

MEJORAMIENTO DE MAIZ EN FINCAS DE PEQUEÑOS AGRICULTORES

POR

Rommel Rigoberto Reconco Euceda

TESIS

BIBLIOTECA WILSON POPENOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUIGALPA, HONDURAS

PRESENTADA A LA
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
COMO REQUISITO PREVIO A LA
OBTENCION DEL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

EL ZAMORANO, HONDURAS
DICIEMBRE, 1994

MEJORAMIENTO DE MAIZ EN FINCAS DE PEQUEÑOS
AGRICULTORES

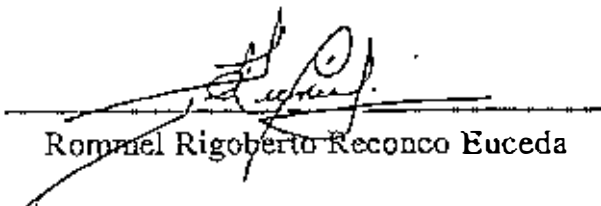
Por

ROMMEL RIGOBERTO RECONCO EUCEDA

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para producir y distribuir copias de este
trabajo para los usos que considere necesarios.

Para otras personas y otros fines,
se reservan los derechos del autor

BIBLIOTECA WILSON POPENOZ
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 93
TEGUGIGALPA HONDURAS



Rommel Rigoberto Reconco Euceda

Diciembre de 1994

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme haber llegado hasta aquí, por acompañarme en todo momento, y por todo lo que ha hecho en mi vida, que es difícil expresarlo con palabras.

A mis padres, Rigoberto y Mercedes, a mis hermanos Helga, Ronny y Renier por todo el apoyo que me supieron dar para poder lograr esta meta, a ustedes especialmente les dedico este trabajo.

A Karla, cuyo amor brilló en los momentos mas difíciles de este trabajo y que compartió todo, todo lo grande y todo lo pequeño a lo largo de estos dos años de estudio.

AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Francisco Gómez, por su dedicación entusiasmo y empeño en la realización de esta tesis, por ser maestro y amigo siempre dispuesto a ayudar cuando se le necesita.

A los doctores J. J. Alán y J. C. Rosas, por estar siempre dispuestos a apoyar en las diferentes actividades que se requirieron para llevar a cabo este trabajo.

Al Dr. Jeff Bentley y a los Ingenieros Juan B. Mendoza y Werner Melara, por sus colaboraciones y apoyo brindado en el trabajo realizado con los agricultores.

Al ingeniero Guillermo Cerritos, por todo su apoyo colaboración y esmero porque los trabajos de campo estuvieran siempre como se debe.

A mis amigos, Marlon Villareal, José Montenegro, Alfredo Larach, Porfirio Lobo, Ian Zelaya, Angel Salazar, Francisco Bueso, Angel Pérez, Rodolfo Mercadal, Harry Sutton, Edgardo Varcla, Iván Rodríguez, Marco Vásquez por compartir los buenos y perdurables momentos que pasamos todo este tiempo.

A todo el personal del Departamento de Agronomía y del CITESGRAN que de alguna manera ayudaron para culminar esta tesis. Muchas gracias.

RECONOCIMIENTO

El presente estudio fue parte del Proyecto Colaborativo de Mejoramiento de Maíz con Pequeños Agricultores entre la EAP y la Universidad de Cornell realizado en el Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana. Contó con la colaboración económica de la Cooperación Técnica Alemana (GTZ) para la realización del curso #1 de Técnicas de Mejoramiento de Maíz.

INDICE

TITULO	i
APROBACION.....	ii
DERECHOS DEL AUTOR	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTOS	v
RECONOCIMIENTO	vi
INDICE	vii
INDICE DE CUADROS	ix
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xi
COMPENDIO	xii
I. INTRODUCCION	1
A. Objetivo Gencral	
B. Objetivos Específicos	
II. REVISION DE LITERATURA.....	5
Importancia del maíz en Honduras.....	5
Utilización del grano de maíz en la alimentación de pequeños agricultores	6
Maíces cultivados en Honduras	7
Disponibilidad de semilla de maíz en Honduras	7
Mejoramiento de maíz.....	8
Criterios de selección en mejoramiento de maíz	9
Interacción genotipo x ambiente.....	10
Selección de genotipos superiores en una población de maíz.....	11
Métodos de selección.....	12

Selección masal.....	12
Selección Recurrente.....	13
¿Es posible utilizar los pequeños agricultores para el mejoramiento y conservación in situ de las poblaciones de maíz criollo?.....	16
III. MATERIALES Y METODOS	18
1. Entrevistas.....	18
Localidades.....	19
2. Trabajo de Mejoramiento.....	21
3. Ensayo de evaluación de poblaciones (junio-noviembre de 1994).....	24
Prácticas culturales.....	27
Datos recopilados en el ensayo de rendimiento.....	28
Análisis de datos.....	29
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	30
Resultados de la entrevista.....	30
Características de los Sistemas de Producción.....	31
a) Trabajo de Fitomejoramiento en Fincas de Agricultores Colaboradores.....	32
Trabajo de Fitomejoramiento en la Escuela Agrícola Panamericana.....	38
V. CONCLUSIONES.....	45
VI. RECOMENDACIONES.....	46
VII. BIBLIOGRAFIA	47
VIII. ANEXOS	52
DATOS BIOGRAFICOS.....	61

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Número y superficie de las explotaciones de maíz en Honduras, estratificadas de acuerdo al tamaño de las fincas.....	6
Cuadro 2.	Diferencias entre los fitomejoradores profesionales y los agricultores-fitomejoradores.....	15
Cuadro 3.	Características de las localidades del estudio.....	19
Cuadro 4.	Resultados del análisis de suelo de los terrenos utilizados para llevar a cabo el proyecto de fitomejoramiento.....	20
Cuadro 5.	Disposición experimental en la EAP.....	25
Cuadro 6.	Descripción de tratamientos evaluados en el ensayo de rendimiento de maíz. Zamorano, 1994.....	26
Cuadro 7.	Características de las variedades que utilizan los agricultores.....	31
Cuadro 8.	Análisis de varianza para rendimiento de las poblaciones evaluadas en las fincas de los agricultores.....	32
Cuadro 9.	Análisis de separación de medias de las poblaciones evaluadas en las fincas de los agricultores colaboradores en Galeras y Moroceli, 1994.....	34
Cuadro 10.	Análisis de varianza para algunas características seleccionadas en las poblaciones evaluadas en las fincas de los agricultores.....	37
Cuadro 11.	Datos promedios para algunas características seleccionadas en las poblaciones evaluadas en las fincas de los agricultores.....	38
Cuadro 12.	Análisis de varianza para rendimiento de las poblaciones evaluadas en la Escuela Agrícola Panamericana.....	39

Cuadro 13.	Rendimientos promedios ajustados mediante el Análisis de Vecinos Cercanos (Nearest Neighbor Analysis) de las poblaciones de maíz evaluadas en la EAP. Zamorano, 1994.....	40
Cuadro 14.	Análisis de varianza para algunas características eleccionadas en las poblaciones evaluadas en la EAP.....	43
Cuadro 15.	Datos promedios para algunas características seleccionadas en las poblaciones evaluadas en la Escuela Agrícola Panamericana.	44

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Respuesta a la selección de poblaciones de maíz utilizadas por los pequeños agricultores en zonas aledañas a Zamorano, en 1994.	36
Figura 2.	Respuesta a la selección de poblaciones de maíz utilizadas por los pequeños agricultores en zonas aledañas a Zamorano, en 1994.	41

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1.	Entrevista realizada para los agricultores de las localidades de Galeras y Morocelí.....	53
Anexo 2.	Criterios de selección de los agricultores encuestados en la zona de Morocelí y Galeras.....	56
Anexo 3.	Características varietales de los agricultores encuestados en el área de Galeras y Morocelí.....	58
Anexo 4.	Características de los sistemas de producción de los agricultores colaboradores.....	60

COMPENDIO

La producción de maíz en Honduras está casi en manos de pequeños agricultores que normalmente obtienen rendimientos de alrededor de 1,000 kilogramos por hectárea. Como resultado, la industria del maíz sufre carestías crónicas, las cuales tienen que suplirse con importaciones. Este problema aunado al reemplazo sistemático de las poblaciones de maíces criollos por materiales exóticos, hace necesario buscar alternativas que eleven el rendimiento y a la vez reduzcan la erosión genética.

Se evaluaron varias poblaciones de maíz S0 y S1, provenientes de agricultores generadas por dos métodos que incluyen capacitación en finca y capacitación en cuso, comparada con el trabajo realizado por fitomejoradores en la Escuela Agrícola Panameicana. Los objetivos de este trabajo fueron: 1) determinar los criterios de selección que aplicaban los agricultores para seleccionar la semilla para la siguiente siembra de maíz y 2) comparar la ganancia resultante de un ciclo de selección, utilizando gemoplasma desarrollado por los agricultores participantes en el proyecto.

Los resultados indican cambios en rendimiento en las poblaciones seleccionadas como resultado de un ciclo de selección fenotípica, el cuál es una muestra del cambio esperado cuando se aplica cierto grado de presión de selección. Se concluy que los criterios de selección indicados por los agricultores colaboradores para llevar a cabo este proyecto de mejoramiento son adecuados para el mantenimiento del rendimiento, pero resulta mejor cuando se complementan con los criterios del fitomejorador. Existen poblaciones de maíz de pequeños agricultores colaboradores en el proyecto de fitomejoramiento, que tienen alto potencial para poder ser mejoradas. Los fitomejoradores tuvieron

mayor eficiencia en la selección que los agricultores. El método de selección utilizado en las poblaciones de maíz de pequeños agricultores colaboradores con la supervisión de los fitomejoradores es efectivo para la conservación y en algunos casos para el mejoramiento de sus poblaciones en un solo ciclo de selección considerando la variabilidad original y la presión de selección.

