta de la Secretaría de Recursos Naturales y los de humedad y densidad aparente en el Laboratorio de la Regional de Occidente de dicha Secretaría.

El maíz se sembró en el ensayo el 11 de junio de 1987, el mismo día que se preparó el suelo. La fertilización se dividió en dos aplicaciones, en la primera a los 14 días después de la siembra, se aplicó parte del nitrógeno (N) y todo el fósforo (P) y en la segunda, 47 días después de la siembra el resto de nitrógeno (N) y el fertilizante se aplicó ahollando con barreta y seguidamente enterrándolo.

Durante el ciclo del cultivo se realizaron dos limpiezas manuales con azadón a los 16 y 40 días después de la siembra. Se tomaron datos de floración femenina a los 66 días de la siembra. El maíz se dobló a los 98 días de sembrado que había llegado a su madurez fisiológica, antes se había tomado altura de planta y mazorca. La cosecha se realizó el 12 de noviembre de 1987.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Según el análisis de varianza en este caso fue observada una respuesta significativa positiva, tanto al uso de labranza ( $P=0.026$ ) como a la adición de fertilizante ( $P=0.000$ ); sin embargo, la presencia de una interacción significativa ( $P=0.002$ ) implica que la respuesta al fertilizante dependió del sistema de labranza empleado. En general se observó un mayor incremento a la aplicación de cantidades mayores de fertilizante bajo el sistema sin labranza que bajo el sistema con labranza. Sin embargo, el efecto de la labranza hizo que en promedio se observará una mayor respuesta, excepto cuando se aplica la fórmula 80-60-0 bajo la cual se observó el máximo rendimiento sin labranza.

En el cuadro 1 que se presentan los resultados e interpretación de los análisis de suelo se puede observar que el pH es ligeramente ácido, bajo en materia orgánica (M.O.) y fósforo (P) y alto en potasio (K), la capacidad de intercambio catiónico (C.I.C.) oscila entre baja y media y la densidad aparente (D.A.) se encuentra dentro del rango normal para la textura del suelo que es franco-amarillo.

Al analizar el comportamiento de la materia orgánica (M.O.) durante los años (84, 85, 86 y 87) en que se ha utilizado el abono verde (*M. sp.*), se puede observar que los primeros tres años (84, 85 y 86) que esta tiene una tendencia a bajar (1.42, 0.93 y 0.57% respectivamente) y nuevamente vuelve a subir (.97%) para los dos sistemas de labranza el último año (87), esta situación aparentemente está relacionada con el manejo que se le ha dado al abono verde que durante los primeros dos años (84 y 85) se le dejó terminar su ciclo vegetativo que concluyó en el mes de diciembre, con la consecuente producción de grano, no así durante el tercer año (86) que el manejo del abono verde (*M. sp.*) fue diferente, incorporándolo a principios de noviembre que se encontraba en estado de floración avanzada ( $\pm 80\%$ ).

En la Figura 1 que corresponde a las pruebas de humedad a 20 cm de profundidad se puede observar que no hay diferencia marcada entre los dos sistemas de labranza en las tres épocas de muestreo que se efectuaron bajo estas condiciones.

En el Cuadro 2, se puede ver que el porcentaje de mazorcas malas (picadas, podridas) anda en promedio en 4.6% y que la floración fue más retrasada en los tratamientos sin fertilizantes (especialmente en el sistema sin labranza) que en los tratamientos con formulaciones.

En el mismo Cuadro 2, se puede apreciar que los mayores rendimientos se obtienen con tratamiento 80-60-0 kg/ha sin labranza, no obstante al efectuar el análisis económico por presupuestos parciales (Cuadro 3) el tratamiento 0-0-0 kg/ha con labranza reducida es el que produce el mayor ingreso neto que resulta de restar al ingreso total del costo variable, en este último se incluye el costo fertilizante y su aplicación (mano de obra) y costo de la labranza.

En la Figura 2, que presenta la curva de beneficios netos (tratamientos dominados y no dominados) se observa que los tratamientos 0-0-0 kg/ha sin labranza (SL) y 0-0-0 kg/ha con labranza reducida (CL), dominaron a los restantes tratamientos, pero fue este último el que produjo la mayor tasa marginal de retorno (T.M.R.) estimando que la tasa mínima de retorno (TAMIR) que incluye el costo de capital y el costo de manejo era del 40%.

En el Cuadro 4, que corresponde a la preparación del suelo con sus respectivos costos de operación para los dos sistemas de labranza (con y sin) con restos de abono verde (*M. sp.*) del año anterior, se puede ver que los costos del sistema con labranza (L. 60.00) supera en un 50% al sistema sin labranza (L. 40.00), no obstante el suelo presentaba buenas condiciones físicas para solamente haber hecho una pasada de arado (orientación del surco).

En el Cuadro 5, que presenta la preparación del suelo (labranza) con sus respectivos costos de operación con y sin abono verde (*M. sp.*), se puede ver que el uso de este sistema sin abonos verdes se vuelve más costoso y requiere más tiempo, exigiendo más pasadas de arado ya que las condiciones físicas del suelo presentan mayor resistencia a la penetración del mismo, situación que no se presenta cuando se usan abonos verdes donde las pasadas de arado se reducen notablemente.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El uso de abono verde (*M. sp.*) bajo un manejo adecuado contribuye en buena medida a mejorar las condiciones físico-químicas y biológicas del suelo, produciendo las labores de preparación del suelo y consecuentemente los costos de producción bajo estas condiciones edafoclimáticas.

El sistema con labranza reducida supera en promedio de rendimiento al sistema sin labranza cuando se usan abonos verdes (*M. sp.*), no obstante de que el tratamiento 80-60-0 kg/ha sin labranza fue el que produjo los mayores rendimientos y el mayor ingreso total fue el tratamiento 0-0-0 kg/ha con labranza reducida el que produjo el mejor ingreso neto, con la mayor tasa marginal de retorno (T.M.R.).

Se recomienda seguir evaluado estos estudios dándole continuidad a los estudios iniciados y evaluados bajo otras condiciones edafoclimáticas o introduciendo otras especies de abonos verdes, en diferentes formas de manejo.

## BIBLIOGRAFIA

1. GUTIERREZ, R.; G. FLORES Y M.A. NUÑEZ. 1985. Efecto de la cobertura de tres especies de *Mucuna sp.*, sobre el rendimiento del maíz (*Zea mays L.*) suplementado y sin N-P-K, XXXI Reunión Anual del FCCMCA, San Pedro Sula.
2. LAL, R., G.F. WILSON and B.N. OKIGBO. 1979. Changes in properties of an Alfisol produced various crops covers. IITA, Ibadán, Nigeria. Soil science. 127:377-382.
3. NORERO, A. Cálculos agronómicos relacionados con el riego. Manual de riego por aspersión. CIDIAT 1982,.
4. PASCUA, R.A. 1986. Evaluación de tres niveles de fertilización con y sin labranza en maíz (*Zea mays L.*) criollo variedad Chumbagua, con restos de abono verde (*Mucuna sp.*) en La Asomada, Gracias, Lempira. Informe Técnico Anual. Proyecto Regional de Restauración de Suelos. Programa de Investigación Agrícola. Recursos Naturales, Santa Rosa de Copán.
5. PRIMAVERESI, A. 1984. Manejo ecológico Do Solo: A Agricultura on regioes tropicals, 6 ed., São Paulo pp. 131-132.

Cuadro 1. Resultados promedios de análisis de suelos, e interpretación de los resultados.

Muestra/ Año	DA	% MO	pH	Meq/100 ml Suelo			
				K	Ca	Mg	
X <sub>1</sub>	84	1.42	5.5	.70	8	1.47	
X <sub>5</sub>	85	0.93	5.4	.47	7	1.73	
X <sub>5</sub>	86	0.57	5.5	.72	4	1.38	
X <sub>3</sub> CL	87	1.45	0.97	5.7	.55	5.0	1.06
X <sub>3</sub> CL	87	1.42	0.97	5.7	.54	5.0	1.00

Muestra/ Año	P	\ppm				Relaciones		
		Fe	Cu	Mn	Zn	Cal/Mg	Mg/K	
X <sub>1</sub>	84	6.04	62	2	15	3	5.44	2.10
X <sub>5</sub>	85	8.56	71	2.6	10	3.2	3.92	3.75
X <sub>5</sub>	86	7.17	115	3	26	2	3.08	1.91
X <sub>3</sub> CL	87	9.29	88	3.0	66.0	1.33	4.74	1.93
X <sub>3</sub> CL	87	7.15	86	3.0	91.0	2.33	5.00	1.89

## INTERPRETACION DE LOS ANALISIS

X <sub>3</sub> C.L.	87	B	L.A.	A	A	M	B	P.T.	A	A	B	A	M
X S.L.	87	B	L.A.	A	A	M	B	P.T.	A	A	B	A	M

## ANALISIS FISICOS

Muestra-Año	% Arena	% Limo	% Arcilla	Textura	
X <sub>3</sub> C.L.	87	54.49	24.18	20.67	F. arcillo-arenoso
X <sub>3</sub> S.L.	87	51.11	25.51	23.37	F. arcillo-arenoso

## ANALISIS QUIMICOS ESPECIALES

Muestra Año	me/100 Bases Intercambiables						meq/100 gr suelo			
	Gramos C.I.C.	Ca++	Mg++	Na+	K+	Acidez	Extract.	Int.	Int.	Bas. Ca- tion
X <sub>3</sub> C.L.	87	9.71	1.22	1.22	0.11	..23	0.20	0.02	0.17	7.73
X <sub>3</sub> S.L.	87	11.79	5.51	1.21	0.31	.23	0.10	0.00	0.11	7.48

## Interpretación de Análisis Químicos Especiales

B	B=Bajo	<u>Rango normal de densidad</u>
M	M=Medio	<u>aparente según textura de</u>
M	A=Alto	<u>suelo (3)</u>
	P.T.=Posible Toxicidad	<u>Textura</u>
	L.A.=Ligeramente Acido	<u>D.A. grs/cm</u>
		arcillo-arenoso 1.40-1.55
S.L.	= Sin labranza	
C.L.	= Con labranza	

Cuadro 2. Rendimiento promedio en t/ha de maíz criollo variedad Sintético-Raque, al 14% de humedad, obtenidos para cada tratamiento. Arsilaca, Gracias, Lempira. Año 1987.

Tratamiento	Altura planta	Altura Mz.	Plantas Cosecha	Total
0-0-0 kg/ha CL	2.94	1.70	34.0	37.0
56-26-0 kg/ha CL	3.17	1.90	33.0	34.0
80-60-0 kg/ha CL	3.27	1.99	33.0	35.0
0-0-0 kg/ha SL	2.83	1.64	34.0	39.0
56-26-0 kg/ha SL	3.13	1.80	27.0	29.0
80-60-0 kg/ha SL	3.14	1.81	36.0	38.0

Tratamiento	Mazorcas Norm.	Cosechas Peq.	Malas	% Flor. a los 66 días	Rend. t/ha
0-0-0 kg/ha CL	27.0	8.0	1.0	51.48	3.209
56-26-0 kg/ha CL	27.0	9.0	2.0	60.28	3.373
80-60-0 kg/ha CL	31.0	10.0	2.0	64.47	3.676
0-0-0 kg/ha SL	20.0	14.0	1.0	33.71	2.429
56-26-0 kg/ha SL	23.0	7.0	3.0	60.04	2.809
80-60-0 kg/ha SL	33.0	7.0	1.0	58.76	3.719

CL = Con Labranza

SL = Sin Labranza

Cuadro 3. Análisis económico por presupuestos parciales para cada tratamiento con su respectivo rendimiento, obtenido en Arsilaca, Gracias, Lempira. Año 1987.

Tratamiento	Rend. t/ha	Rend. ajustado (-10%)	Ingreso total (I.T.)	Costo variable (C.V.)	Ingreso neto (I.N.)
0-0-0 kg/ha C.L.	3.209	2.888	L.1010.80	L. 64.05	L.946.75
56-26-0 " "	3.375	3.036	" 1062.60	" 200.71	" 861.88
80-60-0 " "	3.676	3.308	" 1157.80	" 254.80	" 902.99
0-0-0 Kg/ha S.L.	2.429	2.186	" 765.10	" 41.67	" 723.00
56-26-0 " "	2.809	2.528	" 884.30	" 178.34	" 674.79
80-60-0 " "	3.179	3.347	" 1171.45	" 232.43	" 939.02

Precio fertilizante

Costo con labranza/ha= L.64.05

18-46-0 = L.35.00/qq

Costo sin labranza/ha= L.41.67

20-20-0 = L.27.00/qq

Urea = L.22.00/qq

56-26-0 kg/ha

2 qq 20-20-0

1 qq Urea

Mano de obra

1ra. fert. = L.14.24/ha

2da. fert. = L.14.24/ha

80-60-0 kg/ha

2 qq 18-46-0/mz

2 qq Urea

Precio del maíz = L. 0.35/kg

Mz = 7025 m<sup>2</sup>

Cuadro 4. Preparación del suelo con sus respectivos costos de operación para los dos sistemas de labranza (con y sin) con cobertura de restos de abono verde (*Mucuna sp.*) del año anterior. Arsilaca, Gracias, Lempira. Año 1987. Siembra de primera.

Rendimiento	Con labranza	Sin labranza
M <sup>2</sup> /hombre-buey/día	2,500*	
M <sup>2</sup> /hombre/día (azadón)		1,250
Días utilizados	4	8.00
Costo (Lps./día/buey)	10.00	
Costo (Lps./día/hombre)	5.00	5.00
Costo total Lps./ha	60.00	40.00

\* En el sistema con labranza se dieron dos pasadas de arado el roturado y la melguedura, considerando, no obstante, que el suelo presentaba buenas condiciones físicas, para solamente efectuar la melguedura.

Cuadro 5. Preparación del suelo (labranza) con sus respectivos costos de operación con y sin abonos verdes (*Mucuna sp.*) en siembras de primera. Arsilaca, Gracias, Lempira.

Rendimiento	Sin abono verde	Con abono verde
M <sup>2</sup> /hombre-buey/día	1,250.0*	2,500.00**
Días utilizados	8.0	4.0
Costos Lps./buey/día	10.00	10.00
Lps./hombre/día	5.00	5.00
Costo total Lps./ha	120.00	60.00

\* Bajo estas condiciones físicas el suelo presenta mucha resistencia a la penetración del arado, por lo cual son necesarias tres pasadas de arado sin abono verde (*M. sp.*).

\*\* En el mismo sistema de labranza con abono verde solamente se necesitan dos pasadas de arado relativamente con menos tiempo.

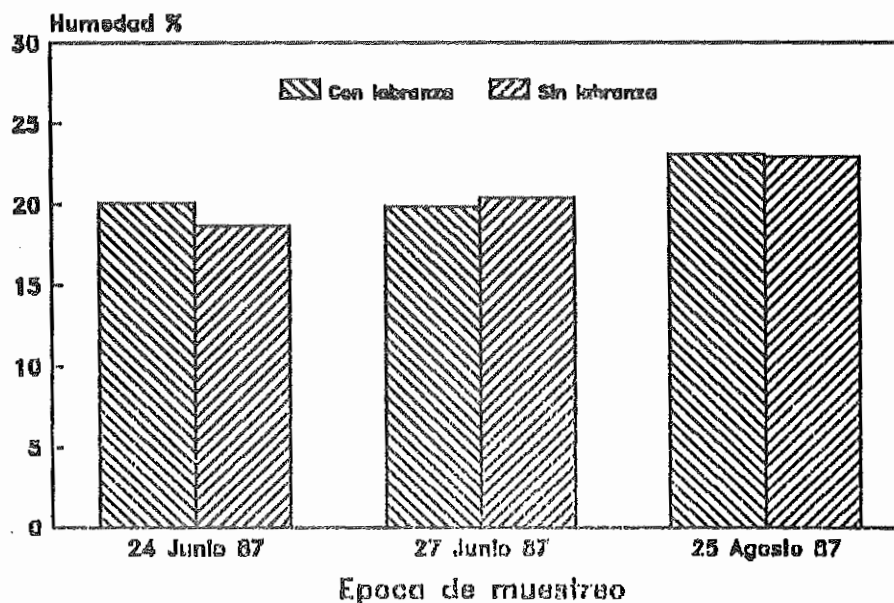


Figura 1. Contenido de humedad (%) a 20 cms de profundidad en tres épocas diferentes de muestreo, en siembras de primera. Arsilaca, Gracias, Lempiras. Año 1987.

EVALUACION DEL SISTEMA DE DOBLE SURCO CON VARIEDADES PRECOCES DE MAIZ (*Zea mays* L.) Y CULTIVO INTERCALADO DE FRIJOL EJOTERO (*Phaseolus vulgaris* L.), Guatemala, 1988.

Mario Roberto Fuentes López\*

RESUMEN

El altiplano central de Guatemala posee una estructura de tenencia de tierra de minifundio, en donde existe el uso intensivo de la tierra a través de cultivos múltiples. El objetivo de este trabajo fue la evaluación de la alternativa tecnológica del sistema de doble surco de maíz con variedades precoces de frijol ejotero en siembra intercalada con diferente ancho de calle.

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar en un arreglo factorial de parcelas divididas. Se evaluaron 2 variedades precoces de maíz en siembras de doble surco y 4 anchos de calle en las localidades de El Tejar y Chimaltenango.

\* Técnico Programa de Maíz, ICTA, Guatemala.

Los resultados indican que en los rendimientos del sistema existe diferencia entre variedades de maíz y ancho de calle con frijol ejotero intercalado. El tratamiento del sistema tradicional de maíz en monocultivo produjo 3267 kg/ha y el tratamiento del doble surco con la variedad de maíz Don Marshall y frijol ejotero intercalado en ancho de calle de 2 m, en peso equivalente referido a maíz, rindió 10230 kg/ha y superó en rendimiento al sistema tradicional en 6962 kg.

#### INTRODUCCION

El Altiplano Central de Guatemala, posee una estructura agraria de tenencia de tierra de minifundio en donde existe el uso intensivo de la tierra a través de cultivos múltiples, en la cual el sistema de doble surco de maíz constituye una alternativa para optimizar el recurso tierra en el tiempo y el espacio y a la vez incrementar la productividad mejorando la producción en beneficio del agricultor en donde el cultivo de maíz es el principal componente entre los diferentes sistemas que se observan en la región.

La parte fundamental de este sistema consiste en variar la distancia de siembra de maíz entre surcos, con el objeto de que se pueda intercalar frijol ejotero como hortalizas.

El objetivo que se persigue en este estudio es evaluar la alternativa tecnológica del sistema de doble surco con variedades precoces de maíz y frijol ejotero como siembra intercalada en diferente ancho de calle.

#### HIPOTESIS

No existe diferencia en rendimiento entre tratamientos del sistema maíz-frijol ejotero.

#### REVISION DE LITERATURA

Los cultivos múltiples, o sea la producción de dos o más cultivos en el mismo terreno durante un año, es una forma común de agricultura en los trópicos.

Hardwood y Price (1976) citados por Sánchez (6), mostraron que la extensión e importancia de los cultivos crece conforme el tamaño de las fincas disminuye. Además, cuanto más pequeña es la finca, tanto más complicada es la combinación de cultivos.

Hildebrand et al, en ensayos preliminares en asociaciones en doble surco de maíz con otros cultivos, encontraron ventaja de este sistema, sobre el tradicional, de poder contar entre los espacios que quedan entre los pares de dobles surcos un área extra que representa el 42% del área total de siembra, esto significa una alta y prometedora eficiencia del sistema en cuanto al aprovechamiento de los pequeños terrenos del altiplano de Guatemala. (2)

La esencia de los cultivos múltiples, es la intensificación de la producción de cosechas en una tercera y una cuarta dimensión (la primera

dimensión, área en producción; la segunda, rendimiento por unidad de área).

Los cultivos múltiples introducen el tiempo como una tercera dimensión y el espacio como una cuarta, cuando dos cultivos comparten una misma área de tierra al mismo tiempo.

Las ventajas de rendimiento de buenos sistemas intercalados están probablemente relacionadas con la minimización de la competencia interespecífica de luz, agua y nutrimentos. La intersiembra por hileras es más ventajosa cuando se pone un cultivo de porte alto y uno de porte bajo y cuando los cultivos tienen diferente duración de crecimiento.

La competencia por luz se reduce al mínimo cuando los cultivos tienen diferentes arreglos de follaje, particularmente, cuando los cultivos altos tienen un hábito de hojas más erectas y el cultivo bajo ángulos foliares más abiertos. (6)

#### MATERIALES Y METODOS

##### A. Antecedentes

En el Altiplano Central de Guatemala, el sistema de cultivo practicado por los agricultores y el más extendido, es el conocido como milpa, que es una combinación de maíz y frijol. (1)

Los agricultores de esta región utilizan variedades criollas de maíz que tardan de 7 a 8 meses a la cosecha y datos recabados por la Disciplina de Socioeconomía Rural del ICTA, reporta que este sistema se encuentra bastante generalizado y que además, estos agricultores carecen de recursos de tierra y capital y en donde la disponibilidad de mano de obra no es factor limitante. (1)

Desde 1977, ICTA inició trabajos orientados a efectuar pequeñas innovaciones agronómicas en el sistema tradicional para utilizar más efectivamente el recurso tierra y mano de obra disponible, generando tecnología de doble surco con variedades criollas, que representó una alternativa rentable para el agricultor.

##### B. Localización

El presente trabajo se condujo en el Centro de Producción Chimaltenango y en la localidad de El Tejar, situados a 1800 y 1850 msnm respectivamente. Según Holdridge, estas localidades están situadas en el área ecológica caracterizada como bosque húmedo tropical de montaña, con una temperatura mínima diaria de 9.6°C, máxima diaria de 25°C y una media diaria de 15°C, la precipitación pluvial varía de 1500 a 2000 mm. (3)

Simmons clasifica los suelos de la región como Cauqué, Patzicía y Tecpán, de textura franco arcillosa y pH de 6 a 6.5. (7)

### C. Duración

La investigación se condujo en un período de 5 meses y medio que va desde mayo a octubre:

Agosto: Cosecha frijol ejotero  
 Octubre: Cosecha del maíz

### D. Tratamiento y diseño experimental

El diseño experimental utilizado fue bloques al azar en un arreglo de parcelas divididas, siendo la parcela grande las variedades (Chanín y Don Marshall), y la parcela pequeña, los diferentes distanciamientos de calle con siembra de frijol ejotero intercalado entre los surcos dobles de maíz, los ensayos se ubicaron en 2 diferentes localidades.

Los tratamientos fueron los siguientes:

1. Parcela grande: Variedad Precoz Don Marshall  
                   Variedad Precoz Chanín
2. Parcela pequeña: Ancho de calle: 2 m  
   "                  1.6 m  
   "                  1.2 m  
   "                  1 m

En el ancho de calle entre los surcos dobles de maíz se intercaló frijol ejotero *Phaseolus vulgaris* variedad Avalanché, 330-01 tipo arbustivo.

### E. Manejo experimental

#### 1. Preparación del terreno

La preparación del terreno se hizo 2 meses antes, en la localidad de Chimaltenango, con un paso de aradura y otro de rastra y en El Tejar fue manual, con un picado profundo del terreno incorporando los rastrojos del cultivo anterior (Bujeado).

#### 2. Siembra

La siembra de maíz se realizó en doble surco, separados 0.4 m y las posturas al tresbolillo, con distanciamiento de 1 m entre posturas. Por falta de lluvias en las localidades evaluadas, la siembra de frijol ejotero se realizó 30 días después de la siembra de maíz.

#### 3. Control de plagas y enfermedades

- Suelo: al momento de la siembra se aplicó phoxin 5% a razón de 60 kg/ha de producto comercial.
- Follaje: El control de plagas del follaje para maíz se realizó con phoxin 5% a razón de 5 kg/ha de producto comercial.

Para el frijol ejotero se realizó control preventivo contra plagas y enfermedades, utilizando thiodan 35% a razón de 1 l/ha y antracol 1 kg/ha en forma simultánea, pero básicamente el número de aplicaciones dependerá de la incidencia de plagas y enfermedades.

#### 4. Control de malezas

El control de malezas se realizó en forma manual en 2 oportunidades, para el caso de maíz, limpia a los 30 días y calza a los 75 días después de la siembra. En frijol ejotero, la primera limpia a los 20 días y segunda a los 40 días después de la siembra.

#### 5. Fertilización

Para maíz se aplicó el nivel de 60-40-0 kg/ha de NPK, equivalentes a 3 qq/mz de 20-20-0 aplicado a los 30 días después de la siembra y 1.5 qq/mz de urea al 46% al inicio de la floración.

Para frijol se aplicó 5 qq/mz de 15-15-15, aplicado a los 10 días después de la siembra y la segunda aplicación a los 20 días, con urea a razón de 4 qq/mz.

#### 6. Cosecha

Para el caso de frijol ejotero, a los 60 días después de la siembra, cortando el producto cuando éste estuviera en su punto óptimo comercial. Se realizaron 3 cortes dependiendo del desarrollo de las plantas y localidades.

#### F. Variables de respuesta

Se encuentran principalmente:

1. Rendimiento del sistema en kg/ha
2. Características agronómicas de maíz

#### G. Análisis

Los análisis utilizados en los resultados fueron:

1. Análisis de varianza para rendimiento del sistema por localidad
2. Análisis de varianza combinado a través de localidades para rendimiento del sistema
3. Prueba de medios mediante rango múltiple de Tukey
4. Análisis económico

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1, se presentan las medias de rendimiento por localidad del sistema de doble surco de maíz y frijol ejotero intercalado, así como,

el rendimiento de cada uno de los componentes de dicho sistema. Siendo el maíz, base de los sistemas de producción en la región y para efectos de análisis se realizó peso equivalente del frijol ejotero a maíz.

Los análisis estadísticos que se utilizaron en la toma de decisiones fueron los análisis de varianza individual por localidad y combinado a través de localidades para la variable rendimiento del sistema, los cuales se anotan en los Cuadros 2 y 3. En el Cuadro 4 se presenta el análisis de varianza individual y combinado de los tratamientos en bloques al azar, dado a que los tratamientos en el diseño de parcelas divididas no mostró significancia para la interacción variedad x ancho de surco, por lo que se deduce que los tratamientos actúan en forma independiente y allí se observa diferencia altamente significativa entre tratamientos a través de localidades. Los coeficientes de variación para cada uno de los factores en estudio para la variable rendimiento por localidad y combinado, nos permite confiabilidad en los resultados.

En el Cuadro 1, se observan las medias de rendimiento del sistema y de los del mismo, así como la variación en rendimiento en relación al tratamiento tradicional de maíz sembrado a 1 m entre surco.

El análisis combinado del sistema a través de localidades, detecta diferencias altamente significativas y por medio de la prueba de medias con el comparador de Tukey, indica que los tratamientos con la variedad Don Marshall con distanciamientos de ancho de calle de 2 y 1.6 m y la variedad Chanín con 2 m, presentan rendimientos estadísticamente similares con 10230, 9227 y 8219 kg/ha respectivamente, los cuales superan en rendimiento al tratamiento de 1 m que es el sistema de monocultivo que se utiliza en variedades precoces en más del 200%.

Dentro de las variables respuesta se observó que la incidencia de enfermedades en el frijol ejotero fue más severa en los tratamientos con ancho de calle de 1.2 m que con mayor ancho, afectando en especial: mildiu del frijol (*Erysiphe phaseoli*) y antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*), y las características agronómicas para las variedades de maíz permanecieron estables al efecto de los diferentes ambientes.

Para corroborar la información que proporcionó el análisis estadístico y observar el comportamiento de cada tratamiento en estudio, se realizó un análisis de tipo económico de experimentos agronómicos, el cual está en función de los costos variables de cada uno de los tratamientos. (6)

El análisis requiere el desarrollo de un presupuesto parcial y de un análisis de dominancia e incremental (Cuadro 7) posteriormente, el análisis marginal. En este estudio, esta última fase no se realizó por no estar definidas algunas consideraciones para nuestro medio.

Los resultados se resumen en el Cuadro 7 y Gráfica 1, se observa que el tratamiento del sistema con la variedad Don Marshall y Chanín, con ancho de calle de 2 m, presentan el mejor rendimiento con 9225 kg/ha. El tratamiento con ancho de calle de 1.6 m, aumenta su costo variable y disminuye su ganancia en comparación con el tratamiento que anteriormente se señaló. El tratamiento testigo en monocultivo expresó el rendimiento y beneficio neto menor que los restantes tratamientos y

un agricultor, al cambiar de tecnología al utilizar el ancho de calle de 2 m incrementa los costos en Q 302, pero aumenta la ganancia en Q 2809, lo cual equivale a que por Q 1 que invierte estará recibiendo Q 14.87.

#### CONCLUSIONES

1. La mejor alternativa para incrementar la producción del sistema de doble surco de maíz con frijol ejotero, resultó con las variedades Don Marshall y Chanín, con surcos de frijol ejotero intercalado en calles de 2 m.
2. Con esta alternativa, el sistema produjo 9225 kg/ha y el sistema tradicional de maíz en monocultivo, 3144 kg/ha, superándolo con 6081 kg.
3. Con el rendimiento extra de 6081 kg/ha que produce la nueva alternativa el costo adicional por sembrar este sistema incrementa los costos variables en Q 293 por hectárea por concepto de insumos y mano de obra, manteniendo el sistema propuesto, la rentabilidad.
4. La tecnología propuesta se considera adecuada para la producción de maíz en zonas agrícolas minifundistas y uso intensivo de la tierra.

#### BIBLIOGRAFIA

1. INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Surcos dobles de maíz. Folleto Técnico. Guatemala, 1980.
2. INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Informe Técnico 1977. Prueba de Tecnología, Región V. Chimaltenango. Guatemala. 104 p.
3. INSTITUTO DE SISMOLOGIA, VULCANOLOGIA, METEOROLOGIA E HIDRAULICA, 1984. Datos Meteorológicos. Guatemala. 213 p.
4. GUDIEL, V. M. Manual Superb. VI Edición. Lit. Modernas. Guatemala, 1987. 394 p.
5. LITTLE, M. y Hills, J. Métodos estadísticos para la investigación en la agricultura. Trad. por Anatolio de Paula Crespo. Ed. Trillas, México, 1979.
6. SANCHEZ, P.A. Suelos del trópico. Trad. por Edilberto Camacho. San José, Costa Rica, IICA, 1981. 634 p.
7. SIMMONS, CH., Tárano, M. y Pinto. Clasificación de reconocimientos de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado. Guatemala, J. de Pineda Ibarra, 1959, 1000 p.

Cuadro 1. Medias de rendimiento en kg/ha para componentes del sistema.

Tratamiento Variedad	Ancho Calle	Localidad						
		Chimaltenango				El Tejar		
		Maíz	Frijol Ejotero	Sist.	Maíz	Frijol Ejotero	Sist.	X Sist.
<u>Chanín</u>	2.0 m	2937	2899	10183	2080	1625	6255	8219
	1.6 m	3369	1823	8088	2938	1686	7272	7680
	1.2 m	3760	857	5978	3516	1214	6647	6312
	1.0 m	2786	0	2786	3259	0	3259	3023
<u>Don Marshall</u>	2.0 m	3611	2891	11096	3026	2467	9365	10230
	1.6 m	3774	1902	8697	3660	2372	9758	9228
	1.2 m	4277	810	6372	4316	1309	7681	7027
	1.0 m	2690	0	2690	3845	0	3845	3268

Sistema: Pesos equivalentes

Precio Maíz: Q 0.51 kg

Precio Frijol ejotero: Q 1.32 kg

Cuadro 2. Análisis de varianza individual por localidad, para la variable rendimiento del sistema.

F. V.	LOCALIDAD	
	Chimaltenango	El Tejar
Variedad	N.S.	*
Ancho Surco	**	**
Var. x Ancho Surco	N.S.	N.S.
% C. V. (Var.)	10	13
% C. V. (Ancho Surco)	14	24

Cuadro 3. Análisis de varianza combinado a través de localidades para la variable rendimiento del sistema.

F. V.	Significancia
Localidades (A)	N.S.
Variedad (B)	**
A x B	*
Ancho Surco (C)	**
B x C	N.S.
A x C	**
A x B x C	N.S.
% C. V. (Var.)	12
% C. V. (Ancho Surco)	19

\* Significativo 5%

\*\* Significativo 1%

N.S. No significativo

Cuadro 4. Análisis de varianza para la variable rendimiento del sistema.

F. V.	Chimaltenango	El Tejar	Combinado
Tratamiento	**	**	**
Loc. x Trat.			*
% C. V.	13	23	18

\* Significativo 5%; \*\* Altamente significativo 1%

Cuadro 5. Prueba de medias a través de localidades por el comparador de Tukey.

Tratamiento	Ancho Surco	Rend. Sistema kg/ha
Don Marshall	2 m	10230 a
Don Marshall	1.6 m	9727 a b
Chanín	2 m	8219 a b c
Chanín	1.6 m	7680 b c
Don Marshall	1.2 m	7027 b c
Chanín	1.2 m	6312 c
Don Marshall	1 m	3267 d
Chanín	1 m	3022 d

Tukey 0.05

Cuadro 6. Características agronómicas de las variedades de maíz en el sistema.

Variedad	Ancho Surco	Días Flor	Altura cm Plta.	% Mzc. Raíz	% Acame Tallo	kg/ha Sist.	% Mzc. Pod.	% Desc. Prol.
Don Marshall	2.0 m	104	208	106	0	2	10230	3 4 2
	1.6 m	103	208	102	1	2	9227	3 3 0
	1.2 m	105	202	90	1	2	7027	3 3 3
	1.0 m	103	190	78	2	2	3267	4 3 0
Chanín	2.0 m	103	204	88	1	4	8219	5 5 3
	1.6 m	102	216	109	0	5	7680	4 4 10
	1.2 m	102	213	112	2	4	6312	5 3 3
	1.0 m	104	201	96	1	3	3023	7 6 0

Cuadro 7. Análisis Económico para la variable rendimiento.

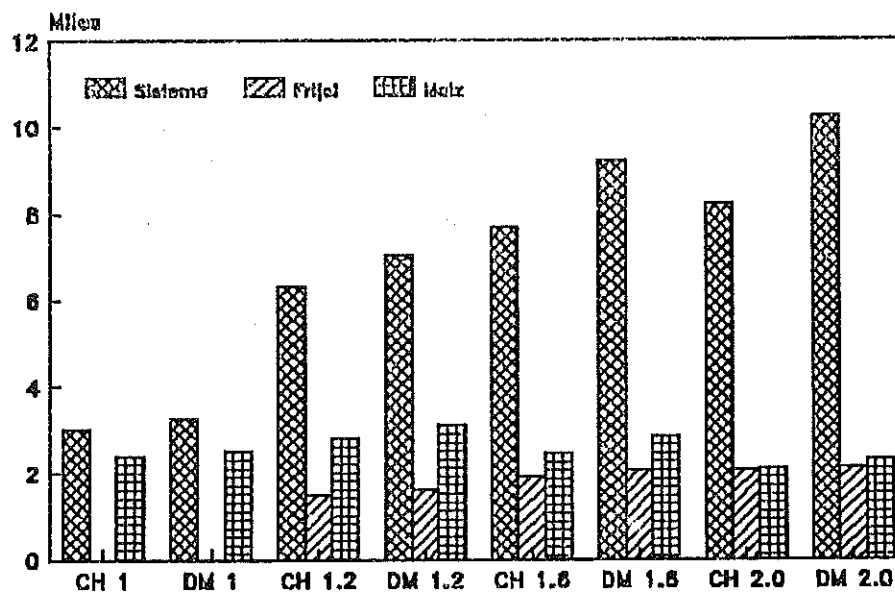
## 1. Presupuesto parcial.

Concepto	T R A T A M I E N T O S					
	Don Marshall			Chanín		
Variedad	2 m	1.6 m	1.0 m	2 m	1.6 m	1 m
Ancho Calle						
Rend. kg/ha	9225	9225	3144	9225	7680	3144
Precio kg (Q.51)						
Benef.Bruto (Q/ha)	4705	4705	1603	4705	3917	1603
Cost.Variables(Q/ha)	1070	1079	777	1070	1079	777
Benef. Neto (Q/ha)	3635	3626	826	3635	2838	826

2. Análisis de dominancia e incremental.

Variedad	Ancho Calle	BN Q/ha	CV Q/ha	Carac.	TMRC %
Don Marshall	1 m	826	777		-
Chanín	1 m	826	777		-
Don Marshall	2 m	3635	1070		1487
Chanín	2 m	3635	1070		1487
Don Marshall	1.6 m	3626	1079	D	
Chanín	1.6 m	2838	1079	D	

1 Dólar = Q 2.70



Ancho de calle y rendimiento en el sistema

Figura 1. Evaluación doble surco de maíz y frijol ejotero intercalado en ancho de calle.

## EVALUACION DE DOS TIPOS DE LABRANZA EN EL SISTEMA MAIZ Y FRIJOL EN RELEVO

A.R. Valdivia\* , A. Pitty\*\* , J. Marenco\*\*\* y K.L. Andrews\*\*\*\*

En 1987 y 1988 se evaluaron dos tipos de labranza en el sistema maíz y frijol en relevo en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. Se determinó el comportamiento agronómico del sistema maíz y frijol en relevo, y la incidencia de plagas invertebradas, malezas y patógenos. Se utilizó un diseño completamente al azar con ocho repeticiones y dos tratamientos, labranza convencional y labranza cero.

En primera la maleza predominante en labranza cero fue *Ipomoea* spp. y en labranza convencional no hubo. En postrera *Ageratum conyzoides* en ambas labranzas.

El número de larvas de gallina ciega *Phyllophaga* spp. fue significativamente mayor en labranza cero en 1988. Labranza cero mostró un efecto sobre las infestaciones de gusano cogollero *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) siendo estas mayores en labranza convencional en 1987 y 1988. Las poblaciones de babosas *Sarasinula plebeia* (Fischer) fueron en promedio 0.29 babosas siendo menor en convencional con 0.12 babosas en promedio en 1987 y 1988. En 1987 no hubieron diferencias en el número de adultos de chicharrita del frijol *Empoasca kraemeri* (Ross & Moore). El rendimiento de maíz en 1987-1988 fueron de 23% y 21.7% mayor en labranza convencional debido a que esta tuvo 10 y 15% mas de plantas y mazorcas en 1988. El rendimiento de frijol en 1987 fue de 57% mayor en labranza convencional.

Palabras claves: labranza convencional, labranza cero, plagas insectiles, babosa, patógenos, maíz, frijol.

### INTRODUCCION

El maíz y el frijol son los granos básicos más importantes de la dieta diaria del agricultor Centroamericano. La manera de sembrarlo varía entre los agricultores, ya que algunos lo hacen mecanizados y otros con el uso del espeque. En Honduras, la mayoría de los pequeños agricultores siembran maíz en primera y frijol en relevo en postrera, creando la necesidad de estudiar diferentes tipos de labranza para determinar las ventajas y desventajas sobre el sistema de labranza convencional.

Los objetivos planteados fueron determinar: 1) el comportamiento agronómico del sistema de maíz y frijol en relevo en labranza convencional y cero, 2) las poblaciones de plagas insectiles, moluscos,

\* Ing. Agr. Departamento de Protección Vegetal (DPV). Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano, Apartado 93, Tegucigalpa, Honduras, C.A.; \*\* PhD, DPV-EAP; \*\*\* Agrónomo, DPV-EAP y \*\*\*\* PhD, Jefa DPV-EAP y Profesor Asociado, Departamento de Entomología y Nematología, Universidad de Florida, Gainesville, Fl 32611, EUA.

malezas y patógenos en el sistema maíz y frijol en relevo, y 3) evaluar económicamente los dos tipos de labranza desde el punto de vista de fitoprotección.

#### REVISION DE LITERATURA

Shenk et al. (1987) definen labranza cero como la siembra de cultivos sin efectuar una preparación físico-mecánica del suelo. La labranza convencional la definen como el uso de arados, rastras y/u otros implementos para la remoción del suelo como medida de preparación del terreno para la siembra.

Senuta (1987) señala que la introducción de nuevas prácticas tales como labranza cero involucran nuevos productos, equipo y la programación del uso de la tierra es tan complejo que sustituir semilla de un nuevo cultivar. El incremento en porcentaje de labranza de conservación es debido a que prefieren disminuir área del total bajo producción. Al mismo tiempo indica que en 1986 el incremento de área sembrada bajo labranza de conservación fue de 32.9% del total y en 1982 fue solamente el 24%.

Saunders (1985) en Costa Rica indicó que la incidencia del cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J. E. Smith), fue menor en las parcelas de labranza cero con residuos sobre el suelo y con cañas de maíz erectas, incrementándose cuando se eliminaron los residuos de cosecha bajo labranza cero. Varios autores (Saunders, 1985; Shenk y Saunders, 1981), comparando dos sistemas de labranza con y sin aplicación de insecticida, encontraron que el daño causado por el cogollero en la labranza cero se redujo cuando se le comparó con campos arados.

Fisher et al. (1987) encontraron mayor incidencia de babosas en parcelas sin arar, lo cual obligó a realizar aplicaciones de cebo para su control, lo cual no ocurrió en las parcelas aradas.

Ellos atribuyeron la incidencia al alto contenido de humedad y residuos presentes en el terreno que son propicios para las babosas.

Maldonado (1980) indicó que en la época seca los rendimientos de maíz fueron mayores en terrenos sin labranza, comparado con labranza convencional, pero en la época lluviosa los rendimientos fueron similares. En Honduras, Fisher et al. (1987) indicaron que los rendimientos de maíz y frijol en labranza convencional fueron mayores en un 36% y 77% respectivamente, en comparación con la labranza cero porque las parcelas bajo labranza cero se mantuvieron anegadas de agua.

Shenk (1980) encontró en varios sistemas de labranza, que el control de malezas más económico en el cultivo de maíz fue la aplicación doble de paraquat 0.4 kg ia/ha en presiembra y 0.2 kg ia/ha 22 días después de la siembra. Sin embargo, la aplicación de glifosato a 1.5 kg ia/ha, a pesar de ser más caro, controló mejor las malezas.

## MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en 1987 y 1988 en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, con una elevación de 800 msnm. Este lote se sembró por primera vez en 1987 con maíz y frijol en relevo. Se utilizó parcelas completamente al azar con seis y ocho repeticiones en 1987 y 1988, los tratamientos fueron: 1) labranza convencional que consistió de un pase de arado, tres pases de rastra y nivelado y 2) labranza cero que consistió de una aplicación de glifosato + urea 46% NS 2.3 kg/ha en 1987 y glifosato a razón de 1.44 kg ia/ha 18 días antes de la siembra en 1988.

Del 9 al 14 de Junio se realizó la siembra de maíz con la variedad Sintética Tuxpeño (1987) e híbrido H-27 (1988). Se sembró a una distancia de 0.90 m entre surco y 0.45 m entre postura, colocando dos o tres semillas por postura. El tamaño de la parcela fue de 15x50 m y 20x54 m y el área útil de 12x40 m y 16x50 m. El maíz se fertilizó a la siembra con 90 kg/ha de 18-46-0 y urea 46% N 30 días después de la siembra del maíz (DDSM) en 1987 y 90 kg/ha de 18-46-9, 45 kg/ha de urea 46% N a los 35 DDSM y 45 kg/ha de urea 46% N a los 50 DDSM en 1988.

Se realizó la deshoja de la parte inferior de la planta de maíz cuando se encontraba en estado de elote, se sembró frijol de la variedad Cuarenteño de grano rojo y 70 días a cosecha a mediados de Septiembre utilizándose parcelas de 10x15 m. Este período presentó sequía durante el crecimiento y desarrollo del frijol. En 1988 se deshojó y se sembró frijol de la variedad Catrachita entre el 20 y 35 de Septiembre, pero debido a las malas condiciones climáticas la siembra no se efectuó uniformemente en labranza convencional y cero, encontrándose las parcelas parcialmente anegadas por el exceso de lluvias. Todas las siembras se realizaron con espeque.

Manejo y muestreo de malezas. Se aplicó atrazina + alachlor + Paraquat (1+1.5+0.4 kg ia/ha) inmediatamente después de la siembra del maíz para el control de malezas de hojas anchas y gramíneas. Se aplicó glifosato 0.72 ia/ha y Paraquat 0.1 kg ia/ha a los 37 DDSM en labranza cero, en 1988. En el muestreo de malezas, se marcaron previamente dos áreas de 0.5 m<sup>2</sup> por parcela, contándose la cantidad y tipo de malezas presentes.

Gallina ciega, *Phyllophaga* spp. Se realizaron cuatro muestreos de suelo de 25x25x25 cm, tomándose cuatro muestras de suelo a los 10 días antes de la siembra del maíz (DASM) y seis muestras a los 10, 35 y 65 DDSM. Se revisaron las muestras visualmente y se contaron el número de larvas por muestra de suelo en 1988.

Gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith). Se realizaron diez muestreos de 50 plantas en cinco lugares en 1987 y ocho muestreos de 30 plantas de maíz en tres lugares diferentes de cada parcela en 1988, determinándose el porcentaje de plantas infestadas a los 16, 20, 24, 27, 31, 34, 37, 41, 45 y 49 DDSM (1987) y 10, 14, 20, 24, 28, 36, 41 y 49 DDSM (1988).

Babosa del frijol *Sarasinula plebeia* (Fisher). Se realizaron once en 1987 y seis muestreos en 1988 del número de babosas/postura de cebo,

poniendo 10 posturas por parcela de 5 g cada una 1, 7, 12, 21, 28, 35, 37, 44, 51, 58 y 65 DDSM en 1987 y 38, 50, 57, 66, 73 y 81 DDSM en 1988. Se aplicó con metaldehído por las tardes y se revisó a la mañana siguiente. Se utilizó nivel crítico de 1 babosa por postura de cebo en primera y 0.5 babosa por postura en postrera (Andrews) y Barleta, 1985).

Gusano medidor, *Mocis latipes* (Gueéñée). Se revisaron tres en 1987 y dos muestras en 1988 de 1 m<sup>2</sup> cada una por parcela en el maíz, contándose el número de larvas/m<sup>2</sup> de gusano medidor a los 50 y 60 DDSM en 1987 y 36 DDSM en 1988.

Barrenador del tallo, *Diatraea* spp. Se realizó un muestreo destructivo de 20 plantas por parcela determinándose el por ciento de plantas infestadas a los 56 DDSM en 1988.

Chicharrita del frijol, *Empoasca Kraemeri* (Ross & Moore). Se realizaron cinco muestreos de 50 plantas en cinco lugares diferentes de cada parcela en 1987, contándose el número de adultos por planta a los 10, 17, 24, 31 y 38 días después de la siembra del frijol (DDSF).

Picudo de la vaina del frijol, *Apion godmani* (Wagner). En 1987 se cosecharon 50 vainas por parcela determinándose el porcentaje de vainas infestadas y granos dañados.

Muestreos de maíz. Se contó el número de plantas, número de mazorcas a la cosecha, altura de plantas a los 10 y 31 DDSM, peso de 1000 granos, el número de mazorcas dañadas por *Diplodia maydis* según escala de maíz muerto (4-5), y el rendimiento en t/ha tomándose cuatro muestras de 10 m<sup>2</sup> por parcela a la cosecha.

Muestreos de frijol. En 1987 se recogieron 50 vainas y se contó el número de granos por vaina y el peso de 1000 granos de frijol. El rendimiento se determinó cosechando cuatro muestras por parcela de 10 m<sup>2</sup> cada una. En 1988 no se pudo realizar evaluaciones por no haber realizado uniforme la siembra.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Malezas. Las especies prevalecientes en labranza cero en la época de primera fueron *Ipomoea* spp. y en menor grado *Hyparrhenia ruffa* y *Digitaria* spp. En labranza convencional no se presentaron malezas. En la época de postrera predominó en ambas labranzas *Ageratum conyzoides* y en menor grado *Bahia recta*. Esto se debe a que en la época de primera se manejaron con herbicida resultando un buen control, lo cual no permitió el apareamiento de numerosas especies, por lo que no se contó el número de malezas/m<sup>2</sup>.

Gallina ciega. Se detectaron diferencias altamente significativas (P 0.01) entre los tratamientos a los 10 DASM y 10, 35 y 65 DDSM, teniendo labranza cero mayor número de larvas por muestra de suelo en 1988 (Cuadro 1), debido posiblemente a que en labranza convencional se destruyen huevos y larvas de gallina ciega durante la preparación del

suelo, además de que se elimina fuente de alimento, no así en labranza cero (Valdivia, 1988).

Cuadro 1. Número de larvas de *Phyllophaga* spp. en muestreos de suelo bajo dos tipos de labranza en el sistema maíz - frijol en relevo en 1988.

Labranza	DASM <sup>a</sup>	D	D	S	M <sup>b</sup>
	10	10		35	65
Cero	1.0	1.3		1.0	0.50
Convencional	0.1	0.7		0.0	0.04

\*\*<sup>c</sup>      \*\*                      \*\*                      \*\*

<sup>a</sup> = días antes de la siembra del maíz

<sup>b</sup> = días después de la siembra del maíz

<sup>c</sup> = altamente significativo (P 0.01)

Gusano cogollero. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el porcentaje de plantas infestadas a los 16,31,34,37, 41 y 45 DDSM, pero sí se detectaron diferencias altamente significativas (P 0.01) a los 20, 27, y 49 DDSM y diferencias significativas (P 0.05) a los 24 DDSM (Figura 1). El promedio total fue de 19.7% en labranza cero y 31.0% en labranza convencional mostrándose que labranza cero tiene efecto en mantener baja la plaga (1987). En 1988 se detectaron diferencias significativas (P 0.05) a los 10 y 20 DDSM entre los tratamientos siendo mayor el porcentaje de plantas infestadas en labranza convencional (Figura 2). No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) a los 14,24,28,36, 41 y 49 DDSM (Figura 2). Se realizó una aplicación de phoxin al cogollo 25 DDSM debido a que alcanzó nivel crítico de 40% en labranza convencional presenta mayor porcentaje de plantas infestadas (1988). En general las infestaciones de gusano cogollero fueron más bajas en labranza cero en 1987 y 1988, lo cual confirma lo reportado por otros investigadores (Saunders, 1985; Fisher et al. 1987 y Valdivia, 1988) que labranza cero tiene efecto en las poblaciones de gusano cogollero.

Babosa del frijol. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el número de babosas por postura a 1, 7, 14, 20, 35, 37, 44, 51 y 65 DDSM en 1987 siendo en general mayor en labranza cero (Figura 3). En 1988, se detectaron diferencias altamente significativas (P 0.01) a los 38 DDSM siendo mayor el número de babosas en labranza cero que en labranza convencional (0.6 y 0.04) respectivamente. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) a los 50, 57, 66 y 73 DDSM. Se detectaron diferencias significativas (P 0.05) a los 81 DDSM mostrándose mayor el número de babosas en labranza cero (Figura 4) aplicándose cebo ya que alcanzó nivel crítico.

Estas diferencias son debido a que labranza cero presenta mayor cantidad de rastros y fuente de alimento para la babosa lo cual la favorece

(Valdivia, 1988). De igual manera Fisher et al. (1987) reportó que labranza cero presenta mayores poblaciones de babosas.

Barrenador del tallo. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) entre los tratamientos, teniendo labranza cero 7.5% y labranza convencional 8.1% de plantas infestadas del tallo a los 56 DDSM en 1988.