1. INTRODUCCION

El maíz (*Zea mays* L.) es considerado el alimento básico de mayor importancia en la dieta de los hondureños. Hace diez años, el promedio nacional de rendimiento de maíz era 1.0 t ha⁻¹. Con la introducción de híbridos y variedades mejoradas, el rendimiento ha aumentado a 1.5 t ha⁻¹. Este incremento de 0.5 toneladas proviene de agricultores medianos, que siembran cultivares mejorados en condiciones más favorables que permiten la expresión de su potencial (Corral, 1993).

El área dedicada al cultivo del maíz en Honduras es de 353 mil hectáreas, de las cuales más del 70% son cultivadas por pequeños agricultores (< 3.5 ha), quienes obtienen rendimientos promedios de apenas 1 t ha⁻¹. Las limitantes para obtener mayores rendimientos son el uso de poblaciones criollas, con baja respuesta a insumos, las prácticas de manejo ineficientes y políticas sociales y económicas inadecuadas.

El uso de cultivares mejorados es una de las mejores alternativas técnicas para elevar el rendimiento. Sin embargo, el germoplasma mejorado disponible para los pequeños agricultores carece de adaptación a sus sistemas y prácticas de cultivo, además de otras características favorables, lo que ha resultado en una pobre adopción. Estos cultivares se han desarrollado en estaciones experimentales, con muy poca validación en fincas de pequeños agricultores. Por esta razón, cuando los agricultores deciden utilizar un cultivar mejorado, éste no rinde lo esperado y en muchos casos su cultivar criollo rinde más que el mejorado.

La validez de realizar mejoramiento en fincas de pequeños agricultores es muy discutida. Algunos han utilizado este argumento para exigir a los fitomejoradores que utilicen las fincas de pequeños agricultores para establecer

viveros de selección y de progenies, en generaciones tempranas o recombinaciones de poblaciones élite. Otros creen que lo que es bueno en la estación experimental, será bueno en los campos de los agricultores.

El buen fitomejorador debe de utilizar ambas localidades en su programa de mejoramiento, pero en diferentes etapas del proceso. Lo fundamental en este esquema es la amplia variabilidad y adaptación del germoplasma con que se trabaje. Consecuentemente, si nuestra base de germoplasma posee adaptación a las condiciones del agricultor, es lógico que al final del proceso se obtengan cultivares mejorados con la adaptación apropiada a las condiciones del agricultor.

En la actualidad se discuten nuevos conceptos sobre la utilidad de realizar mejoramiento con agricultores pequeños, supervisados por fitomejoradores y expertos en conservación de germoplasma. Es reconocida la pérdida de la diversidad genética en maíz, como consecuencia del reemplazo sistemático de los maíces criollos por cultivares mejorados. También, en Honduras existe un reservorio de germoplasma de maíz del cual casi no se conocen sus atributos genéticos, y que posiblemente, la erosión genética está extinguiendo alelos no descubiertos, pero con utilidad potencial en mejoramiento.

Entre las dos formas de conservar germoplasma de maíz, *ex situ* e *in situ*, ésta última toma en consideración a los pequeños agricultores como responsables y guardianes del germoplasma criollo. Sin embargo, para que un agricultor se decida a seguir manteniendo su germoplasma criollo, éste debe de poseer, además de su estabilidad y adaptación, mejores atributos de rendimiento, calidad y capacidad defensiva.

La conservación de germoplasma de maíz *in situ*, aunque novedoso como término, refleja un proceso que en Mesoamérica se inició con su origen, hace unos

5,000 años. Este proceso evolutivo, desencadenado por la selección del hombre y la natural, ha originado innumerables ecotipos adaptados a una enorme gama de condiciones agroecológicas y que constituyen una inestimable reserva genética. Durante todo este tiempo, los pequeños agricultores de Mesoamérica han sido "guardianes" de este genoplasma y, al mismo tiempo, han permitido el proceso evolutivo, que ha sido la base para el desarrollo de mejores genotipos con características de adaptación y adaptabilidad. Actualmente, no existe ningún método de conservación *in situ* que sea capaz de mantener toda la variabilidad del genoplasma criollo de maíz. Es poco probable que se pueda generar un método sin la ayuda de los fitomejoradores, porque las variedades criollas de los agricultores son poblaciones que no mantienen una conformación genética constante. Esto se debe a la naturaleza de la polinización del maíz que permite fácilmente la introgresión. Así, la variedad de un agricultor puede tener frecuencias génicas diferentes año con año. Los únicos genes que se mantienen constantes son los que confieren la adaptación al medio y son los que nos interesa conservar.

La Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, en colaboración con la Universidad de Cornell, han desarrollado un proyecto colaborativo para estudiar algunos aspectos de la problemática del pequeño agricultor, relacionada con el mejoramiento y conservación del genoplasma de maíz criollo. Este estudio es parte de este esfuerzo y el mismo tuvo los siguientes objetivos:

A. Objetivo General:

Transmitir al pequeño agricultor prácticas modernas de mejoramiento de maíz, para que utilizando criterios apropiados de selección, aumenten el potencial

de rendimiento y favorezcan indirectamente la conservación *in situ* de las poblaciones de maíz.

B. Objetivos Específicos:

1. Determinar los criterios de selección que aplican los agricultores para seleccionar semilla para la siguiente siembra del cultivo.
2. Comparar el avance resultante de un ciclo de selección, utilizando germoplasma desarrollado por a) fitomejoradores, b) agricultores conjuntamente con fitomejoradores, y c) agricultores que participaron en un curso de mejoramiento para pequeños productores.

II. REVISION DE LITERATURA

El maíz [*Zea mays* (L.)] ocupa el tercer lugar en la producción mundial de cereales y casi una cuarta parte de toda la tierra cultivada, es sembrada con maíz (FAO, 1992). Es uno de los alimentos más importantes para muchos países de Africa, Asia, Sur y Mesoamérica.

El maíz es talvés, el cultivo más completamente domesticado. Su centro de origen es Mesoamérica. Después de su descubrimiento por Colón en el siglo XV se propagó rápidamente a otras áreas del mundo donde fue adoptado por su buen rendimiento y adaptación (CIMMYT, 1984).

Importancia del maíz en Honduras

El maíz es el principal componente de la canasta básica de los hondureños, porque forma parte de la base de la dieta alimenticia de la mayoría de la población (Censo Nacional Agropecuario, 1994).

Según el Censo Nacional Agropecuario en 1994, la mayor superficie destinada al cultivo de maíz se encuentra en fincas menores 3.5 hectáreas (Cuadro 1), lo cual es indicativo de que el cultivo se realiza en minifundios.

Un análisis del Cuadro 1 refleja que existen muchos agricultores diseminados en pequeñas parcelas. Según otra fuente (Quezada *et al.*, 1987), estos agricultores producen el 85% del total de la producción de grano de maíz). Los cultivares utilizados por estos agricultores son, en su mayoría, maíces criollos que se caracterizan por tener buena adaptación y bajo pero estable potencial de rendimiento. Además, de que son aceptados por los pequeños agricultores, representan una fuente inexplorada de genes del género *Zea*.

Cuadro 1. Número y superficie de las explotaciones de maíz en Honduras, estratificadas de acuerdo al tamaño de las fincas.

Estratos (Ha)	Número de Explotaciones (miles)	Porcentaje %	Superficie Total (miles de ha)	Porcentaje %
< de 3.5 Ha	245.3	94.5	246.3	69.6
De 3.5 a 14	13.2	5.0	66.9	18.8
De 14 a 70	1.1	0.5	27.3	8.0
>70	0.1	-	12.6	3.6
Total	259.7	100.0	353.6	100.0

Fuente: Censo Nacional Agropecuario, 1994. SECPLAN.

Las instituciones de agricultura y nutrición en Honduras presentan, como alternativa para lograr la autosuficiencia en maíz, el aumento en la productividad. Para lograr esto, se debe hacer especial énfasis en mejoramiento del potencial de rendimiento de los maíces que se cultivan, incluyendo los que siembran los pequeños agricultores. Una vez elevado el potencial, el manejo agronómico adecuado favorecerá la expresión de este potencial. Consecuentemente, una mayor oferta de maíz favorecería el desarrollo de los sistemas de almacenamiento, procesamiento y distribución (Censo Nacional Agropecuario, 1994).

Utilización del grano de maíz en la alimentación de pequeños agricultores

En Honduras, una gran proporción de la producción de maíz es destinada al consumo humano. Tradicionalmente, es consumido en forma de tortilla, la cual es

un tipo de pan de maíz sin fermentar. El maíz es nixtamalizado (cocimiento alcalino), molido, moldeado y cocinado en torillas. También, el maíz se utiliza para la elaboración de otras comidas populares como los tamales, atoles, enchiladas, etc. (Serna y Saldivar, 1988; Cravioto et al., 1952).

Maíces cultivados en Honduras

Los maíces cultivados representan tres grupos distintos de germoplasma con diferente potencial de rendimiento y adaptación. Un grupo muy importante por su alta capacidad de rendimiento lo forman los cultivares mejorados (híbridos y variedades), pero que solamente son cultivados en un 10 por ciento del área destinada al maíz (Corral, 1993). Otro grupo comprende las poblaciones del agricultor, los cuales poseen bajo potencial de rendimiento, pero una amplia base genética dispersa en más de 100,000 km². El último grupo corresponde a un germoplasma poco identificado, pero que es el resultado de cruzamientos no deliberados entre las poblaciones criollas y los cultivares mejorados (introgresión).

La importancia estratégica de estas poblaciones y la presión de reemplazo y extinción de estos cultivares, hacen necesario la implementación de metodologías para su conservación y mejoramiento. La Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, actualmente es custodio de un reducido número de accesiones, las cuales se estudian para incorporarlas en los bancos mundiales de germoplasma (Fuentes, 1994).

Disponibilidad de semilla de maíz en Honduras

En la mayoría de los países en desarrollo, la industria de semillas no existe o no desempeña una función adecuada en cuanto a la producción y distribución de semillas (CIAT, 1982). En Honduras, la producción de semillas está en manos de

las empresas semilleras privadas, las que, debido a sus características de mercado, no favorecen una adecuada disponibilidad y distribución de semillas.

En el pasado, se propusieron diferentes esquemas para suplir la demanda nacional de semilla, desde la producción por empresas estatales, hasta la producción artesanal (Zuniga, 1991). Estos esquemas no han sido funcionales para proveer con semilla de maíz mejorado en todas las escalas de producción, en especial a los pequeños productores.

Como no han sido partícipes de este cambio tecnológico, continúan utilizando el grano de la cosecha anterior como semilla (Márquez, 1987). Esta metodología fue eficaz en el desarrollo de los cultivares criollos en los últimos 5000 años. En la actualidad, no es la más apropiada, ni la más sostenible, al menos que se introduzcan cambios sustanciales en los métodos de selección y en la variabilidad de las poblaciones.

Mejoramiento de maíz

BIBLIOTECA WILSON POPENOB
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 29
TEGUCIGALPA HONDURAS

El mejoramiento genético, en cualquiera de sus modalidades, se basa en escoger, dentro de una población, a los individuos que ofrezcan las mejores expresiones de las características que interesan (Johnson *et al.*, 1979; Johnson *et al.*, 1988; Tatum and Rehr, 1951). Para esto, es requisito indispensable que exista variación entre los individuos de una población, pero esta no solamente tiene que ser fenotípica, sino que en parte tiene que ser genética. Para que el mejoramiento sea eficiente es necesario que los individuos seleccionados transmitan a sus descendencias las buenas características por las que fueron seleccionados (Márquez, 1985).

El estado actual de las plantas cultivadas es, en gran parte, el resultado acumulativo de todas las selecciones que en forma continua se han practicado durante muchos siglos (Poehlman, 1987). La manera en que el pequeño agricultor ha mejorado las poblaciones de maíz criollo, es a través de un proceso de selección deliberada y natural. Sus variedades son el resultado de muchos ciclos de selección fenotípica en las mismas condiciones.

El mejoramiento poblacional del maíz es fundamental para el desarrollo de cultivares cada vez mejores. Las poblaciones de maíz mejoradas por medio de diversos esquemas interpoblaciones e intrapoblaciones han facilitado la derivación de nuevas líneas superiores (Poehlman, 1987). Conforme se mejora la base genética del material, hay oportunidades de extraer nuevas y mejores líneas en cada ciclo de mejoramiento (Márquez, 1985). Por consiguiente, los programas de mejoramiento poblacional son necesarios si en el desarrollo de cultivares se han de mantener ganancias consistentes (sostenibles) a largo plazo. Esto no significa, sin embargo, que en el pasado no se hayan desarrollado excelentes cultivares. Por el contrario, se ha registrado un notable avance aún sin el uso de los esquemas clásicos de mejoramiento poblacional (Poehlman, 1987).

Criterios de selección en mejoramiento de maíz

La selección del mejor genotipo de maíz depende del número de características consideradas. Estas características "ideales" se denominan criterios de selección. El principal criterio de selección es el rendimiento. El rendimiento es una característica compleja y está relacionada directa e indirectamente con sus componentes, como el número de mazorcas por planta, número y peso de granos por mazorca, etc. Generalmente se seleccionan indirectamente varias características simultáneas (Hallauer *et al.*, 1988). Es decir, para seleccionar por

rendimiento, el fitomejorador selecciona por aquellas características que están mayor correlacionadas con el rendimiento, ya sea directa e indirectamente.

Los criterios de selección utilizados por los pequeños agricultores son menos numerosos que los utilizados por los fitomejoradores. La unidad de selección del pequeño agricultor es, generalmente, la mazorca, mientras que el fitomejorador, además de las características de la mazorca, incluye las características de la planta (Haugerud y Collinson, 1990).

En el mejoramiento tradicional se han utilizado índices matemáticos de selección para mejorar la eficiencia y seleccionar genotipos para una o varias características en una población de maíz (Graifus, 1965; Mool *et al.*, 1975). No obstante, los mejoradores a menudo hacen selección de plantas usando índices de selección intuitivos; por ejemplo, una imagen mental (ideotipos) del tipo ideal de planta (Hallauer *et al.*, 1988), de la misma manera que el agricultor selecciona sus mazorcas en la troja.

Interacción genotipo x ambiente

La expresión de un carácter cualquiera en maíz, está determinada por una parte genética y otra ambiental. La selección actúa solamente sobre el componente genético. El problema de identificar las selecciones superiores es generalmente agravado por la confusión de los efectos ambientales con los efectos genotípicos (interacción) (Kauffman y Dudley, 1979). Esta es la razón principal para seleccionar bajo condiciones de mayor uniformidad en las estaciones experimentales, y porque es difícil seleccionar eficientemente en los campos de los agricultores.

La interacción entre el genotipo y el ambiente es un fenómeno universal. Sucede en dondequiera que los genotipos tengan que crecer y desarrollarse en una serie de condiciones ambientales diversas en tiempo y espacio (Márquez, 1976). Esta interacción reduce la correlación entre los valores del genotipo y los de fenotipo, además de retrasar el progreso en la selección (Comstock y Moll, 1963). Al seleccionar en campos de los agricultores, se hace caso omiso del efecto de esta interacción y por lo consiguiente, el avance por selección se reduce drásticamente en el corto y mediano plazo, salvo que el material seleccionado se mantenga en el mismo ambiente.

Selección de genotipos superiores en una población de maíz

La comprensión de los métodos de mejoramiento en el maíz depende del conocimiento de la forma de su polinización, de los efectos de los métodos de polinización sobre la composición genética de las plantas y de la selección en la población (Poehlman, 1987). La comprensión de los métodos de fitomejoramiento es un mecanismo eficaz para realizar mejoramiento en las poblaciones, ya que en el embrión de la semilla, es posible incluir las características genéticas que afectan directamente la calidad y la cantidad de la producción de los cultivos (CIAT, 1989).

En los procesos de selección que se utilizan en el mejoramiento de plantas de polinización cruzada como el maíz, se descarta la selección de plantas individuales para establecer variedades uniformes por que la segregación y la polinización cruzada dificultan la conservación del tipo del progenitor dentro de las progenies, necesitándose mayor amplitud de diversidad genética, para mantener una población vigorosa (Sánchez, 1986). La eficiencia de la selección depende de la presencia de variabilidad genética (Haugerud y Collinson, 1990).

Métodos de selección

Selección masal

La selección masal es un procedimiento en el que se seleccionan individualmente las plantas con características favorables, luego se mezcla su semilla para producir la siguiente generación. Se basa en la selección fenotípica, o sea en la apariencia de la planta y en los caracteres particulares que pueden identificarse (Hayes *et al.* 1955). La selección masal ha sido eficaz por la separación y la acumulación de genes para caracteres cuantitativos que puede apreciarse a simple vista, o medirse con facilidad (Poehlman, 1987).

El método de selección masal, es uno de los más antiguos utilizados para el mejoramiento de las especies con polinización cruzada y ha sido el principal en el mejoramiento del maíz. Aún cuando la selección se basa en el fenotipo, su objetivo es obtener una mayor frecuencia de fenotipos sobresalientes dentro de la población. La eficiencia de la selección masal depende de la precisión con que el fenotipo refleje al genotipo (Poehlman, 1987).

En una población de maíz de polinización libre con una continua selección masal, es posible obtener variedades de diferente precocidad, altura de planta, tamaño de la mazorca, tipo de granos y características similares (Hayes *et al.*, 1955). Dando por hecho que estén presentes las variaciones hereditarias necesarias en una población mezclada de maíz, el grado de progreso dependerá en mayor o menor grado de la habilidad del fitogenetista para escoger plantas diferentes, tanto fenotípica como genotípicamente (Poehlman, 1987).

La ventaja principal del método de selección masal es su simplicidad y su facilidad con que puede llevarse a cabo. El progreso que puede lograrse en el

mejoramiento por medio de la selección en masa está limitado por el grado de variabilidad genética ya presente en la población. Por otra parte, no es posible diferenciar las plantas que son fenotípicamente superiores por el efecto del medio ambiente de las que son superiores por el efecto de la herencia (Harlan *et al.*, 1940).

Selección Recurrente

La selección recurrente se utiliza en maíz con el fin de concentrar genes para características cuantitativas en una población, sin una marcada pérdida de la variabilidad genética (Poehlman, 1987). El procedimiento consiste en seleccionar de una población las plantas sobresalientes en relación con el carácter considerado. Estas plantas se autofecundan para fijar las características deseadas, para luego cruzar sus progenies en todas las combinaciones posibles para recombinar las características deseadas y producir una población para iniciar el primer ciclo de selección recurrente. De esta población, se seleccionan nuevamente plantas que tienen el carácter en consideración y se utilizan para establecer nuevas progenies.

El mejoramiento de maíz para pequeños agricultores se debe hacer para aumentar, o al menos mantener, el rendimiento potencial. La selección recurrente ha sido eficaz en el mejoramiento del rendimiento de grano en condiciones no limitantes (Johnson y Fischer, 1979).

No existen antecedentes sobre un método específico de selección que pueda ser empleado por los pequeños productores para acelerar su ganancia genética. Los métodos clásicos de selección recurrente necesitan ciclos de recombinación,

los que son imposibles de llevarse a cabo en campos de agricultores por el alto costo y condiciones agroclimáticas.

Características importantes de los agricultores-fitomejoradores vs. los fitomejoradores profesionales

Los fitomejoradores profesionales no pueden responder a cada peculiaridad de las circunstancias de los agricultores (Haugerud y Collinson, 1990). Las recientes innovaciones en los programas de selección de germoplasma para los países en vías de desarrollo destacan importantes diferencias en los criterios de selección o entre las características consideradas como importantes por los agricultores y las consideradas como importantes por los fitomejoradores profesionales. Esto explica en parte el porqué los agricultores no compran semilla de variedades mejoradas prefiriendo las variedades tradicionales (Poey, 1982; CIAT, 1982).