No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el número de larvas del gusano medidor a los 50 y 60 DDSM en 1987, pero debido a que sus poblaciones eran altas 62 y 72 larvas/m<sup>2</sup> en labranza cero y convencional se aplicó clorpyrifo (0.5 kg ia/ha) a los 50 DDSM para su control encontrándose 60 DDSM 7.3 en labranza cero y 7.9 larvas/m<sup>2</sup> de gusano medidor. En 1988, se detectaron diferencias significativas (P 0.05) entre los tratamientos encontrándose mayor número de larvas/m<sup>2</sup> (6.1) en labranza cero y 0 larvas/m<sup>2</sup> de gusano medidor en labranza convencional a los 36 DDSM las cuales no causaron daño al maíz debido a que sus poblaciones eran bajas.

Chicharrita del frijol. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) entre los tratamientos a los 10, 17, 24, 31 y 38 DDSM en 1987 (Cuadro 2). A los 17 DDSM se alcanzó nivel crítico de 3 adultos aplicándose metamidofos (0.6kg ia/ha).

Picudo de la vaina del frijol. En 1987 el porcentaje de vainas infestadas y granos fue de 2.5 y 0.6% en labranza cero y 3.0 y 0.8% en labranza convencional, respectivamente estas diferencias no fueron significativas.

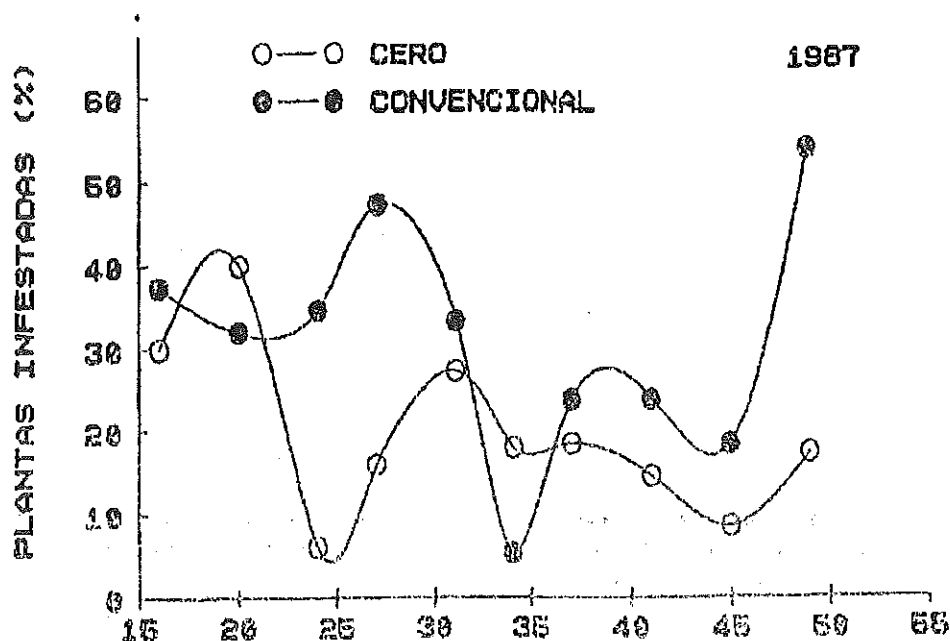


Figura 1. Poblaciones de *S. frugiperda* en dos tipos de labranza en el sistema de maíz y frijol en relevo.

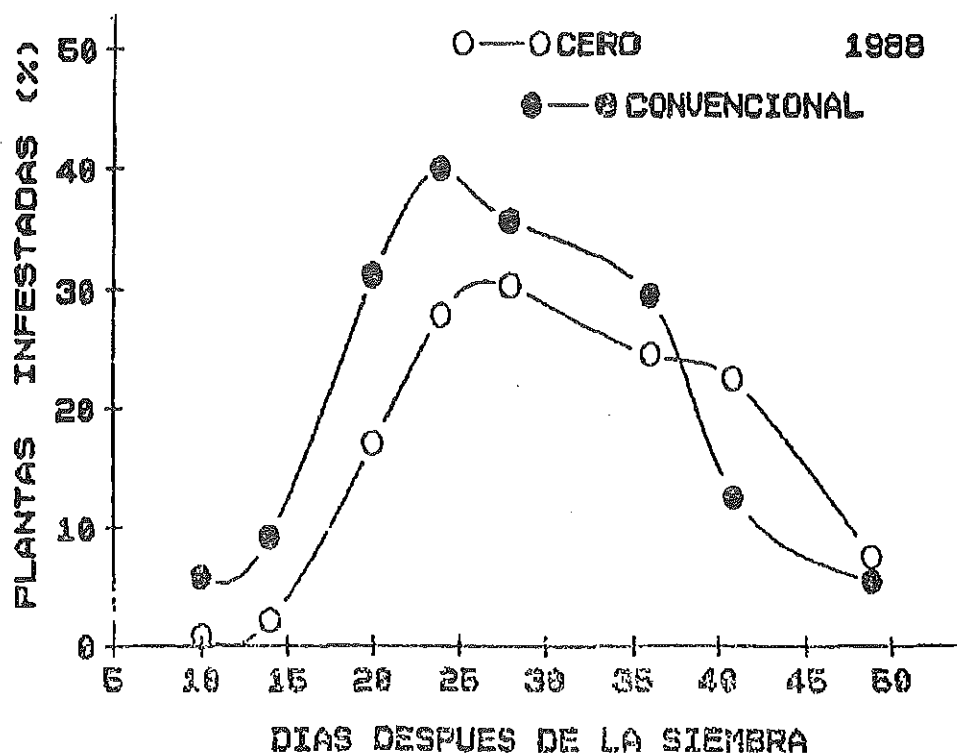


Figura 2. Poblaciones de *S. frugiperda* en dos tipos de labranza en el sistema de maíz y frijol en relevo.

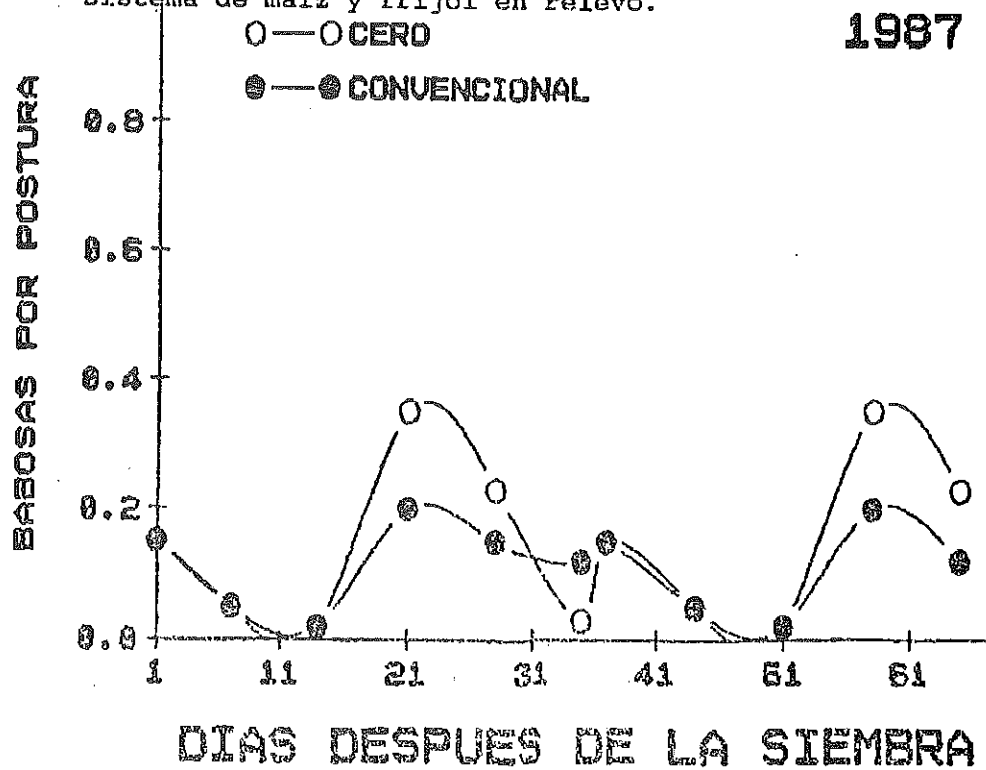


Figura 3. Poblaciones de *S. plebeia* en dos tipos de labranza en el sistema de maíz y frijol en relevo.

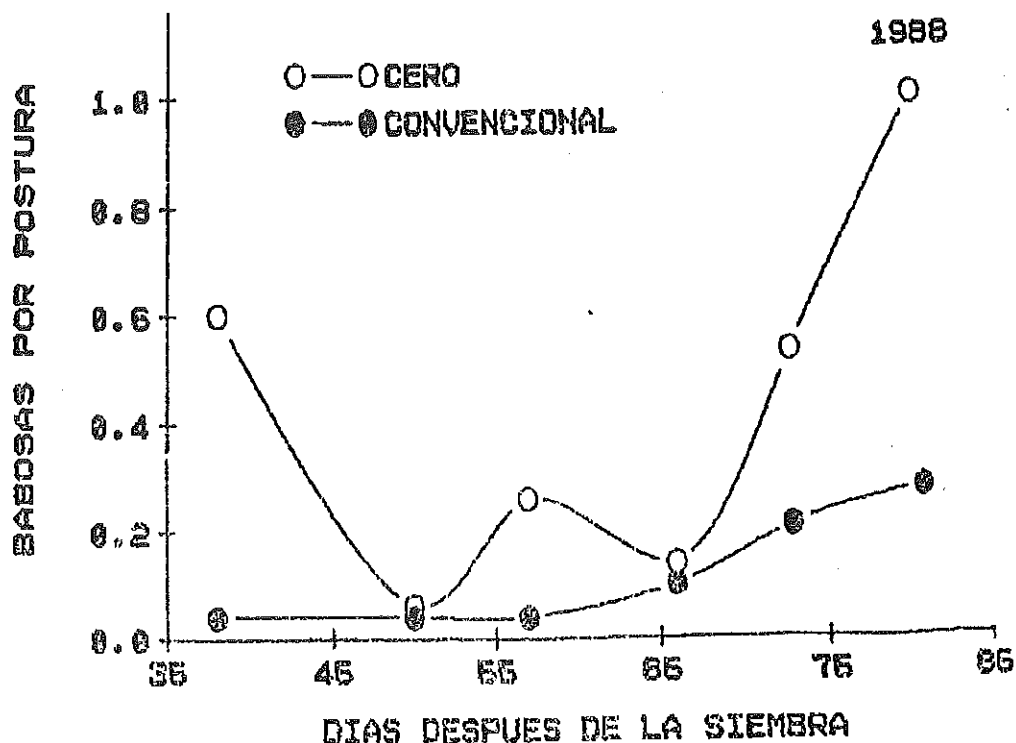


Figura 4. Poblaciones de *S. plebeia* en dos tipos de labranza en el sistema de maíz y frijol en relevo.

Cuadro 2. Número de adultos de *E. kraemeri* por planta de frijol en 1987

	D	D	S	F <sup>a</sup>	
Labranza	10	17	24	31	38
	Número				
Cero	0.77	3.8	0.08	0.13	0.08
Convencional	0.81	3.9	0.06	0.10	0.06
	NS <sup>b</sup>	NS	NS	NS	NS

<sup>a</sup> = días después de la siembra del frijol

<sup>b</sup> = no significativo (P 0.05)

Respuestas agronómicas del maíz. Se detectaron diferencias altamente significativas (P 0.01) entre el número de plantas siendo 10% mayor en labranza convencional. Se detectaron diferencias significativas (P 0.05) entre rendimientos siendo 23% mayor en labranza convencional. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el número de mazorcas entre tratamientos, pero se observó un 12% mayor en labranza convencional en 1987. Se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el número de mazorcas muertas por *D. maydis* siendo menor en labranza cero (Cuadro 3).

Cuadro 3. Respuestas agronómicas del maíz bajo dos tipos de labranza en el sistema maíz y frijol en relevo en 1987.

Labranza	Ptas x1000	Mazorcas	t/ha <sup>a</sup>	Mazorcas/ <sup>b</sup> Diplodia x1000
	Número			número
Cero	48	38	3.6	3.0
Convencional	53	43	4.7	4.9
	**	NS <sup>d</sup>	* <sup>e</sup>	*

- a = corregido al 14% de humedad  
 b = mazorcas muertas según escala 4-5  
 c = altamente significativo (P 0.01)  
 d = no significativo (P 0.05)  
 e = significativo (P 0.05)

Respuestas agronómicas del maíz. Se detectaron diferencias significativas (P 0.05) entre el número de plantas siendo 9% mayor en labranza convencional. Diferencias altamente significativas (P 0.01) entre en el número de mazorcas a la cosecha siendo 14.8% mayor en labranza convencional que en labranza cero. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el peso de 1000 granos de maíz. Se detectaron diferencias significativas (P 0,05) en el rendimiento siendo 21.7% mayor labranza convencional. Esto se deben a que a la cosecha en labranza convencional habían más plantas y mazorcas por hectárea (Cuadro 4). En altura de plantas no se dectaron diferencias significativas (P 0.05) a los 10 y 31 DDSM entre labranza cero y convencional en 1988.

Cuadro 4. Respuestas agronómicas del maíz bajo dos tipos de labranza en el Sistema maíz y frijol en relevo en 1988.

Labranza	Ptas x1000	Mazor	Altura DDSM	Ptas	Peso t/ha 1000 Gran.	Mazor Diplod. x1000
Cero	47	46	5.0	28.2	232 3.6	1.2
Convencional	52	54	4.3	28.0	2411 4.6	0.6
	* <sup>c</sup>	** <sup>d</sup>	ns <sup>e</sup>	ns	ns	*

- a = corregido al 14% de humedad  
 b = mazorcas dañadas según escala 4-5  
 c = significativo (P 0.05)  
 d = altamente significativo (P 0.01)  
 e = no significativo (P 0.05)

Respuestas agronómicas del frijol. Se detectaron diferencias significativas (P 0.05) entre tratamientos en el número de granos por vaina siendo 10% mayor labranza convencional. En peso de 1000 granos no

hubieron diferencias significativas (P 0.05). En rendimiento de frijol se encontraron diferencias altamente significativas (P 0.01) siendo 57% mayor en labranza convencional en 1987 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Respuestas agronómicas del frijol bajo dos tipos de labranza en el sistema maíz y frijol en relevo en 1987.

Labranza	Granos/Vainas	Peso 1000	t/ha <sup>a</sup>
	Número	Granos -g-	
Cero	4.5	187	0.27
Convencional	5.0 * <sup>b</sup>	197 NS <sup>c</sup>	0.63 ** <sup>d</sup>

<sup>a</sup> = Corregido al 14% de humedad

<sup>b</sup> = significativo (P 0.05)

<sup>c</sup> = no significativo (P 0.01)

<sup>d</sup> = altamente significativo (P 0.01)

Al realizar el análisis económico se encontró que el mejor tratamiento fue labranza convencional ya que tuvo una tasa de retorno más alta, es decir el beneficio obtenido por cada unidad invertida (Lempira) con relación al tratamiento de labranza cero (Cuadro 6). En labranza cero los costos totales variables fueron superiores por el uso de herbicidas de alto costo como glifosato. Se encontró que labranza convencional fue 36.6% mayor que labranza cero en los beneficios netos totales. Esto fue debido a que se obtuvo mayor rendimiento y menos costos totales variables en labranza convencional en 1988.

Cuadro 6. Presupuesto parcial para dos tipos de labranza en el sistema maíz - frijol en relevo en 1988.

Labores	Costo/ha Labranza	
	Cero	Convencional
<b>Rendimientos</b>		
Maíz t/ha	(Lps.467/t 3.6	4.6
Beneficio Bruto	Lps. 1681	2148
<u>Costos Variables</u>		
Preparación de suelo	0	130
Dique	0	20
Herbicidas <sup>a</sup>	284	0
Insecticidas <sup>b</sup>	0	45
Cebo <sup>c</sup>	18	0
Aplicación de herbicidas	163	0
Insecticidas	0	53
Cebo	13	0
Costos Variables Totales	478	248
Beneficios netos totales	1204.0	1900.0

<sup>a</sup> = Glifosato 4.5 l

    Paraquat 1.5

<sup>b</sup> = Phoxin 25 lb

<sup>c</sup> = 25 lb

## CONCLUSIONES

La incidencia de gallina ciega fue mayor en labranza cero. En labranza cero la infestación de maíz por gusano cogollero tendió a ser menor en ambos años. La infestación de babosa fue mayor por lo que se debe tener cuidado con las siembras de frijol en la época de postrera.

En ambas labranzas la infestación de barrenador del tallo, fue similar en 1988; chicharrita del frijol y picudo de la vaina en 1987.

Las infestaciones de gusano medidor fueron altas en 1987 en las dos labranzas; pero en 1988 fue mayor en labranza cero.

Los rendimientos de maíz fueron 23.4 y 21.7% superiores en labranza convencional en 1987 y 1988, y en frijol 57% más en 1987. La labranza convencional presentó la mejor tasa de retorno marginal.

## LITERATURA CITADA

- 1) ANDREWS, K.L. y H. BARLETTA. 1985. Los secretos de la babosa. Control en primera. Parte 2. Publicación MIPH-EAP # 48. 14p.
- 2) FISHER, R., O. PANIAGUA, A. RUEDA e I. NAVARRETE. 1987. Efectos biológicos y económicos de dos tipos de labranza del suelo y de manejos de malezas en el sistema maíz - frijol. MIPH-EAP # 119. Trabajo presentado en la XXXIII Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala, Guatemala, 12p.
- 3) MALDONADO, M. A. 1980. Evaluación agroeconómica y energética de la capacidad de sustitución de diferentes métodos de laboreo a distintos niveles de fertilización nitrogenada en sistemas de maíz y frijol. Tesis Mag. Sc. Costa Rica. UCR/CATIE. 112 P. (Citado por Paniagua, 1982).
- 4) SAUNDERS, J. L. 1985. Labranza y el cogollero. CEIBA 26(1):186-193.
- 5) SENUTA, A. 1987. Re-finining the future of conservation tillage Agrochemical Age. November. 31(10): 12-13.
- 6) SHENK, M. 1980. Reporte anual. Proyecto combate de malezas. Oregon State University. Turrialba, Costa Rica. CATIE/USAID. 21p.
- 7) SHENK, M. A. FISHER, y B. VALVERDE. 1987 Principios básicos sobre el manejo de las malezas. MIPH-EAP, IPPC-OSU. Tegucigalpa. 315p.
- 8) SHENK, M. D. y J. L. SAUNDERS. 1981. Insect population responses to vegetation management systems in tropical maize production. In: No tillage crop production in the tropics IPPC, Oregon State University, Corvallis, Oregon.
- 9) VALDIVIA, A. R. 1988. Evaluación de dos tipos de labranza y dos manejo de rastros en el sistema maíz y frijol en relevo.

Trabajo presentado en la VI Semana Científica del 24-28 de octubre de 1988, Tegucigalpa, Honduras. 26p.

EFFECTO DE LA LABRANZA EN LAS POBLACIONES DE BABOSA (*Sarasinula plebeia* Fischer) Y GALLINAZA CIEGA (*Phyllophaga* spp.) EN MAIZ Y FRIJOL EN RELEVO

J. Vega\* , A. Pitty\*\* y A. R. Valdivia\*\*\*

INTRODUCCION

El sistema de cultivar maíz (*Zea mays*, L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris*, L.) en relevo es muy común en Honduras y Centroamérica. Ambos cultivos tienen problemas con plagas que potencialmente pueden ser dañinas. La babosa es plaga clave en frijol, pero no causa daño al maíz. Durante los primeros 100 días después de la siembra del maíz (DDSM) este molusco se reproduce y desarrolla para causar daño a las plántulas del frijol en relevo al inicio de la época de postrera. Existen evidencias de que los sistemas de labranzas pueden influir en las poblaciones de babosa en la época de postrera, cuando se siembra el frijol de relevo (Fischer et al, 1987; Valdivia, 1988).

La gallina ciega es uno de los insectos más importantes del complejo de plagas del suelo y aunque sus ataques son normalmente esporádicos, localizados y difíciles de predecir; pueden eliminar un cultivo o parte de éste (Andrews, 1984). Debido a que las larvas viven y hacen su daño bajo la tierra, es lógico suponer que la preparación del terreno para la siembra afectará de alguna forma su densidad poblacional, así mismo, cuando se practica el laboreo mínimo, esta mortalidad no es causada, y las poblaciones aumentarán en este tipo de labranza.

En los últimos años se han realizado experimentos bajo condiciones tropicales para evaluar las ventajas y desventajas del laboreo mínimo en el comportamiento agronómico de maíz y frijol en relevo y de sus plagas claves. A partir de estos hechos, se realizó un experimento con el objetivo de determinar la influencia de labranza convencional y mínima en las poblaciones de babosa y gallina ciega.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó entre Junio y Diciembre de 1988 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. El diseño utilizado fue bloques completamente al azar con cuatro repeticiones y dos tratamientos, labranza convencional y labranza mínima. El tamaño de las parcelas fue de 27x35 m siendo el área útil de 20x30 m.

\* Agrónomo. Asistente de Investigación y Enseñanza. Sección de Malezas, Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Apartado Postal 93. Tegucigalpa; \*\* PhD, Jefe Sección de Malezas, Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Apartado Postal 93, Tegucigalpa; \*\*\*\* Ing. Agrónomo, Investigador Sistemas de Labranza. Sección de Malezas, Departamento de Protección Vegetal. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano. Apartado Postal 93, Tegucigalpa, Honduras, C.A.

El terreno donde se practica labranza mínima lleva cuatro años bajo el mismo sistema y los de labranza convencional llevan más de 35 años. Durante los últimos cuatro años se ha cultivado ambas labranzas con maíz y frijol en relevo para hacer los estudios comparativos.

Antes de sembrar el maíz, en labranza convencional se realizó una arada, tres pases de rastras y una nivelación, y en labranza mínima únicamente se chapeó a mano y aplicó Paraquat (1.0 kg ia/ha). La siembra de ambas labranzas se realizó con espeque entre el primero y tres de Junio. Se utilizó el híbrido H-27, sembrándose a 0.9m entre surcos y 0.25 m entre plantas, poniendo 3 semillas por postura. Para el control de malezas en las dos labranzas se usó Atrazina + Alaclor (1.5 + 1.5 kg ia/ha) en preemergencia.

La preparación del terreno para la siembra del frijol en la época de postrera consistió en aplicar paraquat (1.0 kg ia/ha) en ambas labranzas, luego se deshojó el maíz, se realizó una quema rápida y se sembró, con espeque, el ocho de Septiembre. La variedad utilizada fue Catrachita, sembrándose dos surcos de frijol en cada calle de maíz, a 0.40 entre plantas y 0.25 m entre posturas, poniendo 3 semillas por postura.

Se realizaron 14 muestreos de babosa desde los 35 DDSM, hasta los 120 DDSM, (30 después de la siembra de frijol (DDSF). Los muestreos se realizaron usando cebo envenenado con metaldehído. En las tardes se colocaban 20 posturas por parcela (5 g por postura) de cebo envenenado y se contaba el número de babosa muertas al día siguiente temprano por la mañana.

Para determinar las poblaciones de gallina ciega se tomaron ocho muestreos de suelo, desde la siembra del maíz hasta los 149 DDSM. Los tres primeros conteos consistieron en tomar ocho muestras por parcela. En el cuarto conteo se empezaron a tomar 16 muestras por parcela. Cada muestra consistía en contar las larvas de gallina ciega en 0.25x0.25x0.25 m de tierra.

Dada las características de las dos plagas en estudio, los coeficientes de variación en los análisis de varianza resultaron altos. Para reducir esta variación se hicieron transformaciones ( $\sqrt{X + 1}$ , donde X es valor real) y sobre estos datos transformados se presentan los análisis estadísticos. Los gráficos presentados son datos originales.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Las mayores poblaciones de babosas se encontraron en las parcelas de labranza convencional, entre los 65 y los 85 DDSM (Figura 1). A los 77 DDSM se tuvo que hacer una aplicación de cebo envenenado con metaldehído para controlar las poblaciones de babosas en las parcelas de labranza convencional, por que llegaron al nivel crítico de una babosa por postura en la época de primera (Andrews y Barleta, 1985). Esto redujo el número de babosas por postura en el siguiente muestreo aunque siempre fue menor en labranza mínima. Únicamente se detectó diferencia

significativa ( $P < 0.05$ ) a los 84 DDSM, siendo mayor en labranza convencional.

Durante la mayor parte del ciclo de ambos cultivos las parcelas de labranza mínima presentaron mayores poblaciones de malezas de hojas anchas. Esto nos lleva a pensar que la abundancia de alimento preferido por las babosas debió haber aumentado las poblaciones en estas parcelas, pero como no ocurrió así, deducimos que durante este año el alimento no jugó un papel importante en la regulación de las poblaciones de babosas.

Durante los tres primeros años de estudio las poblaciones de babosas fueron siempre mayores en labranza mínima (Fisher et al, 1987 Valdivia, 1988) atribuyendo esto a las mejores condiciones como alberge, alimento y más humedad que la labranza mínima para el desarrollo de esta plaga. Sin embargo, en el cuarto año de estudio, sucedió lo contrario. La cantidad de lluvia caída (Figura 2) durante el año pudo haber incidido en este comportamiento, ya que los temporales anegaron los campos con agua y como labranza mínima tiene menor drenaje, se detectaron menores poblaciones en esta labranza.

Existe la posibilidad de que lo sucedido en el cuarto año de estudio, 1988, se deba a la acción de enemigos naturales. Hay evidencia de que algunos insectos y nematodos tienen mayores poblaciones en labranza mínima que en convencional (Blevins et al, 1984). Es posible que los enemigos naturales de las babosas hayan ido incrementándose durante los tres primeros años en labranza mínima y que hasta el cuarto año se haya iniciado a ver su efecto sobre las poblaciones de babosas en labranza mínima. Una epizootica de uno o varios microorganismos presentes en labranza mínima pudo bajar drásticamente las poblaciones de babosa en las parcelas de esta labranza. El control biológico de babosas no parece ser prometedor pero existen un sinnúmero de organismos que han sido reportados como que los patógenos, protozoos, helmintos, insectos y otros moluscos pueden ser enemigos naturales de las babosas, pero los enemigos naturales nativos no se conocen con certeza. Se han encontrado larvas de la familia lampyridae comiendo babosas (Caballero, comunic.pers., 1989) pero este tipo de hallazgo es muy esporádico y no se han realizado estudios al respecto.

Las poblaciones de gallina ciega durante el segundo año de estudio no fueron diferentes entre las labranzas, que la tendencia fue mayor en las parcelas de labranza convencional (Fisher et al., 1987). Sin embargo los resultados en el tercer año de estudio reportan lo contrario (Valdivia, 1988). Resultados similares al tercer año fueron encontrados en este cuarto año estudio, ya que las poblaciones de gallinaza ciega fueron siempre mayores en labranza mínima (Fig.3) y estadísticamente hubo diferencia ( $P < 0.05$ ) a los 31, 122 y 149 DDSM. En algunos muestreos estas poblaciones sobrepasaron el nivel crítico de 0.25 larvas por muestra de suelo de 30x30x20 cm (Andrews, 1984), pero no se tomó ninguna acción de control ya que no se observó daño en el maíz de primera y el frijol durante la época de postrexa.

Las especies de gallina ciega encontradas en labranza convencional fueron identificadas como *P. menestriesi* Blanch, *P. valeriana* Saylor, ambas de ciclo de vida de un año, y estas mismas además de *P. elenans*

Saylor, y *P. hondura* Saylor, con ciclo de vida de dos años, en labranza mínima.

Los resultados del segundo año de estudio pueden deberse a que el sistema de labranza lleva poco tiempo de haberse implantado y por eso el patrón de las poblaciones no es estable. Esta tendencia de resultados parece ir asegurando que los terrenos trabajados bajo labranza mínima tendrán mayores problemas con esta plaga del suelo y, aún más problemático, en áreas donde ésta plaga tiene historial de ser un serio problema. Parece ser lógico que labranza mínima tenga poblaciones más altas de gallina ciega, ya no existe la causada por la preparación del terreno, tampoco por la exposición de las larvas a los pájaros y la muerte por desecación debido a la exposición a los rayos solares.

#### CONCLUSIONES

El sistema de labranza influye en las poblaciones de babosas y de gallina ciega. Las características del suelo que son afectadas por el tipo de labranza no se acentúan sino hasta varios años después de haber implantado el sistema. Los resultados de los primeros años son contradictorios e inestables y no pueden dar aseveraciones concluyentes con base en ellos.

El drenaje de los lotes bajo labranza mínima es deficiente, lo que causa estancamiento del agua y esto podría limitar la actividad de la babosa. También es posible el aumento, a través del tiempo y por la continuidad del sistema de labranza mínima, de los enemigos naturales de las babosas, que pudieran estar empezando a equilibrar las poblaciones de este molusco en este tipo de labranza. No se tienen reportes serios sobre enemigos naturales nativos de babosas, lo que nos debe llevar a hacer más investigación en este campo, ya que al parecer en parcelas de labranza mínima pueden jugar un papel importante. En los futuros años de estudio se podrá determinar con certeza que ha causado esta variación en las poblaciones de la babosa.

En parcelas de labranza convencional las poblaciones de gallina ciega fueron menores debido a que la preparación del terreno reduce grandemente las poblaciones de esta plaga, causando mortalidad mecánica, exposición a depredadores y por acción de los rayos solares.

#### AGRADECIMIENTO

Los autores quieren expresar su agradecimiento al Dr. Leonardo Corral y a la Sra. Suyapa de Meyer por sus recomendaciones para realizar los análisis estadísticos. Asimismo a la Srta. Iris Juárez por la elaboración del manuscrito.

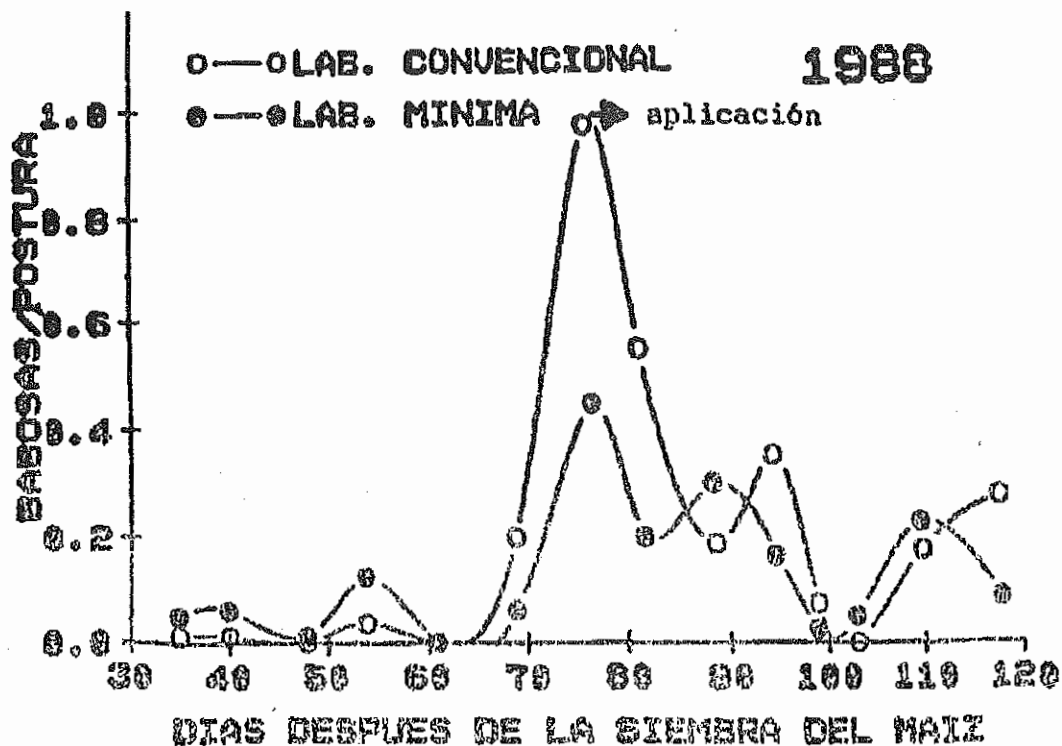


Figura 1. Poblaciones de babosas en labranza convencional y mínima.

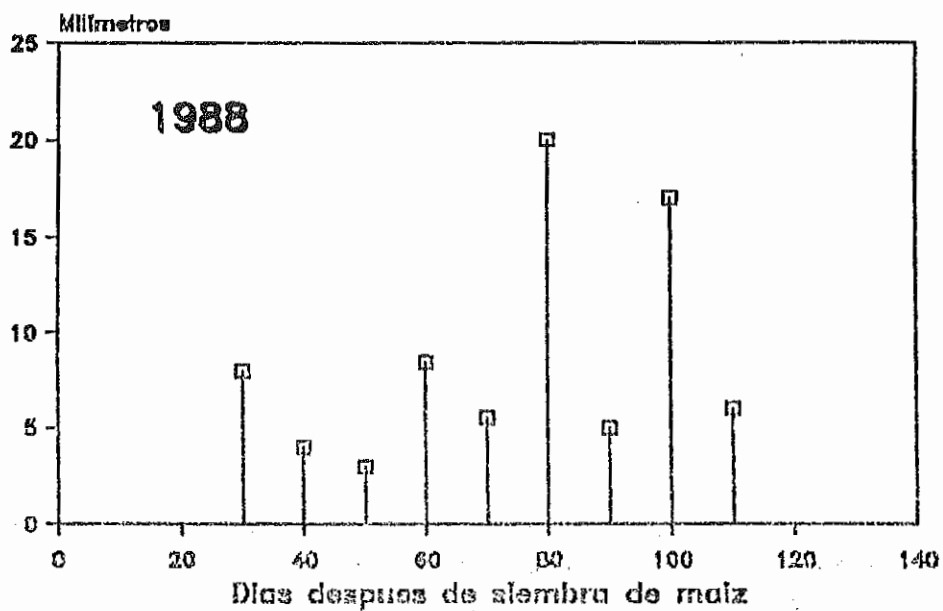


Figura 2. Precipitación

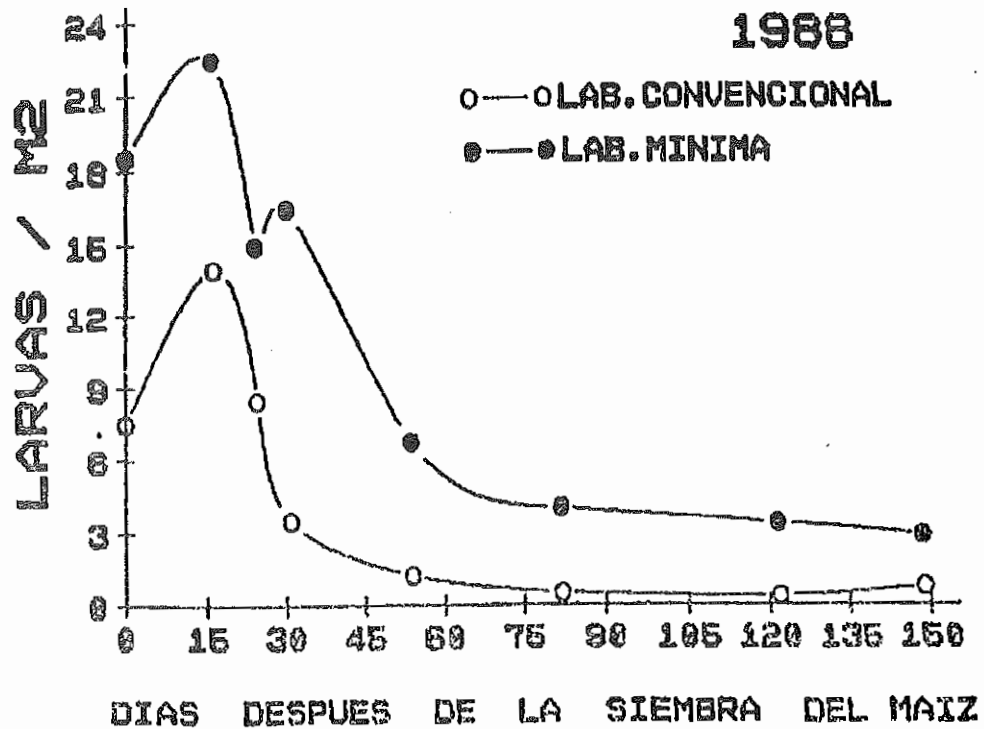


Figura 3. Poblaciones de gallina ciega en labranza convencional y mínima.

#### LITERATURA CITADA

- 1) ANDREWS, K.L. 1984. El Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en los cultivos agronómicos, hortícolas y frutales en la Escuela Agrícola Panamericana. Publicación MIPH-EAP # 7. Honduras.
- 2) ANDREWS, K. Y H. BARLETA. 1985. Los secretos de la babosa. Control en primera. Parte 2. Publicación MIPH-EAP #48. 14p.
- 3) BENNETT, F.D. Y K.L. ANDREWS. 1985. El control biológico clásico de veronicellidos en centroamérica: Una propuesta. Ceiba 26(1):77-82.
- 4) BLEVINS, R.L., M.S. SMITH y G.W. THOMAS. 1984. Changes in soil properties under no-tillage. Pag. 190-230. En Phyllips, R.E. y S.H. Phyllips ed. No-tillage agriculture, principles and practice. Van Nostrand Reinhold Company, New York, 306 p.
- 5) FISHER, R., O.PANIAGUA, A. RUEDA e I. NAVARRETE. 1987. Efectos biológicos y económicos de dos tipos de labranzas del suelo y dos manejos de malezas en el sistemas maíz-frijol. MIPH-EAP # 199. Trabajo presentado en la XXXIII Reunión Anual del PCCMCA. Guatemala. 12p.

- 6) VALDIVIA, A.R. 1988. Evaluación de dos tipos de labranza y dos manejos de rastrojo en el sistema maíz-frijol en relevo. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, 52 p.

EVALUACION DE LAS PERDIDAS POSTPRODUCCION EN MAIZ EN EL AREA DE  
INFLUENCIA DE LA AGENCIA DE EXTENSION DE SIGUATEPEQUE

Luis Alonso Guillén Arias\*

RESUMEN

Una evaluación de pérdidas postproducción de maíz a nivel de pequeños y medianos productores, fue conducida por la Unidad POSTCOSECHA en conjunto con el personal técnico de extensión de Siguatepeque, Honduras. Fueron muestreados 27 agricultores distribuidos en 13 localidades. Se aplicó la metodología desarrollada por la Unidad POSTCOSECHA.

La evaluación de pérdidas fue conducida en dos períodos, de madurez fisiológica a cosecha (pérdidas de campo) y durante el período de almacenamiento en la troja (pérdidas de almacén). Los resultados muestran una alta incidencia de pérdida (17.31%) del maíz al momento de cosecharlo. Este daño proviene en parte de su fase productiva del cultivo (período de preproducción), así como de la estadía en el campo (X = 3 meses) después de la madurez fisiológica (período postproducción).

La práctica tradicional de seleccionar el maíz antes del almacenamiento se justifica porque un producto con una pérdida promedio de 17.31% a la cosecha, al seleccionar la parte dañada o no almacenable tiene una pérdida de 32.10% y la parte no dañada o almacenable un nivel de pérdidas de 8.19%.

La situación del almacenamiento tiene su problemática muy particular, debido a que los agricultores de la zona generalmente almacenan poca cantidad (el 79% almacena menos de 15 qq) por un período no mayor de 5 meses, que prácticamente los coloca en una situación deficitaria, misma que es solventada en parte debido a que es solventada en parte debido a que algunos productores almacenan en barriles. Con respecto a las pérdidas postproducción de almacén los daños y pérdidas aculativas durante el período de almacenamiento son de 7.7% y 5.80% respectivamente.

INTRODUCCION

---

\* Ing. Agrónomo. Contraparte de Extensión Unidad POSTCOSECHA, Secretaría de Recursos Naturales-Cooperación Suiza Al Desarrollo. Tegucigalpa, F.M. Honduras, C.A.

El propósito de un estudio de pérdidas postcosechas es identificar en cual de los componentes del sistema ocurren las pérdidas principales, cuantificar los tipos de pérdidas e identificar sus causas y como reducirlas.

En el campo de Postcosecha hay ciento de metodologías que han sido desarrolladas para determinar tipos y niveles de pérdidas, antes, durante y después de la cosecha, también hay metodologías para la toma de muestras, análisis de laboratorios, etc. Con las cuales se puede aprender mucho sobre aspectos específicos de la problemática postproducción, pero difícilmente se llega a conocer sobre el sistema y sus problemas prioritarios. Es precisamente para evitar este tipo de situaciones es que se necesita una visión clara de como llegar desde la identificación hasta la ejecución de soluciones a un problema.

La identificación y cuantificación en si, no debe ser la meta. Si no hay implementación de soluciones el valor de los esfuerzos dedicados es cuestionable, entonces el enfoque debe englobar en como llegar desde la identificación de los problemas hasta su solución por lo que hay que tomar en cuenta los siguiente:

1. Concebir la problemática postproducción como un sistema integral, a lo largo de lo cual fluye el producto desde su madurez fisiológica hasta su consumo final, el cual puede ser subdividido en distintos componentes, cada uno de los cuales tiene participación importante que afectan el flujo de alimentos.
2. Aplicar metodologías para identificar y cuantificar las pérdidas del producto que ocurren en los componentes prioritarios que conforman el sistema.
3. Identificar y proponer soluciones factibles para reducir las pérdidas más importantes en cada uno de los componentes.

En cada componente del sistema postproducción el producto pasa por una serie de pasos o procesos que pueden afectar su cantidad y calidad. Cuando el sistema es eficiente el producto se mantiene; cuando no, se puede deteriorar rápidamente.

#### OBJETIVOS

- Obtener los datos representativos de las pérdidas postproducción de campo y almacenamiento en el cultivo del maíz a nivel del pequeño productor en el área de influencia de la agencia de extensión de Siguatepeque.
- Evaluar la situación del pequeño productor para justificar y orientar acciones en el campo postcosecha.

## MATERIALES Y METODOLOGIA

### Materiales

El trabajo de evaluación de pérdidas postproducción fue desarrollado en la zona de Siguatepeque de la Dirección Agrícola Regional Centro Oriental de Recursos Naturales, participaron en su ejecución personal técnico asignado a la agencia de Extensión Agrícola. Por su parte la Unidad POSTCOSECHA, proporcionó el apoyo necesario para el diseño; implementación y seguimiento de la actividad, así como los servicios a tiempo completo de un técnico analista de muestra de granos.

Colaboraron inicialmente un total de 27 pequeños productores de maíz distribuidos en 13 localidades, quienes permitieron fuesen tomadas las respectivas muestras de campo y almacén durante todo el período postproducción del cultivo, trabajo que se inició en septiembre de 1987 y concluyó en junio de 1988. Anexo 1.

Fue instalado en la agencia el equipo para realizar los análisis y muestras que consistió en un probador de humedad electrónico, Burroghs, balanza de precisión Ohaus de 2610 gr, juego de tamices, azafates, bolsas y sacos plásticos, cinta métrica, alcohol, hojas de registro y mesa de trabajo.

La zona de Siguatepeque se encuentra a una altura de 1080 msnm, con una temperatura promedio anual de 21 °C, máximas de 26.4, mínimas de 14.2°C, humedad relativa de 77% y una precipitación anual de 994 mm.

### Metodología

La evaluación del nivel y de las causas del daño y pérdidas postproducción de granos básicos consideran a la cantidad y calidad de los granos en continuo cambio, es un proceso dinámico que implica la recolección de información periódica a través de un muestreo según la metodología desarrollada por la Unidad Postcosecha..

De acuerdo a la visualización de los períodos postproducción críticos de la zona para el maíz, la evaluación de pérdidas físicas expresadas en porcentajes fue desarrollado en dos fases:

1. El período durante el cual el maíz permanece en el campo desde madurez fisiológica hasta la cosecha (secamiento).
2. El período durante el cual el maíz es almacenado a nivel de finca en la troja tradicional especialmente.

### Evaluación de las Pérdidas Postproducción de Almacén

El daño y la pérdida durante el almacenamiento representan la cantidad de maíz deteriorado entre el llenado y el vaciado total en la troja tradicional, este es un sistema dinámico en constante evolución ya sea por el desarrollo de plagas o por el patrón de utilización del grano.

Para determinar el daño y la pérdida en la troja tradicional se realizó un muestreo periódico mensual, la muestra es tomada del maíz que el agricultor utiliza en ese momento midiendo al mismo tiempo la existencia



Cuadro 1. Contenido de Humedad del Grano y Duración de la Estadía del Maíz en el Campo entre Madurez Fisiológica y Cosecha en la Zona de Siguatepeque.

Año Agrícola	A Madurez Fisiológica		A Cosecha		Meses X
	No.	%	No.	%	
	Campos Sept.	Humedad	Campos Dic.	Humedad	
1987-1988	27	33.19%	21	17.23	3

Los resultados de los análisis de las muestras presentan que a madurez fisiológica los daños y las pérdidas promedios totales ascienden a un 14.33% y 12.20%; mismos que se incrementan hasta un 21.63% al momento de la cosecha, Cuadro 2, 3, especialmente por problemas de maíz muerto (del total del daño, el 33.7% se debió a maíz muerto) e insectos de campo especialmente *Sitophilus zeamais*.

Con respecto a la fracción de mazorcas no almacenable el daño y la pérdida eran de 21.20% y 17.98% en septiembre y llegan hasta 40.44% y 32.10% en diciembre, debido a los altos daños de esta fracción, el agricultor se ve en la necesidad de desgranarla para el consumo o venta inmediata.

La fracción de mazorca almacenable (destinadas a la troja tradicional) el daño y la pérdida a madurez fisiológica son de 9.6% y 8.13%, mientras que a cosecha suben a 10.85% y 8.19% respectivamente observándose que en esta submuestra el daño y la pérdida sufren un ligero incremento debido a la buena cobertura de las mazorcas lo anterior significa que al momento de almacenarse el maíz en la troja, esta ya lleva un daño y una pérdida inicial por problemas de campo. Cuadro 2 y 3.

Al realizarse un análisis de la pérdida total promedio por localidades, se observa que a madurez fisiológica, en San Isidro, Puente en Curva, El Achote, Aguas del Padre, Buena Vista, Potrerillos, El Peñón y Pozo Azul, las pérdidas no fueron superiores a 9.43%, en cambio, localidades como El Junco de la Palma, Santa Cruz del Dulce, El Rincón, El Socorro y Veracruz presentaron pérdidas en un rango de 11.34% y 25.45%, Cuadro 4.

A cosecha, los porcentajes de pérdidas totales se han incrementado en todas las localidades con pérdida que van de 7.7% (Pozo Azul) hasta 33.20% (Santa Cruz del Dulce) Cuadro 4, es necesario decir que en esta segunda muestra el número de comunidades y agricultores se habían reducido en 9 y 21 respectivamente.

Con respecto a las variedades utilizadas por los agricultores colaboradores, observamos que un 33% siembra tuza morada (ampliamente utilizada en la zona); otros criollos (criollo blanco y amarillo, raque, maicito y maicón) se utiliza en un 23% cachito en 11% HB-104 en 15%, H.P.B. y Sintético Tuxpeño en 7.4% cada uno en el Híbrido H-27 en un 7.4%. Asimismo, el análisis de las muestras por variedad muestra que las

variedades criollas fueron las que tuvieron menor porcentaje de daño y pérdidas, durante el período de secamiento en el campo. Cuadro 5.

Cuadro 2. Niveles de daño y pérdida total y de las fracciones no almacenable y almacenables de las muestras de campo tomadas a madurez fisiológica. Siguatepeque Sept. 1987.

Total		14.33%	Total		12.20%
%	Parte no		%	Parte no	
D	Almacenable	21.20%	P	Almacenable	17.98%
A	(d)		E	(d)	
Ñ			R		
O	Parte		D	Parte	
	Almacenable	9.61%	I	Almacenable	8.13%
	(nd)		D	(nd)	
			A		

Cuadro 3. Niveles de daño y pérdida total y de las fracciones no almacenable y almacenables de las muestras de campo tomadas a cosecha. Siguatepeque Diciembre. 1987.

Total		21.63%	Total		17.31%
%	Parte no		%	Parte no	
D	Almacenable	40.44%	P	Almacenable	32.10%
A	(d)		E	(d)	
Ñ			R		
O	Parte		D	Parte	
	Almacenable	10.83%	I	Almacenable	8.19%
	(nd)		D	(nd)	
			A		

Cuadro 4. Porcentaje de pérdidas totales y contenido de humedad por localidad de las muestras de maíz tomadas a madurez: fisiología y a cosecha en la zona de Siguatepeque, durante 1987.

Lugar época	Pozo Azul		Aguas del Padre		El Peñón en		Puente Curva	
	%P	%H	%P	%H	%P	%H	%P	%H
MF	5.24	19.95	5.37	34.03	7.14	22.90	7.39	23.17
C	7.77	16.50	13.36	17.44	12.91	17.92	18.74	17.24

Lugar época	San Isidro		El Achiote		Veracruz		Junco de la Palma	
	%P	%H	%P	%H	%P	%H	%P	%H
MF	8.57	29.43	9.43	38.27	11.34	35.39	15.42	37.58
C	14.20	16.58	12.15	16.08	12.83	23.60	23.45	17.70

	Lug Santa Cruz		Buena Vista		Potrerillos		El Rincon		El Socorro.	
	%P	%H	%P	%H	%P	%H	%P	%H	%P	%H
MF	21.68	31.62	3.62	31.67	7.86	48.3	25.46	33.54	81.61	2.77
C	33.20	18.10								

Cuadro 5. Porcentajes de pérdidas totales y contenidas de humedad por variedad de las muestras de maíz tomadas a madurez fisiológica y a cosecha en la zona de Siguatepeque durante 1987.

Variedad época	Criollos		Cachito		HB-104		Sintético Tuxpeño	
	%P	%H	%P	%H	%P	%H	%P	%H
MF	4.46	31.24	7.94	24.98	11.70	40.12	14.82	35.95
C	10.17	17.01	8.85	16.86	36.69	16.53	33.20	17.05

Variedad época	Tuza Morada		Hondureño planta Baja		H-27	
	%P	%H	%P	%H	%P	%H
MF	14.46	35.45	18.74	25.47	25.60	29.28
C	15.60	17.23	19.53	17.24	29.28	15.15

MF = Madures Fisiológica

C = Cosecha

%P = Porcentaje de pérdida

%H = Porcentaje de humedad

En relación a la problemática postproducción de almacén, fueron muestreados 19 agricultores durante todo el período de almacenamiento en la troja, mismo que se inicia entre enero y febrero.

Del total del maíz almacenado durante la evaluación (Cuadro 6) un 79% en troja menos de 15 qq que representa un bajo volumen si se toma en cuenta que la nueva cosecha comenzará a estar disponible hasta el mes de septiembre, por lo que los agricultores prácticamente, están en una posición deficitaria al agotarse el maíz, esta situación se minimiza en parte debio a que hay agricultores que también almacenan cierta cantidad de granos en los barriles lo que les permite contar con maíz una vez que las existencias de la troja están agotadas.

Con respecto a la dinámica del consumo, se observó que ya en enero se ha sacado el 18.4% del total almacenado, para febrero y marzo habían retirado de la troja un 36.2% y 39.7% respectivamente, en abril y mayo los volúmenes retirados son bastante bajos 5.2% y 0.36% pero no hay que olvidar que la cantidad de maíz para estos meses es bastante escasa, porque el número de almacenes en uso se han reducido.

En el Cuadro 7 se presenta la distribución por meses de la duración del maíz en la troja, observándose que para marzo el 53% de los agricultores muestreados ya no tenían grano, en abril el 42% y en mayo solo el 5%, esto quiere decir que la mayor concentración de almacenes vacíos se encuentran entre marzo y abril con una duración de almacenamiento de 3 y 4 meses y que solo un bajo porcentaje mantiene en existencia por 5 meses.

Cuadro 6. Cantidad de maíz almacenado en la Troja Tradicional de los Agricultores que colaboraron en la evaluación de pérdidas de almacén en Siguatepeque, enero 1988.

Cantidad Almacenada		
qq	No.	%
< 10	3	16
10-20	12	63
> 20	4	21 %

Cuadro 7. Duración del almacenamiento de maíz en La Troja de los agricultores muestreados durante la evaluación de pérdidas de almacén. Siguatepeque, 1988.

Duración de Almacenamiento		
Meses	No.	%
3	10	53
4	8	42
5	1	5

En cuanto a la evaluación postproducción de almacén los resultados se presentan en el Cuadro 8, se observó que el desarrollo de los daños y pérdidas ponderados a las cantidades sacadas del almacén muestran un comportamiento progresivo hasta abril donde alcanzaron niveles de 7.89% y 5.80%, mayor hay una baja considerable, encontrándose porcentaje de daño y pérdida de 0.96% y 0.77%, la explicación es por la escasa cantidad de maíz que se encuentra en ese momento en el almacén, porque aunque las muestras individuales presentan niveles altos de daño y pérdida al ponderarlo a la cantidad total sacada reportan las cantidades antes mencionadas.

Los daños acumulativos ponderados al total sacado durante la evaluación conducida de enero a mayo nos muestran porcentaje de 0.74%, 4.20%, 7.29% y 7.7%, la diferencia entre el nivel del grano dañada y el grano recuperable nos da la pérdida acumulativa ponderada al total que es 0.57%, 3.0%, 5.5%, 5.8% y 5.8% de enero a mayo, o se que al final de la evaluación de almacén los daños y las pérdidas acumulativas fueron de 7.7% y 5.8% de la cantidad total almacenada.

Los niveles de daños y pérdidas de una muestra pueden sobrepasar a menudo el 50% especialmente en los últimos meses, no hay que olvidar que estos representan el estado ocasional del grano en un momento dado, la

distribución del daño y la pérdida en el producto almacenado no es homogénea, por eso los análisis de la muestra solo es representativa del lugar donde el agricultor suele sacar las mazercas no del total almacenado, este problema se minimiza al ponderar los resultados a la cantidad sacada entre dos muestras, de allí la necesidad del muestreo periódico mensual.

Cuadro 8. Resultado de la evaluación de las pérdidas de almacenamiento en maíz en la Región de Siguatepeque durante 1988.

Descripción	Meses de Almacenamiento				
	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo
No. de Almacenes	13	19	19	9	1
% Número de almacenes	68	100	100	47	5
Cantidad Sacada (qq)	40.54	79.83	87.58	11.53	1.26
% Mensual Sacado	18.41	36.24	39.76	5.23	0.36
% Acumulativo	18.41	54.65	94.41	99.64	100
% Daño muestra X	5.27	8.91	7.02	5.95	9.64
% Daño Ponderado en el mes	4.0	9.56	7.76	7.89	0.96
% Daño Ponderado al Total	0.74	3.46	3.09	0.41	0.003
% Daño Acumulativo	0.74	4.20	7.29	7.70	<u>7.7</u>
% Pérdida Muestra X	3.94	6.32	4.88	4.34	7.75
% Pérdida Ponderada en el mes	3.12	6.71	6.29	5.80	0.77
% Pérdida Ponderada el Total	0.57	2.43	2.50	0.30	0.002
% Pérdida Acumulativa	0.57	3.00	5.50	5.80	<u>5.80</u>

#### CONCLUSIONES

Analizando el manejo postproducción del maíz en la zona de Siguatepeque tomando como base los agricultores y lugares muestreados se concluye lo siguiente:

1. La problemática postproducción de campo en la región, el maíz llega a madurez fisiológica a mediados de septiembre en un contenido de

humedad de las mazorcas de 83.19%, en este momento se realiza la dobla, práctica muy difundida en la zona, permaneciendo el cultivo en el campo por un promedio de 3 meses para su secamiento, quedando expuesto al ataque de plagas y a las condiciones ambientales. La cosecha es manual y se realiza entre los meses de diciembre y enero con un contenido de humedad del grano de 17.23%.

Según los resultados del análisis de las muestras se observa que existe una mayor concentración de daños y pérdidas en el período postproducción de campo ya que el momento de la cosecha dichos porcentajes totales ascienden a un 21.63% y 17.31% de daño y pérdida, debido especialmente a problemas de maíz muerto e insectos de campo. Sin embargo, de la fracción de mazorcas almacenables analizadas antes del almacenamiento presentan un daño y pérdidas de 10.83% y 8.19%, que en este caso viene a resultar como los porcentajes con lo que entra el maíz en la troja al momento de almacenarse.

2. Con respecto a la problemática del almacenamiento, los agricultores cuentan con un sistema troja tradicional-barril, observándose que las cantidades almacenadas en la troja son relativamente pequeñas (79% de los agricultores muestreados almacenaron menos de 15 qq) que solo les permite mantener grano en el menor de los casos hasta mayo, lo que les hace quedar en una situación deficitaria, pero que es solventada en algunas casas con el uso del grano almacenado en el barril.

Los resultados de daños y pérdidas de almacenamiento acumulados durante todo el período reportan porcentajes de 7.70% y 5.80%, analizando el comportamiento de la troja se concluye que el agricultor pierde poco; almacena por poco tiempo en la troja, los volúmenes almacenados son bajos, también juega un papel el uso de variedades criollas bien adaptadas a las condiciones de la zona.

#### RECOMENDACIONES

En la base a la experiencia obtenida, la Unidad POSTCOSECHA, recomienda concentrar esfuerzos para establecer un pequeño programa de reducción de pérdidas en base a lo siguiente:

- \* A través del personal técnico de extensión regional promover entre los agricultores de la zona el uso de la caseta secadora que permita una cosecha temprana con el propósito de reducir las pérdidas ocurridas en el campo durante el secamiento. En tal sentido la Unidad POSTCOSECHA ofrece el apoyo para realizar demostraciones en la construcción y llenado de la caseta.
- \* Asociado al uso de la caseta promover los silos metálicos para el almacenamiento de los granos, tomando en cuenta que entre los agricultores existe un conocimiento del almacenamiento en estructuras herméticas al estar utilizando los barriles o drones.

\* Dado a los bajos resultados de pérdidas obtenidas durante la evaluación de pérdidas de almacén, se recomienda trabajar en el mejoramiento de la troja tradicional orientada hacia lo siguiente:

Nombre de los agricultores y localidades involucradas durante el desarrollo de la evaluación de pérdidas postproducción; área sembrada y variedades utilizadas. Siguatepeque, 1988.

Nombre del Agricultor	Localidad	Area(MZ)	Variedad
Juan Rodríguez	San Isidro	0.5	Tuza Morada
Miguel Rodríguez	San Isidro	1.0	Tuza Morada
Adán Benítez	San Isidro	1.0	Tuza Morada
Felipe Tobías	San Isidro	0.5	Cachito
Efraín Araque	San Isidro	0.75	Cachito
Cándido García	San Isidro	1.0	Cachito
Manuel Rivas	San Isidro	0.25	H-27
Rufino Varela	San Isidro	0.75	Tuza Morada
Gertrudiz Membreño	Junco de la Palma	0.75	Tuza Morada
Juan Membreño	Junco de la Palma	1.0	Tuza Morada
Wenceslao Gutierrez	Junco de la Palma	0.35	HB-104
Ricardo Mejía	El Achiote	0.50	HB-104
Esteban Mejía	El Achiote	0.50	Criollo Blanco
Paula Meza	El Achiote	0.50	Criollo Blanco
José T. Ramos	Sta.Cruz del Dulce	0.50	Sintet.Tuxpeño
José Jako	Sta.Cruz del Dulce	0.50	Sintet.Tuxpeño
Lorenzo González	El Rincón	3.0	HB-104
José Villatoro	El Rincón	1.0	Tuza Morada
Luciano Martínez	Aguas del Padre	0.85	Maicito
Samuel Martínez	Aguas del Padre	1.50	Raque
Ramón Lara	Pozo Azul	1.0	H.P.B.
Carlos Rodríguez	Pozo Azul	1.0	Criollo Amar.
Efraín Montoya	El Peñón	1.0	Maizon
Emilio Hernández	Veracruz	0.5	Tuza Morada
Noe Meza	Potrerrillos	3.0	HB-104
Santiago Bonilla	El Socorro	1.0	H.P.B.
Florentino Irías	Buena Vista	0.5	Tuza Morada

#### Manejo de Estructura

- Reparación de la troja (techo, paredes y piso)
- Colocación de una tarima o tapezco sobre el piso de la troja
- Limpieza completa (alrededor, dentro y fuera)
- Quema de residuo
- Aspersión con insecticida líquido a las paredes, techo y piso de la troja.

#### Manejo de la Caseta

- Correcta selección de mazorcas
- Aplicación de un adecuado insecticida a la troja capa por capa
- Mantener una limpieza completa durante todo el período de almacenamiento en la troja.

## BIBLIOGRAFIA

- Raboud. G. Sieber J., Narvaes Marielos 1982, Informe sobre los Primeros Resultados, Unidad POSTCOSECHA, Tegucigalpa, D.C.
- Raboud. G., 1984, Método de Evaluación de Pérdidas Postproducción de Granos Básicos (Maíz, Frijol, Maicillo a Nivel de Mequeños y Medianos Productores en Honduras, C.A.

EFFECTO DE GALLINAZA CIEGA (*Phyllophaga eleanans* Saylor) EN LOS CULTIVOS DE MAIZ (*Zea mays* L.) Y FRIJOL (*Phaseolus vulgaris* L.)

O. Cáceres\* y K.L. Andrews\*\*

## INTRODUCCION

La gallina ciega, *Phyllophaga* spp. (Coleoptera: Scarabaeidae) es una plaga subterránea. Las larvas, sobre todo las del tercer estadio se alimentan de las raíces de varios cultivos causándoles debilitamiento o matando la planta y en consecuencia disminuyendo la producción. En general es difícil predecir un ataque de plagas subterráneas y *Phyllophaga* spp no es la excepción. No existe un método de muestreo definido, Andrews (1984) recomienda un mínimo de 25 muestras de 30x30x20 cm por campo; Peairs (1980) sugiere muestreos al preparar los surcos y otros autores recomiendan cinco muestras de 30x30x20 cm o 20 macollos de maleza por Mz (MAG/FAO/PNUD, 1976). Los niveles críticos recomendados de 1 larva/m<sup>2</sup> (MAG/FAO/PNUD, 1976; Pearis, 1980), 2.75 larvas grandes ó 5.5 medianas/m<sup>2</sup> (Andrews, 1984) y cuatro larvas grandes u ocho pequeñas/m<sup>2</sup> (King y Saunders, 1984) aún se están comprobando.

En algunas regiones de Honduras, el maíz sembrado en Junio-Julio (época de primera) y el frijol sembrado en Octubre-Noviembre (época de postrera) son severamente atacados por esta plaga. El ataque es más intenso en postrera.

Debido a la importancia que en Centroamérica está tomando *Phyllophaga* spp pues se están reportando daños de diferentes especies en diversos cultivos (King, 1984) y dada la poca información que existe al respecto, se pretendía determinar el efecto de *Phyllophaga* spp en los cultivos de maíz y frijol. También se hicieron observaciones preliminares sobre la dinámica poblacional de la plaga y sus factores de agregación.

---

\* Ing. Agr. Supervisor de Investigación-Extensión, Departamento de Protección Vegetal (DPV), Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano. Apartado 93, Tegucigalpa, Honduras, C.A. \*\* Ph.D. Entomología. Jefe, DPV-EAP y Profesor Asociado, Departamento de Entomología y Nematología, Universidad de Florida, Gainesville, Fl 32611, EUA.

## MATERIALES Y METODOS

El ensayo se realizó durante 1986, en las tierras del asentamiento San Isidro, Jutiquire, departamento de Olancho, a una altura de 600 msnm, precipitación de 1200 mm/año y una temperatura promedio de 25°C. Basado en historial de daño, se escogió un lote de tres hectáreas, 360 m de largo por 83 m de ancho con menos de 2% de pendiente.

La preparación del terreno fue mecanizada, con una arada y dos rastreadas. Se surqueó con bueyes a 0.90 m.

Se trazaron dos transectos a lo largo del lote, con una separación de 40 m entre ellos. En cada transecto se marcaron 12 parcelas, de 10 m de largo por 7.2 m de ancho (ocho surcos). La separación entre parcela fue de 20 m (Figura 1). Con esta distribución se esperaba obtener varios niveles de infestación de gallina ciega.

El 20 de junio se sembró la variedad de maíz Guaymas. Cada 20 cm se colocaron posturas de tres o cuatro semillas. Dos días después de siembra se aplicaron 55 kg de urea/ha.

Se realizaron tres muestreos de suelo (4 y 17 de julio y 29 de Octubre) para determinar la densidad poblacional de gallina ciega. La humedad del suelo estaba a capacidad de campo. Se muestreó en los surcos 1, 2, 7 y 8 (Figura 1). Al azar se tomaron 10 muestras por parcela, cinco a cada lado. La muestra sacada con pala era de 30x30x20 cm. Se revisó manualmente con sumo cuidado y se cuantificó el número de *Phyllophaga elenans*.

El frijol variedad cuarenteño se sembró entre los surcos de maíz el 15 de Octubre, usando una barreta o espeque. Se colocaron tres o cuatro semillas por postura a una distancia de 30 cm entre surco y 25 cm entre posturas.

Se tomaron cinco muestras de suelo por parcela para analizar el porcentaje de limo, arcilla, arena y materia orgánica y se estimó en forma visual el porcentaje de cobertura de malezas gramíneas y hoja ancha para verificar si la textura del suelo y la cobertura de malezas influían en la agregación de la plaga.

Se midió rendimiento de maíz en los dos surcos centrales de cada parcela (18 m<sup>2</sup>) y se corrigió al 14% de humedad. Debido a que la mortalidad de plantas de frijol fue tan severa no se pudo tomar datos de rendimiento, pero se tomaron datos de densidad de plantas en tres surcos por parcela (12 m<sup>2</sup>) a los 15 y 30 ddsf.

En ambos cultivos no se hizo ninguna aplicación para plagas del follaje.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El número promedio de *P. elenans* varió de 4.99 a 19.98 larvas/m<sup>2</sup> (Cuadro 1). En promedio cada una de las parcelas estuvo sobre los niveles críticos de 2.75 larvas/m<sup>2</sup>.

Dinámica. Los datos de los tres muestreos (Cuadro 1) indicaron que en el primer muestreo el 95% (15.87 larvas/m<sup>2</sup>) de las gallina ciega muestreadas eran pequeñas (1er. y 2do estadio) y el resto (1.33 larvas/m<sup>2</sup>) eran grandes (3er. estadio).

En el segundo muestreo se observó un incremento en el número de pequeñas (29.97) larvas/m<sup>2</sup> probablemente por eclosión de huevos.

En el tercer muestreo el 93% (15.65 larvas/m<sup>2</sup>) de las gallinas ciegas eran grandes y el resto pequeñas (1.11 larvas/m<sup>2</sup>). Las que se habían detectado como pequeñas en el primer muestreo ya habían crecido. Para comprobar esto se hizo una correlación entre número de gallina ciega pequeñas (número mayor encontrado en el primer muestreo y gallina ciega grandes (número mayor encontrado en el último muestreo) y se encontró una correlación ( $r=0.76$ ) significativa ( $P 0.05$ ).

Cuadro 1. Densidad de *P. elenans* larvas/m<sup>2</sup> Promedio de 20 muestras de 30x30x20 cm.

Parcela	Larvas Grandes			Larvas Pequeñas			Promedio
	4 Jul.	19 Jul.	29 Oct.	4 Jul.	19 Jul.	29 Oct.	
1	0.0	5.6	25.0	28.3	55.5	1.7	18.5
2	0.6	1.7	29.4	20.5	70.5	1.1	20.0
3	1.1	0.6	20.5	27.2	37.2	2.2	14.4
4	0.6	1.1	18.4	17.2	36.6	1.7	11.7
5	0.0	1.1	22.2	10.0	38.3	3.9	12.8
6	1.1	2.2	12.8	15.5	15.5	0.6	7.8
7	0.6	1.1	6.6	8.3	15.0	1.1	5.6
8	7.2	1.7	10.6	12.8	15.5	0.0	7.8
9	1.7	0.6	20.0	20.5	30.5	0.6	12.2
10	1.7	0.6	16.7	8.3	11.7	0.0	5.0
11	0.6	4.4	0.3	10.6	23.3	0.0	7.8
12	1.1	0.6	5.6	11.1	15.0	0.6	5.8
Prom.	1.3	1.3	15.7	15.9	30.0	1.1	10.9

Tácticas de control o aplicaciones de insecticidas al momento de la siembra de maíz, cuando las larvas son pequeñas y probablemente más susceptibles podrían bajar las poblaciones a niveles que afecten poco el rendimiento de maíz en la época de primera y la densidad de plantas de frijol en la época de postrera.

Agregación. Hubo mayor cobertura de gramíneas que de hoja ancha. La correlación entre densidad de gallina ciega y el porcentaje de cobertura de malezas no fue significativa ( $P 0.05$ ). Tampoco fueron significativas las correlaciones entre porcentaje de cobertura de hoja ancha y gallina ciega.

Correlaciones para determinar si las características del suelo afectaban la agregación de la gallina ciega no fueron significativas. Se relacionó el número de gallinas ciegas con el porcentaje de materia orgánica, arena, limo y arcilla. Hay que hacer la observación de que no

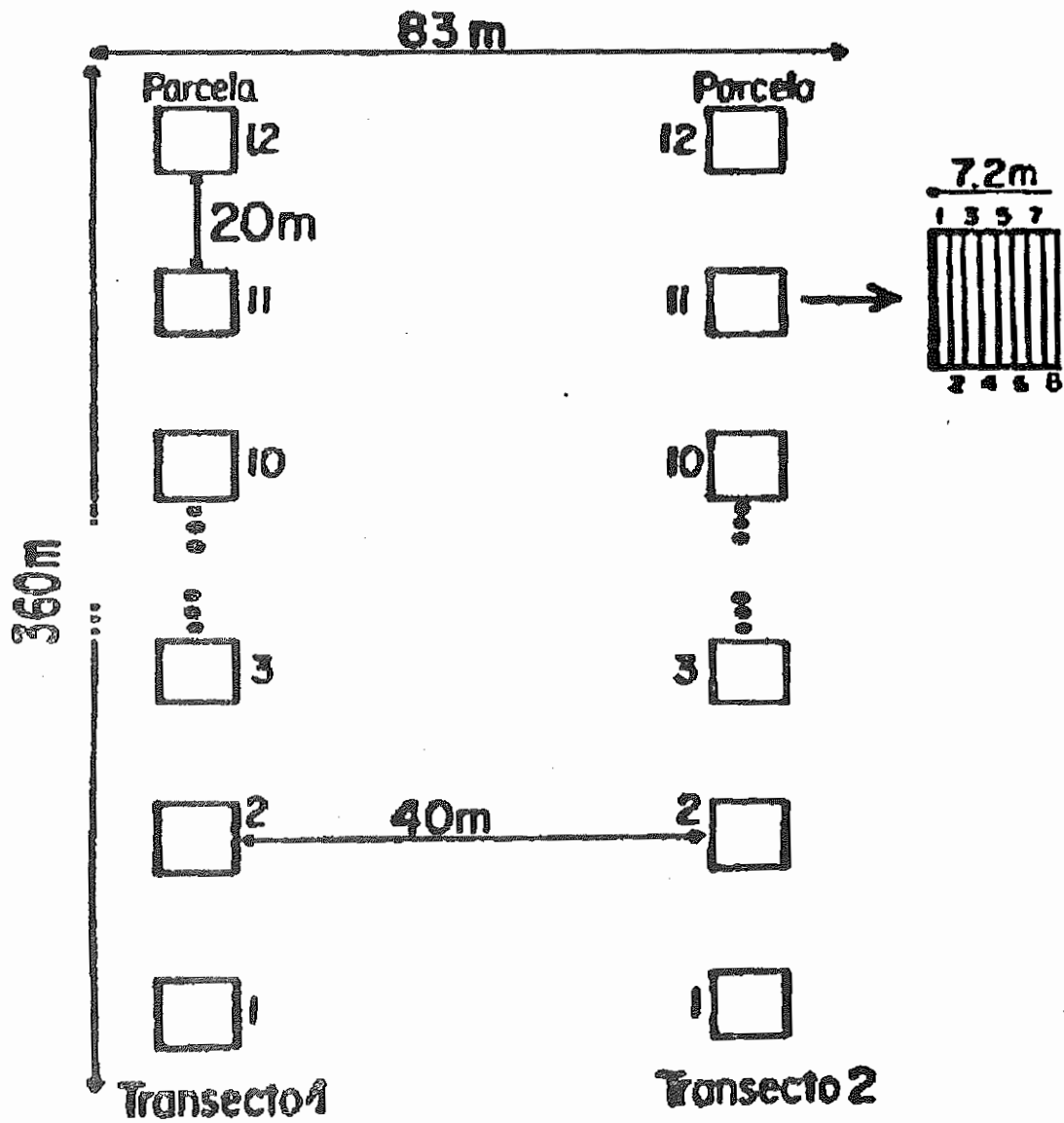
hubo gran diferencia en los datos obtenidos de estos muestreos, o sea que las muestras del suelo tomadas en diferentes partes del lote fueron parecidas

Cuadro 2. Rendimiento de maíz y densidad de Frijol. Promedio de los dos transectos.

Parcela	Rendimiento t/ha	Densidad de frijol		Mortalidad del Frijol (%)
		19 Oct.	14 Nov.	
1	1.4	55	3	95
2	2.3	57	2	96
3	2.2	49	0	100
4	1.6	41	0	100
5	1.9	60	4	93
6	3.3	55	12	77
7	4.6	76	62	18
8	3.0	59	48	19
9	2.0	52	1	98
10	4.3	68	33	52
11	3.4	53	40	25
12	4.8	74	67	10
Promedio	2.9	58	23	67

Densidad de Gallina Ciega y Rendimiento de Maíz. El rendimiento de maíz por parcela varió de 1.4 a 4.8 tm/ha (Cuadro2). El análisis estadístico indica que la correlación  $r=-0.82$  existente entre el número de gallina ciega por parcela y rendimiento de maíz es significativo ( $P 0.001$ ). La ecuación de regresión  $Y=5-0.19x$  (Figura 2) indica que una larva/m<sup>2</sup> disminuyó el rendimiento en 0.19 t/ha. Tolerando el nivel crítico de 4.13 larvas/m<sup>2</sup>, (promedio de grandes y pequeñas) recomendado por Andrews (1984) se obtendrían 4 tm/ha. Aplicando un insecticida granulado al suelo con un costo de \$45./ha (valor del producto más el costo de aplicación) se obtendría un incremento de 0.8 tm/ha, que tiene un valor de \$144.; la diferencia daría un beneficio de \$100./ha; que es rentable. Sin embargo, en el estudio las 30 muestras no se tomaron en todo el campo como recomienda Andrews (1984) sino en una área de 72 m<sup>2</sup>; por lo tanto en un lote comercial el nivel crítico probablemente debe ser menor para obtener mayor beneficio.

Densidad de gallina ciega y población de plantas de frijol. La correlación entre la densidad de gallina ciega y la densidad de plantas de frijol a los 14 días después de siembra no fue significativa ( $P 0.05$ ). Probablemente se debe a que el cultivo estaba recién establecido y el daño estaba empezando. La correlación ( $r=-0.73$ ) a los 30 días después de la siembra es significativa ( $P 0.05$ ). La línea de regresión  $Y=67-4x$  (Figura 3) indica que hay una disminución aproximada de 4,000 plantas de frijol por ha, si tenemos una larva/m<sup>2</sup>. Una densidad de 16.75 larvas/m<sup>2</sup> eliminaría todas las plantas de frijol en la época de postrera. En el Cuadro 2 se ve que en parcelas con alta densidad de gallina ciega las plantas habían sido eliminadas a los 30 días después de la siembra.



**Fig.4. Plano de Campo.**

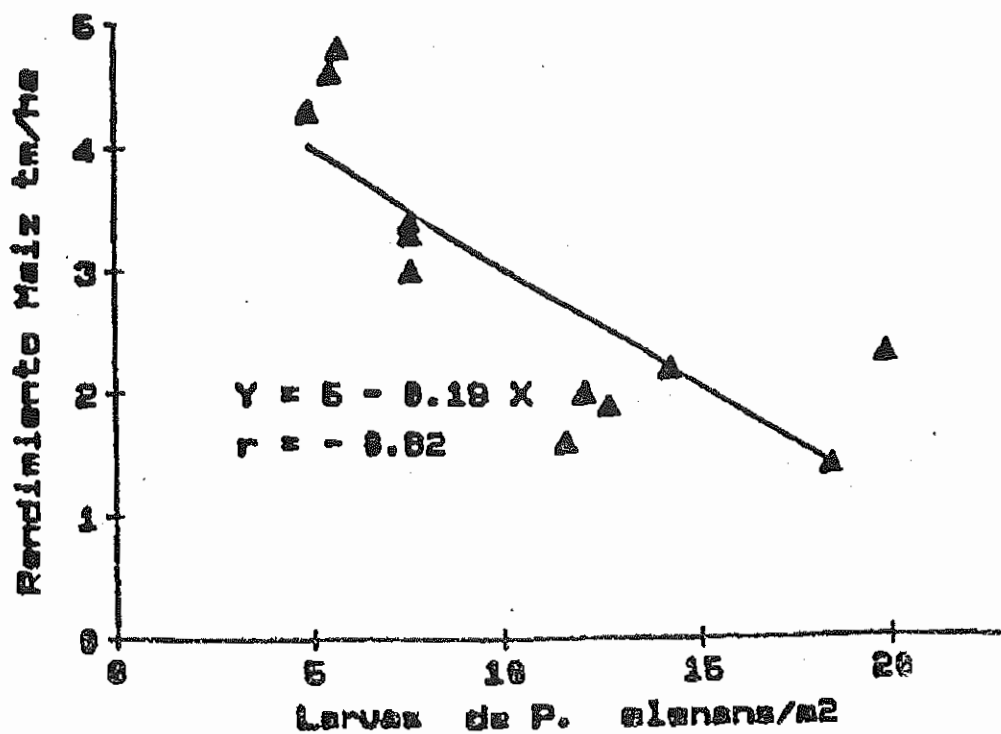


Figura 2. Relación de densidad de larvas de *P. eleanans* con rendimiento de maíz.

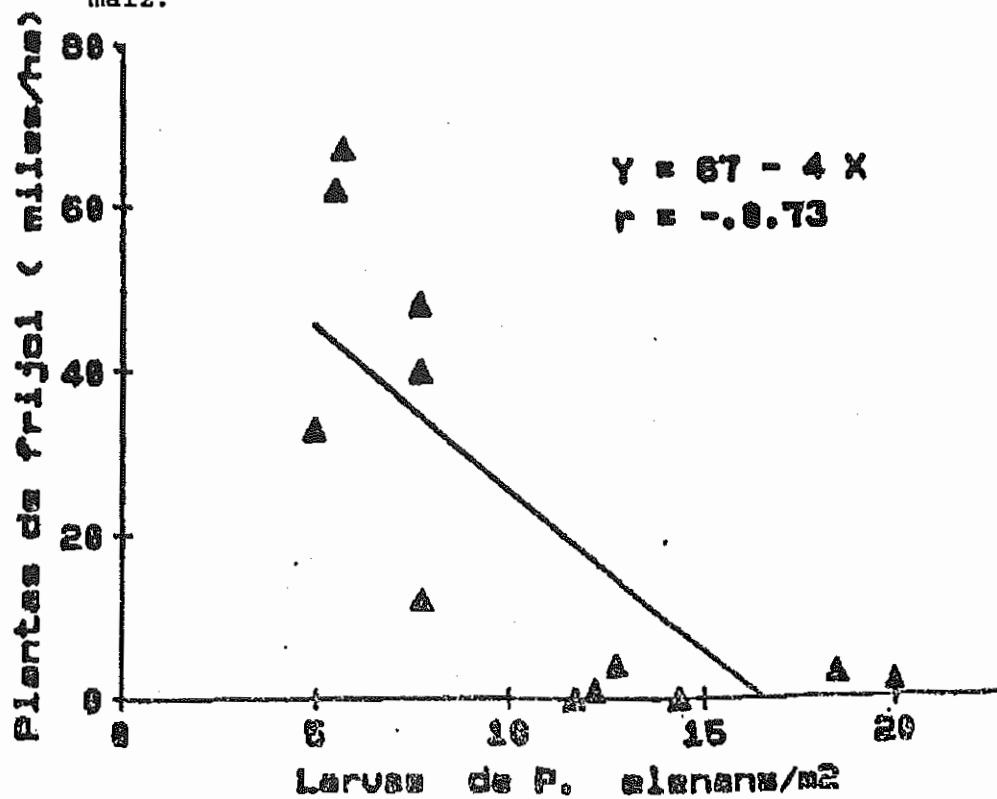


Figura 3. Relación de densidad de *P. eleanans* con plantas de frijol.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El rendimiento de maíz fue severamente afectado por la densidad de gallina ciega. A mayor número de gallina ciega el rendimiento fue menor. Una larva/m<sup>2</sup> disminuyó la producción en 0.19 t/ha.

La densidad de plantas de frijol también está severamente afectada por la densidad de gallina ciega, debido al tamaño mayor de la plaga en postrera. La ecuación de regresión  $Y=67-4x$  indicó que con una larva/m<sup>2</sup> hubo 4,000 plantas muertas/ha.

No hubo correlación entre la densidad poblacional de gallina ciega y el porcentaje de Cobertura de malezas ni con factores edáficos (limo, arcilla, arena y materia orgánica).

Se recomienda seguir experimentando para comprobar resultados. Un año no es suficiente para concluir sobre niveles críticos en ensayos de gallina ciega. Se deben hacer análisis económicos para comprobar los niveles críticos. Para estos estudios se debe aumentar el tamaño de la parcela para experimentar con los muestreos comerciales. Si se replicara el estudio sería conveniente incluir una parcela testigo con control total de gallina ciega y realizar muestreos cada tres semanas para estimar mejor la dinámica poblacional.

## AGRADECIMIENTO

Se agradece a los Ings. Julio López y Estuardo Secaria por su participación en el manejo del estudio. Al Ing. Rafael Caballero por clasificar los especímenes y a Suyapa de Meyer por su ayuda en el análisis de datos.

## LITERATURA CITADA

- 1) ANDREWS K.L. 1984. El Manejo Integrado de Plagas Invertebradas en Cultivos Agronómicos, Hortícolas y Frutales. Proyecto Manejo Integrado de Plagas en Honduras, Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras. 22-23.
- 2) KING, A.B.S. 1984. Biology and Identification of White Grubs (*Phyllophaga*) of Economic Importance in Central America. *Tropical Pest Management* 30 (1): 36-50.
- 3) KING, A. B. S. Y J. L. SAUNDERS. 1984. Las plagas Invertebradas de Cultivos Anuales Alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres, Inglaterra. 182 p.
- 4) MAG/FAO/PNUD. 1976. Guía de Control Integrado de Plagas de Maíz, Sorgo y Frijol. Proyecto Control Integrado de Plagas. Managua, Nicaragua. 63. pp.

- 5) PEAIRS, F. B. 1980. Principales Plagas de los Granos Básicos. Secretaría de Recursos Naturales Programa de Investigación Agropecuaria. Tegucigalpa, Honduras. 30 p.

MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN EL CULTIVO DE MAIZ  
PARCELAS DEMOSTRATIVAS MANEJADAS POR LOS AGRICULTORES EN LAS LOCALIDADES  
DE LA ESPERANZA, SIGUATEPEQUE Y FRANCISCO MORAZAN DURANTE 1988.

J. Díaz\*, H. Rittenhouse\*, M. Cáceres\* , L. Pineda, M.\*\* Bustamante\*\* y  
D. Monterroso\*\*

INTRODUCCION

El maíz es sembrado principalmente por pequeños y medianos agricultores, con un sistema de producción en asocio y/o relevo con frijol, en suelos con pendientes arriba del 5%, bajo el sistema tradicional de siembra, sin fertilización, con densidades altas de población por postura y con la semilla que el siembra, produce y selecciona. Lo anterior trae consecuencias como: pérdida de suelo por erosión, un microclima adecuado para el desarrollo y dispersión de los patógenos que aumentan las pérdidas por pudrición de la planta y de la mazorca, la degeneración de las variedades, factores que provocan bajos rendimientos en la producción nacional de maíz.

Trabajos iniciados en la comunidad de Taulabé por el Proyecto MIP-CATIE/Honduras y el personal de la Secretaría de Recursos Naturales (S.R.N.), indicaron que las pérdidas por pudrición de la mazorca eran arriba del 20%. Por otro lado, el Proyecto MIP-CATIE en colaboración con el Proyecto MIPH-EAP detectó no solo el hongo *Diplodia spp.*, que se mencionaba con el principal patógeno causante de estas pudriciones, sino un complejo de hongos (1,4) entre los que sobresalía *Fusarium moniliforme*. Posteriormente se realizaron encuestas sobre el problema (3) y se determinó a nivel nacional el complejo de hongos y su importancia (2, 5). De las reuniones e investigaciones realizadas se determinó trabajar en socioeconomía, agronomía, fitopatología y mejoramiento genético, a fin de resolver este problema en forma integral.

En la Reunión Anual de Maíz, Comayagua, 1988 se concluyó que las pérdidas por pudrición de la mazorca han ido en aumento, probablemente por el manejo que el agricultor le da al material podrido en el campo y en el lugar de desgrane, que incide en el incremento y dispersión de los patógenos involucrados.

---

\* Técnicos de la Secretaría de Recursos naturales, asignados en La Esperanza, Siguatepeque y Fco. Morazán, respectivamente; \*\* Asistente de Campo, Asistente de Investigación y Coordinador Nacional del Proyecto MIP-CATIE/Honduras, C.A.

Tomando en cuenta la recomendación de realizar trabajos de agronomía y fitomejoramiento, y de las observaciones realizadas en los ensayos de maíz en La Esperanza y tratando de resolver este problema en forma integrada se presentó y discutió en dicha reunión, el protocolo de investigación a realizar en las áreas de maíz, cuyos objetivos son:

### 1. Objetivo General

Evaluar el sistema de siembra del agricultor en comparación con un sistema nuevo de producción.

### 2. Objetivos Específicos

2.1 Evaluar el sistema de producción usado por el agricultor que consiste en sembrar de 4 a 5 semillas por postura y distancia de  $1 \text{ m}^2$ , en comparación con la práctica recomendada de siembra en forma lineal con 1 semilla por postura cada 0.25 m.

2.2 Evaluar el aporque por postura usado por el agricultor en contraste del aporque en forma continua de la práctica recomendada.

2.3 Evaluar la semilla del agricultor en comparación con la variedad mejorada Intibucá A-503.

2.4 Evaluar los dos sistemas de producción en relación al control de malezas.

### METODOLOGIA, RESULTADOS, DISCUSION Y RECOMENDACIONES POR REGION

El trabajo se desarrolló en tres regiones: La Esperanza, Intibucá; Siguatepeque, Comayagua y Tatumbla, Fco. Morazán.

### 1. INTIBUCA

#### 1.1 Metodología.

Las parcelas se desarrollaron durante los meses de Junio 1988 a Enero de 1989, en las zonas de producción de Chiligatoro y Azaualpa. Este trabajo se realizó como parcelas demostrativas, las cuales fueron manejadas por el agricultor con la asistencia del personal de investigación y extensión de La Esperanza, Intibucá.

Por ser parcelas demostrativas no se definió un diseño experimental, por lo que los resultados serán comparativos entre cada una de las prácticas recomendadas.

Los tratamientos a evaluar son:

- a. Práctica recomendada con variedad Intibucá A-503.
- b. Práctica recomendada con variedad del Agricultor.
- c. Práctica agricultor con variedad Intibucá A-503.

#### d. Práctica agricultor con variedad del Agricultor.

El tamaño de las parcelas fueron de 20 x 20 m y en cada una se tomaron 4 subparcelas de 5 x 5 m para la toma de datos.

Se sembraron algunas de las parcelas en sitios en donde el ciclo de siembra anterior fue con papa, para aprovechar la fertilidad del suelo y una alternativa de policultivos, que baje las poblaciones de plagas del cultivo de papa. Los datos tomados fueron rendimientos en kg/ha, y la pérdidas por pudrición de la mazorca.

### 1.2 Resultados y Discusión.

Se cosecharon 6 parcelas (Cuadro 1) y el análisis se observa que el mayor rendimiento se obtuvo con la variedad Intibucá A-503 y la técnica del agricultor (2451 kg/ha) y el menor la variedad del agricultor con la técnica recomendada. En relación a pérdidas de mazorcas el que tuvo menor fue la variedad Intibucá A-503 con la tecnología recomendada (7.2%) y la mayor pérdida la variedad del agricultor con la tecnología del agricultor (13.9%).

Al analizar los componentes en forma individual, se observa (Cuadro 2), que la tecnología del agricultor con las dos variedades obtuvo mayor rendimiento (2009.50 kg/ha), pero mayor porcentaje de pérdidas de mazorcas, que la tecnología recomendada. La variedad Intibucá A-503 bajo los dos sistemas de manejo, obtuvo mayor rendimiento (2322.50 kg/ha) y menor porcentaje de pérdidas (7.38%), que la variedad del agricultor.

Probablemente el menor rendimiento que presenta la tecnología recomendada se deba a que tiene una menor densidad poblacional de plantas por área, que la tecnología del agricultor. En observaciones en el campo, se detectó que los mayores rendimientos se obtuvieron en los lugares en donde se sembró papa en el ciclo 1987, que en los que sembraron en el ciclo 1986.

### 1.3 Recomendaciones.

- 1.3.1 Evaluar la siembra de 4 y 5 posturas de maíz por metro lineal en la tecnología recomendada.
- 1.3.2 Evaluar con los mismos agricultores y en los mismos sitios de siembra, la siembra posterior de maíz y evaluar el comportamiento sin fertilización.
- 1.3.3 Evaluar las pérdidas del suelo en las parcelas evaluadas, para determinar las bondades que ofrece en terrenos con pendiente, la siembra de maíz bajo la tecnología recomendada.

## 2. COMAYAGUA

### 2.1 Metodología.

Esta parcela demostrativa se sembró en la localidad Pozo Azul del Municipio de Siguatepeque, en la propiedad del Sr. Roque Alberto.

En esta región, el cultivo de maíz en asocio y/o relevo con frijol es bastante común, siendo estos dos los cultivos principales del área en estudio. La parcela demostrativa fue manejada por el agricultor con la asistencia del personal técnico de la S.R.N. de Situatepeque.

Los tratamientos a evaluar fueron:

- a. Práctica mejorada con la variedad Raquet (\*)
- b. Práctica mejorada con la variedad Honduras Planta Baja (\*\*)
- c. Práctica del agricultor con la variedad Raquet (\*)
- d. Práctica del agricultor con la variedad Honduras Planta Baja (\*\*)

(\*) Maíz criollo, seleccionado mediante ensayos exploratorios de maíces criollos por los técnicos de la S.R.N. de Situatepeque como resistente a *Diplodia sp.*

(\*\*) Maíz mejorado, sembrado y seleccionado durante cuatro años por el agricultor.

El tamaño de la parcela de cada tratamiento fue de 13.5 x 10 m. La siembra en la práctica mejorada fue de 1 semilla por postura cada 0.25 m y en la del agricultor 3 y 4 semillas por postura cada 0.35 m y en ambas la separación entre surcos de 1.00 m.

En cada tratamiento se marcaron 4 subparcelas de 2x2 m en donde se tomaron las lecturas de porcentaje de incidencia y severidad de la enfermedad en la planta, en los estados fenológicos de floración y mazorca en formación (elote) y a nivel de mazorca a la cosecha. Se tomaron los costos de producción, pero en ambas tecnologías fueron iguales, por haber realizado prácticas similares en todos los tratamientos.

### 2.2 Resultados y Discusión.

El agricultor sembró dentro del surco y aporcó en forma continua haciendo uso de tracción animal, con la diferencia que en su sistema coloca 3-4 semillas por postura, y 1 semilla en la práctica que se estaba evaluando.

Las lecturas de incidencia y severidad se realizaron en las etapas fenológicas de floración y formación de la mazorca (elote) tomando en cuenta presencia de micelio y efecto de éste en la planta, y en época de cosecha se evaluaron las pérdidas por mazorca podridas debido a este hongo.

El hongo presente es *Fusarium moniliforme* como primario, y un complejo posterior de hongos secundarios. Los porcentajes de mayor incidencia y severidad se presentaron con la variedad Raquet manejado con ambas tecnologías (Cuadro 3 y 4), mostrando similar comportamiento en la etapa fenológica de "elote", mostrando en todos los tratamientos un incremento en esta etapa fenológica.

A la cosecha la variedad Honduras Planta Baja mostró las mayores pérdidas de mazorcas en la tecnología recomendada (32%) y en la del agricultor (19%), para un promedio en las dos tecnologías de 25.505%. Al analizar las dos tecnologías, se observa que la tecnología recomendada presenta el mayor porcentaje de pérdidas (24%) (Cuadros 3 y 4). En rendimiento la variedad Raquet con la tecnología recomendada mostró el menor rendimiento (5777 kg/ha) y el mayor la variedad del agricultor con la tecnología de él. En promedio bajo las dos tecnologías el mayor rendimiento lo presenta la variedad del agricultor (7790.50 kg/ha) y con las dos variedades la tecnología del agricultor (7970.50 kg/ha) (Cuadros 3 y 4).

Estos resultados muestran que la variedad Honduras Planta Baja seleccionada por el agricultor presenta mayor resistencia a *Fusarium moniliforme*, que es el patógeno presente en esta área, no así, la variedad Raquet seleccionada como resistente a *Diplodia sp.* Cuestión que es importante considerar para el programa de selección de material, que no se debe enfocar para un solo patógeno, sino para el complejo de pudrición de la planta y de la mazorca.

En relación a la tecnología del agricultor, que es la que se está recomendando, pero que él la ha utilizado por años, nos indica que debemos mantenerla, pero evaluar mayores densidades de siembra que la de 1 semilla por postura cada 0.25 m.

El análisis económico (Cuadro 5) muestra que la tecnología y la variedad seleccionada por el agricultor tienen la mayor rentabilidad (7.68) y la menor rentabilidad la tecnología recomendada con la variedad Raquet (4.94).

## 2.3 Recomendaciones.

- 2.3.1 Evaluar mayor densidad de población, manejada en surco, siembra en línea y aporque continuo.
- 2.3.2 Evaluar otras variedades de altura bajo este sistema de producción.

### 3. FRANCISCO MORAZAN

#### 3.1 Materiales y Métodos.

Este trabajo se realizó en la localidad El Aguacate, con el agricultor Sr. Medardo López. El trabajo se realizó como parcelas demostrativas, las cuales fueron manejadas por el agricultor con la asistencia técnica del personal de investigación del Proyecto de Manejo de Recursos Naturales de la localidad de Tatumbula.

Los tratamientos a evaluar fueron:

- a. Tecnología recomendada con la variedad Intibucá A-503.
- b. Tecnología recomendada con la variedad del agricultor.
- c. Práctica del agricultor con la variedad Intibucá A-503.
- d. Práctica del agricultor con la variedad del agricultor.

El área de cada tratamiento fue de 20 x 20 m y se tomaron 4 subparcelas de 2.20 x 2.00 m en donde se tomaron los datos de rendimiento y pérdidas. El sistema de siembra usado por el agricultor fue de 3-4 semillas por postura, con distancias de 1 x 1 m y el aporque en forma individual, la tecnología recomendada 1 semilla por postura sembrada en surco con distancias de 0.25 x 1.00 m y el aporque en forma continua.

#### 3.2 Resultados y Discusión.

Los resultados muestran que la variedad Intibucá A-503 con la tecnología recomendada fue la de menor rendimiento (858.4 kg/ha), no mostrando mucha diferencia cuando las dos variedades fueron manejadas con la tecnología del agricultor (1164 y 1145 kg/ha) (Cuadro 1). El porcentaje de pérdidas fue mayor en la variedad Intibucá A-503 manejado bajo las dos tecnologías (14.00 - 14.58%) (Cuadro 6). Al evaluar las dos tecnologías de manejo, no presentan mayores diferencias en rendimiento y en porcentaje de pérdidas.

La variedad del agricultor con la tecnología recomendada mostró el mayor rendimiento (1455 kg/ha) y menor porcentaje de pérdidas (5.66%). El porcentaje de humedad del grano era en promedio 23% y el índice de desgrane para la variedad del agricultor de 0.78 - 0.79 y para la variedad Intibucá A-503 de 0.72 - 0.73 que influye en el rendimiento del grano.

En promedio el comportamiento de la variedad de agricultor fue mejor con rendimientos de 1309.5 kg/ha, y porcentaje de pérdidas de 5.95, en relación a la variedad Intibucá A-503 con 1001.50 kg/ha y un porcentaje de pérdidas de 14.29.

El número de plantas cosechadas no varió en ambas tecnologías para una densidad poblacional de 28,500 plantas/ha, que muestra una pérdida en promedio de 28.75%, causada por fuertes vientos y exceso de agua, asimismo, no varió el número de mazorcas

cosechadas por tratamiento. En donde se observa el efecto de menor rendimiento en la variedad Intibucá A-503 es en el poco peso del grano, que muestra en el menor índice de desgrane.

La variedad del agricultor manejada con tecnología recomendada es la que comportó mejor, lo que indica la necesidad de evaluar otra vez esta tecnología en mayor área y con un aumento en la densidad de siembra en relación a la que se evaluó (Cuadro 7).

### 3.3 Recomendaciones.

3.3.1 Evaluar varias densidades de siembra con la variedad del agricultor y la tecnología recomendada.

3.3.2 Evaluar el impacto de esta tecnología en relación a la pérdida de suelo por erosión.

## DISCUSION Y CONCLUSIONES GENERALES

Las prácticas culturales y su beneficio, es difícil evaluarlos en un solo ciclo de cultivo, al igual que el comportamiento de una variedad. El impacto de éstas sobre la pérdida de suelo por erosión y pérdidas por pudrición de la mazorca, es necesario evaluarlos a través del tiempo. Por lo que de acuerdo a los resultados obtenidos en cada una de las localidades, es necesario unificar criterios de manejo de las futuras evaluaciones, para que se puedan analizar en forma conjunta y obtener resultados que se puedan aplicar en cierta manera a nivel nacional.

La técnica recomendada de siembra en surco y el aporque lineal en forma continua mostró ser una alternativa para el mejor manejo del cultivo en ladera; no así la variedad mejorada, que fue manejada en forma diferente y con patrones de fertilidad variables.

## RECOMENDACIONES

1. Seguir evaluando la tecnología de siembra en surco y aporque lineal continuo, variando la densidad poblacional de siembra.
2. Las variedades del agricultor no deben variar dentro de la parcela del agricultor.
3. Uniformizar el patrón de manejo y toma de datos y llevar los registros de producción, para obtener mejores resultados.
4. Evaluar el impacto de esta metodología sobre la pérdida del suelo por erosión.

## BIBLIOGRAFIA

1. Castaño, Jario. 1987. El Complejo de Maíz Muerto. Memorias sin publicar I Reunión Nacional de Maíz Muerto. Danlí, El Paraíso, Honduras. Abril 1987.
2. Fernández, H. 1988. Avances del proyecto pudrición de Mazorca (*Zea mays* L.) en Honduras. Compendio de Resúmenes XXXIV Reunión PCCMCA, San José, Costa Rica. Pag. 178.
3. López, Cruz y C. Hernández. 1988. Pérdida en el Cultivo de Maíz por Mazorca Podrida. Compendio de Resúmenes XXXIV Reunión PCCMCA. San José, Costa Rica. Pag. 177.
4. López J., R. Padilla, L. Pineda y D. Monterroso. 1987. Sondeo para la estimación preliminar de pérdidas ocasionadas por el complejo de "Maíz Muerto" en Taulabé, Comayagua. Memorias sin publicar I Reunión Nacional de Maíz Muerto. Danlí, El Paraíso. Honduras, Abril 1987.
5. López J., et al. 1988. Estimación de las pérdidas provocadas por la pudrición de la mazorca de maíz en Taulabé, Comayagua. Recopilación de los resultados de la investigación realizada por el convenio MIP-CATIE-Secretaría de Recursos Naturales. Honduras. 18 p.

MANEJO DE MALEZAS EN MAIZ CON LEGUMINOSAS DE COBERTURA Y SU EFECTO EN LA DINAMICA POBLACIONAL DE PLAGAS

Alí R. Valdivia\*, Abelino Pitty\*\* y Keith L. Andrews\*\*\*

## INTRODUCCION

Los cultivos de maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), tienen problemas de malezas cuyo control representa un costo adicional para el agricultor. El pequeño agricultor controla las malezas en forma mecánica con azadón y machete o aplicando herbicidas. El manejo de malezas en un cultivo influye en el tipo de vegetación en el área y el tipo de vegetación presente determina el tipo de plagas. La babosa del frijol causa más daño cuando existen malezas de hojas anchas (Andrews et al. 1985), sin embargo el gusano medidor (*Mocis latipes* Queénée) causa más daño al maíz cuando existen malezas gramíneas (Labrador, 1964).

---

\* Ing. Agr. Departamento de Protección Vegetal (DPV), Escuela Agrícola Panamericana (EAP) < El Zamorano, Apartado 93, Tegucigalpa, Honduras; \*\* PhD PDV-EAP y \*\*\* PhD, Jefe DPV-EAP y Profesor Asociado, Departamento de Entomología y Nematología, Universidad de Florida, Gainesville, Fl 32611, E.U.A.

Ultimamente se está tratando de introducir entre los agricultores el uso de leguminosas de cobertura y abonos verdes. Las coberturas controlan la erosión, suprimen las malezas, fijan nitrógeno e incrementa el contenido de materia orgánica en el suelo; sin embargo las leguminosas de cobertura pueden ser hospederos de insectos, moluscos y patógenos los cuales pueden dañar al cultivo actual o subsiguiente. También pueden ser utilizadas como alimento humano (Price, 1988).

Los objetivos del experimento fueron: Evaluar el control de malezas en maíz con leguminosas de cobertura (*Mucuna pruriens* y *Dolichos lablab* L.) y evaluar el efecto de la cobertura en la incidencia de insectos plagas, moluscos y patógenos en el sistema maíz y frijol en relevo.

#### REVISION DE LITERATURA

La incorporación de leguminosas como abono verde mejora el contenido de materia orgánica, fertilidad y productividad del suelo. Además extraen nutrientes profundos y los depositan en la capa superficial al ser incorporados (Bokde y Castells, 1971). El costo de la práctica de abono verde es relativamente bajo en comparación con otras prácticas o tecnologías mejoradas en el cultivo de maíz, por lo cual dicha práctica puede ser aprovechada por muchos agricultores (Bokde y Castells, 1971). Considerando el uso de abono verde como una inversión, la ganancia neta es alta, estimándose entre 200-800% sobre la inversión inicial en un período de un año (Serrano, 1957).

Bokde y Castells (1971) señalaron que donde se incorporó abono verde el maíz fue más vigoroso y menos susceptible a la sequia que el maíz donde no se incorporó. Los rendimientos de maíz se mantienen altos bajo distintas condiciones cuando se usa incorporación de leguminosas para abono verde en la rotación de cultivos (Bokde y Castells, 1971).