Los fitomejoradores que trabajan en las estaciones experimentales han liberado variedades nuevas de maíces mejorados durante las últimas décadas después de realizar pruebas de rendimiento en diferentes localidades. Sin embargo, estas variedades, que se supone son superiores a las variedades que tradicionalmente siembra el pequeño agricultor, no han sido aceptadas debido a la incompatibilidad con sus sistemas de producción o porque no responde a su ideotipo de planta y, consecuentemente, no encaja con su sistema de producción. Además, en el esquema anterior, por lo general, no se toman en cuenta las necesidades y requerimientos del pequeño agricultor (CIAT, 1989).

Existen algunos puntos que por diferentes motivos la mayoría de fitomejoradores profesionales no toma en cuenta, y que son muy importantes para las condiciones de producción de los pequeños agricultores (agricultores-fitomejoradores). El Cuadro 2 presenta algunas diferencias generales entre los criterios de selección utilizados por los fitomejoradores profesionales y los agricultores-fitomejoradores. Estas diferencias deben de considerarse para establecer un programa de mejoramiento y conservación *in situ* de maíz en Honduras, y buscar formas de colaboración más efectivas entre éstos.

Cuadro 2. Diferencias entre los fitomejoradores profesionales y los agricultores-fitomejoradores.

Criterio de selección	Fitomejoradores profesionales	Agricultores-fitomejoradores	Referencias
Rendimiento	La unidad de selección para rendimiento es la planta (incluyendo la mazorca). Buscan rendimientos máximos y alta capacidad defensiva para enfermedades específicas.	La unidad de selección para rendimiento es la mazorca. Buscan un rendimiento bueno pero estable.	Ferrington and Martin, 1987. Observaciones personales
Calidad del grano	Cabida para el producto final si en el mercado existe un diferencial de precio y demanda de calidad específica.	Desean características especiales tales como una calidad culinaria específica o resistencia a insectos durante el almacenamiento.	Poey, 1985.
La planta	Consideran importante la máxima eficiencia fisiológica en la formación del grano.	Pueden ser interesados en los tallos y hojas para la alimentación del ganado, para construcción o para otros usos tradicionales.	Haugens y Collinson, 1988.
Sistema de producción	Generalmente piensan en términos de cultivos puros.	Generalmente piensan en términos de cultivos intercalados.	Smith, M.E. 1991.

Por lo señalado, es importante en el proceso de generación de nuevas variedades considerar estos puntos de vista, para garantizar la aceptación de estas variedades por parte del pequeño agricultor. Según Collinson (1982), existe

aversión al riesgo de perder el suplemento de alimentación por parte de los pequeños agricultores al adoptar nuevas variedades. Los pequeños agricultores necesitan circunstancias que sean siempre específicas para su situación local. Por otra parte Farrington y Martín, (1987), dicen que es común que los científicos no tomen en cuenta los conocimientos de los agricultores para mejorar variedades que se adapten a sus requerimientos.

¿Es posible utilizar los pequeños agricultores para el mejoramiento y conservación *in situ* de las poblaciones de maíz criollo?

Tradicionalmente ha sido casi impensable la noción de utilizar agricultores como mejoradores "profesionales" para elevar los rendimientos de sus propios maíces (Bentley y Saxon, 1982). Partiendo de la premisa de que al utilizar pequeños agricultores y sus fincas, para mejorar el rendimiento de sus variedades criollas, estaríamos fomentando la conservación *in situ*, sí es posible asignar un papel importante al pequeño agricultor, ya que de lo contrario resultaría imposible solamente con los mejoradores (Gómez, 1993. Crossa *et al.* 1990).

Crossa *et al.* (1990) explican en forma detallada estrategias para aprovechar al máximo el germoplasma conservado *in situ* y plantea la hipótesis que con el mejoramiento de las variedades tradicionales de los agricultores se evita mayor pérdida de variación, que significa pérdida de germoplasma, y por consiguiente pérdida de plasticidad en las plantas cultivadas (Sánchez, 1986).

La idea de la participación de los agricultores en la generación de tecnologías agrícolas tiene mucha aceptación, y es la dirección adecuada para realizar transformaciones importantes en términos de economía familiar campesina (Puerta, 1989). Al mismo tiempo no sólo beneficiamos a los pequeños

III. MATERIALES Y METODOS

Este estudio incluyó tres actividades realizadas en los años 1993 y 1994, de la manera siguiente: 1) entrevistas, 2) trabajo de fitomejoramiento en forma paralela en fincas de agricultores y en la EAP y, 3) evaluación del trabajo de fitomejoramiento.

1. Entrevistas

Las entrevistas se dirigieron a pequeños agricultores de las áreas aledañas al Zamorano. La entrevista se diseñó para determinar lo siguiente:

- a. Las características principales de las variedades de maíz que siembran los pequeños agricultores de la zona.
- b. Definir los criterios de selección que deben emplearse en la zona para el mejoramiento de maíz y que estén acordes con los del agricultor.
- c. Conocer las características de los sistemas de producción que utilizan los pequeños agricultores de las dos zonas.

En colaboración con extensionistas del Departamento de Desarrollo Rural (DDR), se entrevistaron 10 agricultores de la zona de Galeras y 10 de la zona de Morocelí, de los que se seleccionaron dos agricultores colaboradores de cada una para la realización de los trabajos de fitomejoramiento en fincas.

La recopilación de datos se realizó siguiendo el patrón propuesto por Bentley y Saxon (1992). En el formulario utilizado para una encuesta formal se obliga al agricultor a responder según las categorías lingüísticas sugeridas por los investigadores, y no según las establecidas por el propio agricultor (Bentley y Saxon, 1992).

Comenzamos con visitas a las milpas de los agricultores en las comunidades de Galeras y Morocelí para conversar con los agricultores sobre el cultivo de maíz. Todos eran conocidos por el extensionista de la EAP de cada zona. La metodología que seguimos fué la de hacer preguntas abiertas (Anexo 1), dejando que los agricultores respondieran en sus propias palabras (Linnekin, 1987). Las respuestas eran anotadas en una libreta en la que el agricultor entrevistado podía ver lo que se escribía para no despertar desconfianza. Las entrevistas eran realizadas en la milpa de cada agricultor; al mismo tiempo que realizabamos la entrevista, observabamos las características sobresalientes de sus plantas, así como los criterios de selección que deberían emplearse.

Localidades

El trabajo de mejoramiento se realizó en tres localidades: Zamorano, Galeras en Francisco Morazán y Morocelí en El Paraíso. Las comunidades se seleccionaron en base a su cercanía y porque eran asistidas por técnicos extensionistas del DDR de Zamorano. El Cuadro 3 presenta algunas características importantes de las localidades de los agricultores seleccionados, con respecto a su ubicación geográfica y rendimientos promedios de maíz.

Cuadro 3. Características de las localidades del estudio.

Datos generales	Galeras	Morocelí
Altitud	800 m	732 m
Precipitación media anual	1,500-2,000 mm	1,200-1,600 mm
Temperatura media anual	23°C	27°C
Rendimiento promedio de maíz	1,250-1,625 kg ha ⁻¹	1,170-1,290 kg ha ⁻¹

Fuente: Departamento de Desarrollo Rural de la EAP.

Características de suelo de las localidades del estudio

En la EAP, el trabajo se realizó en la Terraza 7 de Departamento de Agronomía. En Galeras y Morocelí se utilizaron las parcelas que utiliza el agricultor para sembrar su milpa año tras año. Los análisis de suelo fueron realizados por el Laboratorio de Suelos de la EAP, los resultados se muestran en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Resultados del análisis de suelo de los terrenos utilizados para llevar a cabo el proyecto de fitomejoramiento.

	EAP	Marcos	Modardo	Acusón	Paulino
Textura	Franco	Fco. Arc. Arenoso	Franco Limoso	Fco. Arc. Arenoso	Fco. Arc. Limoso
Materia Orgánica %	2.52 M	3.27 M	2.52 M	3.12 M	2.95 M
pH (H ₂ O)	5.26 FA	5.52 FA	5.41 FA	5.48 FA	5.11 FA
Arena %	42	60	24	64	46
Limo %	34	16	50	10	24
Arcilla %	24	24	26	26	30
Nitrógeno total %	0.12 M	0.16 M	0.12 M	0.15 M	0.14 M
Fósforo ppm	11 B	9.4 B	4.8 B	10.3 B	5.1 B
Potasio ppm	316 A	283 A	230 A	301 A	210 A

A= Alto, M= Medio, B= Bajo, FA= fuertemente Acido

Los análisis de las muestras de suelo de los terrenos donde se evaluó las poblaciones de maíz de los pequeños agricultores indican un contenido medio en materia orgánica. El pH es fuertemente ácido en todas ellas, que podría ser una causa de que el fósforo se encuentre en bajas concentraciones. El contenido de nitrógeno total es igualmente medio así como el de la materia orgánica.

2. Trabajo de Mejoramiento

Teniendo en consideración algunas limitantes para realizar el método de mejoramiento de selección recurrente tradicional de hermanos completos, se diseñó un método, que aunque menos preciso, minimiza la necesidad de recombinaciones fuera de época.

El método se denominó "método de parcelas de selección con cruces de medio hermanos utilizando una mezcla de polen de plantas seleccionadas" y el cual se describe a continuación:

- a) Obtención de muestras. Muestras representativas de la semilla de la variedad que cada agricultor sembró en la época de primera de 1993. Estas semillas que corresponden a la población original se identificaron como la semilla S0. También se recolectó semilla del maíz de ciclo vegetativo corto, llamado "Namasiguc", el que es un cultivar criollo que ha sido seleccionado por varios años y que es muy difundido en la región de Choluteca. En el mes de noviembre de 1993, se obtuvo semilla de variedades de agricultores que participaron de un curso de mejoramiento impartido en la EAP.

Las muestras de semillas de los agricultores colaboradores se obtuvieron en el mes de abril de 1993. Parte se utilizó para el trabajo de fitomejoramiento y la semilla sobrante se almacenó en sobres individuales para las evaluaciones en la época de primera de 1994.

- b) Mejoramiento. Semilla de las muestras colectadas (Cuadro 4) fue sembrada en la estación experimental de Zamorano y en las fincas de los agricultores seleccionados y siguiendo las prácticas culturales utilizadas en cada localidad.

Se realizaron dos ciclos de selección en forma paralela, es decir en la finca de cada agricultor y en la EAP. Los pasos de selección y mejoramiento que se realizaron fueron los siguientes:

b.1) Primer ciclo de selección (junio-noviembre 1993)

En la EAP:

El 6 de junio se sembraron en total seis parcelas con las semillas S0 de las cuatro variedades de maíz colectadas, una mezcla de las cuatro y la variedad Namasigue. La parcela medía 225 m² y consistía de 17 surcos de 15 m de largo, con una distancia de 0.80 m entre surcos. La distancia entre plantas fue de 0.25 m, para obtener alrededor de 1,020 plantas por parcela. A la floración se seleccionaron las mejores 100 plantas siguiendo los criterios aprendidos de los agricultores por medio de la entrevista y de nuestros propios criterios.

La inflorescencia femenina de las plantas seleccionadas fue embolsada con bolsas del tipo "glassine" Lawson # 317, uno o dos días antes de que aparecieran los estigmas. Una vez que emergieron los estigmas y la espiga estaba liberando polen, se levantó ligeramente el "glassine" y con una tijera o una navaja bien afilada se eliminaron aproximadamente 2 centímetros de la punta de la mazorca, cubriéndola inmediatamente con la misma bolsa.

Al día siguiente los estigmas crecieron de dos y medio a tres y medio centímetros, formando una brocha uniforme como resultado del corte realizado el día anterior. Por la tarde del mismo día que se

recortó la punta de la mazorca se cubrió la espiga con una bolsa de papel Lawson # 402.

Al día siguiente, se formó una mezcla de polen de las mismas 100 plantas seleccionadas, con el cual se polinizaron sus estigmas. El glassine que cubría la mazorca se desechó, cubriéndola con la bolsa que tenía la espiga asegurándose de que no tuviera polen y que quedara bien fija a la planta. En dicha bolsa se anotaron los datos relativos a la polinización realizada y el día juliano que correspondía a los días a flor femenina.

A la cosecha se seleccionaron las mejores 50 mazorcas. Cada mazorca se desgranó por separado y se guardó la semilla en sobres individuales. Esta semilla se identificó como la población S1, es decir, la semilla del primer ciclo de selección, obtenida de polinizaciones controladas.

En fincas de los agricultores:

En la siembra de primera, se delimitó un área de 15 x 15 m en la milpa del agricultor colaborador, con aproximadamente la misma cantidad de plantas que en la EAP (1.020). La selección y polinización se llevó a cabo en forma similar a la practicada en la EAP, con la diferencia que en este caso, el agricultor realizó las selecciones y polinizaciones bajo nuestra supervisión:

b.2) Segundo ciclo de selección (junio-noviembre 1994)

La siembra, se realizó en forma similar que en 1993. En la época de primera, en la EAP se sembró la semilla S1 obtenida tanto en la EAP

(S1E), como en las fincas de los agricultores (S1F), con el propósito de realizar el segundo ciclo de mejoramiento y obtener la semilla S2E. En el campo de cada agricultor, se sembró su respectiva semilla (S1F) para el siguiente ciclo de selección. La selección y cruzamientos en todas las localidades se realizó de manera similar que en 1993.

3. Ensayo de evaluación de poblaciones (junio-noviembre de 1994)

En la época de primera de 1994 se montó un ensayo paralelo tanto en la EAP como en la finca de los agricultores para evaluar y comparar las diferencias en las características seleccionadas entre las poblaciones S0 y S1, obtenidas en 1993. En Zamorano se incluyeron seis poblaciones adicionales correspondientes a poblaciones S0 y S1 de tres agricultores que participaron en un curso corto de mejoramiento impartido por este proyecto en 1993, y las poblaciones formadas en la EAP.

En cada finca se evaluaron las poblaciones siguientes:

- 1) S0-F: población de la semilla original de cada uno de los agricultores.
- 2) S1-E: población obtenida del primer ciclo de selección en la EAP de cada uno de los agricultores..
- 3) S1-F: población obtenida del primer ciclo de selección en las fincas de los agricultores colaboradores.

El ensayo de rendimiento en la EAP se estableció de acuerdo con la disposición mencionada en el Cuadro 5 y los tratamientos evaluados se describen en el Cuadro 6.

Cuadro 5. Disposición experimental en la EAP.

Diseño:	Bloques completos al azar
Sistema de cultivo:	Postura
Número de tratamientos	24 (2 restigos, HB-104 y H-29) (Cuadro 7)
Largo de surco:	5.0m
Distancia entre surcos:	0.8m
Distancia entre plantas:	0.25 m
Area de parcela:	16 m ²
Area de parcela útil	8 m ² (dos surcos centrales)
Población teórica:	50,000 plantas por hectárea.
Fecha de siembra	15 de junio de 1994

Cuadro 6. Descripción de tratamientos evaluados en el ensayo de rendimiento de maíz. Zamorano, 1994.

Tratamiento	Población	Descripción
1	S0-F	Población de semilla original de Marcos
2	S0-F	Población de semilla original de Agustín
3	S0-F	Población de semilla original de Paulino
4	S0-F	Población de semilla original de Medardo
5	S1-F	Población del primer ciclo de selección en fincas de Marcos
6	S1-F	Población del primer ciclo de selección en fincas de Agustín
7	S1-F	Población del primer ciclo de selección en fincas de Paulino
8	S1-F	Población del primer ciclo de selección en fincas de Medardo
9	S0-C	Población de semilla original de Rigoberto (Siguatepeque)*
10	S0-C	Población de semilla original de Aquilino (Marcala)*
11	S0-C	Población de semilla original de Víctor (Santa Bárbara)*
12	S1-C	Población obtenida del primer ciclo de selección de Rigoberto
13	S1-C	Población obtenida del primer ciclo de selección de Aquilino
14	S1-C	Población obtenida del primer ciclo de selección de Víctor
15	S0-E	Población de semilla original de la variedad Namasigue
16	S0-E	Población de semilla original de la mezcla de variedades
17	S1-E	Población del primer ciclo de selección de S0 Namasigue
18	S1-E	Población del primer ciclo de selección de S0 mezcla
19	S1-E	Población del primer ciclo de selección en la EAP de Marcos
20	S1-E	Población del primer ciclo de selección en la EAP de Agustín
21	S1-E	Población del primer ciclo de selección en la EAP de Paulino
22	S1-E	Población del primer ciclo de selección en la EAP de Medardo
23	T1	Testigo 1 (H3-104)
24	T2	Testigo 2 (H-29)

* Agricultores participantes en el curso corto de mejoramiento en la EAP

Prácticas culturales

- Fertilización: a la siembra: 72-184-0 kg ha⁻¹ como fórmula 18-46-0
- al aporque (30 dds): 184-0-0 kg ha⁻¹ como urea
- a los 50 dds: 184-0-0 kg/ha como urea
- Control de plagas del suelo: La semilla se trató con el insecticida sistémico Promet 400CS (I.A. furatiocarb) que además de proteger la semilla contra insectos del suelo, protege a la plántula contra lepidópteros del cogollo y hojas, en las primeras 3 semanas después de la siembra.
- Control de plagas del follaje: Solamente se aplicó insecticida Volatón (I.A. Phoxim) y Iorsban (I.A. Clorpirifos) al observar daños siguiendo las instrucciones de la etiqueta del producto.
- Control de malezas: Se usó 2-2.5 kg/ha de Gesapim 90 WG (I.A. Atrazina) preemergente, inmediatamente después de la siembra.
- Aprorque: Realizado a los 30 días después de la siembra al momento de cubrir el fertilizante.

Datos recopilados en el ensayo de rendimiento

Número de plantas	Después del raleo, se anotó el número de plantas por surco.
Días a floración	Anotamos el día juliano en el que el 50% de las plantas de la población llegó a antesis.
Altura de la planta	Altura media de plantas, medida de la base de la planta al comienzo de la ramificación de la espiga. Datos tomados en metros.
Altura de la mazorca	Altura media de las mazorcas, de la base de la planta al nudo que porta la mazorca más alta. Datos presentados en metros.
Acame	Incidencia de plantas acamadas de la raíz o tallo, en porcentaje.
Pudrición de mazorcas	Incidencia de mazorcas podridas, en porcentaje.
Cobertura de las mazorcas	Calificado con una escala de 1 a 5. Una calificación de 1 indica que las mazorcas cosechadas tuvieron buena cobertura. Una calificación de 5 indica que las mazorcas fueron deficientes según esta evaluación.
VAM	Incidencia del plantas atacadas por el virus del achaparramiento del maíz, en porcentaje.

Porcentaje de humedad	Porcentaje de humedad del grano después de cosecha y secado, obtenidos utilizando el Steinlite.
Mazorcas cosechadas	Número de mazorcas cosechadas en la parcela útil.
Daño por cogollero (<i>Spodoptera frugiperda</i>)	Las poblaciones se evaluaron por su resistencia con una escala de 1 a 5, donde 1 representa no daño y 5 mucho daño por cogollero.

Análisis de datos

Los datos obtenidos en los ensayos de rendimiento fueron analizados utilizando modelos lineales disponibles en el paquete estadístico SAS. También se utilizaron técnicas multivariadas (Near Neighbour Analysis) disponible en el paquete estadístico Agrobases 4®, para ajustar los datos por efecto de tendencias en el campo.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Resultados de la entrevista

Con la información generada a través de las entrevistas se seleccionaron los agricultores colaboradores, se identificaron los criterios de selección que estos utilizan (Anexo 2), las características de las variedades que siembran (Anexo 3) y se caracterizaron sus sistemas de producción (Anexo 4).