Ebelhar et al, (1984) reportaron que durante cinco años los rendimientos de grano de maíz fueron de 2.76 t/ha más cuando se usaron cultivos de cobertura (*Vicia villosa* Roth) sin nitrógeno (N) que cuando el maíz iba seguido con residuo de maíz y avena. Además de proveer mulch, aportan N al maíz en labranza cero disminuyendo la cantidad de N recomendado para el maíz. El frijol terciopelo provee una cantidad equivalente entre 90 y 100 kg/ha de N (Ebelhar et al. 1984)

El manejo de malezas en un cultivo influye en el tipo de vegetación en el área y el tipo de vegetación determina las plagas presente. La babosa del frijol causa más daño cuando existen malezas de hojas anchas (Andrews, et al. 1985), sin embargo el gusano medidor causa más daño al maíz cuando existen malezas gramíneas (Labrador, 1964).

#### MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en 1988 en terrenos de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras, a una elevación de 800 msnm. Durante más de 40 años el terreno donde se instaló el experimento se encontraba sin uso agrícola, en 1987 por primera vez se preparó con fines agrícolas.

Se utilizó un diseño factorial con arreglo en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El factor principal fue el tipo de leguminosa y la fecha de siembra fue el factor secundario. No se usaron los datos del testigo en el análisis.

Los tratamientos fueron:

- 1) *M. pruriens* a la siembra del maíz
- 2) *M. pruriens* 15 días después de la siembra de maíz (DDSM)
- 3) *M. pruriens* 30 DDSM
- 4) *D. lablab* a la siembra del maíz
- 5) *D. lablab* 15 DDSM
- 6) *D. lablab* 30 DDSM
- 7) Testigo sin leguminosas de cobertura

La preparación del suelo se hizo siguiendo el sistema de labranza convencional (una arada, tres pases de rastra y nivelación). El 31 de mayo se sembró el híbrido de maíz H-27, de grano blanco con un ciclo de 140 días a la cosecha. El tamaño de la parcela fue de 10x10m y el área útil fue de 8.2x8.2m. El maíz se sembró a 0.90 m entre surco y 0.45 m entre postura, colocando dos semillas/postura, la siembra de leguminosas de cobertura se hizo poniendo una semilla/postura y dos surcos/calle de maíz, ambas siembras se realizaron con espeque. El maíz se fertilizó a la siembra con 90 kg/ha de 18-46-0 y se azadoneó antes de realizar la siembra de leguminosas a los 15 y 30 DDSM.

Las leguminosas de cobertura se chapearon a los 78 DDSM para poder realizar la siembra del frijol en la época de postrera, la cual se realizó el siete de septiembre del mismo año con la variedad Catrachita de grano rojo y con 70 días a cosecha. El frijol se sembró a una distancia de 0.45x0.25 m con dos surcos/calle de maíz depositando dos o tres semillas/postura. El maíz se dobló una semana después de la siembra del frijol. No se realizó ninguna limpieza de malezas en el cultivo de frijol.

#### Manejo y Muestreo de Malezas.

Se realizaron tres muestreos por parcela en una área de 0.5 m<sup>2</sup> predeterminadas contandose el número de malezas de hojas anchas y gramíneas a los 36, 50 y 70 DDSM. El porcentaje de cobertura de las leguminosas y las malezas se tomó a los 70 DDSM.

#### Muestreos de Plagas Invertebradas.

Gusano cogollero, *Spodoptera frugiperda* (Smith). Se realizaron siete muestreos de 30 plantas de maíz en tres lugares diferentes de cada parcela, determinando el porcentaje de plantas infestadas a los 11, 17, 21, 27, 35, 38 y 46 DDSM.

Babosa del frijol, *Sarasinula plebeia* (Fisher). Se realizaron ocho muestreos relativos del número de babosas/postura de cebo, poniendo cinco posturas por parcela de 5 g cada una a los 50, 57, 64, 71, 80, 87,

95 y 112 DDSM. El cebo se aplicó por las tardes y se revisó a la mañana siguiente.

Picudo de la plántula, *Listronotus diétrichi* (Stockton). Se realizaron cuatro muestreos de 30 plantas de maíz en tres lugares de cada parcela contando el número de adultos a los 12, 18, 22 y 29 DDSM.

Picudo perforador, *Geraeus* spp. Se realizaron cuatro muestras de 30 plantas de maíz en tres lugares de cada parcela contando el número de adultos a los 22, 29, 40 y 46 DDSM.

Chicharrita del frijol, *Empoasca Kraemeri* (Ross & Moore). Se realizaron cinco muestreos visuales del número de adultos/planta y ninfas/hoja trifoliada tomando 10 plantas y 10 hojas trifoliadas en tres lugares de cada parcela.

Picudo de la vaina del frijol, *Apion godmani* (Wagner). Se realizó un muestreo de 50 vainas/parcela donde se determinó número de adultos, pupas y larvas; porcentaje de granos dañados y de vainas infestadas por picudo de la vaina del frijol.

Muestreos de maíz. Se contó el número de plantas, número de mazorcas y número de mazorcas infestadas con *Diplodia maydis* usando una escala de daño de 1-5, siendo 1 micelio presente y 5 mazorca completamente infestada (muerta), peso de 100 granos y el rendimiento en t/ha tomándose una muestra de 15.84 m<sup>2</sup>/parcela a la cosecha.

Muestreos de frijol. Se contó el número de granos/vainas tomando 50 vainas, peso de 100 granos y el rendimiento en t/ha tomándose una muestra de 10 m<sup>2</sup>/parcela.

En el manejo de malezas y plagas muestreadas no se realizó ninguna aplicación de plaguicidas para su control, ya que se deseaba observar las fluctuaciones poblacionales y su ataque durante el crecimiento y desarrollo de los cultivos de maíz y frijol.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Malezas

Las hojas anchas predominantes fueron *Baltimora recta*, *Sclerocarpus phyllocephalus*, *Ageratum conyzoides*, *Richardia scabra*, *Nicandra physalodes*, *Walteria indica* y *Amaranthus spinosus*. La gramínea predominante fue *Digitaria* spp.

No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) entre las malezas de hojas anchas y gramíneas a los 50 y 70 DDSM, pero se detectaron diferencias altamente significativas (P 0.01) entre las fechas de siembra a los 36 DDSM (hojas anchas y gramíneas) y 70 DDSM en el número de gramíneas (Cuadro 1). La cobertura de las leguminosas a los 70 DDSM entre las fechas de siembra fue altamente significativa (P 0.01) mostrándose superior el porcentaje de cobertura de leguminosas y una menor cobertura de malezas en los tratamientos de *M. Pruriens* (0 y 15 DDSM) y *D. lablab* (0 DDSM), respectivamente, (Cuadro 1). El testigo sin

cobertura presentó 60% de cobertura por malezas. Esto indica que *M. pruriens* con 5% de cobertura de malezas muestran mayor agresividad en crecimiento y desarrollo que *D. lablab* con 14% de cobertura de malezas, lo cual podría ayudar a mantener bajo control a las malezas tanto de hojas anchas como gramíneas en las condiciones de precipitación y suelo de El Zamorano.

Gusano cogollero. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) a los 11, 17, 21, 27, 35, 38 y 46 DDSM (Cuadro 2). El gusano cogollero, no alcanzó el nivel crítico (NC) de 40% utilizando para esta plaga (Andrews, 1986) debido a que no hubo suficiente presión manteniéndose bajas las infestaciones durante el ciclo (Cuadro 2).

Babosa del frijol. Las poblaciones de babosas no fueron diferentes significativamente (P 0.05) a los 50, 57, 64, 80, 87, 95 y 112 DDSM (Cuadro 3). Se detectaron diferencias significativas (P 0.05) a los 71 DDSM con *D. lablab* (0 DDSM) siendo mayor la población de babosas que el testigo sin leguminosas probablemente debido a que con *D. lablab* hubo una alta humedad relativa, alimento y refugio que favorecen a la plaga (Cuadro 3). Las poblaciones de babosas encontradas no fueron infestaciones suficientemente altas para causar daño en el frijol en la época de postrera, considerando un NC de 1 babosa/postura en primera y 0.5 babosa/postura en la época de postrera (Andrews y Barletta, 1985).

Picudo de la plántula. No se detectaron diferencias en las poblaciones de picudo (P 0.05) a los 12, 22 y 29 DDSM; pero si se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en la población de picudo entre las leguminosas a los 18 DDSM. *M. pruriens* (15 DDSM) es diferente de *M. pruriens* (0 DDSM) y *D. lablab* (15 y 30 DDSM), siendo menor (0.0, 0.33, 0.30 y 0.33) en el número de adultos de picudo, respectivamente (Cuadro 4).

Cuadro 1. Malezas de hojas anchas, gramíneas y porcentaje de cobertura de las leguminosas y las malezas.

Tratamientos Leguminosas	Fecha Siemb. DDSM	Hojas anchas			Gramíneas			Cobertura <sup>a</sup>	
		D	D	70	S	M <sup>b</sup>	70	Leg.	Mal.
-----Plantas-----									
<i>M. pruriens</i>	0	231	18	9	5	3	1	95	5
	15	9	20	23	2	6	5	81	19
	30	5	14	18	0.3	4	6	33	67
<i>D. lablab</i>	0	30	28	22	3	4	2	86	14
	15	15	19	19	1	6	4	45	55
	30	4	26	33	2	5	5	29	61
Testigo		15	22	27	4	10	10	0	60
Fecha de siembra		** <sup>c</sup>	ns <sup>d</sup>	ns	*	ns	**	**	**

a= porcentaje de cobertura a los 70 DDSM

b= días después de la siembra del maíz

c= altamente significativo (P 0.01)

d= no significativo (P 0.05)

Cuadro 2. Porcentaje de plantas infestadas por gusano cogollero, *S. frugiperda* bajo dos tipos de leguminosos de cobertura.

Tratamiento	Fecha	D		S	M <sup>a</sup>			
Legumin.	Siemb.	11	17	21	27	35	38	46
DDSM								
<i>M. pruriens</i>	0	6.6	21.6	40.8	31.7	27.5	26.6	15.0
	15	13.3	11.8	25.0	25.8	25.8	22.5	13.4
	30	8.3	7.5	32.5	31.7	33.3	25.0	10.0
<i>D. lablab</i>	0	10.0	11.6	35.0	32.5	33.3	28.3	15.8
	15	14.1	25.0	16.0	33.8	31.7	28.3	20.8
	30	5.0	15.8	26.7	30.0	26.7	24.2	15.0
Testigo		11.6	18.3	20.0	26.6	29.2	16.6	30.8
Leguminosa x								
fecha siembra		NS <sup>b</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	NS

<sup>a</sup> = días después de la siembra del maíz; <sup>b</sup> = no significativo (P 0.05).

Cuadro 3. Población relativa de babosa *S. plebeia* en maíz y frijol en relevo bajo dos tipos de leguminosas de cobertura.

Tratamiento	Fecha	D		S	M <sup>a</sup>				
Legumino.	Siemb.	50	57	64	71	80	87	95	112
<i>M. pruriens</i>	0	0.05	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05
	15	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00
	30	0.05	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.10	0.05
<i>D. lablab</i>	0	0.00	0.00	0.05	0.20	0.00	0.00	0.05	0.05
	15	0.05	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	30	0.00	0.05	0.00	0.00	0.05	0.00	0.05	0.10
Testigo		0.05	0.00	0.00	0.05	0.05	0.00	0.05	0.00
Leguminosa x									
fecha		NS	NS <sup>b</sup>	NS	* <sup>c</sup>	NS	NS	NS	NS

<sup>a</sup> = días después de la siembra del maíz; <sup>b</sup> = no significativo (P 0.05).

<sup>c</sup> = significativo (P 0.05)

Cuadro 4. Número de adultos de *L. dietrichi* y *Geraeus* spp, por unidad de muestreo<sup>a</sup>.

Tratam.	Fecha	<i>L. Dietrichi</i>				<i>Geraeus</i> spp			
		D		S	M <sup>b</sup>				
Legumin.	Siemb.	12	18	22	29	22	29	40	46
DDSM									
<i>M. pruriens</i>	0	0.40	0.33	0.00	0.33	0.18	3.08	1.80	2.30
	15	0.08	0.00	0.08	0.00	0.00	1.00	3.60	4.50
	30	0.50	0.15	0.00	0.33	0.00	2.10	2.20	4.40
<i>D. lablab</i>	0	0.43	0.15	0.00	0.25	0.33	3.08	3.80	5.70
	15	0.35	0.30	0.00	0.00	0.25	2.85	3.20	3.00
	30	0.25	0.33	0.18	0.33	0.08	2.23	3.30	3.30
Testigo		0.25	0.33	0.00	0.08	0.00	0.08	3.30	2.60
Leguminosa x									
fecha siembra		NS <sup>c</sup>	* <sup>d</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	*

<sup>a</sup> = Unidad de muestreo igual a 10 plantas.; <sup>b</sup> = días después de la siembra del maíz; <sup>c</sup> = no significativo (P 0.05); <sup>d</sup> = significativo (P 0.05)

Picudo perforador. No se encontraron diferencias en las poblaciones de picudo (P 0.05) a los 22, 29 y 48 DDSM. Se detectaron diferencias significativas (P 0.05) entre las leguminosas a los 46 DDSM, donde los adultos del picudo con *D. lablab* (0 DDSM) fue mayor que con *D. lablab* (15 DDSM), testigo sin leguminosas de cobertura y *M. pruriens* (0 DDSM) (5.7, 3.0, 2.6 y 2.3), respectivamente (Cuadro 4).

Se encontraron adultos de picudo perforador a los 22 DDSM en el maíz cuando va bajando el número de adultos de picudo de la plántula en los muestreos. Esto es debido a que la larva del picudo de la plántula es una plaga que causa mayor daño al maíz en el estado de plántula (King y Saunders, 1984; Rueda et al., 1985).

Chicharrita del frijol. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) para el número de adultos a los 119, 126, 135, 143 y 148 DDSM (Cuadro 5). No hubo diferencia en ninfas/hoja trifoliada, (P 0.05) a los 135, 143 y 148 DDSM, pero si hubo diferencias significativas (P 0.05) a los 126 DDSM donde el tratamiento *M. pruriens* (15 DDSM) es diferente de *D. lablab* (0 DDSM), testigo sin leguminosas de cobertura y *D. lablab* (15 y 30 DDSM), respectivamente (Cuadro 6).

Picudo de la vaina del frijol. Con ANDEVA no se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el número de adultos, pupas, larvas, granos y porcentaje de vainas infestadas (Cuadro 7). Pero se encontraron diferencias significativas (P 0.05) en fecha de siembra en el número de pupas, larvas y el porcentaje de vainas infestadas por picudo lo que indica que las leguminosas de cobertura sembrada temprano (0 y 15 DDSM) tienden a atraer el picudo de la vaina. *M. pruriens* y *D. lablab* tuvieron 12 y 11% de vainas infestadas, respectivamente (Cuadro 7); esto indica que en lugares donde el picudo de la vaina del frijol es plaga clave hay que tener cuidado.

Respuestas agronómicas del maíz. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el número de plantas/ha, peso de 100 granos, y el rendimiento de maíz en tm/ha (Cuadro 8). Se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el número de mazorcas/ha (Cuadro 8). Según la separación se medias de Duncan se detectaron diferencias significativas (P 0.05) entre *D. lablab* y *M. pruriens* (30 DDSM), teniendo menor número de mazorcas *M. pruriens* (15 DDSM), testigo sin cobertura y *M. pruriens* (0 DDSM), respectivamente (Cuadro 8).

El número de mazorcas muertas por *D. maydis* fue diferente significativamente (P 0.05) entre los tratamientos teniendo mayor número de mazorcas muertas los tratamientos de *M. pruriens* y *D. lablab* y el testigo con menor número de mazorcas muertas (2.8). Esto posiblemente se deba a que en el testigo sin cobertura no hay un microclima que favorezca el desarrollo del hongo (Cuadro 8).

Respuestas agronómicas del frijol. No se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el número de granos/vainas, peso de 100 granos y rendimiento de frijol en t/ha, pero se detectaron diferencias significativas (P 0.05) en el número de granos/vaina según fecha de

siembra de las leguminosas, notándose mayor número de granos en los tratamientos *M. pruriens* (0 y 15 DDSM) tal vez porque fijó mayor cantidad de nitrógeno en el suelo (Cuadro 9).

Cuadro 5. Promedio de adultos de *E. Kraemeri* por planta de frijol.

Tratam.	Fecha	D	D	S	M <sup>a</sup>	
Leguminosas	Siemb.	119	126	135	143	148
<i>M. pruriens</i>	0	0.27	0.49	0.58	0.92	0.66
	15	0.29	0.49	0.55	1.07	0.52
	30	0.32	0.57	0.59	0.88	0.63
<i>D. lablab</i>	0	0.21	0.58	0.56	0.90	0.50
	15	0.24	0.44	0.59	0.90	0.53
	30	0.29	0.52	0.61	0.97	0.50
Testigo		0.33	0.36	1.05	0.69	0.42
Leguminosas x fecha siembra		NS <sup>b</sup>	NS	NS	NS	NS

<sup>a</sup> = días después de la siembra del maíz; <sup>b</sup> = no significativo (P 0.05)

Cuadro 6. Promedio de ninfas de *E. kraemeri* por hoja trifoliada de frijol

Tratamientos	Fecha	D	D	S	M <sup>a</sup>
Leguminosas	Siemb.	126	135	143	148
<i>M. pruriens</i>	0	0.22	0.36	0.57	0.41
	15	0.27	0.40	0.53	0.36
	30	0.25	0.35	0.40	0.41
<i>D. lablab</i>	0	0.14	0.35	0.52	0.35
	15	0.13	0.24	0.51	0.37
	30	0.03	0.34	0.45	0.41
Testigo		0.14	0.36	0.45	0.24
Leguminosa x fecha siembra		** <sup>b</sup>	NS <sup>c</sup>	NS	NS

<sup>a</sup> = días después de la siembra del maíz; <sup>b</sup> = altamente significativo (P 0.01); <sup>c</sup> = no significativo (P 0.05)

Cuadro 7. Número de adultos, pupas, larvas y porcentaje de vainas y granos dañados por *A. gogmani* en frijol.

Leguminosas	Fecha Siemb.	Número/Vainas			Vainas Infest.	Granos Dañados
		Adultos	Pupas	Larvas		
	DDSM	-----número-----			-----%-----	
<i>M. pruriens</i>	0	0.05	0.11	0.03	12	6
	15	0.05	0.15	0.01	12	6
	30	0.05	0.01	0.00	4	1
<i>D. lablab</i>	0	0.10	0.17	0.03	16	6
	15	0.07	0.05	0.00	6	2
	30	0.02	0.03	0.00	4	1
Testigo		0.00	0.04	0.00	3	3
Leguminosas x fecha siembra		NS <sup>a</sup>	NS	NS	NS	NS
Fecha de Siembra		** <sup>b</sup>	**	**		**

<sup>a</sup> = no significativo (P 0.05); <sup>b</sup> = altamente significativo (P 0.01)

Cuadro 8. Respuestas agronómicas del maíz bajo dos tipos de leguminosas de cobertura.

Tratamientos						
Legumin.	Fecha Siemb.	P/ha x1000	Maz/ha x1000	Peso 100 gran.	t/ha <sup>a</sup>	Mazorca Diplodia <sup>b</sup> x 1000
		---Número---		---g---		---Número---
<i>M. pruriens</i>	0	54	42	26	5.8	5.8
	15	56	46	25	7.4	4.5
	30	54	58	24	8.4	9.5
<i>D. lablab</i>	0	55	49	25	7.7	6.3
	15	57	52	25	7.1	7.8
	30	56	59	25	8.5	7.5
Testigo		50	45	24	7.1	2.8
Leguminosas x fecha siembra		NS <sup>c</sup>	NS	NS	NS	NS
Fecha siembra			**d			

<sup>a</sup> = corregido al 14% humedad

<sup>b</sup> = mazorcas muertas escala 4 y 5

<sup>c</sup> = no significativo (P 0.05)

<sup>d</sup> = altamente significativo (P 0.01)

Cuadro 9. Respuesta agronómicas del Frijol.

Tratamientos				
Leguminosas	Fecha Siembra	Granos/Vaina	Peso 100 Granos	t/ha <sup>a</sup>
	DDSM	---Número---	---g---	
<i>M. pruriens</i>	0	4.3	19	0.67
	15	4.3	20	0.42
	30	3.7	17	0.22
<i>D. lablab</i>	0	4.8	18	0.39
	15	4.0	22	0.32
	30	3.8	20	0.35
		3.8	16	0.22
Leguminosa x fecha siembra		NS <sup>b</sup>	NS	NS

<sup>a</sup> = corregido al 14% humedad

<sup>b</sup> = no significativo (P 0.05).

Las leguminosas se chapearon a los 78 DDSM ya que se observó un estrangulamiento en la planta de maíz dificultándole la salida de la espiga. Por eso es necesario realizar la chapea entre los 40 y 50 DDSM evitando que suba al maíz.

En observaciones visuales se notó que los adultos de tortuguillas (*Diabrotica* spp y *Ceratoma* spp) se encontraron alimentándose del follaje de las leguminosas durante su crecimiento y desarrollo.

## CONCLUSIONES

El uso de leguminosas de cobertura a la siembra del maíz reduce el número de malezas de hojas anchas y gramíneas. La cobertura de las leguminosas fue mayor cuando se sembraron al mismo tiempo que el maíz, originando mayor cobertura *M. pruriens* con 95%, y menos cobertura de malezas (5%), *D. lablab* tuvo menos cobertura 86% y 14% de malezas. El control de malezas mejoró con ambas coberturas.

No se encontró suficiente presión de babosas, gusano cogollero, chicharrita del frijol, picudo de la plántula y picudo perforador, durante el ciclo de los cultivos de maíz y frijol.

Las leguminosas de cobertura utilizadas mostraron mayor población del picudo de la vaina del frijol debido a que se detectaron infestaciones de 14 y 6% en las vainas y granos dañados de frijol lo cual es desfavorable, pero en lugares donde picudo de la vaina del frijol no es problema, pues es de esperarse solamente beneficios.

El uso de las leguminosas de cobertura en maíz y frijol no afectaron la producción por competencia por espacio, luz, agua y nutrientes del suelo. Se obtuvieron rendimientos similares en todos los tratamientos lo cual favorece el uso de las leguminosas en lugares donde se tienen problemas de erosión, suelos pobres y problemas de malezas. Las leguminosas de cobertura evaluadas tienen la ventaja de fijar N al suelo lo cual ayuda a ahorrar el uso de fertilizante nitrogenados. El número de mazorcas muertas por *D. maydis* fue mayor en los tratamientos de leguminosas de cobertura y menor en el testigo.

Se observó que ambas leguminosas son apetecidas por los adultos de tortuguillas. Las leguminosas de cobertura pueden ser una fuente de inóculo por sus posibles oviposiciones cerca de las raíces de las plantas de maíz causando daño a las raíces y posteriormente acame de las plantas.

## SUGERENCIAS

De acuerdo a los resultados preliminares del uso de leguminosas de cobertura se sugiere sembrar el mismo tiempo que el maíz, aumentar la densidad de plantas de *M. pruriens* y *D. lablab*, para poder alcanzar rápidamente la cobertura del suelo y suprimir el desarrollo y crecimiento de las malezas en el cultivo de maíz en primera. También realizar la chapia de las leguminosas de cobertura entre los 40 y 50 DDSM.

## LITERATURA CITADA

- 1) ANDREWS, J.L. 1986. El Cogollero. Publicación MIPH-EAP No.91 4p.
- 2) ANDREWS, K.L. y H. BARLETA. 1985. Los secretos de la babosa. Control en primera. Parte 2. Publicación MIPH-EAP No.48 14p.

- 3) ANDREWS, K.L., V.H. VALVERDE y O. RAMIREZ. 1985. Preferencia alimenticia de la babosa, *Sarasinula plebeia* (Fischer). Ceiba. 26(1):59-65.
- 4) BOKDE, S y R. J. CASTELLS. 1971 Abono verde. Un factor importante en la producción de maíz. INTA. Informe técnico No. 95. Argentina. 15p.
- 5) BRYAN, P. 1974. Está de más el arado? Tierra. p 194 y 253 (Mayo).
- 6) EBELHAR, S.A., W.W. FRYE y R. L. BLEVINS. 1984. Nitrogen from legume cover crops for No-Tillage Corn. Agron. J. 76:51-54.
- 7) KING, A.B.S y J.L. SAUNDERS. 1984 Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Administración de Desarrollo Extranjero. Londres. 182.p.
- 8) LABRADOR, J.R. 1964. Estudios de biología y combate del gusano del gusano medidor de los pastos *Mocis repanda* F. (*M. latipes* Gueébée) en el estado de Zulia. Universidad del Zulia, facultad de agronomía, Dep. fitosanitario, sección de entomología. Maracaibo, Venezuela. 144 p.
- 9) PRICE, M. L. 1988. Is velvet bean safe to eat? Echo development notes. Issue # 24, North Ft. Myres, Fl. December. P 4-6.
- 10) RUEDA, A. G. WHEELER, K. ANDREWS y C. SOBRADO. 1985. Distribución geográfica y porcentaje de infestación de *Listronotus dietrichi* (Coleoptera: Curculionidae) en maíz en Honduras. Trabajo presentado en XXXI Reunión Anual del PCCMCA, San Pedro Sula, Honduras. Del 16-19 de Abril. 7p.
- 11) SERRANO, H. 1957. Vicia común valiosa leguminosa forrajera y mejorada del suelo. Anales de la Sociedad Rural Argentina (7):353-358.
- 12) WITTMUSS, H., L. OLSON, y D. LANE. 1975. Energy requirements for conventional versus minimum tillage. Journal of soil and water conservation. 31(10):72-75.

## TABLAS DE VIDA PARA EVALUAR PERDIDAS EN EL CULTIVO DE MAIZ (*Zea Mays* L.)

O. Cáceres\* , K.L. Andrews\*\* y L. del Río\*\*\*

### INTRODUCCION

En Centroamérica el cultivo de maíz (*Zea mays* L.) ha sido el enfoque de trabajo de los fitoproteccionistas durante décadas, sin embargo, la literatura reporta pocos estudios sistemáticos sobre pérdidas e identificación de los agentes causantes.

En el presente estudio, se utiliza el enfoque de vida, empleado por otros autores, (Harcourt, 1970, Chandler, 1984) para cuantificar la mortalidad de plantas y los agentes causantes. Esta información es esencial para orientar a investigadores, extensionistas y encargados de programas de desarrollo agrícola. Los resultados aquí presentados son un resumen del estudio, un análisis en detalle se presentara en otro documento.

### MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó durante 1988 en las comunidades de Jutiquire, San Antonio de Manto y Los Ranchos en el departamento de Olancho y en Los Almendros, San Juan de Linaca, El Tablón y El Arenal en el departamento de El Paraíso, Honduras. En lotes de agricultores pequeños de aproximadamente 0.7 ha, se sembraron ocho parcelas de 5x3.2 m por sitio. En cada esquina del lote se marcaron dos parcelas con una separación de 8 m entre ellas. Se utilizó la variedad del agricultor dejando un distanciamiento de 0.8 m entre surcos y 0.2 m entre posturas de una semilla.

No se aplicaron insecticidas al momento de la siembra. La preparación del suelo fue mecanizada en todos los sitios excepto en Linaca y El Arenal donde se empleó tracción animal.

En cada parcela de 5x3.2 m se llevó un registro semanal de la vida de cada planta desde que se colocó la semilla hasta la cosecha: Para esto al sembrar se colocó una etiqueta junto a cada postura con el número asignado a cada semilla. Si la planta iba a morir, se determinó la causa realizando un muestreo destructivo.

---

\* Ing. Agr. Supervisor de Investigación-Extensión, Departamento de Protección Vegetal (DPV), Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano. Apartado Postal 93, Tegucigalpa, D.C. Honduras, C.A.; \*\* PhD Entomología, Jefe DPV-EAP y Profesor Asociado, Departamento de Entomología, Universidad de Florida, Gainesville, Fl 32611, E.U. y \*\*\* Ing. Agr. MSc Supervisor de Investigación-Extensión, DPV-EAP.

## RESULTADOS Y DISCUSION

El promedio de plantas muertas en los siete sitios fue 22%. La menor mortalidad fue 2.1% registrada en Linaca, El Paraíso y la mayor mortalidad fue 38.3% registrada en Los Ranchos, Olancho (Cuadro 1).

Cuadro 1. Porcentaje de mortalidad de plantas de maíz, en cada localidad.

Lugar	Mortalidad %	Lugar	Mortalidad %
San Juan de Linaca	2.1	San Antonio de Manto	29.2
El Arenal	4.1	Jutiquire	37.7
Los Almendros	21.1	Los Ranchos	38.3
El Tablón	21.6		

Los muestreos se agruparon por etapa fenológica, para determinar la mortalidad a través del ciclo del cultivo. Se elaboró una tabla de vida por sitio y éstas se fusionaron en la tabla de vida total (Cuadro 2).

La tabla de vida total contiene los factores causantes de mayor mortalidad y presentes en más de cuatro sitios en cada etapa fenológica. Otros organismos que aparecieron en menos lugares y causaron baja mortalidad se agrupan en la categoría de "otras plagas" que incluye *Phyllophaga* spp, *Atta* spp *Aeolus* spp y larvas de *Elateridae* y *Chrysomelidae*.

Los factores no biológicos que causaron mortalidad se agruparon en la categoría "factores físicos" que incluye muerte por azadón y arado durante la limpia y el aporque; muerte por terrones (consecuencia de la mala preparación del suelo) que no permitieron que emergieran las plántulas; muerte por factores climáticos como estrés hídrico y escorrentía y muerte mecánica, dobladas o quebradas por accidente. Se considera como plagas vertebradas a bueyes que causaron mortalidad en un sitio.

En la etapa de pregerminación la mayor mortalidad de semillas viables fue ocasionada por *Solenopsis geminata* la cual se observó alimentándose del embrión y el endospermo de semillas hinchadas, dejando sólo la testa en algunos casos (Cuadro 2).

Hongos no identificados en las semillas fueron el segundo factor de mortalidad en esta etapa. Estos pudieron ser la causa directa de mortalidad o colonizadores secundarios en semilla que murieron por algún problema de manejo. En la mayoría de los sitios se utilizó semilla certificada de la variedad H-5, por lo tanto estas pérdidas se deben considerar como normales para un agricultor. *Phyllophaga* spp; considerada como plaga clave en muchos sitios de Centro América (King, 1984), causó únicamente 0.2% de mortalidad y se reportó únicamente en San Antonio de Manto, Los Almendros y San Juan de Linaca.

Cuadro 2. Tabla de vida para maíz (*Zea mays* L.) en los departamentos de Olancho y El Paraíso. Mortalidad biológica en siete localidades.

x	lx	dx	dx	(100 rx)
0.1	4149	<i>Solenopsis geminata</i>	75	1.81
		Semilla	66	1.59
		Otras plagas del suelo	30	0.70
		Factores físicos	17	0.41
		Sin determinar	13	0.30
1.1-	3948	<i>Listronotus dietrichi</i>	106	2.60
		<i>Elasmopalpus lignosellus</i>	97	2.34
		Cortadores ( <i>Spodoptera</i> spp)	38	0.92
		Otras plagas	28	0.67
		Factores físicos	12	0.28
		Sin determinar	8	0.19
3.1	3659	<i>L. dietrichi</i>	62	1.49
		<i>E. lignosellus</i>	60	1.45
		<i>Spodoptera</i> spp	18	0.43
		Factores físicos	8	0.19
		Otras plagas	7	0.17
		Sin determinar	7	0.17
4.1	3497	<i>E. lignosellus</i>	50	1.20
		<i>L. dietrichi</i>	43	1.04
		Factores físicos	10	0.24
		Otras plagas	9	0.22
5.1	3385	Factores físicos	5	0.12
		Sin determinar	4	0.10
6.1	3376	Plagas vertebradas	5	0.12
7.1	3371	-----	0	0.00
8.1	3371	-----	0	0.00
9.1	3371	-----	0	0.00

x = etapa fenológica del cultivo

0.1 = Pregerminación

1.1 = Emergencia" coleoptilo sobre el suelo

2.1 = con una hoja abierta

3.1 = dos hojas totalmente abiertas

4.1 = cogollo temprano

5.1 = cogollo intermedio

6.1 = cogollo tardío

7.1 = formación de espiga

8.1 = formación de pelos de la mazorca

9.1 = maduración, tamaño máximo de la mazorca

$lx$  = número de plantas al inicio de cada etapa

$dx_f$  = factor de mortalidad

$dx$  = número de plantas muertas por etapa

(100  $rx$ ) = porcentaje de mortalidad

En las etapas de emergencia y de una o dos hojas totalmente abiertas las plagas que causaron mayor mortalidad fueron *Elasmopalpus lignosellus* (6%) y *Listronotus diétrichi* (5%) (Cuadro 1). El género *Spodoptera* spp plaga de mucha preocupación en Latinoamérica (Andrews, 1988) causó mortalidad únicamente como cortador de plantas no como cogollero.

En la Figura 1 se observa que la mayor mortalidad ocurrió en plántulas y las etapas primarias de 1.1 a 4.1 (según la escala de etapas fenológicas descritas en detalle en el Cuadro 2).

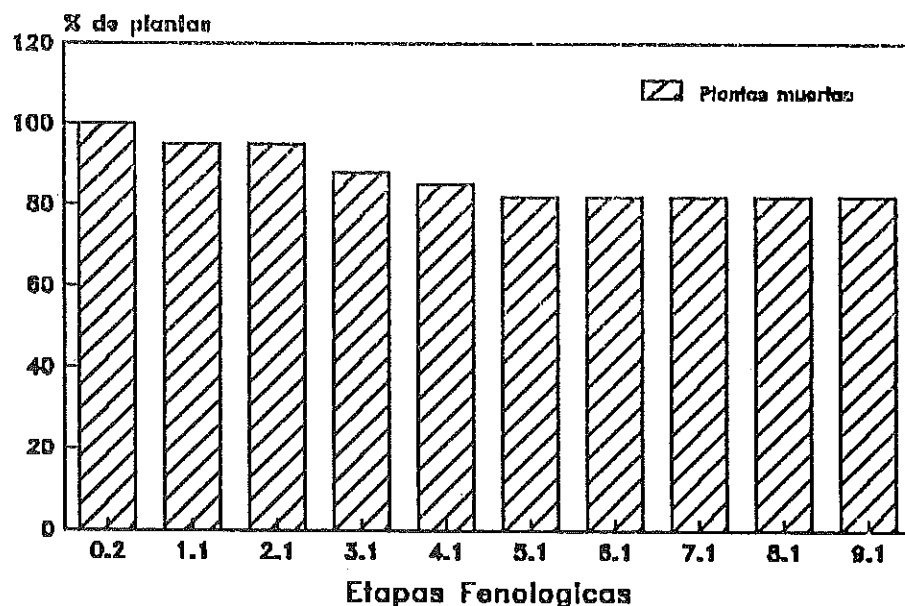


Figura 1. Porcentaje total de plantas vivas por etapa fenológica en siete localidades.

A partir de la etapa de cogollo intermedio (5.1) no hubo mortalidad por plagas. En el estudio únicamente se cuantificó la mortalidad biológica de plantas como unidad de producción. No se incluye la mortalidad de granos en la mazorca por *Stenocarpella* spp (=Diplodia spp) o *Fusarium* spp que aunque no matan totalmente la planta, matan la mazorca o parte de ella.

Los datos de mortalidad por etapa fenológica indican que los fitoproteccionistas deben enfocar en plagas de pregerminación y etapas primarias para proteger el cultivo.

En todo el estudio se reportaron 21 factores de mortalidad, y se hizo un análisis de factor clave (factor K) (Southwood, 1978) considerando los ocho factores que causaron mayor mortalidad en los siete sitios. La gráfica de *L. dietrichi* presentó una tendencia similar a la gráfica de K total (Fig. no incluida). Esta plaga fue el factor clave de mortalidad en estos sitios, durante esta temporada. Esta plaga, poco conocida por técnicos y agricultores también es reportada como plaga potencial por otros autores (Rueda et al, 1985; Shannon et al, 1987) por lo tanto merece mayor atención de parte de los investigadores.

#### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La mayor mortalidad de plantas ocurrió en las etapas de plántula y pregerminación. No hubo mortalidad por plagas en las últimas etapas del cultivo.
- Las plagas que ocasionaron mayor mortalidad fueron: *Elasmopalpus lignosellus*, *Listronotus dietrichi* y *Solenopsis geminata*. *Spodoptera* spp causó mortalidad como cortador no como cogollero.
- El factor clave de mortalidad en las siete localidades fue *Listronotus dietrichi*.
- Se recomienda continuar el estudio durante varios años para tener datos de mortalidad no solo en espacio sino en tiempo.
- Se debe incluir un muestreo de evaluación de porcentaje de granos muertos por plagas o enfermedades, especialmente *Stenocarpella* spp. (*Diplodia* spp) y *Fusarium* spp.

#### LITERATURA CITADA

- 1) ANDREWS, K.L. 1988. Latin American Research on *Spodoptera Frugiperda* (Lepidoptera: Noctuidae). Florida Entomologist: 71:630-653.
- 2) CHANDLER, L. 1984. Crop life table studies of the pests of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) at Goiania, Goias. Ceres 31(176):284-298.
- 3) HARCOURT, D.G. 1970. Crop life tables a pest management tool. Canadian Entomologist 102(8):950-955.
- 4) KING, A.B.S. 1984. Biology and identification of white grubs (*Phyllophaga*) of economic importance in Central America. Tropical Pest Management 30(1):36-50.
- 5) RUEDA, A.G. Wheeler, K.L. Andrews y C. Sobrado. 1985. Distribución geográfica y porcentaje de infestación de *Listronotus dietrichi* (Coleoptera: Curculionidae) en maíz en Honduras.

Memoria de la XXXI Reunión Anual del PCCMCA. San Pedro Sula, Honduras.

- 6) SHANNON, P.J., R. MENESES Y F. ALVAREZ. 1987. El uso de una tabla de vida para la estimación de pérdidas en el cultivo de maíz; un ejemplo de Guanacaste, Costa Rica. V. Congreso Nacional y I Congreso Centroamericano, México y el Caribe de Manejo Integrado de Plagas, Guatemala, Guatemala. 10p.

DETERMINACION DE PERDIDAS CAUSADAS POR *Listronotus diétrichi* St. EN EL CULTIVO DEL MAIZ (*Zea mays*).

J.C. Escobar B.\*, A. Ramírez\*\* y O. Guerrero Q\*\*

RESUMEN

Con el objeto de estimar las pérdidas que ocasiona el picudo del tallo, *Listronotus diétrichi* St. en el cultivo del maíz, y conocer la fluctuación poblacional, se realizó este trabajo en la zona costera del departamento de La Paz, El Salvador. Previo a la germinación se instalaron puntos en forma sistemática, de 10 m lineales cada uno y se llevó un registro de plantas sanas, dañadas y la población de adultos del picudo. La mayor población de adultos del picudo, se presentó a los 5 días después de la siembra (DDS) con una densidad de 8.8 adultos por punto; y bajó notablemente a partir de los 14 DDS, por la aplicación de insecticidas y se mantuvo hasta los 62 DDS, con una densidad de 0.3 adultos por punto. Los daños oscilaron de 2.77 a 30.25%, con un promedio de 12.84% de daño en plantas. La primera planta dañada se detectó a los 8 DDS; el máximo número de plantas dañadas a los 19 DDS, y la última a los 57 DDS. El patrón de comportamiento del daño y la fluctuación poblacional de adultos fue similar a estudios realizados en 1987. De acuerdo al promedio de plantas dañadas por punto, se estimó una pérdida de 8,500 plantas/ha y 22 mil plantas/ha, al considerar el valor máximo de plantas perdidas en un punto.

INTRODUCCION

En El Salvador, el maíz es uno de los cultivos de mayor importancia en la dieta alimenticia de la población; sin embargo, las plagas son uno de los factores que limitan su producción. Dentro de éstas plagas se encuentra el picudo del tallo *Listronotus diétrichi* St. (*Hyperodes*), que fue reportado en El Salvador por Jiménez (1979) y describiéndose dicha especie, para Centroamérica por King y Saunders (1984).

---

\* Ing. Agr. Jefe de Depto. Protección Vegetal Integrada. CENTA, MAG. El Salvador; \*\* Técnicos del Depto. de Protección Vegetal Integrada. CENTA, MAG. El Salvador.

Escobar (1986), se reportó a *L. dietrichi* causando pérdidas de plantas de éste cultivo en la zona costera del país, siendo una plaga desconocida por el agricultor, por lo que sus daños han pasado desapercibidos a través de los años. La escasez de información sobre aspectos biológicos y ecológicos de esta plaga y los daños que provoca, motivó la ejecución de este trabajo para dar a conocer lo daños y estudiar la fluctuación poblacional. La investigación se realizó en la cooperativa Astoria, que se encuentra ubicada en el municipio de San Pedro Masahuat, departamento de La Paz.

#### MATERIALES Y METODOS

El trabajo se llevó a cabo en la cooperativa Astoria, cantón Las Flores jurisdicción de San Pedro Masahuat, departamento de La Paz, a una altura de 30 msnm.

El ensayo se instaló en un suelo del grupo de los Regosoles aluviales, que posee una textura franco arenosa; materia orgánica de 1.63%, arena gruesa 4.8%, con Ph de 5.97, con alto contenido de Fósforo y Potasio. Durante el desarrollo (mayo-junio) se registró una precipitación de 585.8 mm. La siembra se realizó el 28 de abril y se hizo a un distanciamiento de 0.90 m entre surcos y a 0.15 m entre plantas. Se realizaron dos riegos por aspersión, se fertilizó con 60 kg/ha de nitrógeno y se realizaron tres aplicaciones de insecticidas a los 12, 19 y 26 DDS, usándose Metamidofos en las dos primeras y Phoxim Gr. en la tercera. También, se realizaron prácticas culturales tales como raleo (20 DDS), cultivo, aporco y las fertilizaciones fueron realizadas con maquinaria. Posterior a la siembra se procedió a delimitar los puntos de muestreo que fueron fijos y de un tamaño de 10 m lineales, instalándose un total de 10 puntos en el lote de 14 ha. Para cada punto se llevó un registro del total de plantas, realizándose dos muestreos semanales. Se tomó datos del total de picudos adultos, plantas dañadas y del sitio donde se encontraba *Listronotus*. En los diferentes puntos de muestreo se realizó el análisis de algunas características físicas y químicas del suelo, que se muestran en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Porcentaje de arena gruesa y materia orgánica, Ph del suelo en puntos de muestreo de *L. dietrichi*, en el cultivo de maíz.

	Puntos de muestreo										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Prom.
Arena gruesa	4.02	3.64	4.02	6.6	5.43	4.6	3.6	4.0	6.6	5.43	4.8
% M.O.	4.88	1.8	1.39	1.8	1.7	0.83	1.11	0.83	1.1	0.83	1.63
Ph	5.9	7.0	7.1	6.1	6.5	5.9	5.6	5.2	5.2	5.2	5.97

## DISCUSION DE RESULTADOS

A. Fluctuación poblacional de *Litronotus dietrichi* St.

La figura 1. muestra la fluctuación poblacional del picudo del tallo del maíz, observándose que la población se presenta sumamente alta, con una población inicial de 8.8 adultos por punto, a los 5 días después de la siembra (DDS). Esta densidad fue el doble a la obtenida en 1987 (fig 2) y probablemente la época de siembra temprana y dos lluvias registradas a los 3 y 6 DDS (fig. 3), estimularon los adultos del picudo a salir de sus lugares de refugio y migrar al cultivo. Este comportamiento ha sido observado en picudos que atacan otros cultivos, como el algodón, en el cual la lluvia y la humedad son factores claves para estimular los adultos que pasan por el fenómeno de estivación en la época seca; sin embargo, un 50% de la población detectada a los 5 DDS, se presentó agrupada en 4 puntos de muestreo (cuadro 3).

A los 19 DDS, la población de adultos disminuyó hasta alcanzar valores de 0.10 adultos por punto; éste comportamiento fue probablemente influenciado por las aplicaciones de insecticidas que se realizaron al cultivo (fig. 1). A partir de los 22 DDS la densidad de población se mantuvo en densidades bajas, hasta alcanzar una segunda máxima a los 47 DDS, con una población de 1.1 adultos por punto. Los adultos se detectaron hasta los 62 DDS y hasta los 14 DDS un 87% de la población se encontró en el suelo y un 13% en la planta; después de los 14 DDS el 100% de la población muestreada se encontró en el suelo.

Al observar los porcentajes de plantas dañadas (pérdidas), por punto (cuadro 2) y relacionarlas con el contenido de arena gruesa de cada uno de los puntos de muestreo (cuadro 1), se encuentra que los mayores daños se presentaron en puntos con el menor contenido de arena gruesa. Este factor tiene influencia en el drenaje y contenido de humedad del suelo, por lo que en suelos menos arenosos, probablemente se presenten los mayores problemas de esta plaga.

B. Daños de *Listronotus dietrichi* (St.).

La fig. 1, presenta el comportamiento del daño del picudo del tallo en el cultivo de maíz y muestra que la primera planta dañada se presenta a los 8 DDS, con un promedio de 0.3 plantas dañadas por punto y cuando la planta presenta un desarrollo fenológico de 2 hojas. En esta etapa la planta dañada se detectó por la marchitez presentada y desarrollándose este síntoma en un período de 4 días. Posteriormente, el total de plantas dañadas se incrementa y llega a un máximo a los 19 DDS, cuando la planta posee un total de 7 hojas y alcanza un valor de 2.1 plantas dañadas por punto de muestreo. En muestreos posteriores el total de plantas dañadas disminuye y llega a valores de 0.4 plantas por punto, esto se da a los 33 DDS. Después de esta fecha, larvas de picudo fueron encontradas en el cogollo, barrenando el tallo y raíces caulinares de anclaje, sin que este daño llegara a causar la muerte de la planta. Las últimas plantas dañadas se presentaron a los 57 DDS.

En cuanto a los % de daño en plantas, se observa en el Cuadro 2, que osciló a 2.77 a 30.25% en los diferentes puntos, dando un promedio de 12.84%. El total de plantas que se reportó dañadas por punto fue de 3 a 22 con un promedio de 8.5 plantas dañadas.

En relación a los resultados obtenidos por Escobar (1987) se observa que el promedio general de daño para ambos años es similar, con la excepción que en mayo se presentaron focos de infestación hasta el 30.25%, que se considera un valor alto, por lo que en 1987 fue del 17.2%.

Al observar el comportamiento general del % de plantas dañadas y de la población de *Listronotus*, en ambos años de estudio (fig. 1 y 2), se concluye que este presentó el mismo comportamiento; mostrando inicialmente la población de adultos, densidades altas y que disminuyen posteriormente entre los 14-21 DDS.

Si el promedio de plantas perdidas por punto fue de 8.5, en los 10 m lineales, se estima una pérdida de 8,500 plantas/ha y de 22 mil al considerar el valor máximo de planta perdidas en un punto y que fue éste de 22 plantas (Cuadro 2).

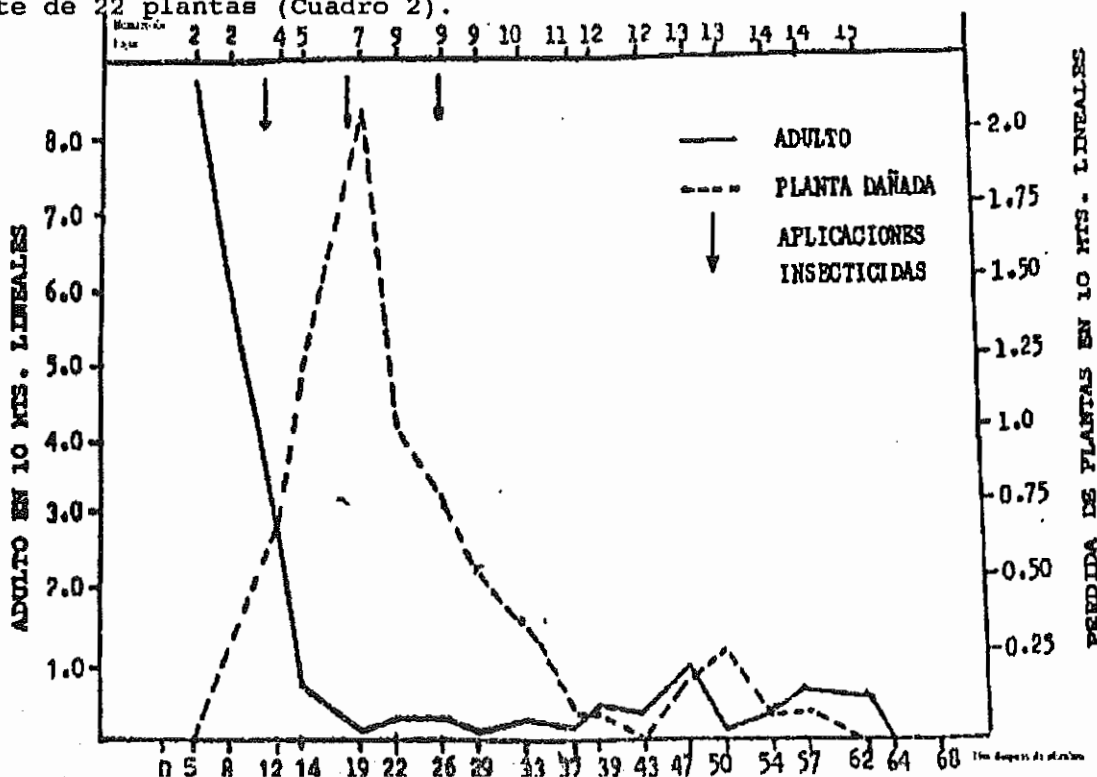


Figura 1. Fluctuación poblacional y plantas dañadas por *Listronotus dieticchi* en el cultivo de maíz H-101 durante el período de Mayo a Julio Cooperativa Astoria, Jurisdicción de San Pedro Masahuat, Depto de La Paz. 1988.

Cuadro 2. Total y Porcentaje de plantas perdidas por punto de muestreo de 10 m lineales por el picudo del tallo *L. dietrichi* en el cultivo del maíz, híbrido H-5 y H-101, en siembra de junio y mayo de los años 1987 y 1988 respectivamente. Depto. La Paz, El Salvador.

Punto	Siembra de Mayo (1988)		Siembra de Junio (1987)	
	P.P	%	P.P.	%
1	22	26.82	3	4.8
2	13	16.88	8	13.8
3	8	8.98	7	11.5
4	3	3.44	10	17.2
5	2	2.77	9	14.5
6	10	12.65	7	16.3
7	13	30.25	3	5.0
8	3	6.25	9	15.3
9	5	10.86	-	-
10	6	9.52	-	-
Prom.	<u>8.5</u>	<u>12.84</u>	7	<u>12.12</u>

#### CONCLUSIONES

1. Los porcentajes de plantas dañadas que se presentaron en esta investigación oscilaron de 2.77 a 30.25% y con un promedio de 12.84%.
2. Considerando el promedio de plantas perdidas por punto de 10 m lineales se estima un pérdida de 8,500 plantas/ha y 22 mil plantas/ha al tomar el máximo número de plantas pérdidas por punto.
3. Las poblaciones de *Litronotus* se presentaron desde la emergencia del maíz, hasta los 62 DDS y alcanzó su mayor población 5 DDS, con una densidad de 8.8 adultos por punto.