Los agricultores colaboradores seleccionados para comenzar el proyecto de Mejoramiento de Maíz en Fincas de Pequeños Agricultores fueron Agustín Ferrera y Marcos Oseguera de la localidad de Galeras, y Medardo Vallcillo y Paulino Torres de la localidad de Moroceli. Estos agricultores fueron seleccionados con base en la entrevista, las recomendaciones de trabajo hechas por el extensionista de la EAP en cada una de las zonas y por su interés colaborativo.

Los criterios de selección corroboraron que los principales criterios de selección utilizados por los pequeños productores están relacionados con las características de la mazorca (Anexo 2). La mazorca es la unidad de selección, la cual es seleccionada en la troja. Los agricultores prácticamente no hacen relación entre la mazorca y la planta que la originó. Esto ilustra porqué los pequeños agricultores avanzan muy lentamente en mejorar sus cultivares criollos, y la necesidad de enseñarles a utilizar las características de planta para una mejor selección de su semilla para el próximo ciclo.

Características de los Sistemas de Producción

Los resultados de la entrevista con los agricultores colaboradores (Anexo 3) nos dieron a conocer las características de los sistemas de producción que utilizan. Los cuatro agricultores cultivan maíz como alimento básico. Sólomente siembran en la época de primera y preparan su tierra con ración animal. La forma de siembra es manual y todos siembran 2 semillas por postura en surcos de 0.80-1.00 m. Todos utilizan alguna forma de fertilizante comercial. La variedades que utilizan son de ciclo intermedio a largo.

Tres de ellos tienen un largo historial de utilizar maíces criollos y solamente uno utiliza maíz mejorado (HB-104) que lo obtuvo hace nueve años y lo ha mantenido según sus criterios de selección (Cuadro 7). Tres de los cultivares señalados poseen granos grandes (>37 g por 100 semillas) y uno grano pequeño (22 g por 100 semillas). La textura del endospermo es semi-harinosa.

Cuadro 7. Características de las variedades que utilizan los agricultores.

Agricultor	Localidad	Variedad	Tiempo de Usarla	Peso de 100 Semillas	Textura del Endospermo
Agustín	Galeras	Del País	10 años	36.58 g	3.5†
Marcos	Galeras	Sra. Marta	20 años	37.20 g	3.0
Paulino	Moroceli	Dientillo	10 años	22.41 g	3.0
Medardo	Moroceli	Hb-104	8 años	37.85 g	3.5

† Estimación realizada en Laboratorio de Calidad de Granos de la Universidad de Texas A&M.

‡ Calificación subjetiva en una escala de 1 a 5, en donde, 1=endospermo duro y 5=endospermo suave.

Las características de los sistemas de cultivo de estos agricultores indicaron un buen potencial para incorporarlos como colaboradores en este proyecto y

probar nuestras hipótesis descritas en los objetivos. Sus variedades aparentemente poseen una buena variabilidad para ser sometidas a un proceso de mejoramiento y determinar la factibilidad para un proyecto de conservación piloto en el futuro.

Trabajo de fitomejoramiento

a) Trabajo de Fitomejoramiento en Fincas de Agricultores

Colaboradores

La mayoría de las diferencias en rendimiento observadas en los campos del agricultor se atribuyeron a la población en sí (Cuadro 8) y la media general de las poblaciones fue de 2.3 t ha⁻¹. Esto sugiere que las poblaciones de los maíces criollos cultivadas por estos agricultores son diversas y que poseen un mayor potencial de rendimiento que el expresado a través del promedio nacional, de 1.4 t ha⁻¹.

Cuadro 8. Análisis de varianza para rendimiento de las poblaciones evaluadas en las fincas de los agricultores.

Fuente Variación	GL	Valor F	P _T >F
Modelo	13	5.38	0.0003
Repeticiones	2	1.54	0.2376
Poblaciones	11	6.08	0.0002
S0 vrs S1	1	2.79	0.1089
S0-F vrs SI-F	1	5.51	0.0284
S0-F vrs SI-E	1	0.30	0.5896
SI-F vrs SI-E	1	3.24	0.0858
Error	22		

R² = 0.76 CV = 18% Media general = 2,258 kg ha⁻¹

En términos generales, el modelo probado fue altamente significativo y explicó 76% de la variabilidad en el rendimiento de maíz en las fincas de agricultores. El coeficiente de variabilidad fue bastante aceptable (18%), lo que indica que la selección de las fincas de los agricultores fue bastante buena, ya que se lograron seleccionar parcelas bastante homogéneas, considerando que eran terrenos del agricultor.

Se encontraron diferencias altamente significativas entre las poblaciones evaluadas ($P > F = 0.002$). Los contrastes ortogonales (S0 vs. S1) indican que, en general, hubo cierta depresión endogámica, ya que el rendimiento de las poblaciones S1 fue significativamente inferior al de las S0 en 245 kg ha^{-1} ($P > F = 0.1089$). Las selecciones realizadas por los agricultores (S0-F vs. S1-F) exhibieron el efecto de la depresión endogámica, ya que redujeron significativamente el rendimiento en 417 kg ha^{-1} ; por el contrario, las de los fitomejoradores no lo redujeron significativamente ($P > F = 0.5896$), indicando, que la forma de seleccionar de los mejoradores mantuvo el rendimiento de una generación a otra ($2,421$ vs $2,329 \text{ kg ha}^{-1}$).

Las diferencias descritas anteriormente resultan típicas de un proceso de selección que tiende a reducir la variabilidad, si solamente se deja en manos de los pequeños agricultores. Es aquí, donde la supervisión del fitomejorador profesional es necesaria para evitar reducir la variabilidad, a través de una presión de selección apropiada y el aumento de variabilidad utilizando otras fuentes de germoplasma.

Los promedios de rendimiento se presentan en el Cuadro 9. La población del primer ciclo de mejoramiento en las fincas (S1-F) de Medardo Vallecillo, Moroceli, fue la población que mostró el mayor rendimiento comparada con las

demás poblaciones evaluadas. El rendimiento de S1-F de Medardo Vallecillo fue de 3,058 kg ha⁻¹, lo que significa 780 kg ha⁻¹ más que el rendimiento promedio de todas las poblaciones.

Cuadro 9. Análisis de separación de medias de las poblaciones evaluadas en las fincas de los agricultores colaboradores en Galeras y Morocell, 1994.

Agricultor	Localidad	Población	Media	Orden relativo
Agustín	Galeras	S0	2,659 a	5
Agustín	Galeras	S1-E	1,546 b	11
Agustín	Galeras	S1-F	1,541 b	12
		Promedio	1,916	
		Valor crítico DMS ($\alpha=0.05$)	814	
		Coefficiente de variación (%)	19	
Marcos	Galeras	S0	2,215 a	6
Marcos	Galeras	S1-E	2,975 a	3
Marcos	Galeras	S1-F	1,600 a	10
		Promedio	2,264	
		DMS ($\alpha=0.05$)	1,406	
		Coefficiente de variación (%)	27	
Medardo	Morocell	S0	2,982 a	2
Medardo	Morocell	S1-E	2,703 a	4
Medardo	Morocell	S1-F	3,058 a	1
		Promedio	2,914	
		DMS ($\alpha=0.05$)	1,170	
		Coefficiente de variación (%)	18	
Paulino	Morocell	S0	1,830 a	9
Paulino	Morocell	S1-E	2,092 a	7
Paulino	Morocell	S1-F	1,899 a	8
		Promedio	1,940	
		DMS ($\alpha=0.05$)	526	
		Coefficiente de variación (%)	12	

*Medias seguidas por la misma letra no son significativas al nivel de probabilidades de 0.05, según la prueba DMS.

Observando los datos de rendimiento en el Cuadro 9, encontramos que tres de las poblaciones más rendidoras son poblaciones seleccionadas, de las cuales dos pertenecen a Medardo Vallecillo (tanto la mejorada en la EAP como la

mejorada en su finca). Dos son poblaciones S0, de las cuales una es la población original de Medardo Vallecillo que resultó con el segundo mejor rendimiento, superada únicamente por la población mejorada en su finca.

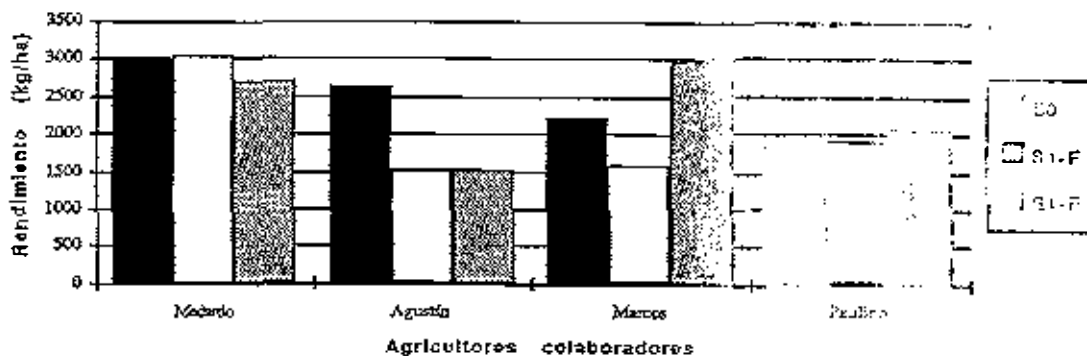
En general, el método de selección utilizado tanto por los agricultores como por los fitomejoradores, mantuvo el rendimiento de la población original, a excepción de la población de Agustín (Cuadro 9). Esta población sufrió una reducción significativo, de más de 1,000 kg ha⁻¹.