#### BIBLIOGRAFIA

1. ESCOBAR, J.C. 1986. El picudo del tallo del maíz. Carta informativa No. 31. Depto. de Comunicaciones. Centro de Tecnología Agrícola, Ministerio de Agricultura y Ganadería. San Andrés, El Salvador. 2 p.
2. ESCOBAR, J.C. y RAMIREZ, A. 1988. Estudio de la fluctuación poblacional y daños de *L. dietrichi* St., en el cultivo del maíz (*Zea mays*), en El Salvador. Trabajo presentado en la XXXIV Reunión Anual del PCCMCA, San José, Costa Rica, del 21 al 25 de marzo de 1988.

Cuadro 3. Planta dañadas y adultos del picudo del tallo *Listronotus diétrichi* por punto de muestreo de 10 metros lineales en el cultivo del maíz Amarillo H-101. Cooperativa Astoria, Canton las Flores, Jurisdicción de San Pedro Masahuat, Departamento de La Paz, 1988.

DDS	1		2		3		4		5		6		7		8	
	A	PD	A	PD	A	PD	A	PD	A	PD	A	PD	A	PD	A	PD
5	-	-	7	-	11	-	14	-	10	-	10	-	6	-	13	-
8	10	-	14	2	8	-	-	1	4	-	3	-	3	-	6	-
12	3	2	-	-	1	1	4	-	1	-	13	4	1	-	-	-
14	-	-	3	3	2	2	-	2	-	2	2	-	-	-	-	1
19	-	8	-	4	-	3	-	-	-	-	-	3	-	2	1	-
22	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	7	1	1
26	-	8	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	3	-	1
33	-	1	-	1	1	1	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-
37	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-
39	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
43	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	1	-	-	-
47	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	4	-	1	-
50	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-
54	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-
57	-	-	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	4	-
62	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
64	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
68	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

DDS	9		10		Promedio	
	A	PD	A	PD	A	PD
5	11	-	6	-	8.8	0.0
8	2	-	5	-	6.1	0.3
12	-	-	4	-	2.7	0.7
14	-	1	-	1	0.7	1.2
19	-	1	-	-	0.1	2.1
22	1	-	-	-	0.3	1.1
26	-	-	-	-	0.3	0.8
29	-	1	-	-	0.1	0.6
33	-	1	-	2	0.3	0.4
37	-	-	-	-	0.2	0.1
39	1	1	3	2	0.4	0.3
43	-	-	1	-	0.4	0.0
47	4	-	2	-	1.1	0.2
50	-	-	-	1	0.1	0.3
54	-	-	-	-	0.2	0.3
57	-	-	1	-	0.8	0.1
62	-	-	1	-	0.3	-
64	-	-	-	-	0.0	-
68	-	-	-	-	0.0	-

A = Adulto

PD= Planta dañada

3. JIMENEZ, G.E., 1979. Incidencia de plagas en algunas variedades comerciales de maíz en El Salvador, un reporte preliminar. Seminario Avances en Ciencias Agrícolas. Facultad de Ciencias Agronómicas, Unversidad de El Salvador. 5-16, 4 pp.
4. KING, A.B.S. y SAUNDERS, J.L. 1984. Las plagas invertebradas de cultivos anuales alimenticios en América Central. Londres. Overseas Development Administration. 166 pp.

### EVALUACION DE DAÑO DE INSECTOS DE SUELO Y FORMA DE APLICACION DE INSECTICIDAS<sup>1</sup>

Baltazar Moscoso\* y Perfecto Gonzalez\*\*.

#### RESUMEN

La incidencia de insectos-plaga del suelo en la Costa Sur de Guatemala afectan severamente la población de plantas y por ende el rendimiento del cultivo de maíz. Aunque se observó plagas durante el ciclo del cultivo, su daño fué más severo en los primeros treinta días después de siembra. Insecticidas químicos fueron evaluados para observar su eficacia en el control de plagas del suelo. Por cada unidad experimental un testigo absoluto con el mismo número de plantas y área fué sembrado. En las dos localidades bajo estudio, tratamientos químicos ejercieron un control de la plaga, particularmente en el uso de insecticidas tales como: Furadan granulado, Semevin (Tratador de Semilla) y Aldrin (insecticida clorado), este último es usado por los agricultores. Comparaciones fueron hechas entre insecticidas granulados aplicados en forma chuzeada e incorporada y entre insecticidas granulados versus tratadores de semilla. Aplicaciones chuzeadas resultaron mas eficientes que incorporadas. Además, tratadores de semilla resulto ser una buena alternativa en el control de plagas del suelo.

Testigos por unidad experimental permitieron observar el comportamiento de las plagas dentro de los ensayos y remover variabilidad dentro de los mismos. Dichos testigos fueron utilizados como covariato dentro del analisis de varianza (General Linear Model SAS) cual indico alta significancia para población y rendimiento. Como fué observado que había alta heterogeneidad dentro del área de los estudios, se espera que este tipo de analisis se podría evaluar mas profundamente para establecerlo como estandard en la evaluación de insecticidas.

Palabras claves: *Zea mays* L., covarianza, carbofuran, phoxim

---

\* Contribución del Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola (ICTA), programa de maíz. Se agradece el apoyo técnico y económico del Centro Internacional de Ciencias y Tecnología Agrícola del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en la conducción de esta investigación. Se agradece el apoyo en la orientación de esta ensayo al Dr. W.R. Raun, Agronomo Regional del CIMMYT; \*\*Tecnico Programa de maíz, ICTA, Técnico de Prueba de Tecnología, ICTA.

## INTRODUCCION

En la Costa Sur de Guatemala, la incidencia de insectos-plaga, en el cultivo de maíz en sistemas de labranza convencional es severa. Dardon (1) reporta que las plagas causan perdidas en rendimiento del 29.5%, atribuyendose la mayor parte de ella a insectos del suelo, pero solo el 4% es debido a daño causado al follaje. Tomando en consideración que plagas del suelo es una de los factores bioticos con mayor porcentaje de daño, es necesario enfocar la investigación a buscar alternativas quimicos de control que sean accesibles a los agricultores. Además, es necesario fijar criterios de aplicación que reduzcan la perdida en rendimiento debido a plagas del suelo.

SER (2) reporta que en la Costa Sur Occidental, el 56% de los costos directos son cubiertos por las labores mecanizadas, la semilla y los insecticidas aplicados. Ante tal situación, se hace necesario estudiar métodos de aplicación de insecticidas, buscar mejores alternativas tecnológicas como tratadores de semillas y/o buscar un método que nos permita explicar con mejor precisión, la distribución de las plagas del suelo en un area de estudio y su daño.

## MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó de junio a octubre de 1988, en campos de agricultores de la Costa Sur de Guatemala. Los campos fueron seleccionados en base a un historial hecho con los agricultores para aumentar la probabilidad de que tendríamos presencia de plaga de suelo.

Dos ensayos fueron sembrados cada uno en diferente localidad. Los tratamientos fueron diferentes para cada localidad.

Las aplicaciones de los insecticidas fueron hechas en forma chuzeada (granulados) o bien incorporados. En relación al método incorporado, el insecticida fue tirado al voleo dentro del área de la unidad experimental, luego incorporado con azadón.

Los tratamientos de semilla fueron aplicados momentos antes de la siembra, a cada tratamiento (unidad experimental). Se le puso un testigo, el cual tendría la misma área y número de plantas.

En la Localidad 1, previa a la siembra del ensayo, se sembró maíz para detectar la presencia de plaga, el cual luego de detectada, se procedió a contar las plantitas y el ensayo fue plantado. Además en esta localidad, los tratamientos con aplicación de insecticida incorporado, nos permitieron hacer un muestreo de plagas.

La siembra de los ensayos fue realizada con distanciamiento y fertilización utilizada en el área. (.90m x .50 m los 2 granos por postura) (formula 16-20-0).

En Localidad 1, debido a siembra tarde, no se llegó a rendimiento, conteo de plantas muertas y vivas (13, 21, 28, 33, 40 DDS), fue realizado en la unidad experimental y en cada testigo. Cada planta

muerta en la unidad experimental, era arrancada y se cortaba el número de gallina ciega en esa postura.

En Localidad 2, conteo de plantas también fué realizado (5, 10, 20, 28 DDS). Además, se llegó a rendimiento y plantas cosechadas fueron contadas.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Análisis de varianza fué realizado para cada una de las fechas, en las cuales conteos de población fueron hechos. (Cuadro 1 y 2). Diferencia estadística fué encontrada entre tratamientos en las dos localidades en cada una de las fechas de conteo. En relación a análisis por parcela testigo, se puede observar que en la Localidad 1, no se encontró diferencia significativa a partir de los 21 días después de siembra, en la cual se podría inferir una distribución homogénea de la plaga. En la localidad 2, diferencias estadísticas no fueron detectadas entre los testigos, de donde podemos asumir que la distribución de la plaga en esta área fue homogénea.

### Localidad 1.

Población de planta por Ha, fue mantenida por algunos insecticidas. (Fig. 1). Aldrin (insecticida clorado) utilizado como "comparador" químico, mantuvo una alta densidad de poblaciones, aplicado chuzado o incorporado a través del tiempo. En contraste con aplicaciones incorporadas de furadan y volaton, los que tuvieron un comportamiento similar al testigo absoluto. Furadan como tratador de semilla, mostró un efecto de control similar a aplicaciones chuzadas de volaton y furadan granulado.

Presencia de gallina fué detectada durante los 40 días de conteo, pero su ataque nos agudizó hasta los 28 días, después de siembra. Además en la comparación de dos insecticidas (Volaton, Aldrin) más usados por los agricultores de la Costa Sur de Guatemala, se puede observar que Aldrin mostró tener un mejor efecto en el control de la plaga, aunque es un insecticida clorado el cual es difícil encontrarlo en el mercado (Fig. 1, 2).

La utilización de testigos por tratamiento, nos permite visualizar el comportamiento de la plaga dentro del ensayo y su efecto en la reducción de plantas. (Fig. 3)

### Localidad 2.

En la comparación de insecticidas granulados, furadan fue más eficaz en el control de factores bióticos, que permitieron mantener una alta densidad de población y rendimiento. Volaton granulado, que es el insecticida más utilizado por los agricultores, mostró ser similar en rendimiento al testigo absoluto. Los testigos del agricultor mantuvieron una buena población y rendimiento. (Fig. 4)

En relación a la comparación de tratadores de semilla y testigos del agricultor, es importante resaltar el efecto del producto Semevin, el

cual mantuvo la población de plantas y buen rendimiento. Se muestra una correlación entre población concluida y rendimiento. (Fig. 5). Se considera importante hacer notar el efecto de tratadores de semilla (Semevin, Marshall, Furadan), debido a la alta población de plantas, mantenidas y por ende en rendimiento. (Fig. 6).

En Localidad 1, análisis de covarianza por fecha, fué realizada utilizando como variable dependiente la población del testigo.

Significancia estadística para población, fué encontrada a partir de los 21 días después de siembra. a los 13 DDS, significancia no fué detectada, esto se puede explicar por el bajo C.V. obtenido (Cuadro 3).

En Localidad 2, población cosechada fue utilizada como covariato para rendimiento, debido que rendimiento de testigos pudo haber sido influenciado por otros factores. Alta significación fue encontrada para población y rendimiento (Cuadro 4).

#### CONCLUSIONES

Se concluyó en esta investigación que aplicaciones chuzeadas de fertilizante mostraron a ser más eficientes que aplicaciones incorporadas. En las comparaciones de los insecticidas evaluados, tratadores de semilla mostraron ser una excelente alternativa en el control de plagas del suelo. La idea de ubicar testigos por unidad experimental pueden ser utilizados para remover variabilidad dentro de los ensayos de insecticidas.

Las parcelas testigos por unidad experimental pueden ser utilizadas como una variable independiente (cuando no demuestran ni un correlación con la variable dependiente- rendimiento en este caso) en un análisis de covarianza.

#### BIBLIOGRAFIA

- 1) Dardon, O., et. al., 1982. Control químico de insectos del suelo y del follaje en el cultivo de maíz (*Zea mays* L. ) bajo un criterio de aplicación. Parcelamiento la Blanca, Guatemala. En XXVIII Anual PCCMCA, San José, Costa Rica 22-26 Marzo.
- 2) Instituto de Ciencias y Tecnología Agrícola (ICTA). 1983. Registros económicos de producción. Parcelamiento La Máquina.. Maíz Ajonjolí Arroz. Disciplina de apoyo.. Socioeconomía Rural. Sector Publico Agrícola. Guatemala, C.A. (Mimeografiado).

## Localidad 1.

Tratamientos	Dosis Comercial
1 Furadan 10G incorporado	23 kg/ha
2 Furadan 10G chuzeado	23 kg/ha
3 Volaton 5G incorporado	33 kg/ha
4 Volaton 5G chuzeado	33 kg/ha
5 Aldrin Polvo incorporado	20 kg/ha
6 Aldrin Polvo chuzeado	20 kg/ha
7 Furadan (tratador de semilla)	
8 Testigo absoluto	

Repeticiones 8

Area Parcela Tratada 21.6

Area Testigo por tratamiento 21.6

Diseño: Bloques completamente al azar

Fecha de Siembra: Junio, 1988

## Localidad 2. Tratamientos evaluados.

Entr. Trat.	Dosis/ha
1 Volaton 10G	1/2 dosis comercial (16 Kg/ha)
2 Volaton 10G	Dosis comercial (32 Kg/ha)
3 Furadan 10G	1/2 dosis comercial (10.5kg/ha)
4 Furadan 10G	Dosis comercial (21 Kg/ha)
5 Oftanol 5G	1/2 dosis comercial (16 Kg/ha)
6 Oftanol 5G	Dosis comercial (32 Kgs/ha)
7 Semevin trat de semilla 1.42 Lt/ha	
8 Marshall trat de semilla 2 Kg/ha	
9 Furadan trat de semilla	
10 Testigo Agric. 1	Aldrin al pie de la mata 4 appl.
11 Testigo Absoluto	
12 Testigo Agric. 2	Aldrin tratador de semilla más aplicación/surco

Repeticiones 4

Area Parcela Tratada 21.6

Fecha de siembra: Junio, 1988

Area Testigo por Tratamiento 21.6

Diseño: Bloques completamente al azar

## Variables de respuesta a los datos tomados

1. Lectura de plagas presentes al momento de establecer el ensayo.
2. Conteo de germinación.
3. Clase de plagas presentes a los 5, 10, 20 y 30 días de siembra.
  - 3.1 Clase de plagas presentes y daño causado.
4. Población a cosechar.

Cuadro 1. Localidad 1. Análisis de varianza para población de plantas existentes a 13, 21, 28, 33 y 40 días después de siembra.

FV	13 DDS		21 DDS		28 DDS		33 DDS		40 DDS				
	T	NT	T	NT	T	NT	T	NT	T	NT			
Repet.	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	Trat.	**
NS	**	NS	**	NS	**	NS	**	NS	**	NS			
CV %	11	13	25	67	35	121	38	157	43	170			

T = parcela tratada, NT = parcela testigo por tratamiento.

Cuadro 2. Localidad 2. ANDEVA para lecturas de población por hectarea realizadas a los 5, 10, 20 y 28 días después de siembra.

Lecturas	5 DDS		10 DDS		20 DDS		28 DDS	
	Trat	No Test	Trat	No Test	Trat	No Test	Trat	No Test
Repet.	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
Trat.	**	NS	**	NS	**	NS	**	NS
C.V.	4.6	7.8	8.7	12.2	14.6	25.8	14.6	26.3

Trat = parcela tratada  
No Test = parcela testigo por tratamiento.

Cuadro 3. Analisis de Covarianza comparado con analisis de varianza normal, #1.

CV%	ANOVA		ANCOVA	
		R	CV%	R
13 - DDS	10.6	0.48	8.5	0.58 NS
21 - DDS	24.8	0.75	23.6	0.78 *
28 - DDS	34.8	0.77	33.8	0.79 *
33 - DDS	37.8	0.79	34.9	0.83 **
40 - DDS	42.8	0.78	36.9	0.85 **

Variable Dependiente: Población del testigo por fecha. Localidad: Costa Sur, Guatemala. (#1)

Cuadro 4. Analisis de Covarianza comparado con el analisis de varianza normal.

Covariable	ANCOVA		ANOVA		
	CV%	R	CV%	R	
REND	14.7	0.86	POBCOST	11.5	0.91 **
5-DDS	4.6	0.86	T-5DDS	4.6	0.60 NS
10-DDS	8.6	0.72	T-10DDS	6.7	0.85 **
20-DDS	14.6	0.82	T-20DDS	10.8	0.90 **
28-DDS	14.6	0.85	T-28DDS	10.1	0.93 **
POBCOS	16.3	0.84	T-POBCOS	12.6	0.90 **

Localidad: Costa Sur, Guatemala (#2)

### EFICACIA DE INSECTICIDAS EN RELACION A POBLACION DE PLANTAS

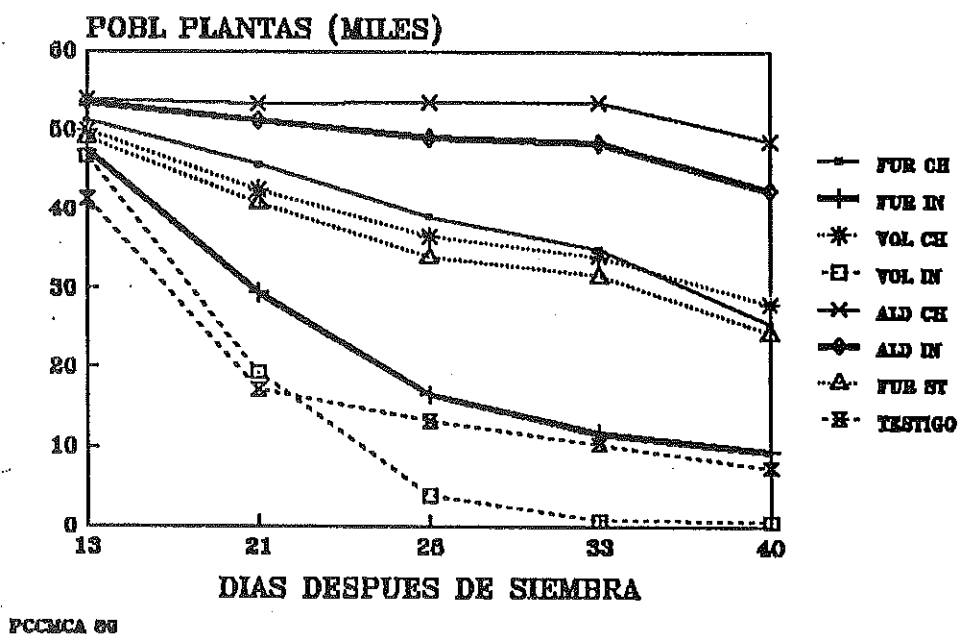


Figura 1. Efecto de diferencias insecticidas evaluadas en reducci3n de plantas por tiempo. La M3quina, Guatemala, 1988.

## EFICACIA DE INSECTICIDAS EN RELACION A POBLACION DE PLANTAS

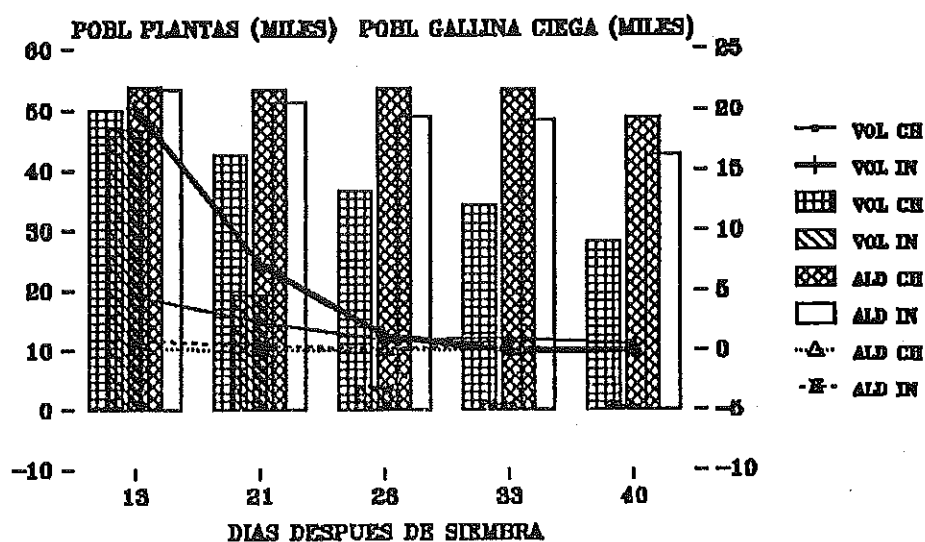


Fig. 2. Efecto de aplicacion chureado vs incorporado de dos insecticidas utilizados por los agricultores. IM, Guat. 83

## COMPARACION DE POBLACION DE PLANTAS ENTRE TRATAMIENTO QUIMICO Y TESTIGOS

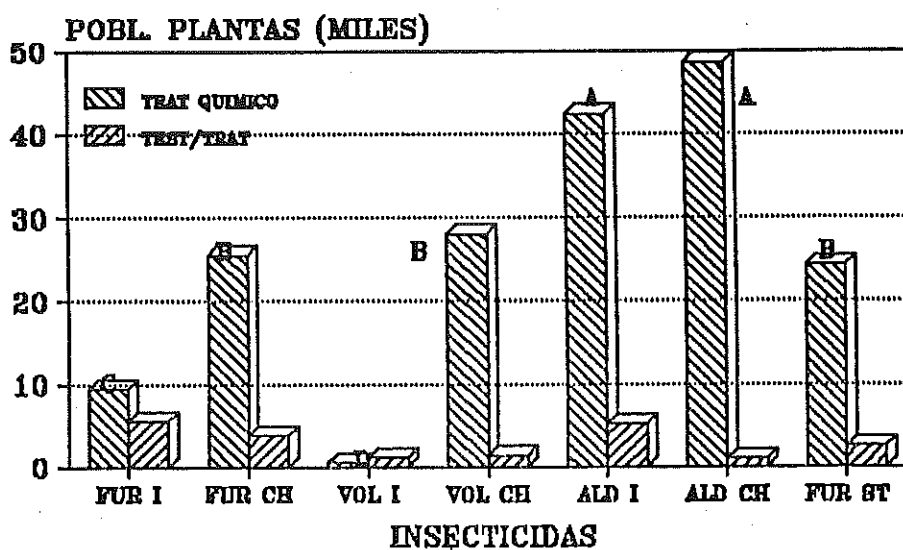


Fig. 3. Comparacion poblacion plantas entre unidad experimental y testigo por tratamiento. La Maquina, Guat. 83

## EVALUACION DE TRATADORES DE SUELO Y DOSIS

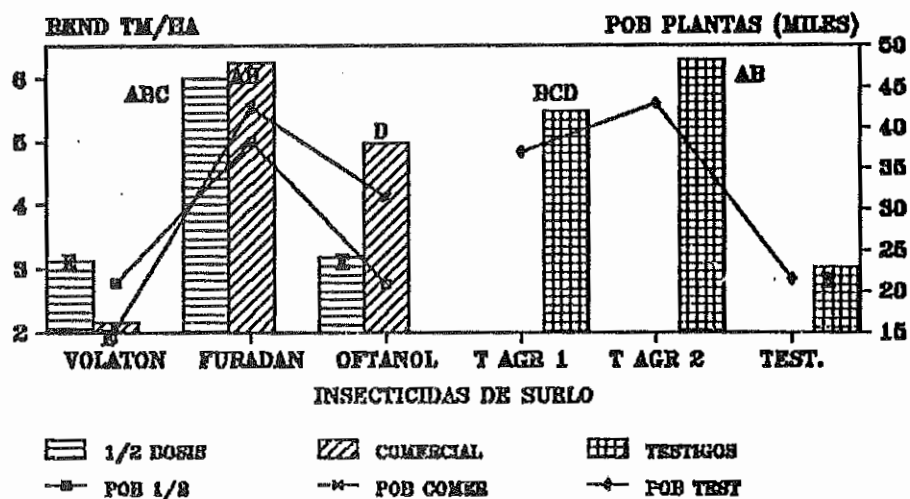


Fig. 4. Efecto de dosis de insecticidas al suelo en poblacion de plantas y rendimiento. La Máquina, Guatemala, 68

## EVALUACION DE TRATADORES DE SEMILLA

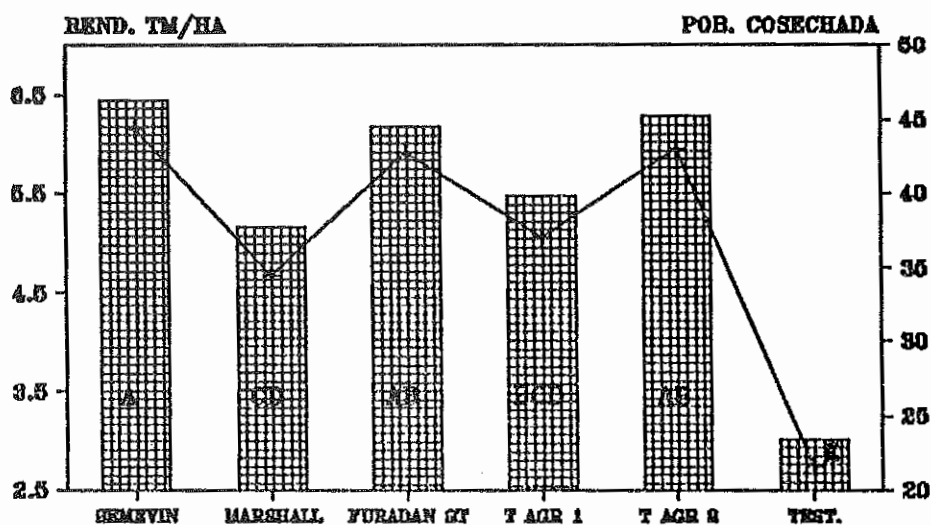


Fig. 5. Efecto de tratadores de semilla en la poblacion de plantas y rendimiento. La Máquina, Guatemala, 1968

## REDUCCION DE LA DENSIDAD DE PLANTAS POR TIEMPO

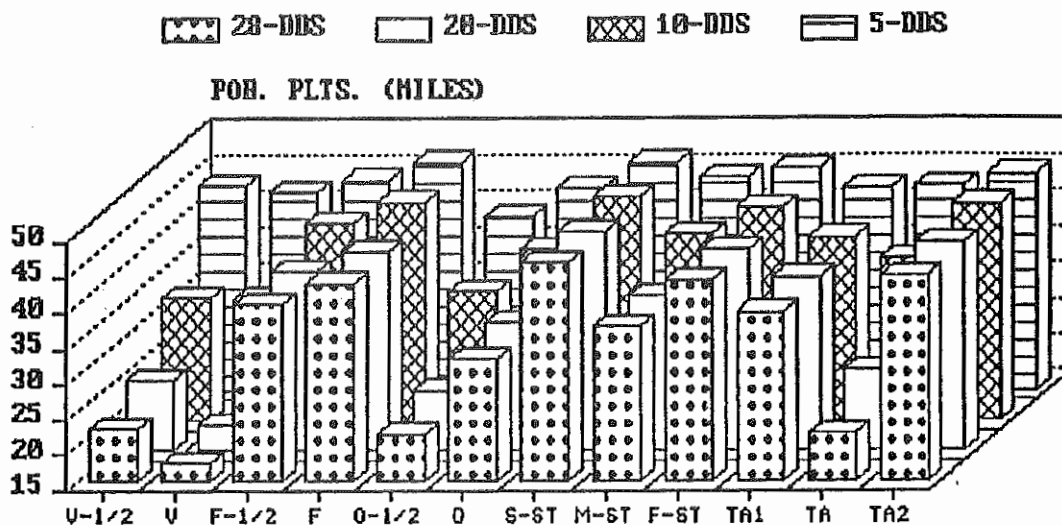


Fig. 6. Efecto de tratadores de suelo y semilla en la reducción de población de plantas por tiempo. La Máquina, Guat, 88

Figura 6. Efecto de tratadores de suelo y semilla en la reducción de población de plantas por tiempo. La Máquina, Guatemala, 1988.

### EVALUACION DE LA INCIDENCIA DE PUDRICION DE MAZORCAS, EN CINCO VARIETADES CRIOLLAS DE MAIZ EN HONDURAS.

Luis del Río\* y Pedro Quiel\*\*

Se evaluó la incidencia y severidad de la pudrición de mazorcas de maíz causada por *Sternocarpella maydis* (Berk) Sutton (= *Diplodia maydis*) en las variedades criollas: Taverón, Tuza Morada, Maíz de Leche, Maíz Amarillo y Maíz de Pinol en la localidad de Jutiquile, Olancho. El híbrido H-27 fue utilizado como testigo. Se determinaron las características agronómicas de días a floración, altura de la mazorca, número de plantas atacada por barrenadores (*Diatraea* sp), incidencia y severidad de la pudrición de mazorcas causada por *S. maydis* (Berk) Sutton y el rendimiento al 14% de humedad.

La incidencia de mazorcas dañadas en el Maíz Amarillo fue de 5.5% lo cual es significativamente menor ( $P < 0.1$ ) que la observada en el testigo H-27 (15.8%) no se detectaron diferencias entre el testigo y las demás variedades. Tampoco se detectaron diferencias ( $P < 0.1$ ) en el grado de

\* Ing. Agr. MSc Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Apartado Postal 93, Tegucigalpa, Honduras, C.A.; \*\* Agrónomo Departamento de Protección Vegetal, Escuela Agrícola Panamericana. Apartado Postal 93, Tegucigalpa, Honduras, C.A.

severidad del ataque de la pudrición, ni en la producción la cual fue en promedio de 2.3 t/ha.

Palabras claves: Maíz muerto, maíz *Stenocarpella*, variedades criollas.

#### INTRODUCCION

El maíz es un componente importante en la dieta diaria de miles de hondureños. La producción de maíz se ha incrementado en los últimos 15 años gracias a la introducción de nuevas variedades e híbridos de alto rendimiento. Sin embargo ocasionalmente los factores climáticos y recientemente la pudrición de mazorcas en el campo han contribuido al incremento en la importación de este rubro (Dirección General de Estadísticas y Censo, 1986).

La pudrición de mazorcas en el campo, condición conocida como maíz muerto, ha sido una enfermedad desconocida o poco importante hasta principios de la presente década como lo demuestra la falta de información relacionada a este tema en Honduras (Carvajal y Valverde, 1984). La producción en los años 1981-1982 y 1986-1987 han sido las más afectadas (Primera Reunión Nacional sobre Maíz Muerto, 1987, inédito).

Los microorganismos más frecuentemente asociados con la pudrición de mazorcas en el campo son *Stenocarpella maydis* (Berk) Sutton (= *Diplodia maydis*) y *Fusarium moniliforme* Sheld (Cassini y Cotti, 1979). La incidencia y severidad del ataque está condicionada principalmente a que se presenten condiciones de clima cálido (28-30 °C) y tiempo seco 2-3 semanas después de la salida de los pistilos (Shurtleff, 1977).

Las variedades mejoradas más populares en el país han demostrado ser susceptibles a la enfermedad (Ferrera, 1983) y muchos agricultores han coincidido al afirmar que el problema en sus campos empezó al sembrarlas. Esta consistencia de opinión nos llevó a evaluar la incidencia de la pudrición de mazorcas en cinco variedades criollas provenientes de la región de Salamá, Olancho.

#### MATERIALES Y METODOS

El experimento fue sembrado en la localidad de Jutiquile, departamento de Olancho utilizando un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se evaluó la incidencia y severidad de la pudrición de mazorcas de maíz en las variedades criollas Taverón, Tuza Morada, Maíz de Leche, Maíz Amarillo y Maíz de Pinol. El híbrido H-27 fue utilizado como testigo.

Al momento de la siembra se aplicó 63 kg de 18-46-0/ha y 63 kg de urea/ha 35 días después de la siembra (dds) el tamaño de la parcela fue de 2.7 mx 5m, dejando un área útil de 13.5 m<sup>2</sup>. La densidad de siembra fue de 53000 plantas por hectárea. El control de malezas se efectuó aplicando 1.5 kg de atrazina por hectárea.

Los datos registrados fueron 1) color de semillas, días a floración y altura de la mazorca principal por variedad, tomada desde el primer nudo hasta la base de la misma, 2) número de plantas atacadas por

barrenadores del tallo (*Dittraea* sp) 3) incidencia y severidad de la pudrición de mazorcas causada por *S. maydis* (Berk) Sutton y 4) rendimiento al 14% de húmedad.

#### RESULTADOS Y DISCUSION

Las variedades evaluadas produjeron granos de color crema, excepto el Tuza Morada y el Maíz Amarillo. La altura de la mazorca fue en todos los casos superior a 1.4 m excepto en el testigo; todas las variedades criollas florecieron alrededor de 70 dds, excepto el Tuza Morada que fue el más tardado y el testigo que fue el más precoz (Cuadro 1).

La presencia de insectos barrenadores en el tallo (*Diatraea* sp) fue mínima y no se encontró asociación alguna entre ellos y la incidencia de la pudrición de mazorcas. Este resultado coincide con el obtenido por Paniagua y colaboradores (1987) y sugiere que el hongo causante de la pudrición no es sistémico es decir no avanza por el interior de la planta. Tampoco se observó diferencias en la incidencia de barrenadores entre las variedades.

La cantidad de mazorcas dañadas fue significativamente menor ( $P = 0.1$ ) en el Maíz Amarillo (5.5%) que en el testigo H-27 (15.8%) pero no se detectaron diferencias entre éste y las demás variedades. El Maíz Amarillo presentó la mejor cantidad de mazorcas comerciáveis (menos del 25% de granos dañados) y una de las más bajas cantidades de mazorcas descartables (área dañada superior al 25% de la mazorca) (Cuadro 2). No se detectaron diferencias significativas ( $P = 0.01$ ) entre las variedades y el testigo en cuanto a la producción, la cual fue en promedio de 2.3 t/ha.

Cuadro 1. Características agronómicas de las variedades criollas de maíz evaluadas en Jutiquire, Olancho, Honduras. 1988.

Variedad	Días a flor	Altura* Mazorca	Color grano
Maíz Amarillo	75	1.73	Amarillo
Taverón	70	1.44	Crema
Maíz de Leche	60	1.62	Amarillo
Tuza Morada	90	1.72	Crema
Maíz de Pinol	70	1.69	Crema
estigo (H-27)	50	1.08	Crema

\* Altura de mazorca medida en metros desde el primer nudo hasta la base de la mazorca principal.

Cuadro 2. Incidencia (%) de la pudrición de mazorcas en cinco variedades criollas de maíz y su efecto en el rendimiento, en Jutiquire, Olancho, Honduras. 1988.

Variedades	Sanas	Severidad*		Rend.** t/ha
		Comercia.	Descar.	
Maíz Amarillo	94.47 a***	2.00 b	3.47 c	2.32 a
Taverón	86.87 ab	8.13 ab	4.95 bc	1.65 a
Maíz de Leche	84.30 b	5.93 ab	12.58 a	1.85 a
Tuza Morada	81.50 b	10.00 ab	5.55 abc	2.21 a
Maíz de Pinol	75.15 b	13.50 a	11.10 ab	1.53 a
Testigo (H-27)	84.22 b	7.33 ab	8.45 ab	1.98 a

\* Sanas: Mazorcas sin daños visibles.

Comercializables: Hasta 25% de la mazorca dañada

Descarte: Más de 25% de la mazorca dañada

\*\* Producción en base a mazorcas sanas

\*\*\* Valores en cada columna con la misma letra no son significativamente diferente (P 0.1).

Una encuesta informal entre agricultores reveló que entre las variedades criollas el Maíz Amarillo es el que menos daño presenta, sin embargo no lo siembran en áreas grandes debido a que su comercialización es difícil.

#### CONCLUSIONES

-El porcentaje de incidencia de mazorcas dañadas y el grado de severidad del ataque no afectó la producción de las variedades y el testigo H-27, la cual fue en promedio de 2.3 t/ha.

-La variedad maíz amarillo presentó la menor incidencia de mazorcas podridas, en comparación al testigo H-27 y las demás variedades.

#### RECOMENDACION

-Continuar otro año más de estudio.

-Evaluar otras variedades criollas existentes en el país.

#### LITERATURA CITADA

- 1) CARVAJAL, M.J. and B.R. VALVERDE, 1985. Bibliography of the Honduran Agricultural Sector, 1978-1984. Winrock Internacional, 366 p.
- 2) CASSINI, R. and T. COTTI, 1979. Parasitic Disease of Maize In: Maize. Technical Monograph, Ciba-Geigy Agrochemicals Basle, Switzerland, 105 p.
- 3) FERRERA, E. 1983. Protección al ataque de *Diplodia (Diplodia maydis)* a la mazorca de maíz mediante prácticas culturales. En: Secretaría de Recursos Naturales, Departamento de Investigación Agrícola, 1984. Programa de Maíz. Memoria Técnica Anual, 1983. Tegucigalpa, Honduras.
- 4) PANIAGUA, O., J. CASTAÑO, J.J. HERRERA, J. ZEPEDA Y C. MOSCOSO, 1987. Daño de maíz causado por *Diplodia maydis* Berk según el sistema

y época de cosecha del maíz (*Zea mays* L). Publicación MIPH # 120, 10p. En XXXIII Reunión Anual del PCCMCA, Guatemala.

- 5) SHURTLEFF, C., 1977. A Compendium of Corn Disease. American Phytopathological Society, Minnesota USA, 64 p.

#### AUMENTO DEL CONTROL DE MALEZAS CON ATRAZINA EN POSTEMERGENCIA, USANDO ADITIVOS

A. Pitty\* y R. Muñoz\*\*

#### INTRODUCCION

Algunos de los herbicidas aplicados postemergentes contienen aditivos, los cuales pueden ser incluidos por el fabricante en el producto formulado o ser añadidos por el usuario inmediatamente antes de hacer la aplicación. Al añadir un aditivo se mejora la eficacia del herbicida y se puede reducir la dosis del herbicida y obtener el mismo grado de control de malezas. Una reducción en la cantidad del herbicida reduce los costos y beneficia al ambiente ya que los aditivos son menos tóxicos que los herbicidas.

El uso de herbicidas postemergentes tiene la ventaja de que su aplicación es una reacción al problema y se aplica dependiendo de la especie y la presión de malezas existente en el cultivo. Sin embargo, los herbicidas preemergentes en ocasiones se aplican desconociendo la presión o el tipo de malezas presente. La desventaja de los herbicidas postemergentes es que son afectados por las condiciones ambientales predominantes antes, durante o después de la aplicación del herbicida.

Los factores ambientales como estrés hídrico, cantidad de luz y temperatura son factores que afectan el crecimiento de las plantas y consecuentemente la susceptibilidad a los herbicidas postemergentes. Las plantas que crecen en condiciones de sequía son más resistentes a los herbicidas. Las características anatómicas de las malezas (vellosidades, cera epicuticular) también pueden modificar la susceptibilidad al herbicida reduciendo el control (Hull et al, 1982).

Aunque aún no se conoce la manera exacta como los aditivos trabajan, se sabe que actúan cambiando las propiedades químicas y físicas de la solución del herbicida y la superficie de la hoja. Existen aditivos que incrementan la actividad del herbicida al mejorar las características humectante, penetrante, adherente y dispersante del herbicida (Doran y Andersen, 1975 y Hull et al, 1982). Otros aditivos pueden disolver la

\* Ph.D. Jefe Sección de Malezas, Departamento de Protección Vegetal (DPV). Escuela Agrícola Panamericana (EAP), El Zamorano. Apartado postal 93, Tegucigalpa, Honduras, C.A;

\*\* M.Sc. Asistente de Investigación-Enseñanza en la Sección de Malezas, DPV-EAP, El Zamorano. Apartado postal 93, Tegucigalpa, Honduras, C.A.

cera epicuticular y facilitar la penetración del herbicida (Kuzych y Meggitt, 1983 y McWhorter y Barrentine, 1988).

#### MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó entre junio de 1988 y enero de 1989 en la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, departamento de Francisco Morazán, Honduras. Los objetivos fueron determinar el efecto de dos dosis de cinco aditivos presentes en el mercado local, sobre el control de malezas en maíz con atrazina postemergente y determinar el aditivo más efectivo y económico.

Se usó atrazina (6-color-N-etil-N<sup>1</sup>-(1-metiletil)-1,3,5-triazina-2,4-diamina) a 1.75 kg ia/ha, aplicada con aspersora de espalda presurizada con Co<sub>2</sub>, en 250 l/ha de agua, el aguilón era de dos metros de cobertura con cuatro boquillas de abanico plano tipo LF 3 80°. Los aditivos usados fueron Citowett (alquilarilpoliglicol eter 50%), Adsee 775 (resina sintética etoxilada 58%, esterres grasos polietoxilados 11%, alquilaril polieter alcohol 16% y fenil metano 15%), Adherente 810 (nonilfenolpoliglicol eter 35%), Spraytex (aceite parafínico, 98.8%) y Spreader Sticker (alquilaril polioxietileno glicol) en dosis de 0.25% y 0.50% (volumen/volumen) del producto comercial. Debido a que estos productos no tienen un nombre común, se usará el nombre comercial al referirnos a ellos. Además se incluyeron dos testigos, uno sin aplicación de atrazina y otro aplicado con atrazina sin aditivo. La aplicación del herbicida se realizó dos semanas después de la siembra del maíz (híbrido H-27), cuando las malezas tenían entre 4 y 8 cm de altura (2-4 hojas verdaderas). No se uso herbicida para el control de malezas gramíneas.

Se efectuaron dos evaluaciones del control de malezas, la primera a las dos semanas después de la aplicación (SDA) del herbicida y la segunda a las cuatro SDA. El porcentaje de control de malezas se determinó usando el método de estimación visual con valores de 0 a 100% donde 0% era sin ningún control y 100% era control total de malezas. En cada bloque el lote testigo que no recibió aplicación de atrazina se consideró con 0% de control, usando esto como referencia se determinó visualmente el porcentaje de control de los otros lotes dentro del mismo bloque (Frans y Talbert, 1977). El porcentaje de control fue el promedio de la estimación visual de dos evaluadores. La especie evaluada fue *Tithonia rotundifolia* (Miller) Blake, ya que era la más abundante y con una distribución uniforme. Un día después de la última evaluación se chapearon todos los lotes. También se evaluó la fitotoxicidad al maíz, usando el mismo método; pero comparado cada lote con el testigo que no recibió aplicación de atrazina.

Se usó diseño de bloques completamente al azar y tres repeticiones. El análisis estadístico se efectuó sobre los porcentajes transformados a arcoseno, sin embargo, los datos presentados están en porcentajes. Los lotes eran de 3.6 por 8.0 metros, el área usada para determinar el rendimiento del maíz fue de 1.8 por 6.0 metros correspondiente a los dos surcos centrales.

## RESULTADOS Y DISCUSION

Dos SDA del herbicida, todos los aditivos en sus dos dosis habían aumentado significativamente ( $P < 0.01$ ) el control de *T. rotundifolia*, comparados con el testigo que recibió atrazina sin aditivo. Con los aditivos el control varió de 83 hasta 100%, pero sin aditivo solamente se obtuvo 57% de control (Cuadro 1). El aumento del control de malezas con Citowett, Adherente 810, Spreader Sticker y Adsee 775 fue igual, sin embargo Spraytex en la dosis de 0.50% fue menos efectivo que los otros aditivos. No hubo diferencia significativa en el porcentaje de control de *T. rotundifolia* entre las dos dosis usadas de cada aditivo; con todos los aditivos la dosis de 0.25% fue igualmente efectiva que la dosis de 0.50%.

Cuadro 1. Efecto de cinco aditivos y dosis sobre el control de *T. rotundifolia* con atrazina postemergente en maíz.

Tratamiento	Dosis (v/v) <sup>a</sup> %	Control de maleza		Rendimiento t/ha
		2 SDA <sup>b</sup> %	4 SDA %	
Citowett	0.25	99	99	3.69
	0.50	96	98	2.52
Adherente 810	0.25	99	97	3.16
	0.50	98	100	3.74
Spraytex	0.25	87	92	2.89
	0.50	83	89	3.16
Spreader Sticker	0.25	100	100	3.23
	0.50	93	91	2.97
Adsee 775	0.25	92	91	3.48
	0.50	96	92	2.56
Testigo sin aditivo		57	53	3.69
Testigo sin herbicida		0	0	2.15
DMS <sup>c</sup> 0.01		14.7	15.0	NS <sup>d</sup>

<sup>a</sup> Dosis basada en volumen/volumen

<sup>b</sup> SDA= Semanas después de la aplicación

<sup>c</sup> DMS= Diferencia mínima significativa

<sup>d</sup> NS= No fue significativo

Cuatro SDA de atrazina, todos los aditivos en sus dos dosis habían aumentado significativamente ( $P < 0.01$ ) el control de malezas entre 36 y 47% comparados con el testigo de atrazina sin aditivo, donde solamente un 53% de las malezas fueron controladas (Cuadro 1). No hubo diferencia significativa entre las dos dosis usadas ni entre los aditivos.

Todos los aditivos usados en este estudio son adherentes que ayudan al herbicida a permanecer en las hojas aún después de una lluvia. En este estudio, tres horas después de la aplicación de la atrazina cayeron 10.3 mm de lluvia; en los cinco días siguientes se registraron 5.2, 1.3, 12.5, 2.7 y 1.1 mm de lluvia. Probablemente esta lluvia lavó el herbicida de las hojas cuando la atrazina se aplicó sin aditivo, reduciendo la absorción del herbicida y el control de malezas. La atrazina aplicada con los aditivos deben haber permanecido en las hojas, aún después de la lluvia, aumentando la absorción del herbicida y consecuentemente el control de malezas. La atrazina aún en el suelo es efectiva para el control de *T. rotundifolia*; aparentemente el herbicida lavado de las hojas, no contribuyó al control de la maleza. Posiblemente esto se debe a que la atrazina al llegar al suelo debe haber sido absorbida por los coloides del suelo o a una cantidad insuficiente del herbicida. Las hojas de *T. rotundifolia* son vellosas por lo que las aplicaciones de herbicidas con agua tienen dificultad de mojar la hoja, reduciendo la efectividad del herbicida; probablemente los aditivos usados al reducir la tensión superficial de la mezcla de atrazina aumentaron el área de contacto con la hoja, aumentando la penetración del herbicida y el control de malezas.

Spraytex fue el aditivo que menos aumentó el control de malezas; posiblemente esto se debió a la falta de emulsificante en el aditivo. El fabricante recomienda añadir 1-2% de un emulsificante, sin embargo, Spraytex fue usado sin el emulsificante ya que no se tenía a disposición.

El rendimiento del maíz no fue estadísticamente diferente entre los lotes que recibieron aplicación de atrazina y los lotes testigos sin aplicación del herbicida (Cuadro 1). Tampoco hubo diferencia entre los lotes tratados con los diferentes aditivos o entre los tratamientos con y sin aditivo. A pesar de que hubo diferencia en el porcentaje de control de malezas, la cosecha no fue afectada. Esto se debe a que en el ensayo no se usó ningún herbicida para controlar malezas gramíneas y todos los lotes resultaron con una alta población de gramíneas y coyolillo (*Cyperus rotundus* L.) lo que hacía que la competencia entre el maíz y las malezas fuera igual en todos los lotes.

Ninguno de los aditivos causó fitotoxicidad al maíz, comparados con el testigo que no recibió aplicación de atrazina. Esto indica que todos los herbicidas usados pueden usarse con atrazina sin causar daño fitotóxico al maíz.

Basado en el porcentaje de control de malezas (Cuadro 1) y el costo del producto por hectárea (Cuadro 2), se recomienda usar el aditivo Spreader Sticker; este aditivo fue tan efectivo como los otros, pero su costo es menor. Aunque el Spraytex resulta más barato que Spreader Sticker, fue el aditivo que menos aumentó el control de malezas. El fabricante recomienda añadirle un 2% de un emulsificante, para mejorar la mezcla del agua con este aceite parafínico; lo cual debe aumentar el control de malezas. Sin embargo, esto subiría el costo de este aditivo.

Se ha determinado que los aditivos usados en este estudio aumentan el control de *T. rotundifolia* con atrazina postemergente y que la dosis de

0.25% es tan efectiva como la de 0.50%. En ensayos futuros se necesita determinar en cuanto se puede reducir la dosis de atrazina al usar aditivos sin disminuir el control de malezas. Una reducción en el uso de atrazina usando aditivos es beneficioso ya que se reducen los costos, se disminuye el riesgo de acusar fitotoxicidad al frijol sembrado en relevo con maíz por residualidad de atrazina en el suelo y se protege al ambiente.

Cuadro 2. Características y costos de cinco aditivos basados en precios de septiembre de 1988 en Tegucigalpa, Honduras.

Aditivo	Propiedades	Precio/litro	Costo/ha <sup>a</sup> \$
Citowett	Humectante, adherente y dispersante	9.00	5.65
Adherente 810	Humectante, adherente penetrante y emulsificante	5.00	3.15
Spraytex	Penetrante y adherente	2.38	1.50
Sprader Sticker	Humectante, adherente y dispersante	3.50	2.20
Adsee 775	Penetrante, adherente y dispersante	5.75	3.59

<sup>a</sup> Calculado en base a 0.63 l/ha, equivalente a 0.25% (volumen/volumen)

#### BIBLIOGRAFIA

- Doran, D.L., y R. N. Andersen. 1975. Effects of simulated rainfall on bentazon activity. *Weed Sci.* 23: 105-109.
- Hull, H.M., D.G. Davis y G.E. Stolzenberg. 1982. Action of adjuvants on plant surfaces. p. 26-67. En R. H. Hodgson y F. Maryland (eds.) *Adjuvants for herbicides*. weed Sic. Soc. of Am. Champaign, Illinois.
- Frans, R. y R. Talbert. 1977. Design of field experiments and the measurement and analysis of planta responses. p. 15-23. En B. Truelove (ed.) *Research methods in weed science*. 2nd edition. southern Weed Science Society of America, Auburn Printing Inc., Auburn.
- Kuzych, I. J. y W. F. Meggitt. 1983. Alterations of epicuticular wax structures induced by surfactants. *Proc. North Central Weed Contr. Conf.* 38:38.
- McWhorter c. G. y W. L. Barrentine. 1988. Spread of paraffinic oil on leaf surfaces of Johnsongrass (*Sorghum halepense*). *Weed Sci.* 36:111-117.

DIAGNOSTICO DE LA SITUACION ACTUAL DE *Diplodia spp.* EN EL CULTIVO DEL  
MAIZ EN LA ZONA SUR ORIENTAL DE HONDURAS

José Andrés Paz\* , Tarcisio Pereira\*\* y Ernesto Ferrera\*\*\*

El estudio se realizó en 15 localidades del Valle de Jamastrán, El Paraíso, con el propósito de cuantificar pérdidas en el rendimiento causadas por maíz muerto *Diplodia spp.*, en 25 fincas de agricultores.

El método usado para determinar las pérdidas a nivel de finca del agricultor, consistió en extraer 10 submuestras por lote de una mazana, cada submuestra tenía una longitud de 10 m, considerando en su cosecha las características agronómicas y componentes de rendimiento. Las mazorcas sanas y podridas fueron separadas visualmente.

Resultaron correlacionadas las variables rendiendo perdido por *Diplodia spp.* con rendimiento total y porcentaje de acame raíz, mostrando valores de  $r = 0.1131^*$  y  $0.296^*$  respectivamente. El promedio de rendimiento fue de 5.09 t/ha y el rendimiento perdido por *Diplodia spp.*, de 1.81 t/ha que en porcentaje representa un 26% con rangos de pérdida de 0.42 a 3.51 t/ha. En vista de la importancia del problema, la Unidad de Investigación está buscando resistencia genética y prácticas culturales desde 1983, la que hasta el momento ya se tiene alternativas; Culturales: cosecha temprana, doble, control de malezas; Genética: formación del primer sintético y pudrición, la variedad Acacia (1) 84 RD. para pudrición seca de la mazorca.

Palabras claves: muestreo, maíz, *Diplodia*, pérdidas, rendimiento.

#### INTRODUCCION

Los daños causados por el hongo que produce la pudrición seca de la mazorca en el cultivo de maíz, es ocasionada por el patógeno *Diplodia spp.* el cual reduce los rendimientos, calidad y valor alimenticio del grano.

En Honduras se ha venido reportando las pérdidas de maíz muerto, siendo las que más daño han reportado a través de ensayos y sondeos las regiones de Danlí, Olancho, Santa Bárbara y Comayagua.

En la Región Sur Oriental una de las zonas más afectadas por el hongo, es por eso que productores de maíz ven sus cosechas dañadas desde 0-99% así lo demuestran los sondeos realizados por técnicos encargados de la investigación en esta zona desde 1982 a 1988.

---

\* Técnico del Programa Regional de Maíz. Secretaría de Recursos Naturales, Danlí, El Paraíso; \*\* Técnico del Programa de Sanidad Vegetal. Secretaría de Recursos Naturales. Danlí, El Paraíso y \*\*\* Técnico del Programa Regional de Extensión Agrícola. Secretaría de Recursos Naturales. Danlí, El Paraíso. Honduras, C.A.

El estudio principal de este trabajo es el de:

- Cuantificar las pérdidas de rendimiento causadas por pudrición seca en la mazorca (*Diplodia spp*).
- Muestrear lotes que fueron muestreados en el año 1987.
- Determinar mediante muestreo la situación actual del cultivo de maíz.

#### METODOLOGIA

El Valle de Jamastrán comprende todas las tierras bajas del Departamento de El Paraíso, está situado a una altitud de 400-600 msnm con temperatura de 23 a 28 °C y una precipitación que va desde los 785.9 a 1500 mm, la tendencia de la tierra es minifundista (3-5 ha/agricultor). Los rendimientos promedios van de 4-7.5 t/ha.

Para realizar el estudio se elaboró una boleta en la cual comprendía localidad, agencia de extensión, nombre del agricultor y datos de cosecha.

El método usado para determinar las pérdidas a nivel de finca de agricultor consistió en sacar 10 submuestras por lote considerándose una manzana como muestra, la longitud de cada submuestra fue de 10 m de largo.

A la cosecha se consideró las características de cultivos y los componentes de rendimiento. La separación de mazorcas se hizo visual, para realizar esta actividad se capacitó al personal que levantó el muestreo además se les dotó de ayuda audiovisuales (folletos, fotografías y mazorcas dañadas con la enfermedad).

En la determinación del rendimiento sano y perdido se contaron mazorcas totales (sanas y podridas), se pesaron las mazorcas sanas la cual se sacó el rendimiento sano y para el perdido se sacó un promedio de peso de cada mazorca sana y se multiplicó por el número de mazorcas podridas.

El estudio se realizó en 15 localidades considerándose la fecha del 1 al 31 de noviembre, como del tiempo adecuado para levantar el muestreo debido que en esa temporada se constituye en la época ideal de cosecha.

#### DISCUSION DE RESULTADOS

En el cuadro 1, se muestra todas las localidades muestreadas indicándonos que en las localidades de Coyolar y Linaca, se encontraron los porcentajes de pérdidas más bajas de la región (8 y 12), las localidades de Apalí, La Montañita y El Matazano, reportaron las pérdidas más altas con 42, 39 y 40 respectivas. Además nos muestra que a nivel de región las pérdidas fueron de 26.7%.

En el cuadro 2, se observa que de las cuatro agencias muestreadas el mayor porcentaje de pérdidas lo tiene Sartenejas con 30%, lo que equivale a 2.36 t/ha, de pérdida a diferencia de Araulí, que presenta un 12% de pérdidas lo que equivale a 106 t/ha, de rendimiento perdido.

La figura 1, da una visión más completa del rendimiento perdido por *Diplodia spp* en la Región Sur Oriental del país, lo que presenta un 26%.

Figura 2, el hongo que ocasiona la pérdida de maíz muerto durante 7 años de muestreo se ha observado que tiene un comportamiento cíclico de dos años, que no puede ser directamente influenciado por las precipitaciones caídas pero que correlacionados con otros factores (H°R, T°) manifiesta la virulencia del patógeno.

Al correlacionar características agronómicas y pérdidas de rendimiento por *Diplodia* en maíz, se puede notar que, no existe ningún grano de asocio con cobertura de mazorca, por si los porcentajes de acame de raíz ( $r=0.296^*$ ), esto se puede explicar que cuando la planta hace contacto con el suelo y maleza, puede provocar un microclima favorable al hongo.

Al correlacionar rendimiento total con rendimiento perdido se observa un efecto directo que las pérdidas mayores son ocasionadas por *Diplodia spp* ( $r=131^*$ ), (cuadro 4).

Cuadro 1. Número de agricultores muestreados y reducción de rendimiento por causa de *Diplodia* maíz en 15 localidades del Departamento de El Paraíso.

No.	LOCALIDAD	No. Agric.	Rdto. t/ha	Rdto. Perd. por Dip.spp	Porcentaje Diplodia
1.	Apalí	1	3.34	2.42	42
2.	El Higueral	3	5.79	2.36	29
3.	Jutiapa	3	4.70	0.78	14
4.	Coyolar	2	5.04	0.42	8
5.	Paso Hondo	1	4.07	2.11	34
6.	San Diego	1	4.29	0.86	17
7.	Sartenejas	2	4.64	1.03	18
8.	La Montañita	2	4.29	2.76	39
9.	Guayambre	1	5.04	1.31	21
10.	Matazano	1	5.17	3.51	40
11.	Chirinas	3	5.57	1.37	20
12.	Chichicaste	2	4.31	1.68	28
13.	El Zamorano	1	4.63	2.34	34
14.	Linaca	1	7.53	1.06	12
15.	Zapotillo	1	7.97	3.17	28
	Media	25	5.09	1.81	26.2

Cuadro 2. Agencias muestreadas, No. de agricultores, rendimientos totales t/ha, rendimiento perdido t/ha y porcentaje de pérdidas.

Agencia	No. Agric.	Rdto.sano t/ha	Rdto.per. Dipl.t/ha	% de Pérdidas
Jutiapa	10	4.63	1.37	23
Chichicaste	4	4.47	1.70	28
Sartenejas	10	5.38	2.36	30
Araulí	1	7.53	1.06	12

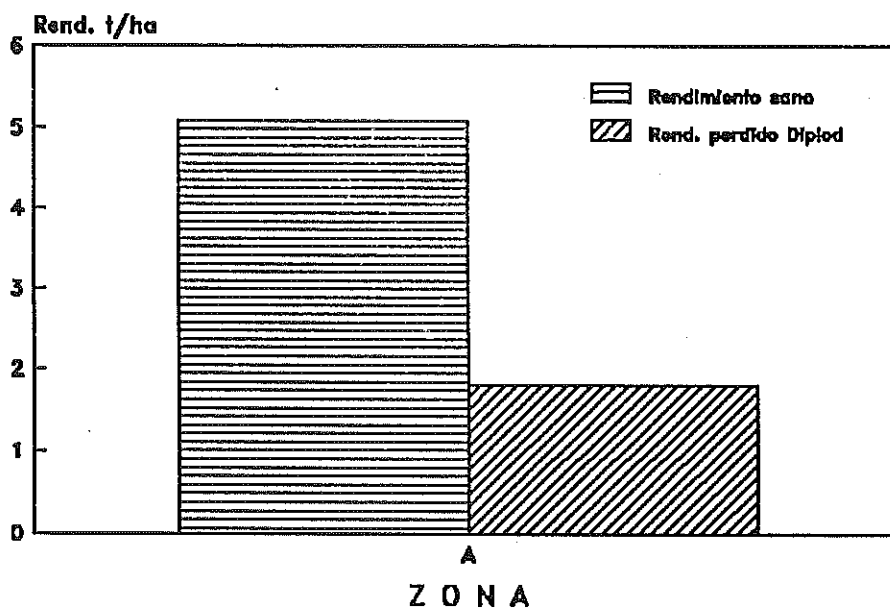


Figura 1. Promedio general de rendimiento total y rendimiento perdido por *Diplodia* en 15 localidades de la Región Sur Oriental de Honduras.

Cuadro 4. Coeficiente de correlación entre las características agronómicas y rendimiento en maíz Danlí, El Paraíso. Honduras, C.A.

Caracteres	Correlaciones				
	Rend. Perd. Dipl.	Pormzcob	Rend. Total	Porhor	Poracara
Rend.Perd.Dipl.	1.000	0.047 NS	0.131 *	-0.119	0.296 *
Pormzcob	0.047NS	1.000	0.081NS	-0.013	0.011NS
Rend.Total t/ha	0.131 *-	0.081 NS	1.000	0.396	-0.326**
Porhor	-0.119 *-	0.013 NS	0.396**	1.000	0.266**
Poracara	0.296 *	0.011 NS	0.326**	0.266	1.000

Cuadro 5. Rangos mínimos y máximos media general de las características agronómicas del cultivo de maíz en 15 localidades de la Región Sur Oriental de Honduras. 1988.

Variables	Mínimum	Rangos Máximun	Mean
Porhorras	0	58	12
Poracara	0	43	4
Poracara	0	100	8
Dist. Surco (cm)	70	102	86
Dist. Planta (cm)	20	40	30
Pordeg.	79	89	84

Cuadro 6. Rangos mínimos y máximos, media general de las variedades rend. t/ha, rend. perdido por mazorca *Diplodia*. y Pormzcob en el cultivo de maíz. Danlí, El Paraíso, Honduras C.A.

Variables	Mínimum	Rangos Máximun	Mean	Std.De
Rendtmha	0.88	9.19	5.09	1.4
Rendperdip	0	8.27	1.81	1.4
Pormzdip	0	68.00	23.00	13.4
Pormzcob	0	35.00	12.00	6.3

#### CONCLUSIONES

- Según los resultados del muestreo realizado, las pérdidas por *Diplodia* a nivel de región, fueron de 1.81 t/ha, equivalente a un porcentaje de 26%.
- Las localidades de Apalí, La Montañita y el Matazano reportaron las pérdidas por *Diplodia* más altas con 42.39 y 40% respectivamente, El Coyolar y Linaca las bajas con 8 y 12%.
- De acuerdo a los resultados los daños por *Diplodia spp*, a través de los años en que se ha realizado el estudio, presenta una marcada tendencia cíclica (cada 2 años).
- El hongo *Diplodia spp*, está diseminado en toda la Región Sur Oriental del país.

#### ALTERNATIVAS PARA BAJAS LA INCIDENCIA DE LA ENFERMEDAD

##### En Agronomía

- Hacer un control eficiente de las malezas durante todo el ciclo del cultivo de maíz.

- Se debe hacer una doble efectiva o sea en madurez fisiológica (cuando se forma la capa u ojo negro del grano).
- La cosecha se debe hacer temprano, esta actividad debe realizarse 15 días después de la madurez fisiológica.
- Según evaluaciones realizadas la densidad que reduce en forma positiva las pérdidas es de 50,000 Plts/ha, bajo el sistema 2.2, 2 gramos por postura.
- Se debe usar semilla libre de patógenos ya que la enfermedad *Diplodia* se transmite por semilla.

#### En Mejoramiento

Usar las variedades Acacias (1) 84 RD. y Dicta 88-B, ya son materiales mejorados para tal fin.

#### EL ENFOQUE SOCIOECONOMICO DE LA POSTPRODUCCION EN MAIZ PARA INDUCIR EL CAMBIO TECNOLOGICO CON PEQUEÑOS Y MEDIANOS PRODUCTORES

David E. Castaño Orozco\*

La Investigación y transferencia de tecnología para el incremento de la producción y productividad del maíz en Guatemala se ha orientado a la generación y/o adopción de innovaciones en el campo de la producción. Menores esfuerzos se han hecho en torno a la problemática que atraviesa los productores en la fase de la postcosecha. Las actitudes, prácticas y conocimientos de los agricultores de esa realidad influyen en la toma de decisiones para la absorción de nuevas variedades o de otros componentes técnicos. la visión de conjunto producción-postproducción-comercialización y consumo, en el marco del análisis de los sistemas de finca contribuye a caracterizar las expectativas de los productores, abriendo un campo de acción para investigadores y transferencistas al considerar los aspectos relativos a la postproducción.

La aplicación del enfoque de sistemas de finca, acompañado de las metodologías del sondeo socioeconómico y la investigación participativa para identificar los problemas de postproducción de maíz en Guatemala, contribuyen a detectar como problemas importantes a enfrentar: el secado en zonas húmedas, la precariedad del almacenamiento sujeto al ataque de plagas y enfermedades y los bajos precios que reciben los productores derivado de la estacionalidad de la producción en tiempos de sobreofertas.

---

\* Socioeconomista del Proyecto de Transferencia de Tecnología para el Manejo y Almacenamiento de Maíz y Frijol en el medio rural. Unidad de Postcosecha. DIGESA/FAO. 1988.

## INTRODUCCION

El presente documento constituye una síntesis de las investigaciones y reflexiones sobre la problemática socioeconómica de la postproducción en maíz en Guatemala realizadas en la Unidad de Postcosecha de DIGESA mediante la cooperación de FAO en el proyecto TCP/GUA/6651 (A), durante 1988.

Establece la importancia de profundizar en el estudio y análisis de los sistemas de finca prevalecientes en grupos de agricultores para identificar "áreas homogéneas y/o dominios de recomendación". El enfoque global contribuye no solo a detectar los problemas y líneas de acción de la postcosecha, sino también reflexionar sobre los esfuerzos que se realizan en materia de generación y transferencia de tecnología en producción de maíz.

## PREMISAS

Las expectativas de los productores de maíz frente a sus condiciones socioeconómicas, la estacionalidad de la producción y los efectos negativos en los precios de venta se visualizan en las condiciones precarias de almacenamiento y manejo de postcosecha que desvaloriza su esfuerzo productivo.

A pesar de lo que representa el almacenamiento rural en materia de seguridad alimentaria para las familias productoras, las pérdidas en que se incurren no se valorizan en términos económicos, sino que se toman como reflejos ordinarios de la naturaleza derivado del conocimiento que no permite abstraer las condiciones para enfrentar la problemática por parte de los productores.

## METODOLOGIA

Para la consecución de los estudios, dos fueron las fuentes de información, una, la documental, que implicó revisión de informes con referencia a postproducción; y la otra, la de campo a través de dos instancias: el sondeo socioeconómico (según la metodología de ICTA con ajustes a la postproducción), junto con la forma global de investigación participativa con "informantes calificados", y el levantamiento de datos concretos mediante formularios previamente estructurados.

## ASPECTOS GENERALES DE PRODUCCION Y POSTPRODUCCION DE MAIZ EN GUATEMALA

El maíz es un cultivo generalizado y de mucho arraigo en el país, siendo cultivado en los 22 departamentos. De acuerdo con información estadística del último censo agropecuario, el 50% de la producción de maíz proviene de pequeñas fincas con una producción promedio de 0.99 TM, el 25.7% proviene de fincas medianas con producción media de 4.55 TM y las grandes fincas producen el 24.3% con valores medios de 20.42 TM. Durante los años 1980/81-1986/87, en promedio se utilizaron 658.1 miles

de ha para la siembra del cereal con una producción de 1050.2 miles de TM (1596 kg/ha).

La producción a nivel departamental puede clasificarse en cuatro estratos a saber los principales productores, que con excepción de Chimaltenango se ubican en el litoral del Pacífico. Los fuertes productores extensivos, ubicados en la zona norte. Los medianamente productores, ubicados en las altiplanicies. Los típicamente deficitarios también ubicados en las altiplanicies. Obsérvese para el efecto el cuadro 1 y el mapa 1.

De los dos primeros grupos de departamentos ya citados y mediante los estudios de casos realizados por ICTA a través de los registros económicos de producción, obsérvese en el Cuadro 2, las diferencias tecnológicas y socioeconómicas de producción en cuatro localidades. Se nota que los mejores niveles técnicos se encuentran en la costa sur, área que posee también los costos directos más bajos y en consecuencia ventajas relativas para la producción de maíz.

Por otro lado, la calidad comercializable de la producción de maíz en términos globales es deficiente, según se evidencia en el cuadro 3, con información de los estudios de calidad modal realizados por INDECA. Se infiere que las zonas de mayor oferta productiva mantienen altos porcentajes que se encuentran "fuera de norma". Por exceso de humedad desde un 35% en la costa sur hasta 80% en el norte, mientras que por daño físico ya desde 8% en la costa sur hasta 90% en el norte. Esto implica costos agregados para las industrias alimenticias y los consumidores directos con secuelas por problemas inherentes de contaminación. Tales circunstancias se revierten al productor, dado que frente a situaciones precarias de almacenamiento, dificultades de manejo técnico de cosechas, exigencias de pagos de crédito cuando se contrae, etc., los agricultores se ven forzados a vender sus cosechas inmediatamente a bajos precios; propiciando pérdidas para la unidad productiva. Obsérvese para el efecto el comportamiento de los precios en el gráfico 1, íntimamente ligado a la estacionalidad de la producción.

Esta última circunstancia obliga al agricultor a reducir sus intenciones de absorción de tecnología innovadora ya fuese de materiales genéticos o de otra índole, que si bien aumentan la productividad, aumentan también la incertidumbre en el manejo de la postcosecha y la comercialización. Es decir, que mayores volúmenes de producción pudiesen ampliar las pérdidas o reducir las posibles ganancias de los agricultores.

#### TECNOLOGIAS DISPONIBLES EN MATERIA DE POSTPRODUCCION DE MAIZ

- A. El Silo Metálico: Tiene más de 30 años de estar difundido en las zonas tropical y subtropical seca de Guatemala, como forma de almacenamiento. En estas zonas la humedad del grano y del ambiente no constituyen problemas para el almacenamiento. La absorción de esta tecnología en estas áreas va a depender de las condiciones socioeconómicas de los productores.
- B. La Troja Mejorada: Es una estructura para el secado y almacenamiento temporal, se construye de material rústico y de bajo costo, ha

demostrado ser relativamente efectiva, aunque es evidente que las dificultades de manejo compiten con formas tradicionales para las zonas secas, mientras que en zonas húmedas parecen no superar a la dobla y el secado de patio.

- C. La Dobla: Doblar la punta de la planta de maíz a la altura de la base de la mazorca es una práctica muy generalizada en distintas zonas productoras de maíz en Guatemala, tanto para apurar el secado como para evitar daño de pájaros y facilitar nuevas siembras en relevo. Ha sido cuestionada esta tecnología tradicional derivado del tiempo en que el producto permanece en el campo y que propicia pérdidas de postcosecha.
- D. Secado de Patio: Constituye también forma generalizada de secado de mazorcas de maíz en Guatemala. Puede preguntarse Cómo son esos patios de secado? En realidad es una área cercana a la vivienda del agricultor, sin ningún revestimiento y/o material que separe del propio suelo al producto que allí se pretende secar.

#### CONDICIONES DE MANEJO, ALMACENAMIENTO Y CONSERVACION DE MAIZ

Con el propósito de identificar áreas cuyos agricultores practican una tecnología homogénea en el campo de la postproducción, se realizaron diversas investigaciones agrosocioeconómicas en el interior del país. En materia de postcosecha de maíz se pueden diferenciar tres grandes zonas ecológicas de producción, íntimamente ligadas con las formas de postproducción: a) La tropical y subtropical seca, cuyos problemas son comparativamente reducidos y pueden enfrentarse mediante la dobla, pero mejorada y el almacenamiento en el silo tipo metálico b) La tropical y subtropical húmeda, donde las formas precarias de almacenamiento y protección de cosechas junto con la excesiva humedad propician fuertes pérdidas de postcosecha. c) Las zonas templadas de las altiplanicies, áreas de clima benigno pero con formas precarias de almacenamiento que motivan la presencia de plagas que provocan fuertes pérdidas de postcosecha. Para las zonas b y c se realizaron sondeos socioeconómicos y otras formas de investigación para la caracterización de la problemática que permiten identificar dominios de recomendación, derivado de sus patrones agrosocioeconómicos.

#### A. El caso de la parte alta/noroccidente de Chimaltenango:

Mediante un sondeo con once equipos de extensión agrícola de la zona y personal de la Unidad de Postcosecha, siguiendo la metodología del sondeo, se identificaron tres grandes dominios de recomendación en materia de postproducción de granos. Uno de ellos, localizado en la parte alta del departamento de Chimaltenango, integrada por seis municipios. Se observó que existen dos tipos de agricultores, los que producen menos de 50 qq de maíz (2.3 TM) y los que producen más de esa cantidad. La diferencia se encuentra en el tamaño de la finca, los primeros tienen menos de 0.7 ha y los otros un poco más de esa extensión. La superficie a sembrar con maíz lo deciden las pequeñas unidades en base al consumo anual familiar y los rendimientos de ciclos anteriores, de manera que son

autoconsuntivos; mientras que la diferencia la destinan a siembra de hortalizas para el consumo interno y/o exportación. Los más grandes destinan mayor superficie a la siembra de maíz, dada las limitaciones de mano de obra y capital para la siembra de extensiones mayores de hortalizas. Es decir que ambos siembran hortalizas, así como también: frijol, trigo y poseen algunos animales (cerdos y aves).

La composición familiar es de 6.2 miembros, la mayor parte (2.3) son menores de 12 años. Requieren 18.9 qq (0.9 TM) (de maíz para consumo humano/año y 8.5 qq (0.4 TM) para consumo animal, lo que da un total de 27.4 qq (1.3 TM) de requerimientos de maíz para la unidad económica campesina. la producción media por finca es de 72.8 qq (3.3), lo que refleja un excedente teórico de 45.4 qq (2.1 TM). Estos excedentes van saliendo de la finca "poco a poco", conforme las necesidades dinerarias de las pequeñas economías.

En esta zona no se acostumbra la dobla, lo que se hace es un "despunte" de la parte superior de la planta a la altura de la mazorca, dado que ello constituye alimento para el ganado vacuno.

La cosecha ocurre en tiempo seco y se realiza "destuzando en el campo", posteriormente se traslada la cosecha a la casa en redes utilizando fuerza humana, animal o quizá motorizada.

Las mazorcas se exponen al sol sobre el suelo por un tiempo de 1 a 2 semanas. Posteriormente se almacena en mazorca, sin la respectiva cobertura en "trojas o trojes" rústicos hechos de caña de maíz o de madera. Por lo precario del almacenamiento hay presencia de ratas y palomillas. Cuando el daño es muy intenso los agricultores tratan de proteger el maíz utilizando productos químicos, siendo popular el denominado "conservo".

El producto puede pasar un poco más de seis meses en almacén, observándose un deterioro paulatino de la calidad de grano que autoconsume la familia rural, fenómeno que notan las mujeres, amas de casa, dada la relación de ellas con la economía doméstica.

Indican los agricultores que prefieren guardar sus maíces criollos dado que son más resistentes a los problemas del almacenamiento.

#### B. El caso de la zona norte:

Comprende una zona húmeda, algunas áreas son reciente colonización, sin embargo, la zona se caracteriza por el uso extensivo del suelo en el cultivo de maíz y otras especies vegetales.

En promedio los agricultores siembran 8 manzanas de maíz (5.6 ha), con una producción promedio de 130 qq (5.98 TM) requiriendo para el autoconsumo de la unidad económica un promedio de 53.6 qq (2.46 TM) lo que implica que son unidades excedentarias (pudiendo inclusive obtener más de una cosecha por año). Los agricultores usan variedades criollas.

Se practica la dobla por lo menos dos meses antes de la cosecha, realizando el corte de la mazorca sin tuza cuando se vende inmediatamente, o bien con tuza cuando se destina al almacenamiento y autoconsumo. El producto cosechado se expone al sol, directamente sobre el suelo.

El almacenamiento puede realizarse en el campo o en la casa. En el primer caso constituye una troja rústica hecha de madera sin labrar, agrupando las mazorcas en apilamiento uniforme denominadas "prensas". En la casa puede hacerse también prensas, y también guardar sobre el fogón de la vivienda, exponiendo las mazorcas al calor y al humo como ocurre en las zonas de la etnia Kekchí. En ambas formas precarias de almacenamiento hay fuerte ataque de ratas y gorgojos, así como presencia de enfermedades cuando el secado es deficiente. Estimaciones realizadas en el campo indican que las pérdidas a los tres meses de guardado el maíz es del 33% en términos de valor económico. Esta circunstancia obliga a la venta inmediata de las cosechas con la consiguiente baja en los precios que afecta la economía de los productores.

Por último, vale indicar que en ambas zonas: norte y Chimaltenango, se han introducido silos familiares para el almacenamiento rural notando que muchos agricultores están imposibilitados económicamente para hacer inversiones iniciales de Q. 120.00 (\$44.50), a pesar de las previsible posibilidades de compensación económica, dada la vida útil de tales tecnologías. Este también es uno de los escollos para la difusión y absorción tecnológica.

#### CONCLUSIONES

- a) Ante la incertidumbre del mercado en épocas de sobreproducción y las pérdidas por las condiciones precarias de almacenamiento, los agricultores se resisten al cambio tecnológico que acentúe los efectos negativos ya señalados.
- b) Estiman los agricultores que para reducir los daños ocasionados en la postproducción debe almacenarse producto de cosechas originadas con materiales criollos.
- c) El manejo para el secado (sobre el suelo) y la precariedad de los almacenes, facilita la presencia de plagas y enfermedades que propicia las pérdidas de postcosecha.
- d) Las tecnologías disponibles, aparte de los silos metálicos, aún no han sido validadas en condiciones de agricultores para medir su aceptación.
- e) En las zonas húmedas el secado se convierte en uno de los principales problemas de postcosecha.

## RECOMENDACIONES

## A mejoradores e instituciones de investigación:

- a) Tomar en cuenta para la generación de materiales mejorados, la posibilidad de resistencia de materiales cristalinos o de otra naturaleza, para enfrentar con mayor efectividad los problemas de postproducción, dada las dificultades de incorporar tecnologías mecánicas que representan para el agricultor fuertes inversiones.
- b) Desarrollar adaptación/investigación de tecnología para enfrentar los problemas de secado de granos en zonas húmedas, que sean de bajo costo y adecuadas al entorno socioeconómico de los agricultores. Los patios de secado con revestimiento de concreto y/o uso de polietileno podrían ser alternativas a considerar. Tómese en cuenta que la forma de secado tradicional de café en Guatemala en zonas de alta precipitación pluvial también se hace en "patios de secado".
- c) Adaptar/investigar el uso de pesticidas para la protección de granos en el medio rural. Ampliando acciones en adaptación de estructuras de almacenamiento.

## Para transferencistas y/o extensionistas:

- a) Identificar la problemática de postproducción al interior de los sistemas de finca de los agricultores, tratando de caracterizar los conocimientos, actitudes y prácticas que ellos tienen en torno al fenómeno, de manera que las tecnologías a transferir sean adecuadas y con buenas expectativas de aceptación.
- b) Incorporar en esa fase de identificación, así como en la transferencia a los servicios de las agentes de economía doméstica, dada la vinculación que tienen los sistemas de almacenamiento con la economía doméstica.
- c) Tomar en cuenta que "proteger los rendimientos debe ser una tarea más económica que induzca cambios en la producción y productividad y que amplíe el efecto positivo de las innovaciones tecnológicas".

## Para las políticas públicas:

- a) Apoyar financieramente a los pequeños y medianos agricultores, de manera que puedan adquirir los componentes tecnológicos de postproducción a bajo costo. El gobierno debe estudiar la posibilidad de otorgar subsidios para la adquisición de estructuras. Los organismos internacionales podrían apoyar estos esfuerzos. El impacto sería altamente efectivo en materia de nutrición y seguridad alimentaria rural.

Cuadro 1. Guatemala, Distribución de los Departamentos productores de maíz según importancia relativa.

Zonas y Departamento	% Prod. Nacional	QQ/KM C.	% Superf. Sembrada con Maíz
<b>Principalmente Productores</b>			
Escuintla	8.6	325.4	9.8
Jutiapa	6.9	357.6	13.6
Retalhuleu	6.4	572.0	12.6
San Marcos	6.1	267.0	9.9
Chimaltenango	5.4	451.0	12.4
Quetzaltenango	4.5	381.2	8.8
Santa Rosa	4.4	244.6	8.5
Suchitepéquez	4.2	277.0	7.6
<b>Fuertes Productores Extensivos</b>			
El Petén	10.0	46.3	1.8
Alta Verapaz	8.5	162.4	7.7
Quiché	6.5	128.8	6.5
Izabal	5.5	101.3	3.2
<b>Medianamente Productores</b>			
Huehuetenango	6.8	153.4	8.0
Jalapa	3.4	275.2	13.8
Totonicapán	1.9	302.3	9.1
Sacatepéquez	0.9	313.2	15.3
<b>Tipicamente Deficitarios</b>			
Guatemala	2.3	180.0	8.4
Chiquimula	2.2	157.7	8.9
Baja Verapaz	1.8	96.4	6.8
Zacapa	1.7	105.9	4.7
El Progreso	1.0	87.6	6.0
Sololá	0.9	140.9	5.9

Fuente: Elaboración propia en base a información estadística básica.

Cuadro 2. Algunos indicadores tecnológicos, costos y mercado de granos en áreas seleccionadas de Guatemala.

Concepto	Altiplano (1)	Suroriente (2)	Costa (3)	Sur Peten (4)
Semilla Mejorada (% Superf.)	8	38	84	0
Fertilización (% Superf.)	100	72	0	0
Insecticidas (% Superf.)	8	8	100	0
Herbicidas (% Superf.)	0	11	35	5
Prep. Tierra				
Manual (% Superf.)	55	16	0	100
Trac. Animal (% Superf.)	45	84	0	0
Mecanizada	0	0	100	0
Producción Media/Finca (en kg)	2898	4821	20340	5980
Costos Directos/ha (Quetzáles)	448.16	261.12	204.36	308.87
Costos Directos 45 kg (Quetzáles)	5.71	5.07	4.64	10.29
Precios Garantía Indeca 45 kg**	8.09	6.25	7.11	8.00

Fuente: Elaboración propia en base a estudios de casos denominados Registros Económicos de Producción. Socioeconomía Rural. ICTA.

(1) Para Chimaltenango año 1982.

(2) Para Jutiapa año 1983

(3) Para Parcelamiento La Máquina 1982,

(4) Exploración áreas de Sayaxché, Petén, realizado por el autor en 1987

\* Los datos de Petén no son comparativos por representar un año bien diferente en relación con los otros casos.

\*\* Vigentes en 198

Cuadro 3. Comparación de maíz blanco comercializable con las normas de calidad vigente indeca, por región agrícola.

Factor de Calidad	Norma de Calidad		% Fuera de Norma por Región				
			II	III	IV	VI	VII
Impurezas y Quebrado	1.0	3.0	--	--	--	--	--
Humedad	13.0	22.0	80.0	35.0	45.0	--	3.0
Daño Total	0.0	12.0	90.0	79.0	8.0	31.1	19.0
Otro Color	0.0	5.0	33.0	2.0	1.0	--	--

Fuente: Elaborado en base al Estudio Sobre Calidad Modal para la cosecha 1986/87. Indeca.

- \* II: Bajo norte y parte de la Costa Atlántico
- III: El Petén
- IV: Costa sur-occidental
- VI: Sur-oriente
- VII: Nor-oriente.

#### UNA EXPERIENCIA DE CREDITO AGROPECUARIO EN EL CENTRO AGRICOLA CANTONAL DE PURISCAL

Luis Hernán Solano\*

#### INTRODUCCION

Los Centros Agrícolas Cantonales son instituciones creadas por ley desde el año 1949, existen aproximadamente 65 en los 80 cantones en que se divide el país, en un principio fueron entidades adscritas al Ministerio de Agricultura y Ganadería pero en 1985, la Ley No. 7064 conocida como Ley Fodea dice que los Centros Agrícolas Cantonales estarán únicamente bajo la orientación técnica del Ministerio de Agricultura y Ganadería.

---

\* Ingeniero Agrónomo, Centro Agrícola Cantonal de Puriscal, Apartado Postal 49-6000, Puriscal, Costa Rica. C.A.

El Centro Agrícola Cantonal de Puriscal fue fundado en el año 1971 y desde su fundación hasta finales del año 1985 sus operaciones financieras estaban constituidas básicamente por donaciones de otras instituciones.

El Centro Agrícola Cantonal de Puriscal es una organización propia de los agricultores y personas interesadas en el mejoramiento de la agricultura y del bienestar social del cantón, los cuales se integran con el Agente de Extensión Agrícola del Ministerio de Agricultura y Ganadería, con el delegado de la Junta Rural de Crédito Agrícola, con un miembro de la Municipalidad, con cuatro agricultores y con dos ciudadanos para formar la Junta Directiva del Centro Agrícola Cantonal, que velará por el mejoramiento agropecuario y el nivel de vida de los pobladores del cantón en general.

La base fundamental del Centro Agrícola Cantonal es la organización de medianos y pequeños agricultores, en donde se puede opinar y resolver los problemas comunes, así como servir de instrumento de movilización de servicios y recursos con el propósito de eliminar el aislamiento en que algunas veces vive el agricultor, e incorporarlo al proceso de desarrollo del país.

En el año 1982, se firma un convenio de financiamiento entre el Banco Interamericano de Desarrollo y el Centro en el que se abren nuevas expectativas para la institución y para la región.

Para 1985, el Centro recibe la primera partida de los fondos del convenio y se inicia con ello su acelerado desarrollo. Como objetivo del proyecto estaba el de mejorar las condiciones socioeconómicas de los pequeños productores del cantón de Puriscal y contribuir al fortalecimiento del Centro como ente de desarrollo regional. Para cumplir con los objetivos del programa el Centro proporcionaría servicios de acopio, procesamiento y comercialización; créditos y asistencia técnica a pequeños productores y asociaciones de agricultores del cantón de Puriscal, posibilitando recursos técnicos y económicos que permitan el desarrollo de actividades productivas. Se pretendía cubrir 500 pequeños productores, dedicados a la producción agrícola y pecuaria, quienes carecen de acceso a los recursos necesarios para el desarrollo de sus actividades productivas.

El proyecto consta de un total de \$500,000 dividido en seis subproyectos que son: Viveros de Frutales con \$45,000, Planta de Alimentos Concentrados con \$65,000, Almacén Comunal de Agroquímicos con \$145,000, Centro de Acopio de Granos Básicos con \$45,000, Centro de Acopio Apícola con \$50,000 y Crédito Agropecuario con \$150,000.

#### DESARROLLO

##### Crédito Agropecuario

El crédito agropecuario se rige por un reglamento de crédito que establece las pautas a seguir en el otorgamiento de los subpréstamos y que en forma resumida dice que el crédito abarcará la subregión Puriscal con el objetivo de elevar el nivel socioeconómico de los beneficiarios,

el manejo de los subpréstamos estará a cargo de un comité especial de crédito, los beneficiarios serán los pequeños productores agropecuarios que no tengan fácil acceso a las fuentes convencionales de crédito y cuyos ingresos anuales netos no sean superiores a los 700 dólares, también podrán ser beneficiarios grupos organizados de agricultores. Las condiciones de los préstamos serán a corto plazo sin períodos de gracia, mediano plazo con períodos de gracia de hasta cinco años y plazos de hasta 12 años para el pago del principal.

En todos los casos los créditos no podrán ser superiores a los 3,000 dólares y se devengarán intereses del 15% anual sobre saldos deudores.

Las líneas de financiamiento incluyen plantaciones frutales anuales y perennes, granos de los que haya faltante en el país, la producción apícola, siembra y renovación de cultivos anuales, adquisición de pies de cría o reproductores animales de desarrollo y engorde de las especies aviar y porcina, adquisición de herramientas, implementos, equipo y maquinaria destinados a la producción agrícola, apícola y agroindustrial, hechura de obras de infraestructura tales como obras de riego y avenamiento, conservación de suelos, bodegas y silos.

El estudio de las solicitudes estará a cargo de los técnicos contratados para tal efecto y posteriormente analizados por el Comité Especial.

Este Comité Especial se rige por un reglamento adicional que especifica que su integración será por el Presidente, Secretario y Tesorero de la Junta Directiva del Centro Agrícola y que reunirá cuantas veces sea necesario para el estudio de las solicitudes; en este participa también el experto Agrónomo contratado por la cooperación Técnica como aporte al Proyecto.

#### Tramitación

Para una solicitud de crédito previamente el beneficiario se informa sobre el sistema de financiamiento la que puede hacer directamente en las oficinas de la institución o bien a través de los medios de información que se utilizan como reuniones con grupos de agricultores, en los grupos organizados o por medio de carteles distribuidos en lugares estratégicos.

Posterior a la información el beneficiario junto con un fiador se presenta a llenar una solicitud en la cual se recibe toda la información socioeconómica del deudor y fiador necesaria para la tramitación de la operación. El requisito básico para poder optar como prestatario es ser pequeño agricultor y que no tenga acceso a las fuentes convencionales de crédito. Según lo que establece el Banco Interamericano de Desarrollo (B.I.D.) para Costa Rica un pequeño agricultor es aquel cuyos ingresos netos no superan los \$700.00. Posteriormente, de recibida la solicitud se procede a analizar la información la cual ha sido tomada en calidad de declaración jurada y así comprobar si el productor cumple como pequeño agricultor, este análisis se complementa con una inspección de campo en la que además de corroborar la información brindada por el solicitante en los aspectos socioeconómicos se observa la factibilidad del establecimiento del proyecto propuesto en lo que se refiere a los requerimientos técnicos del cultivo o inversión por establecer.

Posterior a la inspección el Agrónomo da un dictamen sobre el solicitante y la solicitud, preparando un plan de inversión que defina el monto por financiar, el cual no debe sobrepasar los \$3,000 por beneficiario.

Luego de recibida y analizada la información y preparado el informe es estudiado en comité de Crédito y son ellos quienes aprueban o rechazan la solicitud. Después de aprobada se realiza una formalización de la operación en la que tanto el deudor como el fiador se comprometen a cumplir con el Plan de Inversión y acatar las recomendaciones emanadas por los técnicos que asesoran la producción.

Siempre que se inicia un proyecto previamente el agrónomo prepara en el caso de cultivos un avio que es un plan de inversión en el que se estipula la cantidad y clase de insumos que se deben utilizar además del fraccionamiento de los desembolsos en lo que corresponde al rubro de mano de obra. La preparación de estos avios se hace en base a un uso racional de agroquímicos y utilizando productos realmente necesarios de acuerdo a cada zona de producción y tomando en cuenta factores climáticos o edáficos que pueden variar la efectividad de uno u otro producto.

Para realizar cada desembolso el técnico emite un dictamen técnico del avance del proyecto lo que faculta al productor a tener acceso al segundo desembolso; en caso de que el dictamen sea negativo el agricultor corre el riesgo de que se suspenda el crédito y si es por negligencia propia deberá cancelar su operación en un plazo dado.

Desde que se inicia el proyecto el técnico visita periódicamente al agricultor brindando asesoramiento en el manejo de cultivo y comprobando que la inversión se realice correctamente.

#### Líneas de Crédito

Actualmente, se trabaja en la línea de granos básicos (maíz, frijol), frutales (cítricos, mango, aguacate) obras de conservación de suelos, equipo e infraestructura, productos no tradicionales, apicultura y producción pecuaria (cerdos y aves).

#### Plazos

Los plazos para cada operación dependen del ciclo de cultivo, en todos los casos los plazos se establecen al momento de la cosecha. En caso de cultivos anuales se da tiempo unos días después de la recolección esperando a que el productor realice las labores postcosecha y los contactos de comercialización. Para inversiones de mediano o largo plazo los pagos se fraccionan en varios años de acuerdo a los niveles de producción de cada explotación.

#### Intereses

El interés actualmente es del 15% anual sobre saldos y su cobro se realiza en el caso de inversiones anuales al final de la cosecha y en el caso de inversiones de mediano plazo se cobran por trimestres vencidos.

Resultados:

Cuadro: Area cubierta número de operaciones y monto colocado en el proyecto de Crédito Agropecuario

Línea de Crédito	Operaci. Recibidas	Operaci. Aprobadas	Operaci. Vigentes	Mont \$ (*)
Apicultura	35	25	21	31,536.90
Frutales	28	21	21	21,680.80
Maíz	166	148	84	69,674.40
Maquinaria y Equipo	21	18	16	22,848.70
Frijol	80	75	26	16,574.10
Prod. Pecuaria	125	105	53	126,925.30
Horticultura	10	9	8	5,800.80
Cons. Suelos	1	1	1	378.30
Achiote	55	55	55	9,016.40
Melón	12	12	12	17,780.60
Productos no Tradicionales	1	1	1	1,261.00
Otros productos	1	1	1	2,522.10
<b>Total</b>	<b>535</b>	<b>450</b>	<b>245</b>	<b>325,999.40</b>

(\*) 1 dólar= 79.30 colones.

Como se observa en el cuadro anterior, se ha cubierto con crédito 450 pequeños productores de la región de Puriscal, logrando con ello llegar a un grupo importante de agricultores.

CREDITO CULTIVO ACHIOTE

En enero de 1986, se inició con el proyecto de financiamiento en el cultivo de achiote, promoviendo la opción con los agricultores. Inicialmente se pensó en el crédito para 20 pequeños productores con una área cada uno de 1/2 ha, luego promovido el proyecto se formó un grupo de 110 agricultores interesados en el cultivo las que se dividieron en 10 subgrupos de acuerdo a su ubicación, de estos 10 subgrupos, dos están financiados por el Centro Agrícola Cantonal de Acosta, dos sin financiamiento y seis financiados por el Centro Agrícola Cantonal de Puriscal.

Estamos cubriendo un total de 55 agricultores con 0.5 ha, cada uno para un monto financiado de \$9,016.40. Es importante señalar que este es un proyecto que se realiza en coordinación con varias instituciones como son el Proyecto de Desarrollo Agrícola Forestal (PRODAF), quien es el organismo rector del Proyecto, el Ministerio de Agricultura y Ganadería y el Ministerio de Energía y Minas con aporte de personal técnico de campo y los Centros Agrícolas Cantonales como administradores de un fondo de crédito otorgado por la Comunidad Económica Europea.

Los objetivos de introducir este cultivo en la zona se resumen en diversificar la producción del pequeño agricultor contribuyendo a mejorar su nivel de ingresos, contribuir con la siembra de este arbusto a la reforestación de la zona ya bastante devastada por las agriculturas tradicionales y lograr la unión de agricultores en pequeños grupos que permitan en el futuro el desarrollo de actividades productivas.

Hasta el momento se ha logrado la unificación mencionada anteriormente, técnicamente el cultivo ha marchado bien y se espera para el presente año la primera producción de semilla seca de aproximadamente 10 toneladas. Actualmente, se hacen los contactos para la comercialización del producto con empresas exportadoras.

#### RECUPERACIONES

Las recuperaciones de crédito en el proyecto en las diferentes líneas se ha realizado en forma normal debido a que siempre ha habido un acercamiento entre el productor y la institución por ser un sistema integrado de crédito y asistencia técnica de tal manera que el beneficiario al recoger la cosecha se siente comprometido a efectuar su pago, además por el sistema fraccionado de desembolsos el productor realmente invierte en su explotación asegurándose con ello que los fondos no se desvíen a otras actividades como comúnmente acostumbra el sujeto de crédito en la región.

Lógicamente, también existen factores incontrolables que afectan la producción reduciendo en algunos casos los rendimientos y en otros produciendo pérdidas totales, en tales casos y en común acuerdo entre el agricultor y el encargado del proyecto se hace un refinanciamiento para que en uno o varios ciclos de producción posteriormente se normalice la situación de pago.

#### CONCLUSIONES

1. El proyecto de crédito agropecuario ha contribuido al mejoramiento de las condiciones socioeconómicas de los pequeños productores de la región al aportar crédito y asistencia técnica en el momento oportuno.
2. Se ha puesto un grano de arena en la reforestación de la zona otorgando financiamiento para el establecimiento de plantaciones de árboles frutales.
3. Se ha fortalecido el trabajo en grupos de agricultores como una forma más eficiente de administrar los recursos económicos y técnicos disponibles.

PANEL.- Agricultura sostenida

## ESTUDIO SOBRE AGRICULTURA MIGRATORIA EN LA ZONA DE GUAJIQUIRO, OPATORO

Ruedi Felber\* y Carlo Foletti\*\*

## INTRODUCCION

La agricultura migratoria es un sistema agrícola tradicional practicado en la mayor parte de los trópicos de Latinoamérica, especialmente en bosques húmedos tropicales y terrenos marginales o de alta pendiente (Sanchez, 1977).

El seminario FAO/Univeridad de Ibadán de 1982 adoptó la definición de agricultura migratoria siguiente " un sistema en el que periodos relativamente breves de cultivo son seguidos por periodos relativamente largos de barbecho" (en Lanly 1985) .

Según Lamprecht (1986) hay dos tipos de agricultura migratoria, la clásica o migrante, que ocupa principalmente suelos de selva vírgenes, donde las viviendas de los agricultores son trasladadas periódicamente, aproximadamente cada 10 años, según la duración del periodo de cultivo, y la agricultura migratoria rotatoria, la cual se limita a parcelas propias o alquiladas. En ella las familias son más o menos sedentarias, ya que se regresa al mismo sitio periódicamente, según la duración del periodo de barbecho.

En 90 países tropicales , alrededor del 42% de la población agrícola total de 1200 millones de habitantes estaban involucrados en la agricultura migratoria clásica.

En los mismos países alrededor de 240 millones de hectareas de bosque cerrado y 170 de bosque abierto (aproximadamente el 8.3% de la superficie total de bosques de la tierra) estaban afectados por este tipo de agricultura. Además la agricultura migratoria está aumentando a un porcentaje medio anual de 1.25%, lo que lleva a la formación de 5 millones de hectarea de barbecho cada año (FAO/PNUMA en Lanly 1985).

Tradicionalmente se creía que no existían opciones económicas ni ecológicamente factibles a esta práctica (Watters, 1971). Sin embargo estudios recientes han determinado que es factible el aprovechamiento

---

\* El estudio se inició en 1986, por Ruedi Felber, ingeniero forestal que desde abril 1988 se encuentra en Mali, Africa. Carlo Foletti, ingeniero agronomo se integró al trabajo a partir del final de 1987, ambos se desempeñaron como asesores técnicos en el Programa MARGOAS.

El presente trabajo es un resumen de un informe , con el mismo nombre que los autores presentaron en 1988 al Programa MARGOAS, completado con los datos recabados en el 1988.

Los autores agradecen, a la población de la zona alta de Guajiquiro y Opatoro por la disponibilidad en atender a los investigadores que por tres años seguidos han ido a sus parcelas, al equipo del Area de Guajiquiro y Opatoro y a los compañeros del Subprograma BOSQUE y SAR-INVESTIGACION del Programa MARGOAS, al Ingeniero Franklin Omar Osorio de la UNAT (SRN), por el substancial apoyo dado en la parte estadística y analítica ,al Dr. Hector Martínez (MADREÑA-CATIE) por la revisión editorial del texto del informe completo y al Dr. Maurus Decurtins (COSUDE) por los aportes referentes a la parte económica.

agropecuario y forestal de estas zonas mediante la implementación de sistemas agroforestales .

En este contexto se decidió realizar un estudio sobre la agricultura migratoria en Guajiquiro y Opatoro, municipios que forman parte del territorio atendido por el Programa Marcala-Goascorán (MARGOAS), en la Región Suroccidental de Honduras.

Los objetivos del estudio fueron:

1. Estudiar las causas y el funcionamiento de la agricultura migratoria tradicional en el area.
2. Estudiar el efecto de la agricultura migratoria sobre el bosque .
3. Comparar el sistema de producción tradicional con un sistema tecnificado y diversificado.
4. Formular medidas que permitan la coexistencia de los sectores agrícolas y forestales como formas de aprovechamiento adecuado a largo plazo.

#### DESCRIPCION DE LA ZONA

Guajiquiro y Opatoro en el Departamento de La Paz, están ubicados en la zona centro-occidental de Honduras. Tienen una superficie total de 525.5 km<sup>2</sup>, de los cuales el 52% pertenece a Guajiquiro. Ambos municipios se caracterizan por tener dos zonas agroecológicas bien definidas y relacionadas , la zona baja el "cálido", en alturas entre 800 y 1600 msnm que se caracteriza por el cultivo del café, de frutales tropicales, del maíz y maicillo asociado , el frijol y los potreros naturales. La zona alta, en alturas desde 1600 hasta 2300 msnm, es caracterizada por el cultivo de maíz , por la presencia de bosques y por los cultivos de la papa y de los frutales de clima templado, y la mora. Es zona de pastoreo libre del ganado durante el verano.

Los agricultores que residen en una zona, poseen una vivienda en la otra y alternativamente atienden a los cultivos del "calido " y de la parte "alta", migrando así varias veces al año. Por limitaciones de tiempo y priorización de objetivos no se tomó en cuenta este aspecto de migración entre dos zonas ecológicamente distintas, limitandose el estudio a la zona alta.

El estudio se realizó así en un área de 75 km<sup>2</sup> en cotas superiores a los 1800 msnm, con las coordenadas 14°6' y 14°11' latitud norte y entre 87°48' y 87°54' de longitud oeste. (Vease los mapas de 1 a 3). Es una zona homogénea desde el punto de vista de la agricultura tradicional y del recurso forestal y ha sido atendida desde el inicio por el Programa MARGOAS.

El relieve es ondulado, de colinas con pendientes entre el 30 y el 50 %. Es una zona ecológicamente importante por ser el lugar de origen de incontables arroyos que drenan sus aguas hacia el Norte (Golfo de Honduras) y hacia el Sur en el Golfo de Fonseca. Además los bosques de la zona son desde el punto de vista forestal muy productivos y de alto valor genético, en ellos son representadas cinco de las siete especies de *Pinus* de Honduras.