La población de Medardo Vallecillo aparentemente tiene un buen potencial para continuar con el mejoramiento; además, él ha realizado un trabajo excelente en su finca para mantener los alelos favorables de rendimiento de la variedad HB-104 durante ocho años ha sido adecuado.

Tomando en cuenta que el rendimiento expresado (fenotípico) en estas poblaciones, no se refiere exactamente a su potencial genético, debido a los efectos ambientales e interacciones, la selección practicada no fue estrictamente por el mejor genotipo, como se demuestra con los altos coeficientes de variación, a excepción de la población de Paulino.

La Figura 1 presenta el cambio en rendimiento como resultado de un ciclo de selección fenotípica, el cual es una muestra del cambio esperado cuando se aplica cierto grado de presión de selección. Unas poblaciones responderán mejor a la selección que otras, y en algunas el efecto de la depresión endogámica será más evidente.

Figura 1. Respuesta a la selección de poblaciones de maíz híbrido HB-104 por los pequeños agricultores en zonas aledañas a Zamboanga, en 1984.



La Figura 1 ilustra muy elocuentemente que la población de Medardo derivada de HB-104, posee el más alto potencial de rendimiento. El índice de selección aplicado, tanto por él mismo como por los fitomejoradores, pudo mantener el rendimiento y adaptación eficientemente.

En la población de Agustín, a pesar de mostrar un buen rendimiento, la presión de selección lo redujo. Esta reducción podría explicarse por los efectos de depresión endogámica o bien, que no se seleccionaron las mejores plantas debido a la escasa variabilidad en la población, ya que los resultados fueron similares sin importar quien hizo la selección. La población de Marcos posee un potencial de rendimiento intermedio, pero posiblemente las mejores plantas que él seleccionó, fueron producto del ambiente (condiciones del terreno, etc.), ya que, los fitomejoradores sí elevaron el rendimiento significativamente. Finalmente, la población de Paulino mostró el menor potencial de rendimiento. A pesar de la presión de selección el método de selección mantuvo el rendimiento de su población, sin sufrir los efectos de la depresión endogámica.

El efecto de la población en la variabilidad de los otros criterios de selección utilizados en este proceso, fue altamente significativo (Cuadro 10), a excepción de resistencia a insectos (cogollero). En general, las poblaciones S1 fueron 2 días más precoces que las S0. La selección en la EAP logró reducir los días a floración en 3 días, mientras que el agricultor no pudo reducir la madurez (Cuadro 10). Aparentemente se hizo un mejor trabajo en la EAP para cobertura de mazorca.

Las otras características no presentaron cambio alguno, pero se nota, en el Cuadro 11, que existen diferencias específicas en función de la variedad. Por ejemplo, la madurez en las poblaciones de Agustín y Medardo, se redujeron en 3 días, y la de Paulino en dos. Aunque se observa una diferencia significativa en altura entre las poblaciones, esta diferencia es mínima (0.2 m como máximo), y no la consideramos importante. La selección por altura de estos maíces criollos en estudio, no será eficaz en obtener cultivares con altura de planta entre 1.9 y 2.0 m, como lo expresaron los agricultores en las entrevistas.

Cuadro 10. Análisis de varianza para algunas características seleccionadas en las poblaciones evaluadas en las fincas de los agricultores.

Fuente Variación	G.L.	Días a flor	Altura de planta	Altura de mazorca	Cobertura de mazorca	VAM	Insectos
Modelo	13	0.0001	0.0015	0.0001	0.0103	0.0001	ns
Repeticiones	2	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Poblaciones	11	0.0001	0.0007	0.0001	0.0064	0.0001	ns
S0 vs S1	1	0.0001	ns	0.1212	0.0445	ns	ns
S1-F vs S1-E	1	0.0001	0.0367	0.0182	ns	ns	ns
S0-F vs S1-F	1	0.0910	ns	0.0139	ns	ns	ns
S0-F vs S1-E	1	0.0001	0.0786	ns	0.0141	ns	ns
Error	22						
R ²		0.97	0.71	0.96	0.64	0.83	0.42
CV %		92	3	4	15	103	15
Medio general		63	2.4	1.4	1.9	3.1	2

La población de Agustín tuvo un ataque del VAM, posiblemente por la localidad y alta presencia de vectores, o porque es más susceptible. La incidencia de daño de cogollero, aunque significativa estadísticamente, no presenta niveles de resistencia adecuados para su utilidad futura (Cuadro 11).

Cuadro 11. Datos promedios para algunas características seleccionadas en las poblaciones evaluadas en las fincas de los agricultores.

Agricultor	Población	Días a flor	Altura de planta	Altura de mazorca	Cobertura de mazorca	VAM	Insectos
Agustín	S0	61	2.2	1.4	2.0	13	2.0
Agustín	S1-E	58	2.4	1.5	1.7	13	2.0
Agustín	S1-F	60	2.4	1.5	1.7	12	2.2
Marcos	S1-E	64	2.5	1.6	1.9	0	2.0
Marcos	S0	65	2.4	1.5	2.1	0	2.0
Marcos	S1-F	67	2.3	1.4	2.4	0	2.2
Modesto	S1-F	62	2.4	1.1	1.9	0	1.7
Modesto	S0	63	2.3	1.1	2.7	0	1.9
Modesto	S1-E	60	2.3	1.1	1.8	0	2.1
Paulino	S1-E	63	2.5	1.4	1.6	0	1.8
Paulino	S1-F	63	2.4	1.4	1.8	0	1.7
Paulino	S0	65	2.6	1.6	1.6	0	2.0
DMS (0.005)		1	0.1	0.1	0.5	5.4	0.5
Media de:	S0	64	2.4	1.4	2.1	3	2.0
	S1-E	61	2.4	1.4	1.8	3	2.0
	S1-F	63	2.4	1.4	2.0	3	2.0
Media general		63	2.4	1.4	1.9	3.1	2

Trabajo de Fitomejoramiento en la Escuela Agrícola Panamericana

Las diferencias observadas en el rendimiento de las poblaciones en estudio fueron altamente significativas (Cuadro 12). El rendimiento promedio alcanzó 4,514 kg ha⁻¹, lo que equivale a más del doble que el obtenido en las fincas de los

agricultores. Nuevamente, se nota el buen potencial de rendimiento de las poblaciones criollas utilizadas en este estudio.

Cuadro 12. Análisis de varianza para rendimiento de las poblaciones evaluadas en la Escuela Agrícola Panamericana.

Fuente Variación	GL	Valor F	Pr > F
Modelo	25	5.03	0.0001
Repeticiones	2	0.05	0.9558
Poblaciones	23	5.46	0.0001
S0 vs S1	1	1.54	0.2207
S0-F vs S1-F	1	0.00	0.9665
S1-E vs (S1-F + S1-C)	1	18.22	0.0001
S1-F vs S1-C	1	7.38	0.0092
Error	46		
R ² = 0.73 CV = 19% Media general = 4,814 kg ha. ⁻¹			

El modelo probado fue altamente significativo y expresa 70% de la variabilidad en rendimiento. Se detectaron diferencias altamente significativas entre las poblaciones evaluadas. Los contrastes ortogonales (S0 vs S1), muestran que el rendimiento de las poblaciones S0 y S1 evaluadas en la EAP, fue estadísticamente similar. Aunque los agricultores fueron capaces de mantener el rendimiento, ninguno lo aumentó significativamente ($Pr > F = 0.9665$). En general, la forma de seleccionar de los fitomejoradores mantuvo el rendimiento de una generación a otra ($Pr > F = 0.1419$). Las selecciones realizadas por los agricultores colaboradores y los agricultores del curso redujeron el rendimiento significativamente en 1,046 kg ha⁻¹ provocando depresión endogámica ($Pr > F = 0.0001$).

El análisis de vecinos más cercanos (NNA) aplicado para ajustar por tendencias en el campo, hizo un ajuste adecuado a los valores de rendimiento, a pesar de que las tendencias en el campo no fueron significativas. El Cuadro 13

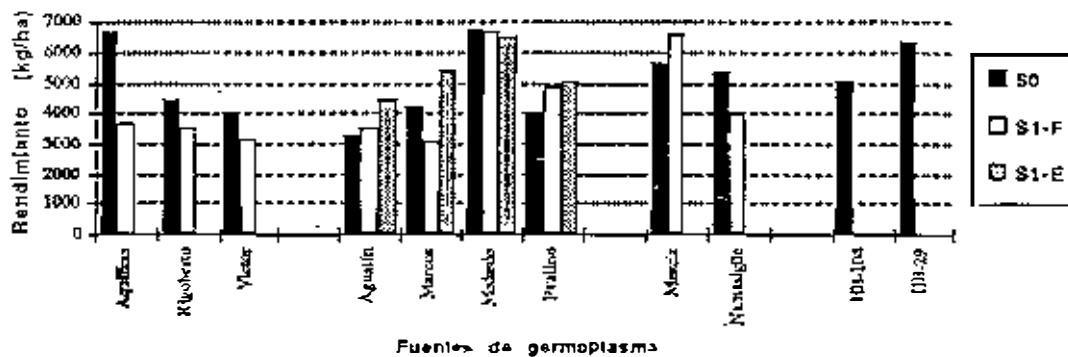
muestra las medias de rendimiento ajustadas mediante el NNA. La mejor población, fue la S0-F de Medardo Vallecillo de la localidad de Morocelí (6,940 kg ha⁻¹), la que también presentó el segundo mejor rendimiento en finca (2,982 kg ha⁻¹). La diferencia en rendimiento entre el trabajo realizado en la EAP y el realizado en las fincas posiblemente se deba a diferencias en el manejo agronómico del cultivo.

Cuadro 13. Rendimientos promedios ajustados mediante el Análisis de Vecinos Cercanos (Nearest Neighbour Analysis) de las poblaciones de maíz evaluadas en la EAP. Zamorano, 1994.