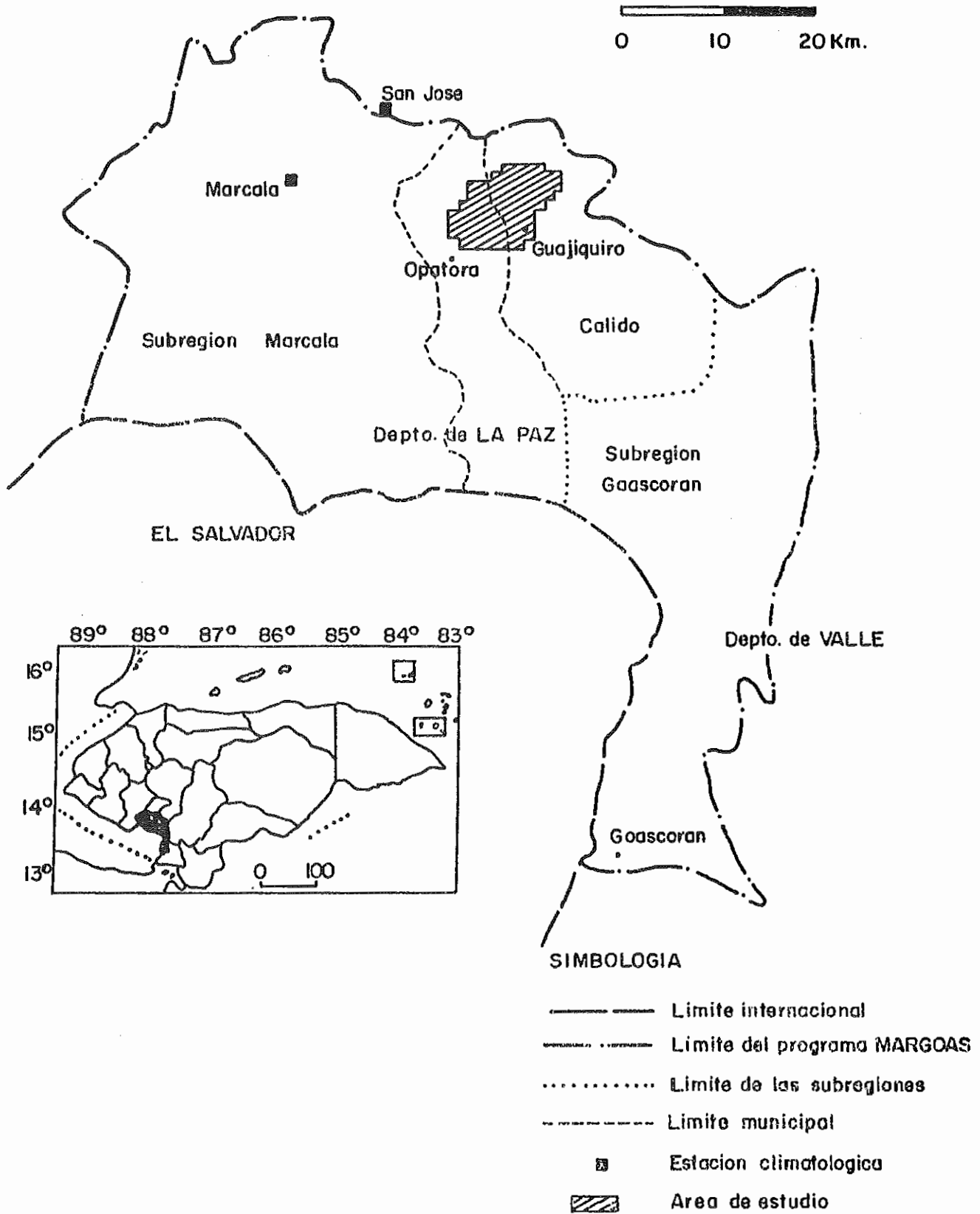


Figura 1 Area del programa MARGOAS

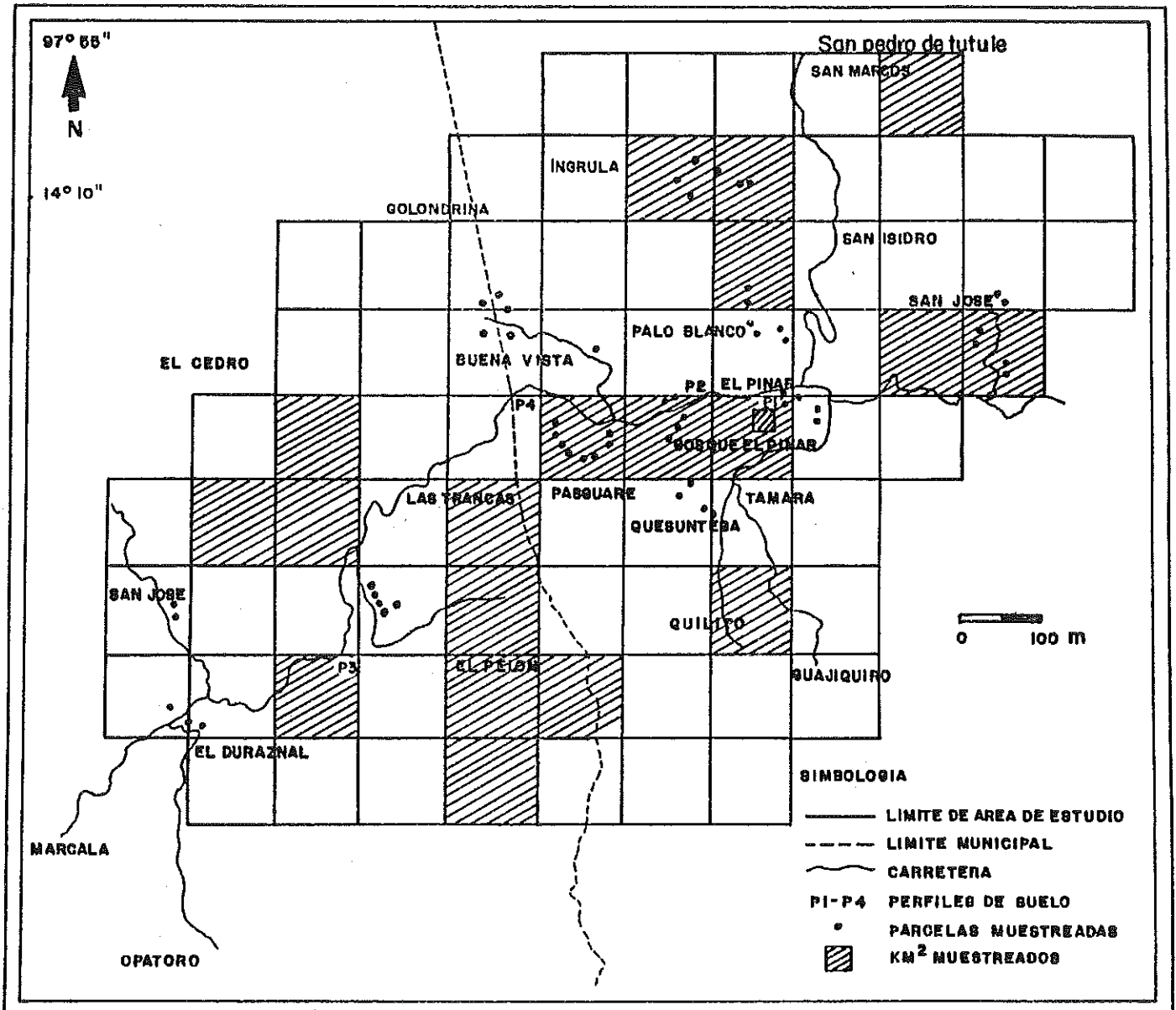


FIGURA 2 AREA DE ESTUDIO, KM<sup>2</sup> Y UBICACION DE LAS MUESTRAS.

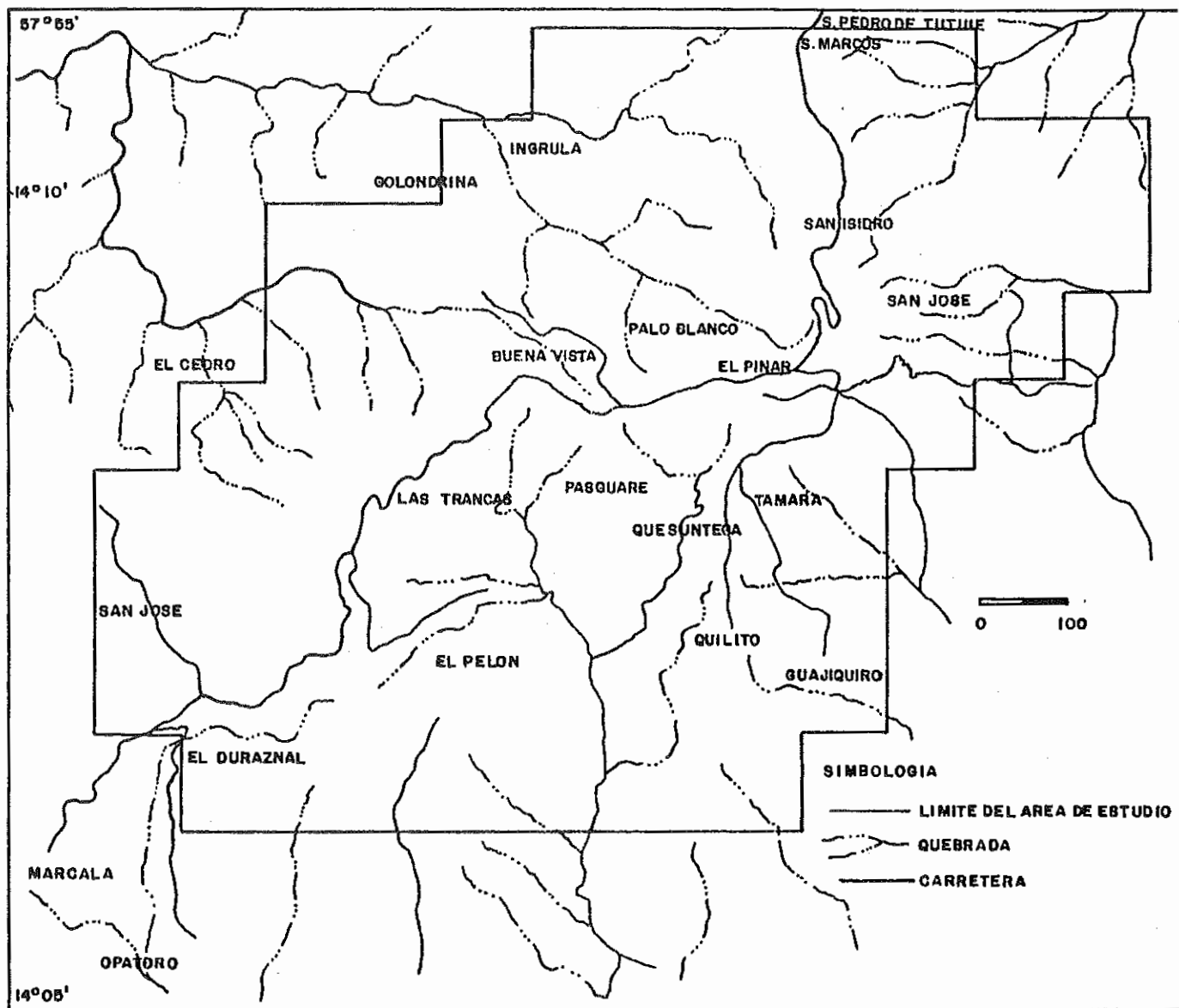


FIGURA 3 EL SISTEMA HIDRICO OEL AREA DE ESTUDIO

## 2.1 El clima.

Es conocido que la temperatura disminuye (Rudloff 1981) y que la precipitación lluviosa en cambio se incrementa aumentando la altura sobre el nivel del mar.

La región se encuentra durante los meses de enero hasta marzo muy alejada de la CIT (estación seca o verano) y durante los meses de julio y agosto en el límite (canícula o "veranillo"). Por estas razones el área se caracteriza por un breve periodo con relativamente poca precipitación y presencia de nubes de formación orográficas y precipitación durante todo el resto del año.

En la zona no se encuentran estaciones meteorológicas, en base a la extrapolación de los datos de 2 estaciones vecinas, cuyos diagramas climáticos son representados en la Figura 4 en los Municipios de Marcala (1230 msnm) y San José en el campo experimental de IHCAFE (1440 msnm) se deduce que el clima de la zona tenga temperaturas medias entre 15 y 18 ° C, propios de un clima templado tropical.

No hay mucha diferencia entre los valores promedios de temperaturas mensuales, (isotermia estacional) sin embargo hay diferencias notable entre las temperaturas medidas en el día y en la noche, (Troll 1961) sobre todo durante el verano y en días sin nubes.

Las graficas 1 representan el andamiento de la precipitación en las dos estaciones meteorológicas de referencia. La precipitación lluviosa inicia en abril y termina en noviembre, los meses más lluviosos son junio y setiembre, el efecto de la canícula interestival no es muy marcado, y el periodo del año relativamente seco es reducido a los meses de febrero y marzo.

Se estima que la precipitación lluviosa en la zona logre 2000 mm al año. Sin embargo un fenómeno muy importante y no medido por los pluviómetros es la cantidad de agua adicional aportada por la neblina a contacto con la vegetación. En los bosques y también bajo árboles aislados es notable el fuerte goteo producto de la condensación de la humedad atmosférica. El valor de este aporte puede ser muy elevado, Vogelmann (1973) calculó este valor por un "bosque nublado" de roble (*Quercus* sp) en la Sierra Madre de México en un 22% de la precipitación total.

El área de Opatoro/Guajiquiro pertenece a la formación Bosque Húmedo Montano Bajo (bh-MB) en transición al Bosque Muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB) de la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1962).

## 2.2 Los suelos.

Según el Mapa Geológico de Honduras (1974) el material que forma el área de estudio es clasificado del periodo Terciario del Cenozoico, que se caracteriza por la presencia de rocas volcánicas compuestas de ignibritas, tobas y rocas andesíticas. En el lugar predominan las ignibritas claras y las espesas capas de cenizas volcánicas que dieron origen a terrenos de textura franco-limosa relativamente profundos, poco pedregosos y muy sujetos a la erosión.

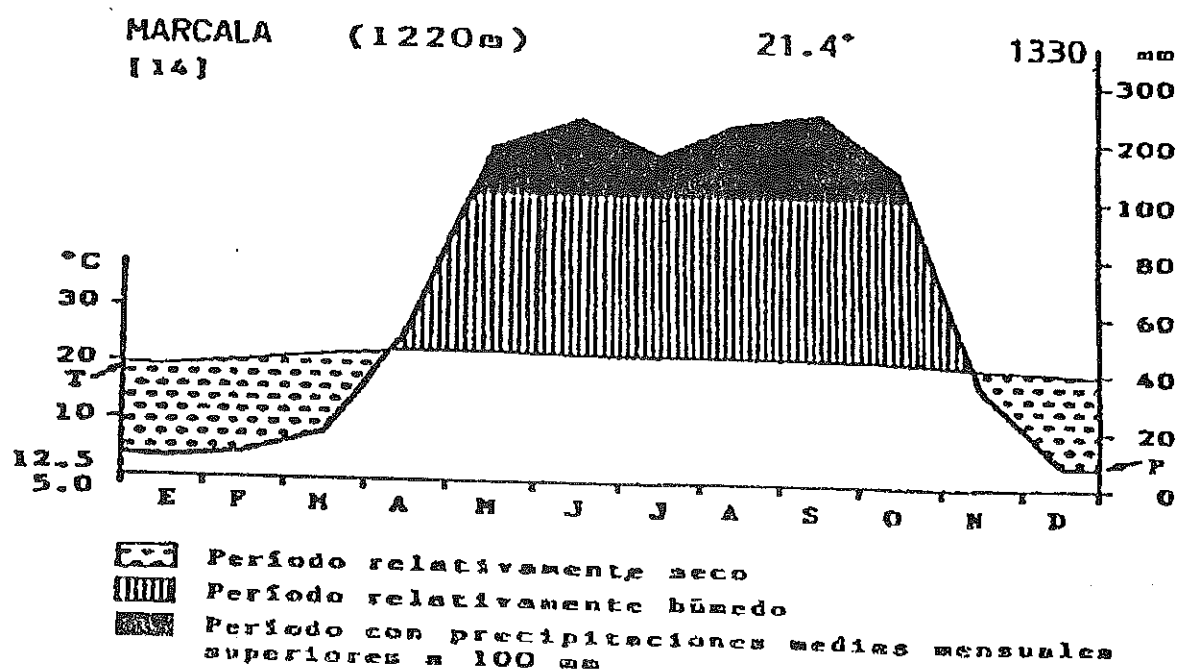
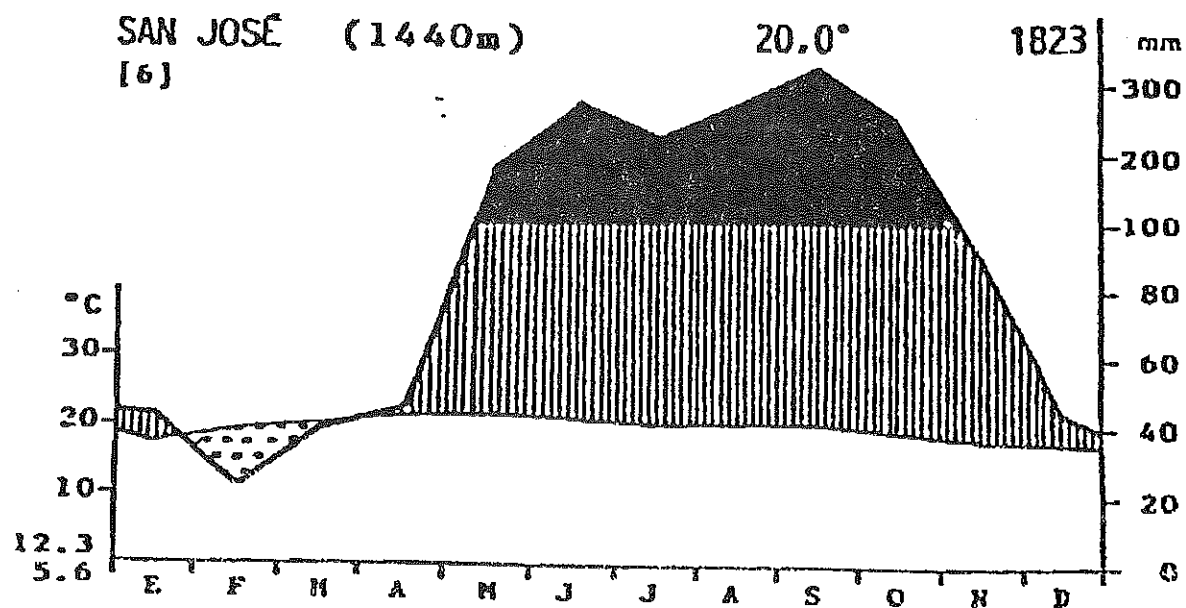


Fig. 4 Diagrama climático de las estaciones meteorológicas de marcala y San José (IHCAFE).

Al aumentar la altitud sobre el nivel del mar se incrementa la capa de humus y de materia orgánica en el estrato superior del suelo. Esta tendencia es reforzada por la presencia de alófanos (Foelster y Christen

, 1977). Además se nota un aumento de la acidez del suelo en presencia de alta saturación de agua y actividad de ácidos orgánicos (Foelster y Fassbender, 1978). Kass (1988) clasificó cuatro perfiles de suelo en el área de estudio. Los suelos pertenecen al orden taxonómico de los Ultisoles e Inceptisoles según el cuadro 1.

Cuadro 1 : Características generales de los suelos de Guajiquiro y Opatoro

Perfil	Taxonomía de suelo USDA	Leyenda FAO	Vegetación
P1 El Pinar Guajiquiro	Plinthic Paleudult	Plinthic Acrisol	bosque de pino
P2 Agua Fría Guajiquiro	Typic Tropudult	Dystic Nitosol	barbecho
P3 La Laguna Opatoro	Oxic Dystrandept	Humic Andosol	bosque latifoliado
P4 Buena Vista Opatoro	Hydric Dystrandept	Humic Andosol	barbecho

Los resultados del análisis físico - químico (Cuadro 2) muestran muy baja fertilidad a pesar del alto contenido en materia orgánica, especialmente en los suelos derivados de las cenizas volcánicas (perfiles "La Laguna" y "Buena Vista").

Los suelos que presentan más desarrollo son los derivados quizás de otro material. ("El Pinar" y "Agua Fría").

Todos los suelos tienen un pH en H<sub>2</sub>O entre 4.0 y 6.0 y por eso se clasifican como mediana a fuertemente ácidos. El valor del pH en NaF, superior a 10.2 señala características ándicas con presencia de alófanos, observado en los perfiles de "La Laguna" y "Buena Vista".

La capacidad de intercambio catiónico (CIC) es alta, pero la saturación de bases es baja en todos los suelos (< 30%).

En el suelo "La Laguna" se presenta una alta saturación de Al con probable toxicidad para los cultivos. Las especies nativas del bosque latifoliado y del barbecho parecen soportar muy bien estos valores.

Los perfiles de "El Pinar" y "Agua Fría" tienen niveles más altos de calcio, fósforo, potasio; solo el suelo de "Agua Fría" presenta niveles suficientes de calcio para la agricultura.

Todos los suelos indican niveles muy bajos para el elemento fósforo (1.1 y 3.2 Olsen). Estos suelos de origen volcánico, tienen la características de fijar este elemento y de no hacerlo disponible para los cultivos. Hay deficiencia en zinc y probablemente en azufre.

Kass concluye que;

- a pesar de ser suelos profundos, la fertilidad de los mismos es baja con respecto al nivel de elementos nutritivos.

- el sistema tradicional rotativo entre un período de cultivo y un adecuado período de barbecho, es probalmente el más eficiente para restablecer la fertilidad del suelo.
- para cualquier sistema de uso permanente del suelo es necesario aplicar dosis moderadas de fertilizante y de enmiendas.
- hay posibilidad de mejorar el sistema tradicional, interviniendo y manejando el barbecho.
- hay necesidad de proteger el suelo de la erosión con prácticas baratas y con la inclusión del componente arbóreo.
- hay que seguir los estudios para identificar especies de abonos verdes.

#### 2.4 Población, economía campesina y alimentación.

Un estudio sobre agricultura migratoria en una zona de producción para el autoconsumo necesita relacionarse con la población residente en el area y sus costumbres alimenticias.

Para el estudio de éste parámetro se dispone únicamente de los datos de los censos poblacionales hasta el año 1974, así que hay que recurrir a estimaciones.

Guajiquiro , que al inicio del siglo contaba con 2300 habitantes, llegó en 1974 a 5804 y para 1985 se estimó que había llegado a 7330 habitantes, mientras que en Opatoro la población creció de 3000 habitantes en 1950 a 4129 en 1974 y 5600 en 1985. Estas cifras indican un acelerado crecimiento poblacional en los últimos 10 años.

Cuadro 3            Habitantes y tasa de crecimiento de los municipios de Opatoro y Guajiquiro entre 1974 y 1985

Municipio	Numero de habitantes		Crecimiento en %		Densidad en Hab/ km <sup>2</sup>	
	1974	1985*	1950-74	1974-85	1974	1985
Guajiquiro	5.803	7.333	1.47%	2.36%	21	27
Opatoro	4.129	5.606	1.76%	3.18%	17	23
Nacional			2.39%		36	

La densidad de población por municipio es baja y muy inferior a la media nacional. La población local creció en menor medida que la población nacional, es una zona de emigración. La estructura poblacional indica que, 45% de los habitantes tienen una edad inferior a los 15 años.

El patrón de asentamiento es disperso, las casas están ubicadas entre las milpas. Sólo los cascos urbanos tienen más de 40 edificios. Las viviendas están hechas de bahareque y el techo es de tejas, sin embargo hay gran diferencia de materiales utilizados de acuerdo a la ocupación del jefe de familia. Solo el 30 % de las viviendas tienen letrinas y agua en cañería.

La mayoría de los habitantes trabajan en la agricultura, en forma tradicional y manualmente. Según una encuesta la realizada por MARGOAS (1988) en base a la ocupación del jefe de familia, se encontró que el 12.6 % son peones agrícolas, no tienen tierra, el 73.1 % son pequeños agricultores, mientras que los artesanos, los comerciantes y los empleados del gobierno suman el 14.3% restante.

La mayor parte de las fincas son minifundios, el 84% de las fincas ocupan el 32 % de la superficie con una extensión entre 3 y 4 ha cada una (Censo Nacional 1974). El Censo reporta en Guajiquiro una difusa repartición de la tierra. En Opatoro en cambio hay fuerte concentración en pocas haciendas muy grandes.

La gente trabaja como jornalero en las fincas cafetaleras y ganaderas. El ingreso bruto por familia del pequeño campesino minifundista semiasalariado fue calculado en 1594 Lempiras (o sea 800 Dolares) por año (en el año 1982); el 49% de este ingreso provenía de trabajo asalariado en las fincas cafetaleras, el resto es el valor monetario de la producción agrícola, principalmente destinada al autoconsumo y ganadera (producto de la venta ocasional de animales menores, como gallinas, cabros, etc).

Las familias cuentan con 6 personas. Solo un 3.5 % de las viviendas tienen huerto familiar. El patrón de alimentación es dominado por el maíz, este se consume tres veces al día, como tortilla por un total de 902 kg por año y familia. Se consume frijol, también en los tres tiempos de comida por una cantidad de 168 kg por año y familia.

El maíz proporciona la mayor cantidad de calorías (63% frente a lo normal para subsistencia del 50%) y proteínas. Hay deficiencias grandes en vitaminas, - particularmente la vitamina A, la riboflavina, la niacina-, en hierro, y en proteínas de origen animal (MARGOAS, Aguilar 1988).

La tasa de mortalidad infantil fue en 1988 del 65 ‰, de niños nacidos vivos, un poco más elevada que el promedio nacional (62.4‰).

### 3. USO DEL SUELO

El estudio del uso pasado y actual del suelo permite evaluar las tasas de deforestación y la importancia en superficie por cada categoría de uso del suelo.

Para evaluar los cambios en el uso de la tierra en el área, se hizo un análisis mediante interpretación de fotografías aéreas de los años 1954, 1979 y 1987, 19 km<sup>2</sup> (25% del área en estudio) tomadas al azar (ver mapa 2 y 3). Sobre el mapa base (ortofotográfico del año 1980 de escala 1:10000) se construyeron cuadrículas de 100x100 m (1 ha), luego se transfirieron los puntos de muestra sobre las diferentes fotografías aéreas, según el método propuesto por Trachsler (1980). En total se analizaron 1900 puntos para cada época, determinando para cada caso, el uso respectivo y la pendiente del suelo. Posteriormente se realizó una verificación de campo.

Fundamentalmente hay solo tres posibilidades de uso del suelo, el bosque como tal, el potrero y el cultivo (Holdrige, 1982). Muchas veces se da

un uso combinado del suelo que complica esta división, como son los sistemas agroforestales, silvopastoriles o las etapas de sucesión de un sistema natural por efecto del hombre (barbechos o "guamiles"). Hay otros ocupaciones de la tierra como quebradas, lagunas o construcciones viales (ver Cuadro 4). En nuestro caso el uso de la tierra fue clasificado en 8 categorías de acuerdo al tipo de vegetación y a la posibilidad de ser definido con el estereoscópio.

Cuadro 4: Categorías de uso del suelo utilizadas en la interpretación de fotos aéreas

Categoría de uso de la tierra	Altura vegetación
- BOSQUE LATIFOLIADO	> 20 metros
- BOSQUE DE CONIFERA	> 10 "
- BARBECHO LARGO CON BOSQUE JOVEN CONIFERA	5 - 10 "
- BARBECHO LARGO CON BOSQUE SECUNDARIO DE LATIFOLIADAS	> 5 "
- BARBECHO BREVE	0 - 5 "
- MILPA TRADICIONAL	
- MAIZ TECNIFICADO	
- OTROS USOS (carreteras, quebradas, casas huertos caseros, setos y cercas, arboles aislados)	

### 3.1 El bosque

La zona es considerada de vocación forestal. Los incontables arroyos con sus microcuencas, la importancia de la vegetación arbórea alta en la captación del agua atmosférica, el mantenimiento de las reservas hídricas y la regulación del microclima (viento, heladas, ..), la protección de la erosión indica la necesidad de mantener una cobertura arbórea para garantizar un equilibrio ecológico de la región. Los bosques de la zona son valiosos desde el punto de vista productivo y genético.

Actualmente una tercera parte de los bosque latifoliados y más del 40 % de los bosques de coníferas se encuentran en rodales pequeños, inferiores a los 10 Ha. Este fuerte parcelamiento se debe a los efectos de la agricultura migratoria e impide un aprovechamiento sostenido, por la necesidad de infraestructura necesaria y una protección adecuada.

Esta zona ha sido definida como reserva biológica en forma unilateral por la Asociación Hondureña de Ecología (AHE) y aprobada por el Congreso Nacional, sin un estudio de la zona y sin consultar a la población que allí vive desde siglos. El Decreto Ley prohíbe todas las labores

agropécuarías, forestales y los asentamientos humanos, lo que ha provocado una reacción negativa hacia el bosque.

#### El Bosque latifoliado .

El bosque latifoliado remanente, es llamado "bosque nublado", es en general muy antiguo (hasta de 200 años) estimando el tamaño de los troncos. Las plantas dominantes logran una altura entre 25 y 35 metros. Es dominado por el "guayabillo" (*Matuda trinervia*) y por los robles y encinos (Genero *Quercus* sp. que cuenta con 10 especies en la zona). Se encuentran plantas raras como el "cucharo" (*Magnolia hondurensis*), y helechos arborescentes. Hay una alta cantidad de epifitas (Bromeliaceas), lianas, y helechos arborescentes y abundante fauna, venados, roedores, y muchos pajaros inclusive el quetzal. Es facil poder moverse debajo del bosque, donde casi nunca llega la luz del sol ,el estrato inferior no es muy denso, en cambio hay una capa sumamente espesa de hojarasca y follaje en decomposición encima del suelo .

Un estudio botánico realizado en la región (Felber 1988) y en base a un levantamiento de los arboles con un diametro superior a los 5 cm al DAP, dió los siguientes resultados :

Densidad	:	1050 árboles/ha
Numero de especies	:	49
Area basal	:	72 m <sup>2</sup> /ha

El número de especies existentes en una ha es muy bajo, sin embargo el valor del area basal es alto.

Estos bosques han sido poco aprovechados . Principalmente se utilizan para el abastecimiento de leña para uso domesticos, madera para el armazón y para los horcones de las casas. Son pocas las plantas aserradas , principalmente el cucharo.

#### El bosque de coníferas.

En la misma zonas del bosque latifoliado se encuentran los bosques de coníferas, que forman todavía un recurso natural importante, aunque altamante amenazados por la presión de la agricultura migratoria y de los aserradores.

Por la presencia de 5 de las 7 especies de pino de Honduras, en particular el *Pinus occarpa*, *P.tecunumanii*, *P.pseudostrobus*, *P. maximinoi* y *P. ayacahuite*, la zona es muy importante genéticamente.

Las coníferas están a menudo mezcladas con especies del genero *Quercus*, y de las familias Myrtaceae y Aquifoliaceae.

En los bosques de pino es también fácil moverse, inclusive la vegetación baja es menos densa que en los bosques latifoliados.

Un inventario forestal realizado en el bosque de "El Pinar" con una superficie de 27.2 ha realizado en 1987, dió los resultados siguientes (Baumgartner et al, 1988):

Densidad	163	arboles / ha
Area basal	34.4	m <sup>2</sup> /ha
Volumen total con corteza	421	m <sup>3</sup> /ha
Volumen comercial sin corteza	320	m <sup>3</sup> /ha

Crecimiento anual del volumen total (con corteza)	14.3	m <sup>3</sup> /año y ha
Crecimiento anual del volumen comercial sin corteza	11.2	m <sup>3</sup> /año y ha

Los datos precedentes , sobre todo el crecimiento anual de este bosque indican el alto potencial comercial.

Con una superficie aproximada de 1400 ha de bosque de pino, y con el incremento volométrico indicado se logra una producción de 15000 m<sup>3</sup> de madera comercial por año, que con un valor de 0.30 Lps. por pies tablar ( de un 1 m<sup>3</sup> se pueden extraer 200 pies tablares) se obtendría un ingreso bruto de casi 10 Millones de Lempiras por año.

Este incremento pero no se aprovecha se acumula en los bosques y finalmente se pierde por sobremaduración de los rodales.

Desde el 1985 el programa MARGOAS está promocionando el uso racional de estos bosques, con planes de manejo y su ejecución por parte de grupos de agricultores capacitados expresamente en las técnicas de aserrio manual.

### 3.2 El barbecho

Un componente importante de la agricultura migratoria es el período de descanso o barbecho . Los terrenos así cubiertos por la vegetación secundaria posterior al uso agrícola son llamados localmente guamiles.

Las parcelas en cultivo, después de un uso de pocos años, son abandonadas y se cubren por una vegetación espontánea. Esta vegetación tiene diferentes características de acuerdo al tipo de suelo, presencia de árboles semilleros en áreas cercanas y características ecológicas. Los procesos de sucesión de la vegetación mejorando las características de fertilidad global del suelo convierten nuevamente el sitio en lugar apto para renovar el cultivo agrícola (Holdridge ,1982). Esta etapa puede también seguir, si el hombre no interviene con la tala , a formar un bosque adulto.

Las funciones del barbecho son (OTS/CATIE, 1986):

- Restablecimiento de la fertilidad del suelo, modificando las condiciones químicas, físicas y biológicas del mismo. Por medio de la vegetación natural , los elementos nutritivos se movilizan desde las capas inferiores a la superficie del suelo, y son depositados arriba del mismo por la hojarasca en descomposición.
- Protección del suelo de la erosión y del efecto de las altas temperaturas.
- Disminución de las plagas de los cultivos y de la maleza.
- Producción de forraje , los guamiles son ampliamente utilizados como potreros, leña para la cocina y postes para las cercas. En la zona además los barbechos producen una gran cantidad de mora (*Rubus sp*) que crece espontánea y cuyo fruto es comercializado.

En el área de estudio se distinguen 3 tipos principales de barbecho identificables a partir de la fotointerpretación. Estos tipos de

barbecho son clasificables por su duración y la clase de vegetación existente.

El barbecho breve.

Es la primera fase del periodo de descanso después del cultivo. La vegetación no supera los 5 metros de altura. Es muy densa y espinosa y casi impenetrable sin machete. Sirve de pastoreo del ganado bovino equino y menor de la zona durante todo el año.

Las especies características de esta fase que dura de 6 a 10 años son :

el erul (canastilla)	<i>Filicinae sp</i>	hébaceas
la mora	<i>Rubus sp</i>	"
el manauán	<i>Solanum sp</i>	"
el frijolillo	<i>Cassia guatemalensis</i>	arbustiva
el tatascán	<i>Perymenium grande</i>	arborea

Además de las plantas antes citadas se encuentra la regeneración de los pinos y de las latifoliadas, de acuerdo a la vecindad de las plantas semilleras de estas especies.

Como ejemplo de un barbecho breve de 5 años se midió una parcela de rodal típico de frijolillo con los siguientes resultados :

Altura promedio	3.0	metros
Area basal	3.5	m <sup>2</sup> /ha
Densidad	3800	árboles / ha

Esta parcela es característica de un barbecho breve inducido por el hombre. Los agricultores de la zona, apreciando el frijolillo como planta mejoradora del suelo, es una leguminosa, dejan unos árboles durante todo el periodo de cultivo. Estos producen abundante semilla en el último año de cultivo, lo que permite una rápida población de las parcelas con esta especie pionera. El tatascán también es objeto de un cierto manejo siendo muy apreciado por la calidad de los postes y de los horcones para casa. Ambas especies han demostrado un óptimo potencial como plantas adaptables a sistemas agroforestales y están siendo estudiadas en este sentido.

La mora, es dejada durante el último año de producción de maíz en las milpas, empieza a producir desde el 2<sup>o</sup> año de barbecho. Las poblaciones nativas de esta especie son muy densas y logran 2000 plantas/ha. La altura de las matas de mora puede llegar a los 3 metros. La calidad de la mora es muy apreciada y es vendida sin procesarla para la fabricación de jugos en las principales ciudades del país. Buena parte de las familias que residen en la zona recogen estas bayas, en esta actividad participan sobre todo las mujeres y los niños.

Barbecho largo de bosque joven de coníferas.

Sucede al barbecho breve y se caracteriza por tener altura de la vegetación entre 5 y 10 metros. Es la regeneración natural de las 5 especies de pino, los cuales se caracterizan por una alta capacidad de establecerse. La duración de este periodo es de 5-8 años, hasta que los pinos logren una edad de 15 años, con un altura entre 15 y 20 m.

### Barbecho largo de bosque secundario de latifoliadas

Sucede también al barbecho breve y está compuesto por la regeneración de árboles latifoliados con alturas mayores de 5 metros.

Se encuentran especies pioneras y de rápido crecimiento :

Nombre común	Nombre científico
el tatascán	<i>Perymenium grande</i> var. <i>grande</i>
el pimientillo	<i>Myrica lindeniana</i>
el frijolillo	<i>Cassia guatemalensis</i>
el roble y encino	<i>Rubus</i> sp.
el ratoncillo	<i>Rapanea myricoides</i>
el cacao	<i>Cleyera theaoides</i>
el blen-blen	<i>Acacia angustissima</i>
el faillo	<i>Microtropis occidentalis</i>

Como en el caso precedente estos terrenos son utilizados para el pastoreo del ganado que ramonean las hojas de las distintas plantas. Se encuentran muchos animales silvestres en estos terrenos.

### 3.3 Las categorías agrícolas, la milpa y el maíz tecnificado.

Las categorías de milpa, definida como el sistema tradicional de cultivo del maíz en agricultura migratoria y el maíz tecnificado, con lo cual se entiende el cultivo del maíz con el uso de técnicas de conservación de suelo, poblaciones controladas de plantas y posturas, utilización de fertilizantes químicos. Ambos sistemas ocupan la mayor parte de la superficie agrícola.

En ambos casos el objetivo de la actividad es la producción de maíz para el autoconsumo. Se utiliza principalmente la variedad de maíz criollo Raque, de largo periodo de vegetación, 8 meses, de altura de 3.5 metros y color del grano amarillo de textura cristalina. Esta variedad tiene una buena cobertura de mazorca, alto índice de desgrane y buena resistencia a las plagas de almacenamiento.

La parte dedicada a los otros cultivos, frijol, papa, hortalizas y frutales de altura (manzana, duraznos y ciruelas) no llega al 10 % de la superficie agrícola total.

Los productos antes mencionados son destinados al mercado, y vendidos en la capital y San Pedro Sula, a parte el frijol que por ser de color negro es de venta y consumo local.

La cría de ganado vacuno interesa el 60 % de las familias de Guajiquiro (Schmid, 1985). Los hatos son de ganado criollo de 1 a 4 cabezas, no seleccionadas. El ganado es considerado y manejado como una cuenta de ahorro a la que no se da un cuidado especial y es un factor de prestigio. Se vende en momentos de calamidad y urgencia. Por el sistema extensivo de manejo hay una baja producción de leche y sus derivados. La alimentación sigue un ritmo estacional, durante los meses de verano (desde el 24 de diciembre hasta el 15 de abril) el ganado pastorea los

rastrojos de las milpas. Durante el resto del año los animales son amarrados en los guamiles o pastorean en la zona del cálido en los potreros comunales, donde hay forraje a partir del mes de junio.

En Opatoro al contrario el ganado es criado en fincas y hatos de grandes proporciones y dispone de potreros amplios cubiertos de gramíneas naturales, limpiados de arbustos y helechos una vez al año. La raza de ganado es mejorada y el producto es vendido en la ciudad de Marcala.

#### La milpa tradicional (ciclo de actividad)

El ciclo de la milpa tradicional inicia entre enero y febrero con la socla o limpia de la vegetación inferior de un barbecho o de un bosque. Después de un uno o dos meses se procede al hachado, cortando los árboles. En el mismo periodo se procede a la tumba de los barbechos breves. Siguiendo a esta operación, cuando la vegetación está lo suficientemente seca, se ejecuta la ronda (limpieza de una faja que es dejada libre de vegetación alrededor de la parcela) con el fin de que el fuego no pase a otro lado y la quema. Se considera que esta operación es lograda cuando el fuego ha eliminado toda la vegetación y la tierra está cubierta por cenizas.

Después de la quema sigue la siembra, hay dos modalidades de siembra, desde el 15 de abril o cuando se inician las lluvias. La siembra se realiza con barreta o "hulzute" (palo sembrador con punta de hierro) por posturas dispuestas al cuadro. Junto con el maíz se siembra frijol chinapopo (*Paseolus coccineus*) en la misma postura. Se realizan dos limpias de azadón y ningún aporque. Desde la segunda quincena de octubre por los primeros siembros, se inicia la dobla con la finalidad de proteger la mazorca de la humedad excesiva y favorecer el secado.

La cosecha, o "tapisca" tiene que efectuarse antes del 24 de diciembre porque el ganado local y de la parte baja tiene derecho al pastoreo libre.

Los frijoles asociados son cosechados después del maíz. Ambos productos son almacenados en las casas, en trojas tradicionales o "tabancos" tarimas colocadas arriba de las vigas del techo.

El maíz es "destuzado" al momento del uso y de la misma manera se procede con el frijol. Asociado al maíz y al frijol se siembran ayotes y chiverros (Cucurbitaceas).

El agricultor cultiva el maíz en la misma parcela, hasta cuando considera poder tener una producción aceptable, el segundo y demás ciclos de producción empiezan con una limpieza con azadón (desbasurado) en abril, seguido de la siembra y las demás operaciones son las ya descritas.

#### El maíz tecnificado.

Diferencia fundamental en el manejo del cultivo es la presencia de las obras de conservación de suelo, acequias de ladera y barreras vivas de gramíneas. También la siembra se hace en surcos horizontales a distancias entre 1 y 1,1 metros, las posturas son ordenadas y el número de granos por posturas es de 2.5. No se quema, la preparación del suelo es la labranza mínima con la incorporación del rastrojo (acarrillado), seguida de la siembra con chuzo. Se hacen de dos a tres limpias, la primera coincide con la aplicación de fertilizante químico, seguida por

un aporque continuo y alto en el mes de junio, puede seguir otra limpieza de las malezas si hay necesidad. Las demás actividades son como las descritas en el sistema precedentes.

No se siembra el frijol chinapopo asociado porque este, siendo semipermanente entorpece las labores de limpieza y de aporque.

El cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*), en alguna medida realizado en rotación con el maíz se realiza durante todos los meses del año si hay riego, excluyendo los meses de noviembre a enero por el peligro de heladas. Se prepara cuidadosamente el suelo, se procede a una fuerte fertilización y a la siembra de semilla certificada. Hay una labor muy intensiva en los aporques, y control de plaga del suelo y del follaje. El ciclo de cultivo es de aproximadamente 3 meses desde la siembra a la cosecha y la variedad más usada es la Atzimba.

La siembra del frijol en monocultivo se inicia con la preparación del suelo en mayo y después de 2 limpiezas y los controles de plagas del follaje, se arrancan las plantas en setiembre. Después del secado son aporreadas y el grano es puesto en costales. La variedad más usada es San Martín, introducida por MARGOAS en 1984, frijol de tamaño mediano de color negro y de utilización local.

#### 3.4 Otros usos

En esta categoría se incluyeron todos los usos agrícolas con cultivos perennes, como frutales deciduos (manzana, ciruela, melocotón, aguacate), las cercas vivas, las plantas aisladas y los edificios, como casas, carreteras. Además se incluyeron aquí los estanques y los ríos y arroyos.

#### 3.5 Pendiente y uso actual de la tierra

La pendiente y la profundidad del suelo son los factores determinantes el uso apropiado del mismo. En la zona todos los suelos tienen una profundidad superior a los 50 cm, así que este no parece ser el factor limitante el uso agrícola.

En base al muestreo sobre las fotos aéreas, con la utilización de ampliaciones de los mapas 1:50.000, se calculó la pendiente estableciendo las tres clases, 0-30%, 30-50% y >50%.

De acuerdo a la pendiente y a la textura del suelo, franco limosa, que los hace sumamente erosionables, los suelos con pendiente superior al 50% son de vocación forestal. Entre 30 y 50% de pendiente el uso apropiado es con cultivos perennes (frutales) con obras de conservación de suelo (terrazas y hasta el 40% acèquias de ladera), o potreros, en los suelos con pendiente inferior al 30%, todos los cultivos con acèquias de laderas y barreras vivas y surcos orientados.

La utilización actual no responde obviamente al uso adecuado (vease figura 5). Más de 1/4 de las milpas tradicionales son efectuadas en suelos con pendiente superior al 50%, no disponiendo los agricultores tradicionales de terrenos menos empinados, y exponiendo estas

superficies a una fuerte erosión. En cambio las parcelas de maíz tecnificado se sitúan dentro de la clase de pendiente apropiada. El bosque es repartido uniformemente en todas las clases de pendiente, lo que supone que los bosques en terrenos planos son muy sujetos a una fuerte presión de deforestación.

### CATEGORIAS DE USO POR CLASE DE PENDIENTE USO ACTUAL (1987)

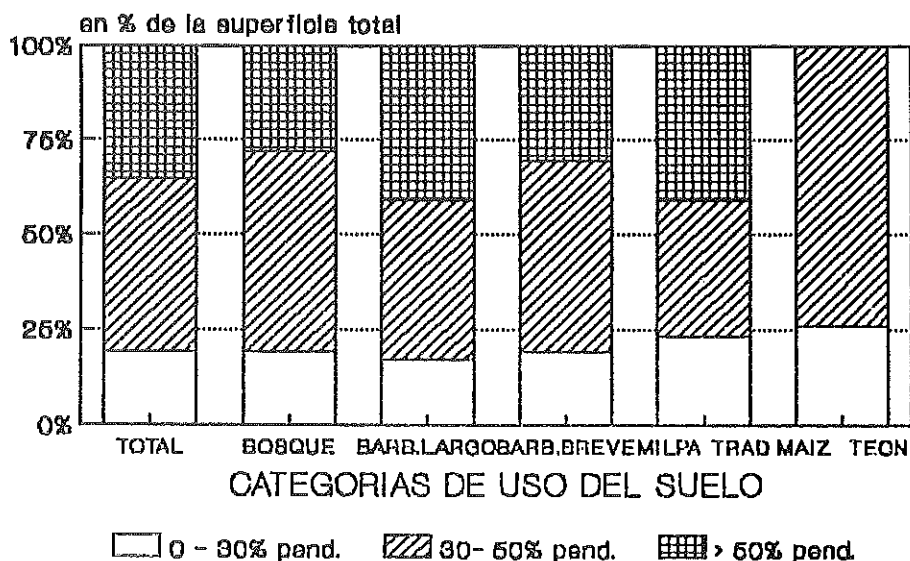


Figura 5 Pendiente del suelo por uso.

La superficie global de terrenos con pendiente inferior al 30% en el área de estudio es de 2600 ha, casi el doble de la superficie cultivada actualmente.

#### 3.6 Cambios en el uso de la tierra.

Se cuantificaron los cambios de uso de la tierra entre el 1954 y el 1987. El cuadro 5 presenta los cambios detectados en las tres épocas.

Los valores de las desviaciones estandar son altos, debido a las variaciones entre las distintas muestras con respecto a la densidad de la población, la tenencia de la tierra, la fertilidad del suelo y el relieve.

En 1954 todavía el 42 % de la superficie total estaba cubierta por bosque y un 16.5% por milpa tradicional. El resto del territorio correspondía a barbechos de distinto tipo. Para 1987 se han producido los siguientes cambios :

- La superficie de bosque disminuyó hasta solamente el 26.1%, de los cuales aproximadamente la tercera parte corresponde a bosque latifoliado y el resto a coníferas.

- El área cultivada de maíz pasó del 16.5% a casi el 22% de toda la superficie total del área de estudio.
- En 1987 aparece un nuevo elemento del paisaje que son las parcelas con conservación de suelo y que totalizan el 2.7 % de la superficie total ( o sea 170 ha) y el 14% de la superficie en milpa tradicional.
- Como consecuencia de la tala de bosques, la superficie de barbecho aumentó y ocupa casi la mitad de toda la superficie del área.

Cuadro 5 Uso de la tierra en diferentes años en % de la superficie total.

Uso de la tierra		1954	1979/80	1987
Bosque latifoliado	x *	42.0	7.9	7.7
	s **	(12.8)	(11.8)	(11.5)
Bosque de coníferas	x		22.1	18.4
	s		(14.8)	(11.6)
Barbecho largo de coníferas	x		2.4	3.3
	s		(2.0)	(2.4)
Barbecho largo de latifoliados	x	41.5	6.6	10.3
	s	(10.9)	(4.6)	(8.2)
Barbecho breve	x		37.4	35.7
	s		(12.4)	(10.3)
Milpa tradicional	x	16.5	21.0	19.6
	s	(5.8)	(8.9)	(9.2)
Maíz tecnificado	x	0	0	2.3
	s	-	-	(4.0)
Otros usos	x	-	2.6	2.7
	s	-	(2.6)	(2.1)
TOTAL		100.0%	100.0%	100.0%

\* = Promedio del área

\*\* = desviación estándar

#### Cambios en la categoría de uso bosque entre 1954 y 1987

La disminución de los bosques ha sido continua entre el 1954 y el 1987. En 1987 había solamente 577 ha de bosques latifoliados y 1380 bosques de coníferas.

La tasa de deforestación entre el 1954 y el 1979/80 fue de 0.47%, lo que equivale a una disminución de 9 km<sup>2</sup> (900 ha) o

sea 35.3 ha por año. Entre 1979/80 y 1987 se produjo un ligero aumento de la tasa de deforestación, logrando un promedio de 0.52% por año, equivalente a 290 ha, o 39 ha de disminución de bosque por año.

La figura 7 muestra los cambios de la categoría bosque de coníferas y latifoliados juntos, En la figura se indican las proporciones de bosque en las distintas épocas. La mayoría del área deforestada se volvió milpa, barbecho breve y largo, solamante mipla y barbecho breve entre 1979/80 y 1987, porqué el periodo no fue suficiente para que se establezca un barbecho largo . En la figura además se observa el pasaje del barbecho largo a bosque, indicado con un (+), este sector indica la dinámica de la regeneración natural.

El mismo concepto se observa en la figura 8, donde se reproduce el perimetro de un bosque nativo de coníferas del "EL Pinar". Este bosque ha sido objeto de un plan de manejo para poder ser aprovechado en forma conveniente. La superficie del bosque aumentó de 23.9 ha en 1954 a 32.9 en 1975, 15 años después tenía 39.3 ha y desde 1980 hasta 1987 su extensión se redujo a 29.4 ha.

La figura muestra como procede la tala del bosque para la siembra del maíz, partes irregulares y de distinto tamaño son cortadas y quemadas. En el caso del lado oeste, el bosque creció desde 1960 aproximadamente hasta 1986, se cultivó con maíz en este año, en 1987 y 1988, que fue el último año de producción de grano. Esta superficie colindantes con el resto del bosque es rapidamente colonizadas por plantas pioneras, como las moras, el frijolillo el tatascán y la regeneración natural de los pinos. Se vuelve así barbecho breve y después barbecho largo de coníferas, y si no es quemada entre tanto, volverá a ser un bosque maduro en 30 años.

Consecuencia de gran importancia para el bosque es el distinto grado de desarrollo del rodal y la gran desuniformidad que impiden un aprovechamiento fácil.

#### 4. LA AGRICULTURA MIGRATORIA

Como ya se explicó en la introducción hay dos tipos fundamentales de agricultura migratoria, la clásica y la rotatoria. La definición es basada sobre la estabilidad de la vivienda de las familias que practican este sistema. No es posible apreciar este aspecto de las fotografías aéreas. Pero en base a estas se determinó el número de casas respecto a la superficie de la milpa.

El cuadro 6 indica la fuerte correlación significativa existente entre las milpas y las viviendas. Considerando 6 habitantes por vivienda se llega a una densidad de población de 62 habitantes por km<sup>2</sup> . La superficie en cultivo de maíz pasó de 2.4 ha por familia en 1979/80 a 2.1 ha 7 años después.

El aumento de la población durante este periodo fue de 12 habitantes con una tasa del 2.4% anual de crecimiento.

La cantidad menor de superficie de milpa por casa es así debido probablemente al aumento de la población y a la introducción del sistema tecnificado, que permite mayores rendimientos .

Tabla 6 Relación entre casas, superficie de milpa

Años	# casas/ km <sup>2</sup>	habitantes/ km <sup>2</sup>	ha de milpa/ casa	Coef de corr.mi/ca
1975/79	8.3	49.8	2.4	0.702***
1987	10.3	61.8	2.1	0.767***

Los factores comunes que distinguen el tipo de agricultura migratoria de los otros sistemas de cultivo son (FAO 1984):

- a. El cultivo se interrumpe por un periodo de barbecho natural; se trata entonces de un sistema que no es permanente.
- b. Los periodos de cultivo y de barbecho son variables, aunque la agricultura migratoria se opone, en este sentido a la agricultura estacional con periodos cortos de barbecho.
- c. Durante el periodo de barbecho se puede establecer una gran variedad de vegetación, desde el bosque secundario hasta praderas. El primero es característico de la agricultura migratoria clásica, mientras que la pradera está más relacionada con la agricultura de barbecho corto.
- d. El periodo mínimo de barbecho para reestablecer la fertilidad del suelo es variable y depende de la precipitación, del tipo de suelo, de la pendiente, de la vegetación establecida durante el barbecho, el tipo de cultivo y el método de desmonte utilizado. La duración del periodo de desmonte puede ser en muchos casos insuficiente para que el suelo recupere la fertilidad. En este caso se clasifica como barbecho acelerado.
- e. La agricultura migratoria como sistema sostenible de uso del suelo sólo es posible en zonas con densidad de población baja, que permita la utilización de suficiente terreno para el barbecho.

Estas características permiten definir un gran número de sistemas diferentes, sin embargo, la relación entre los periodos de cultivo y de descanso es esencial para la definición de la agricultura migratoria. El seminario sobre agricultura migratoria y extensión agrícola de la FAO y la Universidad de Ibadán, en 1982, adoptó como definición de agricultura migratoria "un sistema en el cual periodos relativamente breves de cultivo son seguidos por periodos relativamente largos de barbecho".

(Lanly, 1985). El mismo autor propone un índice (R) para medir la intensidad de rotación, que relaciona el periodo de cultivo y el de barbecho:

$$R = \frac{C \times 100}{C + B}$$

donde C es la duración del periodo de cultivo y B es la duración del periodo de barbecho.

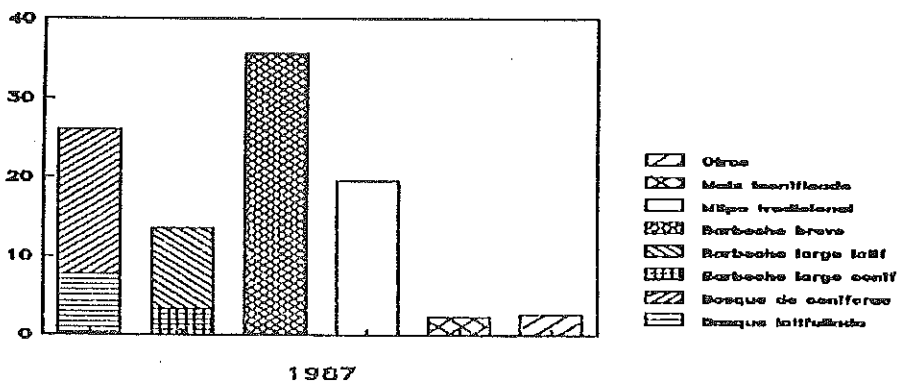
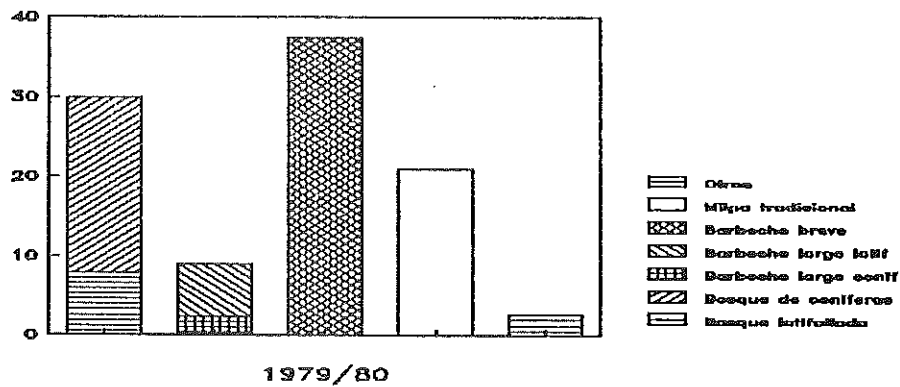
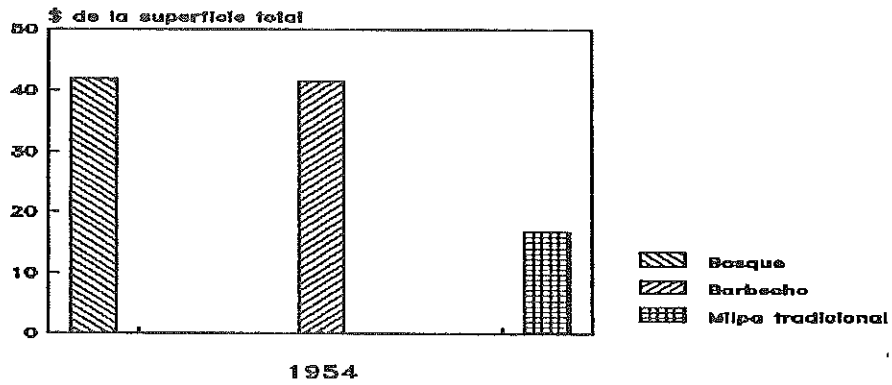


Fig.6 Uso de la tierra entre los años 1954 a 1987

El cuadro 7 indica los valores de este índice de acuerdo a la forma de agricultura .

Cuadro 7 Valores del índice de intensidad de rotación para diferentes forma de agricultura.

Forma de agricultura	R (%)
Migratoria o de barbecho largo	< 33
De barbecho corto o semipermanente	33 - 66
Permanente	> 66

Durante 3 años se estudiaron entre 21 y 24 parcelas de agricultores tradicionales y 11-14 parcelas de agricultores que producen maíz en sistema tecnificado. Ambas clases de agricultores producen para su consumo. En base a encuestas se tomaron los datos sobre el historial de la parcela y el uso de variedad, insumos y mano de obra. Se midieron la pendiente y la altura  $\text{mm}$ , y en el mes de noviembre se muestrearon lotes de  $5 \times 5 \text{m}$  al azar en cada milpa para determinar los parametros de poblaciones de plantas, variedad, y se tomaron muestras de suelo. En diciembre se procedió a la cosecha para determinar el rendimiento .

En 1986 las parcelas fueron puestas al azar, los años siguientes se regresó si posible a la misma parcela, tratando de mantener la misma proporción de parcelas de primer año, segundo, tercer y cuarto año de AM.

Se hizo analisis de correlación entre las variables de suelo y de manejo y el rendimiento obtenido.

#### 4.1 Intensidad de rotación.

Se tienen dos valores para la intensidad de rotación; el primero de acuerdo a la evaluación de las parcelas medidas y el segundo en base a la estimación y al uso del suelo.

Valor R (Intensidad de rotación )	19	12
Duración periodo del barbecho	18 años	15
Duración del periodo de cultivo	3.94 años	1.23

De acuerdo a los datos de las fotografías aéreas las superficies de milpa tradicional en 1987 eran 7 años antes barbecho breve, milpa tradicional, barbecho largo y bosque de conífera o de latifoliado según el cuadro 8 .

Cuadro 8 Utilización del suelo precedente al uso de milpa tradicional en 1987

Superficie con milpa tradicional	1408 ha	100 %
En 1987/80 con este uso		
barbecho breve	673 ha	47.9 %
milpa tradicional	630 ha	44.8 %
barbecho largo de conifera	29 ha	2.0 %
barbecho largo de latifoliado	37 ha	2.6 %
bosque de conifera y latifoliado	39 ha	2.7 %

En base a estos datos, se deduce que la utilización del suelo en la época precedente a la milpa tradicional fue el barbecho breve y la misma milpa tradicional. Esto se debe en parte a la presencia de suelos de buena calidad que permiten varias cosechas seguidas y del otro lado a se puede deducir que la duración del período de descanso va de 5 a 10 años, la duración del cultivo de 3 a 4, así que el segundo valor de intensidad de rotación es entre 27 y 37.

Así que en la zona de estudio aparentemente hay los dos tipos de agricultura migratoria, el tipo de barbecho largo, que utiliza principalmente los terrenos de bosques y barbechos largos de coníferas y latifoliadas (llamados localmente "bajos") y el tipo de barbecho breve

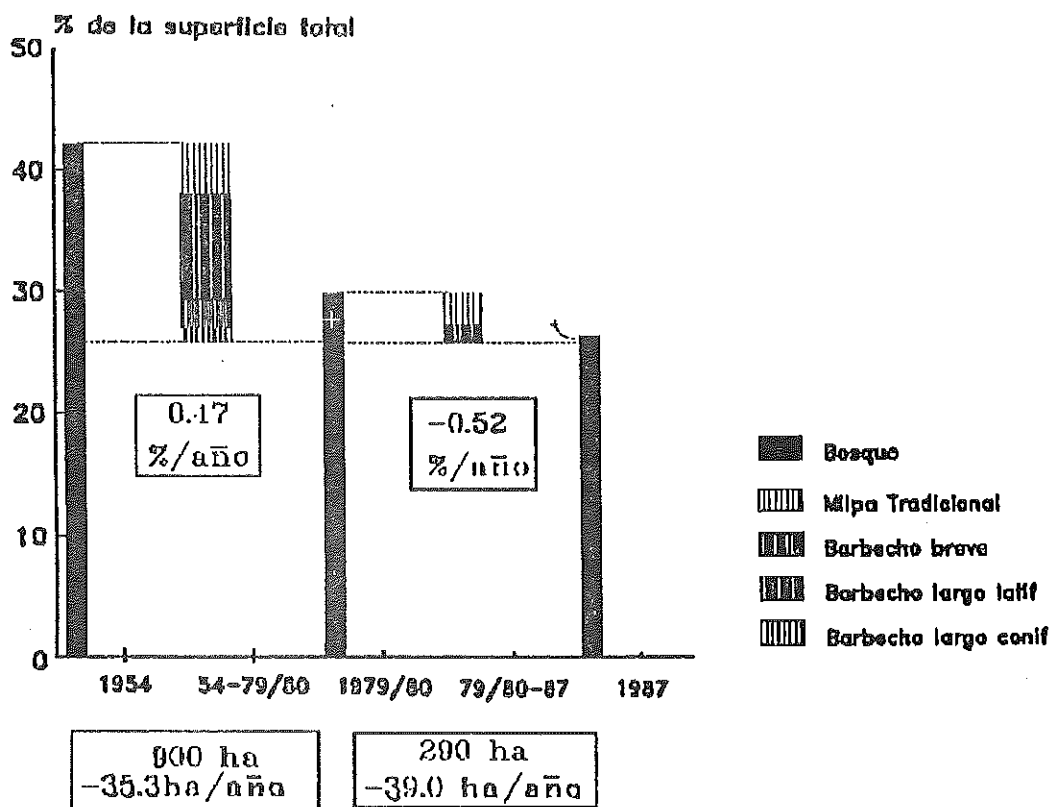


Fig.7. Cambios en el uso del bosque entre 1954 y 1987.

#### 4.2 Rendimientos obtenidos.

Los rendimientos obtenidos en las milpas tradicionales muestreadas y ponderados en los 3 años y por los cuatro ciclos fueron :

I	ciclo	1012 kg/ha de maíz	
II	ciclo	474	47 % respecto al I año
III	ciclo	618	61 % respecto al I año
IV	ciclo	254	25 % respecto al I año

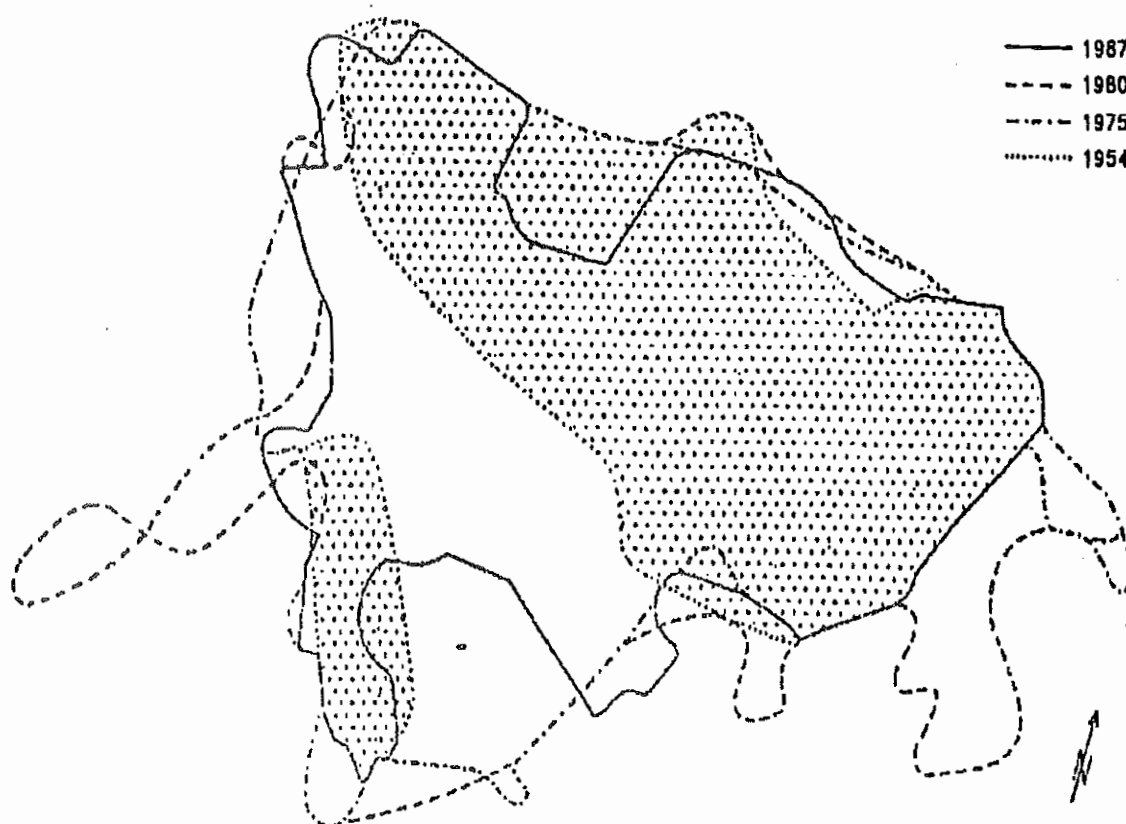


Fig.8 Cambios de los limites del bosque "El Pinar"

Los datos reflejan una cierta contradicción ,en el segundo año del ciclo de producción, hay meno cosecha que en el tercero. Este hecho se debe a la presencia de algunas parcelas muy productivas en este ciclo.

Sin embargo la producción medida en el año 1988 fue :

I	ciclo	587 kg/ha de maíz	
II	ciclo	474	80% respecto al I ciclo
III	ciclo	340	58% respecto al I ciclo
IV	ciclo	226	38% respecto al I ciclo

En estos datos se nota mas lógicamente la disminución de la producción debido a la merma progresiva de la fertilidad del suelo. Hay que notar el muy bajo nivel de rendimiento debido a las condiciones climáticas particulares de 1988. En general la disminución del rendimiento después del primer año es muy fuerte ,y el ciclo de cultivo se interrumpe, de acuerdo a los resultados del levantamiento de datos y de la encuesta , cuando los agricultores prevén cosechar meno de 250-300 kg/ha (4-5 qq/mz) de grano.

Los rendimientos promedios son muy bajos , directamente no se encontró una correlación entre la duración del periodo de barbecho y la producción. Hay correlaciones en cambio entre algunos valores de elementos nutritivos en el suelo y el rendimiento de maíz, en particular hay correlación positiva con el rendimiento por los elementos Zn el Ca y el P.

Por lo que se refiere a la textura del suelo, mas alto es el contenido de limo, menos maíz se produce, el contrario sucede con el contenido de arcilla.

La duración del barbecho y las correlaciones con valores de los elementos nutritivos en el suelo, junto con el manejo tradicional de dos plantas del barbecho, el frijolillo y el tatascàn, con supuesto efecto mejorador del suelo, dejan ver la posibilidad de mejorar el sistema tradicional, incentivando el establecimiento de estas especies, manejando los barbechos segùn el sistema del cultivo en fajas y reduciendo así el periodo de descanso. En esta forma se abre la posibilidad de no utilizar insumos manteniendo la fertilidad del suelo.

##### 5. COMPARACION DE SISTEMAS DE PRODUCCION

Con los datos de campo obtenidos se compararon los dos sistemas de producción de maíz en la zona.

El sistema de maíz tecnificado promocionado por el programa MARGOAS es aplicado solamente en los terrenos de menos pendiente. Se construyeron barreras y acequias de ladera desde 6-7 años, en 1986 el 30% de las parcelas no fueron fertilizadas, en 1987 todas las parcelas muestreadas recibieron fertilizante mientras que en 1988, debido a la falta general de los fertilizantes en el país solamente 5 ,sobre 14 milpas recibieron abonos químicos. En 1986 y 1987 se utilizó la formula comercial 12-24-12 mientras que en 1988 se utilizó 15-15-15, mas pobre en P con cosecuencias en la producción.

El cuadro 9 reporta los valores indicativos encontrados en los dos sistemas de producción de maíz.

El sistema tradicional es un sistema extensivo, poco exigente en el tipo de suelo a utilizar, usa suelos hasta el 80 % de pendiente, es un sistema rotativo no permanente, que afecta directamente el bosque o su renovación, produce además del maíz frijol, mora, forraje leña y postes, no ocupa de ninguna infraestructura y puede ser empleado por lo tanto en terrenos de alquiler. La mano de obra utilizada en este sistema es poca, 49 jornales por ha y año en promedio. Los trabajos de preparación del suelo son mínimos, solo la quema al inicio del ciclo, y cero labranza en los demás periodos de cultivo.

No hay uso de productos químicos, el sistema de siembra es extensivo, se ponen muchas plantas por postura (promedio 2.83) y pocas posturas por ha 9900. El número de plantas horras es muy alto 43% de las plantas sembradas no producen. Y el rendimiento de maíz es muy bajo 657 kg/ha , pero hay una producción de frijol constante de 78 kg/ha.

El sistema tecnificado , puede ser empleado en los terrenos de menor pendiente, hasta el 30%. El uso de la parcela es permanente, no afecta la cobertura de bosque. Ocupa infraestructura, obras de conservacion de suelo , zanjias de ladera ,barreras y cercado y,como consecuencia tiene que ser terreno en propiedad. Ocupa mucha mano de obra y necesita de fertilizantes químicos. Hay incorporación del rastrojo y se practica la labranza mínima y un aporte alto.

Hay una mayor densidad de plantas por ha, en un mayor número de posturas y el porcentaje de plantas horras es menor.

La producción promedio de los tres años es de alrededor 2000 kg de grano por ha y se limita al maíz no habiéndose hasta ahora encontrado una variedad de frijol voluble de altura, adaptada a las condiciones ecológicas y de suelo de la zona.

Cuadro 9: Características relevantes de los dos sistemas de producción de maíz con valores promedio.

Criterio	milpa tradicional	maíz tecnificado
Pendiente	10-80 % promedio 30%	10-40% promedio 17%
Uso de la parcela cultivo descanso	rotativo con barbecho por 4 años de 18 años	permanente
Efecto directo sobre el bosque	eliminación del bosque y/o de su regeneración	ninguno
Productos:		
-principales	maíz, frijol mora y ayote	maíz
-secundario	forraje, leña	ayote y forraje
Propiedad de la tierra	no necesaria	necesaria
Infraestructura	ninguna	conservación suelo y cercado
Preparación del suelo	quema	labranza mínima incorporación del rastrojo y aporque
Siembra	sin surco	surcos horizontales
Fertilizante	ninguno	25-45-25 kg/ha de N, P, y K
Plantas/ha	27800	34400
Posturas/ha	9890	16257
Plantas horras	43%	16%
Rendimiento maíz	589 kg/ha	2023 kg/ha
Rendimiento frij.	78 kg/ha	+/-10 kg/ha
Mano de obra	49 Jornales/ha	116 Jornales/ha

La figura 9 representa los rendimientos comparativos obtenidos en los 3 años de medición. Las diferencias notables entre años son debidas principalmente a las condiciones climáticas que afectaron los rendimientos en los últimos dos años, el año 1987 fue un año de sequía y vientos en la zona alta, y 1988 se caracterizó como año de lluvias abundantes que afectaron la producción.

En el caso del sistema tecnificado la merma en la producción se debió también a la falta de fertilizantes.

A través de los años la disminución promedio de producción en el sistema tradicional alcanzó el 65 % mientras que en el tecnificado el 45%. Debido a las mejores condiciones de suelo y de manejo del cultivo en las parcelas con conservación, los rendimientos son mas estables. Este dato es reflejado también por la desviación estandar.

##### 5 .COMPARACION DE CUATRO SISTEMAS DE PRODUCCION

Sistemas agropecuarios, forestales y agroforestales se pueden comparar según criterios de productividad o producción, factibilidad financiera, sostenibilidad y adoptabilidad (OTS/CATIE 1986).

- La productividad se refiere al incremento de biomasa vegetal o animal de un sistema, por unidad de superficie y tiempo. Cuando se habla de productividad o producción de un cultivo en forma específica, se usa la expresión de "rendimiento por ha y por año".

- En la factibilidad financiera se tiene en cuenta la rentabilidad de un proyecto o de un sistema. Este análisis es limitado por la dificultad de obtener datos sobre beneficios difícilmente cuantificables en términos monetarios (valor de las funciones de protección del medio ambiente, valor de la tierra, protección contra la erosión, mejoramiento de la alimentación de la familia campesina,...)

- Según Conway (citado en CATIE/OTS 1986), la sostenibilidad puede definirse como la habilidad de un sistema para producir un mejoramiento de la productividad a largo plazo.

Cuadro 10 Precios de productos e insumos

maíz	=0.44	Lps/Kg	frijol asociado	= 1.55	Lps/kg
frijol solo	=1.77	Lps/Kg	papa (promedio)	= 0.71	Lps/kg
mora	=0.66	Lps/kg	tabla valor pié	= 0.38	Lps
semilla papa	=1.40	Lps/kg	semilla frijol s.	= 2.22	Lps/kg
fert.12-24-12	=0.91	Lps/kg	urea	= 0.81	Lps/kg
insecticidal	=75.00	Lps/kg	insecticida2	=33.00	Lps/kg
fungicidal	=14.30	Lps/kg	fungicida 2	=86.00	Lps/kg
rollo alambre	=56.00	Lps c.u.	postes(tatascàn)	=1.00	Lps c.u.

- Finalmente se estima la adoptabilidad de un sistema en cuanto tenencia de la tierra, factores sociales, limitaciones respecto al mercado, disponibilidad y accesibilidad de los insumos y comprensión de su impacto ambiental.

En este sentido se analizaran tres sistemas agrícolas, y un sistema forestal. Los 2 ya presentados anteriormente, milpa tradicional y maíz tecnificado, una mejora del maíz tecnificado que es la introducción del cultivo del frijol y de la papa en rotación, y la utilización con aserrio manual de un bosque de pino. Se establecen 4 modelos de sistemas con base común es la superficie de 1 hectarea, la duración de 10 años y la tasa de descuento del 12 %.

Los datos empleados en los modelos fueron tomados durante las encuestas en las parcelas medidas, extraídos de los resultados de registros de actividades productivas, agrícolas y forestales de distintos años y en la zona de estudio.

Aunque el modelo prevea un periodo de 10 años los datos no contemplan mejoras en la producción y la productividad que si son previsibles de acuerdo a los datos de investigación agrícola en finca.

Por ejemplo en el cultivo del maíz se conoce de pruebas del agricultor que la utilización del fertilizante de formula 18-46-0 y de la gallinaza mejora los rendimientos y el beneficio neto. Lo mismo vale para el frijol y la papa.

Se analizaron desde el punto de vista financiero con el programa para PC CASH (Departament of Forest Resources, University of Minnesota, USA versión noviembre 1988).

### PRODUCCION Y VALOR ESTANDAR POR AÑO EN MILPA TRADICIONAL Y MAIZ TECNIFICADO

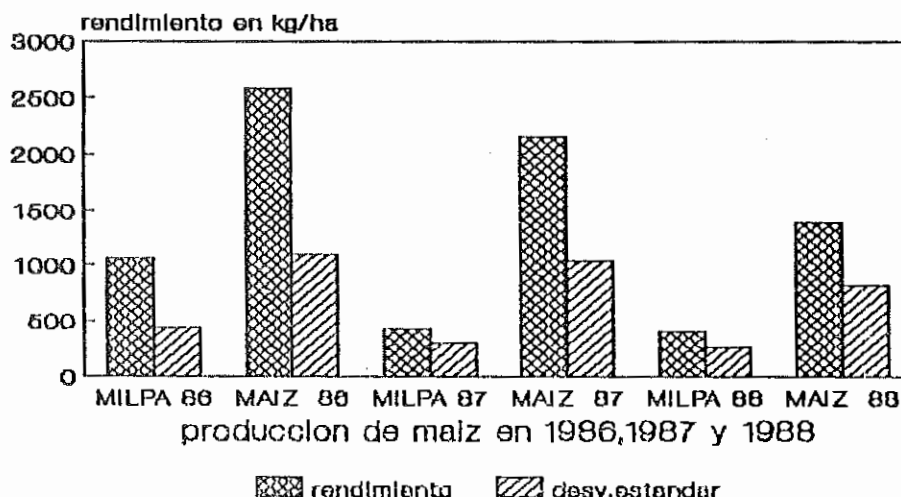


Figura 9 Rendimientos comparativos

Los precios de los productos y de los insumos utilizados en los modelos son representados en el Cuadro 10:

(Precios en Lempiras 1 Dollar USA = 2 Lempiras ,Lps.)

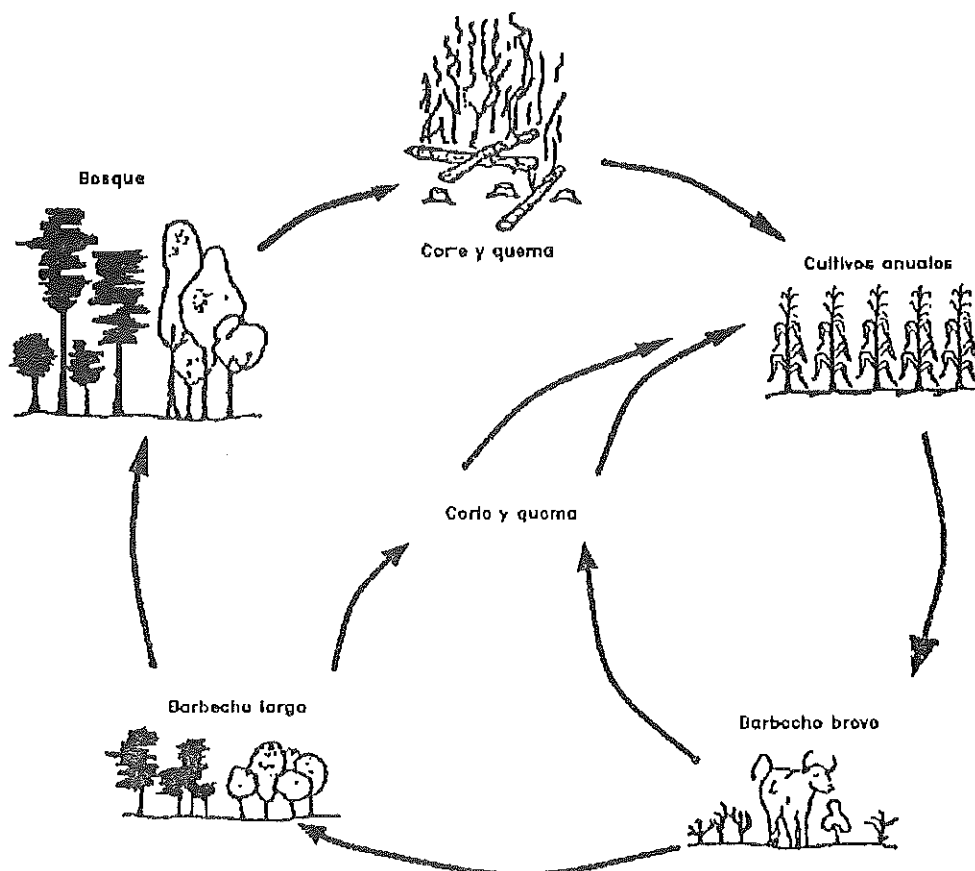


Fig.9. Ciclo de la agricultura migratoria.

### 5.1 Breves caracterización de cada modelo.

Milpa tradicional, en terreno de desmonte de bosque joven de pino (15 años de edad), producción de maíz en los primeros 4 años (1012, 618, 474, 254 kg de maíz por ciclo), de frijol en los primeros 5 años, (90 kg/año) y de mora desde el sexto año (128, 221, 332, 332, 245 kg por año). Insumos: semillas por un valor de 14.40 Lempiras.

Maíz tecnificado, en terreno de 20% de pendiente, con obras de conservación de suelo y cercado, producción constante durante los 10 años de 2035 kg de maíz por año . Se utilizan 257 kg de 12-24-12 (233.87 L) y 7.0 L de semilla.

Modelo diversificado, después de 4 años de cultivo del maíz, en la forma tecnificada, con una producción de 2035 kg, hay un ciclo de papa (producción de 16 Tm/ha y un uso de 5472 L de insumos equipo y transporte del producto) y un ciclo de frijol en el mismo año con una producción de 850 kg/ha y un valor de insumos de 490 Lempiras. Sigue un ciclo de maíz con producción doble respecto al normal , otros tres ciclos de maíz y vuelta uno de papa y frijol.

El aserrio manual , es un modelo previsto en un bosque de pino como el descrito en precedencia, se utiliza solamente el crecimiento anual del bosque  $11.2 \text{ m}^3$  equivalente a 2464 pies tablares. Ocupa varias sierras, hachas, cuñas, palas piochas , limas, escuadras y otros materiales pequeños, con distinta vida util, por un costo promedio aproximado de 300 L/año. El impuesto de tronconaje pagado a COHDEFOR es de 134.40 Lps. La pareja produce 100 pies tablares por dia (tiempo ocupado en la producción 25 dias o sea 50 jornales) y trabaja 7 dias en arreglo de caminos y trabajos silviculturales.

## 5.2 Producción y productividad

El sistema de agricultura migratoria en un periodo de 10 años y en una ha produce 2356 kg de maíz. El sistema tecnificado en el mismo periodo y en la misma superficie produce en cambio 8.5 veces mas (20230 kg). En otras palabras el sistema tradicional ocupa una superficie 8 veces superior de terreno para producir una misma cantidad de maíz.

El sistema diversificado produce un poco meno de maíz pero además produce papa, la parte no comercializable es utilizada en parte por los agricultores y el frijol comerciable y consumido en la zona. El sistema diversificado es el que produce mas alimentos .

Por lo que se refiere a los productos secundarios, el sistema tardicional produce frijol asociado al maíz en una cantidad equivalente a la mitad del consumo actual, además produce mora que es un producto de facil recolección y una cantidad imprecisada de ayotes (cucurbitaceas), leña, postes y varas.

Para el sistema tecnificado en cambio no se ha encotrado una calidad de frijol adaptable a las exigencias y características ecológicas de la zona y del maíz , la producción es así limitada por el momento al cereal y a los ayotes.

Cuadro 11 Producciones obtenidas por No de ciclos y modelo en kg/ha

MODELO /	MILPA	MAIZ	DIVERSIFICADO	ASERRIO
PRODUCCION	TRADICIONAL	TECNIFICADO		MANUAL
MAIZ	2356	20230	16184	-
FRIJOL 1	450	-	-	-
FRIJOL 2	-	-	1700	-
PAPA	-	-	32000	-
MORA	830	-	-	-
TABLAS	-	-	-	112 $\text{m}^3$

Los tres sistemas agricolas estudiados tienen como objetivo la producción de maíz para el autoconsumo. Se estima el consumo actual en 902 kg de maíz por año y familia.

En base a una superficie de 1 ha el sistema tradicional produce en promedio 589 kg, o sea el 65% de la necesidad familiar. Se necesitan así por lo menos 1.5 ha (o en las medidas locales 2 manzanas) para cubrir el gasto en maíz de la familia, o la adquisición del grano faltante que es mas caro que el producido. En el caso del sistema tecnificado las familias tienen en general con conservación de suelo una manzana (0.7 ha), así que la producción obtenida un poco superior al consumo.

Diferencia fundamental entre los sistemas es el uso de la mano de obra, que es abundante en la zona y por lo tanto barata.

El sistema tecnificado, mas intensivo, permite utilizar 67 jornales por ha y por año mas que el sistema tradicional, aprovechando mejor de este recurso local.

Sin embargo la diferencia real no es tan grande porque el agricultor del sistema tradicional, para suplir a las necesidades de la familia en alimentos, según estos modelos tiene que trabajar 74 dias en total, atendiendo las dos parcelas, ( por una superficie total de 1.5 ha) respecto al agricultor tecnificado que emplea 81 dias en una sola parcela de 0.7 ha.

El sistema forestal evidentemente no produce alimentos. Sin embargo la biomasa producida y extraible es la mas elevada.

### 5.3 Factibilidad financiera

Se analizaron los cuatro modelos de sistema desde el punto de vista financiero y cantidad de mano de obra empleada. Todos los datos estan ajustados a una ha de superficie por una duración de 10 años y se propone una tasa de descuento del 12% anual, el valor de los insumos y productos es el promedio actual .

La tabla indica que el modelo que emplea más mano de obra es el sistema de maíz en rotación cada 4 años con papa y frijol . El cultivo de la papa es muy intensivo en el uso de mano de obra en un corto periodo. El sistema tecnificado, con maíz en monocultivo da valores intermedios, con poca diferencia en uso de jornales son el aserrio manual y el sistema tradicional. Debido a que en la zona hay una fuerte oferta de mano de obra es recomendable el uso del sistema más intensivo. Sin embargo la actividad de aserrio manual por el hecho de no estar ligada a los ritmos agricolas y que es realizable esporadicamente e independientemente del clima es interesante como actividad accesoria en coordinación con el maíz tecnificado y diversificado.

El cultivo de la papa y el aserrio manual son actividades realizadas en forma colectiva, el aserrio por la necesidad de realizar infraestructuras en el bosque para su explotación racional.

Se comparan dos opciones en el valor del jornal. 4.- Lempiras (2 US\$), corresponde al valor del jornal actual en la zona . El avlor de 6 Lempiras corresponde en cambio al salario mínimo legal.

En base al valor local del jornal todos los modelos son financieramente posibles (con una tasa de beneficios/ costos superior a 1 ). El valor del jornal es, sin embargo insuficiente para cubrir las necesidades basicas de la familia. Una tasa interna de retorno superior al 200% se

logra en los sistema de aserrio manual y en la milpa tradicional. En el último caso pero, el VAN es sumamente reducido (184 Lps. o sea 92 Dolares). En la alternativa propuesta a los agricultores, de cultivar en forma técnica el maíz, aunque debilmente rentable, el VAN es considerablemente superior al obtenido con el sistema tradicional. La forma técnica permite así a la familia campesina mejorar sus condiciones de vida.

La producción del maíz es factible financieramente en la zona considerando el valor del jornal a 4 Lempiras y valorando el kg de maíz a 0.44 L (20 L/qg).

En la actividad de aserrio manual junto con una altísima rentabilidad se obtiene un VAN 3 veces superior al obtenido en el sistema técnico y casi 7 veces mas alto del sistema tradicional, y esto utilizando solamente 65 jornales.

Evidentemente el sistema diversificado permite obtener los mejores indicadores financieros, junto con una tasa de beneficios/costos de 1.36 se obtiene un tasa interna de retorno del 80% y un VAN de 4649.

Con respecto a los insumos el sistema tradicional usa solamente la semilla como insumo y poco equipo. El sistema técnico se basa en la compra del fertilizante. El cultivo de la papa es muy ligado a la disponibilidad y compra de los insumos, en particular la semilla certificada, el fertilizante, los insecticidas y fungicidas.

En el aserrio se ocupa una serie de implementos manuales, que son substituidos periodicamente a los 3, 7 y 9 años.

En la hipótesis que contempla el valor del jornal establecido por la ley y ausplicable, el análisis financiero elimina el sistema tradicional y el técnico de maíz en monocultivo. Esto confirma, junto con la baja producción, que la zona no tiene vocación maicera aunque éste cultivo represente el 90% de la superficie agrícola actual.

El modelo mas interesante resulta ser el de cultivo de la papa por ser este un producto muy cotizado en el mercado nacional y del frijol, que es caro y escaso localmente. Son suficientes 2 ciclos sobre 10 de estos dos cultivos para rentabilizar la siembra del cultivo de subsistencia. El sistema diversificado con una tasa interna del 37% produce un VAN de 1853 Lempiras.

El aserrio manual se mantiene como alternativa viable para trabajo temporal con el valor del jornal a 6 Lempiras. El VAN no es pero muy elevado, 404 Lempiras.

En conclusión el cultivo del maíz es desde el punto de vista financiero posible solo con la introducción de cultivos alternativos en el sistema.

A largo plazo los modelos de cultivos diversificados y la explotación racional del recurso bosque son las alternativas viables.

#### 5.4 Sostenibilidad

El sistema tradicional de producción del maíz garantizó la presencia de la población local durante muchísimos años en la zona. El bosque y sus fases precedentes estan siendo amenazadas y hay una muy fuerte reducción de estas superficies que compromete, la estabilidad ecológica de la zona por mantenimiento de la captación del agua atmosférica, y su

almacenamiento en el terreno, protección del suelo de la erosión y los demás servicios y funciones de la cobertura arborea. De acuerdo a las observaciones el periodo de barbecho se está reduciendo no dejando al terreno el tiempo suficiente para recuperar la fertilidad y como consecuencia se acelera el proceso de deforestación y se utilizan mas superficies de fuerte pendiente, acelerando el proceso de degradación como sucedió en varias partes .

Tambien la producción de maíz base de la alimentación se ve disminuida en forma considerable.

En las condiciones actuales de densidad de población, 62 habitantes por km<sup>2</sup> esta practica ya puede ser autodestructiva . Las 10 familias que habitan en cada km<sup>2</sup> utilizarian cada año 7 ha de terreno de bosque viejo, joven o de barbecho corto, globalmente esto da un periodo de rotación de 14 años, de 5 años inferior al calculado ahora.

Se puede esperar así una disminución de la productividad.

La destrucción del bosque a este ritmo eliminaría de la zona los restos del los bosques primario o viejo entre aproximadamente el año 2015, o sea en 25 años.

Hay pero la posibilidad mejorar el sistema tradicional y rescatar varios aspectos valiosos, en particular la independendencia de los insumos y el potencial de regeneración y producción de los barbechos .

Las mejoras en el sistema se refieren a la población de plantas por postura y al numero de postura que tiene que ser adecuado al potencial de producción del suelo.

Cuadro 12. Indicadores financieros de 4 modelos

Modelo	No de Jornales	Mano de obra Valor Jornal	Tasa Beneficio/ Costo	TIR %	VAN Lempiras
MILPA	49	4	1.11	>200	184
TRADICIONAL	49	6	0.85	0<	-399
MAIZ	116	4	1.08	29	378
TECNIFICADO	116	6	0.80	0<	-1226
DIVERSI-	245	4	1.36	80	4649
FICADO	245	6	1.12	37	1853
ASERRIO	65	4	1.26	>200	1239
MANUAL	65	6	1.07	56	404

En base a otros ensayos, actualmente en curso, sobre el sistema tradicional de manejo y preparación del periodo de descanso se están probando desde el 1986 el frijolillo (*Cassia guatemalensis*) y el tatascán (*Perymenium grande var.grande*) plantas típicas de los barbechos

en la zona alta, en sistemas agroforestales. Estas especies han demostrado tener una alta capacidad de regeneración, soportar la sombra del cultivo y podas drásticas (por lo menos el tatascan), produciendo una gran cantidad de hojarasca utilizable como abono verde, además de leña y postes de gran durabilidad. El tatascan es una forrajera muy apreciada. Las anteriores son características básicas para el sistema de cultivo en callejones.

El fomento del establecimiento de las plantas mejoradoras del suelo y a su manejo para la protección del mismo. El manejo del barbecho, acortando el ciclo de agricultura migratoria, llevaría una mayor producción de mora lo que puede sensiblemente mejorar las características financieras del sistema.

Un sistema de agricultura rotatoria de barbecho corto en cambio puede ser sostenible, esta hipótesis tiene que ser verificada en el caso específico.

El sistema tecnificado en cambio protegiendo eficazmente la erosión el suelo, no ocupa terrenos adicionales. No pone en peligro la cobertura de bosque de la zona y garantiza por lo menos el mantenimiento de las condiciones actuales de reservas hídricas y efectos sobre el microclima. Evidentemente se basa en el mantenimiento de la fertilidad con aportes de insumos externos. En base a los resultados de los análisis de suelo realizadas en las parcelas de maíz tecnificado, no discutidas en el presente resumen, se nota a través de los tres años un ligero aumento de las condiciones de fertilidad del suelo, a pesar de una disminución de la materia orgánica. Lo que es confirmado también y sobre todo por los mismos agricultores. El sistema tecnificado y a mayor razón el diversificado son así

sostenibles a largo plazo, o sea aumentan el potencial de rendimiento y la productividad.

Con la introducción de las nuevas técnicas en los cultivos actuales que ya fueron definidas por el equipo de investigación en finca y que están siendo transferidas en la actualidad y que previenen otro tipo y cantidad de fertilizante en maíz, papa y frijol se espera en mejoras de rendimiento. A corto plazo (1 años) ya se tendrán establecido los criterios y las recomendaciones para la siembra del frijol con humedad residual, en diciembre o en febrero, lo que permitiría por lo menos en los terrenos aptos a rotar en el mismo año un cultivo de maíz y uno de frijol, siendo esta una rotación ausplicable. Este sistema, nuevo en la zona ya está siendo aplicado a nivel comercial con éxito por algunos agricultores más atentos.

A mediano plazo se espera encontrar variedades de frijoles volubles y variedades de maíz de ciclo un poco más corto apreciadas por los agricultores.

La introducción de la componente arbórea en el sistema tecnificado, permitirá una mejor eficacia en la conservación de suelo y el aporte de materia orgánica. Junto con la difusión de las cercas vivas y huertas familiares se mejorarán las condiciones de productividad y de bienestar de las familias rurales.

En la zona se están produciendo hortalizas de valor comercial local (el repollo) y para exportación (habichuelas, *Pisum sativum*) y hay experiencias locales muy exitosas con el cultivo de la manzana (*Malus* sp) con la variedad ANA, un vivero en Guajiquiro produce plantas de esta variedad. La mora (*Rubus* sp) muy difundida naturalmente en los barbechos y altamente productiva responde también al manejo y a la fertilización.

Estos son otros cultivos posibles y con potencial de ampliación, que permiten una mejora substancial de la productividad de la tierra de la zona alta.

Todos los sistemas agrícolas son sujetos, por lo menos en parte a las condiciones climáticas y al ataque de plagas que pueden comprometer las cosechas. En cambio, el aprovechamiento del bosque, en forma racional, y en base a los incrementos anuales que parecen asegurados en el tiempo, se garantiza el mantenimiento de las funciones general de protección al medio ambiente, asegurando la cobertura de bosques.

#### 5.4 Adoptabilidad

El sistema de agricultura migratoria es evientemente el más adoptado por costumbre y tradición. Satisface la necesidad primaria de alimentación de la población local en la situación actual. Funciona sin intermediarios y es independiente de los insumos. Además la recolección de la mora permite la integración de toda la familia a una actividad remunerada. Cualquier cambio propuesto en la técnica de cultivo si tiene como base el sistema tradicional resulta más fácilmente aceptable por la mayor parte de los agricultores y tiene efecto en una gran superficie sea del cultivo mismo que del barbecho.

El sistema de maíz tecnificado y el sistema diversificados eran desconocidos en la zona hasta hace pocos años. Necesitan de la propiedad del suelo, de infraestructura capacitación y seguimiento y de apoyo crediticio. Se basan sobre la disponibilidad de insumos en el país y a la capacidad de organización para la venta de los productos no comercializados en la zona.

Las actividades forestales en aserrio manual eran muy poco conocidas en la zona, así como todos los trabajos silviculturales para el mantenimiento de los bosques nativos. Todo el trabajo en el bosque choca así con la actitud muy fuerte y tradicional de ver el bosque solo en función de la producción de alimentos.

El aprovechamiento racional del bosque es limitado por el parcelamiento del mismo, la disparidad en calidad y la tenencia de la tierra. En cambio la buena remuneración del trabajo, y la posibilidad de trabajar en los bosques cuando hay poca actividad agrícola hacen esta opción atractiva.

#### 7. CONCLUSIONES

La práctica de agricultura migratoria tradicional en la zona y según los datos recabados en tres años, es el sustento de una población en buena parte autosuficiente y de necesidades y recursos limitados. El sistema tradicional puede ser mejorado en el sistema de cultivo del maíz, y manejo del barbecho y mejoramiento de la producción de mora.

Del sistema tradicional se pueden extraer prácticas y plantas adaptables a sistemas tecnificados agroforestales con garantía de estabilidad a largo plazo.

La agricultura migratoria como actualmente se da, ya no es ausplicable por las implicaciones que tiene sobre el medio ambiente y las opciones alternativas que permiten obtener una mayor cantidad de productos distintos y apreciados en el mercado nacional.

La zona tiene suficiente superficie de vocación agrícola (el doble de la invertida actualmente en el cultivo del maíz) con potencial para mantener económicamente bien una población mas alta que la actual y producir en forma rentable y tecnificada, papa, hortalizas, manzanas agauacates y otras frutas de clima templado , moras y bayas frijoles, además de una ganadería intensiva.

El bosque, es un recurso único y los pinares son de alto potencial productivo. Este recurso tiene que ser aprovechado convenientemente para garantizar su mantenimiento y respeto.

El mantenimiento de la superficie boscosa es la condición para un desarrollo agrícola a largo plazo que necesita del riego.

Para el logro de este cambio son necesarias medidas de educación sobre las funciones y el potencial de los bosques, capacitación y animación agrícola, recomendaciones técnicas adecuadas , credito facilitado e incentivos a la conservación de suelo y a la dotación de tierras agrícolas a los agricultores de la zona .

## 7. BIBLIOGRAFIA

AGRICULTURAL COMPENDIUM (1981) Amsterdam-Oxford-New York, 739p.

AGUILAR, E. (1987) Encuesta sobre consumo de alimento de las familias participantes en acciones productivas del área de Guajiquiro. Programa MARGOAS, Tegucigalpa, 10p.

BAUMGARTNER, L. & al. (1988) Plan de manejo para el bosque "EL PINAR". Programa MARGOAS, Tegucigalpa, 99p.

CENSOS AGROPECUARIOS Y DE POBLACION (1974)

CONKLIN, H.C. (1957) Hanunoó agriculture. A report on a integral system of shifting cultivation in the Philippines. FAO, Rom.

DULIN, P. (1986) Análisis de siete proyectos de reforestación en pequeñas fincas de ladera en Honduras.  
En: Tercer Seminario Nacional Manejo de Cuencas Hidrográficas. CATIE, Tegucigalpa, p81-95.

FAO (1984a) Institutional aspects of shifting cultivation in Africa. Rom, 171p.

FAO (1984b) Improved production systems as an alternative to shifting cultivation. FAO Soils Bulletin No. 53, Rom, 201p.

FAO (1984C) Transformation de la agriculture itinerante en Afrique. Etude FAO, Rome, 60p.

- FAO - UNESCO (1974) Soil Map of the world.vol. 1, Legend. Paris, 59p.
- FERBER, R. (1988) Estudio dendrológico de un bosque nublado en Opatoro. Tegucigalpa.
- FOELSTER, H. & FASSBENDER, H. (1978) Untersuchungen uber bodenstandorte der humiden Bergwalder in der nordlichen Andenkordillere.  
In: Landnutzung in den humiden Gebieten der Tropen. Wiss. Tag. 10/77, Gottingen: 101-107.
- FOELSTER, H. & CHRISTEN, H. (1977) The influence of quaternary unlift in the altitude zonation of mountain soils on diabase and volcanic ash in humid parts of the colombian Andres. Catena (Giessen) 3: 233-263.
- HOLDRIGE, L.R. (1962) Mapa ecológico de Honduras, Organización de los Estados Americanos.
- HOLDRIGE, L.R. (1967) Ecología basada en zonas de vida. Centro Científico Tropical. IICA, San José, Costa Rica, 216p.
- HONDURAS - PERFIL AMBIENTAL DEL PAIS (1982)  
AID, Virginia, 201p.
- KASS, D. (1988) Consultoría en suelos de la zona alta del Programa MARGOAS, Tegucigalpa (no publicado).
- LAMPRECHT, H. (1986) Waldbau in den Tropen.  
Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 318p.
- LAUER, W. (1976) Zur hygrischen Hohenstufung tropischer Giberge. In: Neotropische Dekosysteme, Festschrift H. Sioli. Biogeographica 3: 169-182.
- MAPA GEOGRAFICO DE LA REPUBLICA (1974) Instituto Geográfico Nacional, Tegucigalpa.
- MARGOAS (1982) Investigación participativa DOEC. Tegucigalpa (no publicado).
- NYE, P. & GREENLAND, D.J. (1976) The soil under shifting cultivation. Commonwealth Bureau Soil Sci., Techn. Commun. No. 51, reprinted, Harpenden.
- OTS/CATIE (1986) Sistemas agroforestales.  
Organización para estudios tropicales(DTS) y Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), San José, 818p.
- RUDLOFF, W. (1981) World-climates, with tables of climatic data and practical suggestions. WVG, Stuttgart, 632p.
- SANCHEZ, P.A. (1977) Alternativas al sistema de agricultura migratoria en América Latina. CIAT, Cali-Colombia, 20p.

- SANCHEZ, P.A. (1981) Suelos del trópico.  
IICA, San José, 634p.
- SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL (1970) Lehrbuch der Bodenkunde. F. Enke Verlag, Stuttgart, 448p.
- SCHMID, U. (1985) El significado de la cría del ganado vacuno en la sociedad de Guajiquiro. Tesis. Universität von Zurich. Zurich
- SRN/COSUDE (1983) Descripción y evaluación del sistema de cultivo maíz y frijol practicado por los agricultores de La Esperanza. SRN/CATIE, CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- SUAREZ DE CASTRO, F. (1982) Conservación de suelos.  
IICA, San José, 315p.
- SYS, C. (1976) Regional pedology, Tropical soils - II State University of Ghent, 103p.
- TRACHSLER, H. (1980) Grundlagen und Beispiele for die Anwendung von Luftaufnahmen in der Raumplanung.  
Berichte zur ORL Nr.41, 3. Auflage.  
Institut for ORL, Zurich, 65p.
- TROLL, C. (1961) Klima und Pflanzenkleid der Erde in dreidimensionaler Sicht. In: Die Naturwissenschaften 48(9): 332-348.
- USDA (1975) Soil taxonomy.  
United States Agricultural Handbook No. 18.  
Washington D.C., 503p.
- VOGELMANN (1973) For precipitation in the cloud forests of eastern México.  
Bio Science 23 (2): 96-100'
- WALTER, H. (1979) Vegetation und Klimazonen.  
4.Aufl. E.Ulmer, Stuttgart, 243p.
- WATERS, R.F. (1971)  
La agricultura migratoria en América Látina.  
FAO, Roma, 341p.

En la preparación de este volumen participó el siguiente personal de la Disciplina de Biometría del Departamento de Investigación Agrícola de la Secretaría de Recursos Naturales:

Levantamiento de texto:   Angela Rosario Donaire  
  Luz Marina de López

Edición y diagramación:   F. Omar Osorio García

Impresión:   Departamento de Comunicación Agrícola