Agricultor	Localidad	Población	Ajustada		
			Media	Rank	LSD
Agustín	Galeras	S0-F	6,778	22	ef
Agustín	Galeras	S1-E	5,041	14	abcdef
Agustín	Galeras	S1-F	3,605	20	cdef
Marcos	Galeras	S0-F	4,989	15	abcdef
Marcos	Galeras	S1-E	5,311	8	abcde
Marcos	Galeras	S1-F	2,536	24	f
Medardo	Morocelí	S0-F	6,940	1	a
Medardo	Morocelí	S1-E	5,837	5	abc
Medardo	Morocelí	S1-F	5,965	3	abc
Paulino	Morocelí	S0-F	4,488	18	abcdef
Paulino	Morocelí	S1-E	5,174	11	abcdef
Paulino	Morocelí	S1-F	5,168	12	abcdef
Aquilino	Marcala	S0-C	6,778	2	ab
Aquilino	Marcala	S1-C	4,173	19	bodef
Rigoberto	Signatepeque	S0-C	5,115	13	abcdef
Rigoberto	Signatepeque	S1-C	3,138	21	def
Victor	Sta. Bárbara	S0-C	4,916	16	abcdef
Victor	Sta. Bárbara	S1-C	2,967	23	ef
Mezcla	4 Agrí. col.	S0-E	5,448	7	abcde
Mezcla	4 Agrí. col.	S1-E	5,963	4	abc
Namasigüe	Choluteca	S0-E	5,292	9	abcde
Namasigüe	Choluteca	S1-E	4,633	17	abcdef
Testigo 1 (variedad)	EAP	HB-104	5,244	10	abcde
Testigo 2 (Hibrido doble)	EAP	H-29	5,671	6	abcd
Promedio general			4,890		
Valor crítico de DMS _{α=0.05}			1,503		
Coefficiente de variación (%)					

Al considerar las primeras diez poblaciones del Cuadro 14 observamos que seis son S1, de las cuales cuatro son S1E y dos S1F, señalando que ha habido avance en la selección de algunas poblaciones. Cuatro son poblaciones S0, de las cuales una es la población original de Medardo Vallecillo que resultó con el mejor rendimiento (6729 kg ha^{-1}). Esto significa que la variedad de Medardo Vallecillo tiene un amplio potencial para continuar con el mejoramiento y que el trabajo realizado en su finca para mantener los alelos favorables de rendimiento de la variedad HB-104 durante 8 años ha sido adecuado, reforzando lo que se concluyó del ensayo en fincas acerca de la variedad de Medardo. La Figura 2 presenta el cambio en rendimiento como resultado de un ciclo de selección fenotípica, el cual es una muestra del cambio cuando se aplica cierta grado de presión de selección. Las respuestas de las poblaciones a la selección varían dependiendo de su variabilidad.

Figura 2. Respuesta a la selección de poblaciones de maíz utilizadas por los pequeños agricultores en zonas aldeañas a Zamorano, en 1994.



En la Figura 2, encontramos que los primeros tres agricultores son los participantes del curso que alcanzaron a realizar las prácticas de selección y

cruzamiento en la época de primera de 1993 (junio-noviembre). Podemos observar que estos tres agricultores redujeron el rendimiento con el primer ciclo de selección. Esta reducción puede explicarse porque estos agricultores realizaron la selección a modo de prueba con un reducido número de plantas y a que la muestra de grano para realizar el ensayo de evaluación fué solo de dos plantas, lo que probablemente generó depresión endogámica. En visitas subsiguientes pudimos comprobar que el trajo de selección formal lo comenzaron a realizar en la época de primera de 1994 (junio-noviembre).

La Figura 2 también muestra el cambio en rendimiento de las variedades de los agricultores colaboradores después del primer ciclo de selección. La población de Agustín Ferrera mostró aumento en rendimiento, lo mismo sucedió con la población de Paulino Torres, mostrando alto potencial de rendimiento. La población de Marcos a pesar de mostrar un alto incremento en rendimiento de su población SI-E, la presión de selección redujo el de la SI-F. Esta reducción posiblemente se deba a posiblemente al efecto ambiental. La población de Medardo Vallecillo a pesar de poseer el potencial más alto de rendimiento, el método de selección aplicado mantuvo el rendimiento eficientemente. Contrario a lo obtenido en la finca la población de Agustín en la EAP aumentó el rendimiento.

La población formada de la mezcla mostró incremento significativo en rendimiento después del primer ciclo de selección. Este incremento, posiblemente, se debe a la gran variabilidad que posee esta población debido a que está compuesta de la mezcla de la semilla de los cuatro agricultores colaboradores y la variedad Namasigue.

Finalmente encontramos en la Figura 21 a la población Namasigue, que a pesar de mostrar buen rendimiento, la presión de selección lo redujo, posiblemente debido a la baja variabilidad existente en dicha población.

El efecto de la población en la variabilidad de los otros criterios de selección utilizados en este proceso, fue altamente significativo (Cuadro 14). La selección en la EAP logró reducir en 3 días la floración, mientras que el agricultor la redujo únicamente en un día y los participantes del curso no pudieron reducir la madurez (Cuadro 15). La población SI-C empeoró su cobertura, debido posiblemente a que el trabajo realizado por estos agricultores lo realizaron como práctica para validar lo aprendido en el curso. Las otras características no presentaron cambio alguno, pero en el Anexo 3 se nota claramente que existen diferencias específicas en función de la variedad. Por ejemplo, la altura de mazorca de la población SI-F de Agustín se redujo 28 cm y la SI-E en 35 cm.

Cuadro 14. Análisis de varianza para algunas características seleccionadas en las poblaciones evaluadas en la EAP.

Fuente Variación	G.L.	Días a flor	Altura de planta	Altura de mazorca	Cobertura de mazorca	VAM	Insectos
Modelo	25	0.0001	0.0001	0.0001	0.0007	0.0001	0.0060
Repeticiones	2	ns	0.0008	0.0002	0.0241	ns	0.0005
Poblaciones	23	0.0001	0.0001	0.0001	0.0011	0.0001	0.0504
S0 vs S1	1	0.0770	ns	ns	ns	ns	ns
SI-E vs (SI-F+SI-C)	1	0.0001	ns	0.0325	0.0535	ns	ns
SI-F vs SI-C	1	0.0001	ns	ns	0.0549	ns	ns
S0-F vs SI-F	1	ns	ns	ns	ns	ns	ns
S0-F vs SI-E	1	0.0001	ns	ns	0.0336	ns	0.0531
Error	46						
R2		0.98	0.72	0.82	0.62	0.82	0.56
CV %		96	6	9	12	92	12
Media general		61	2.4	1.4	1.8	2.4	1.5

Cuadro 15. Datos promedios para algunas características seleccionadas en las poblaciones evaluadas en la Escuela Agrícola Panamericana.

Agricultor	Población	Días a flor	Altura de planta	Altura de mazorca	Cobertura de mazorca	VAM	Insectos
Agustín	S0	57	2.4	1.5	1.9	5.2	1.8
Agustín	S1-E	57	2.6	1.6	1.5	7.0	1.4
Agustín	S1-F	58	2.5	1.6	1.5	10.0	1.7
Marcos	S1-E	63	2.7	1.7	1.7	0	1.4
Marcos	S0	64	2.6	1.5	1.7	0	1.4
Marcos	S1-F	64	2.6	1.7	1.8	0	1.7
Medardo	S1-F	60	2.3	1.3	2.0	0	1.4
Medardo	S0	61	2.3	1.3	2.3	0	1.5
Medardo	S1-E	59	2.3	1.1	1.6	0	1.4
Paulino	S1-E	61	2.5	1.5	1.9	0	1.5
Paulino	S1-F	62	2.5	1.6	1.8	0	1.4
Paulino	S0	63	2.7	1.9	1.5	0	1.6
Aquilino	S0-C	62	2.4	1.4	1.6	8.4	1.4
Aquilino	S1-C	62	2.1	1.1	2.0	12.1	1.7
Rigoberto	S0-C	64	2.5	1.3	1.9	0	1.4
Rigoberto	S1-C	65	2.5	1.5	2.0	0	1.5
Victor	S0-C	65	2.7	1.7	1.6	0	1.6
Victor	S1-C	67	2.7	1.8	1.9	0	1.6
Mecela	S0	58	2.5	1.5	1.8	1.9	1.6
Mecela	S1-E	58	2.4	1.3	1.6	0	1.5
Namasigue	S0	55	2.1	1.1	2.0	6.3	1.8
Namasigue	S1-E	55	2.3	1.2	1.9	7.0	1.6
DMS (0.005)		1	0.2	0.2	0.4	3.7	0.3
Medio:	S0	59	2.4	1.4	1.9	2.7	1.6
	S0-C	64	2.5	1.5	1.7	2.8	1.5
	S1-C	65	2.4	1.5	2.0	4.0	1.6
	S1-E	59	2.5	1.4	1.7	2.3	1.5
	S1-F	61	2.5	1.6	1.8	2.5	1.6
Medio general		62	2.4	1.4	1.8	2.4	1.5

V. CONCLUSIONES

1. Los criterios de selección indicados por los agricultores colaboradores para llevar a cabo el proyecto de mejoramiento son adecuados para el mejoramiento de sus poblaciones de maíz.
2. El método de selección utilizado en las poblaciones de maíz de pequeños agricultores colaboradores es efectivo para la conservación y en algunos casos para el mejoramiento de sus poblaciones en un solo ciclo de selección considerando la variabilidad original y la presión de selección.
3. Las poblaciones seleccionadas por los fitomejoradores mostraron mayor rendimiento en las fincas de los agricultores, pero no en la EAP.
4. Existen poblaciones de maíz de pequeños agricultores colaboradores en el proyecto de fitomejoramiento que tienen alto potencial para poder ser mejoradas
5. Las poblaciones de los agricultores colaboradores pueden ser seleccionadas por alto rendimiento, buena cobertura, madurez intermedia, plantas altas y una altura de mazorca adecuada.

VI. RECOMENDACIONES

1. Continuar con la capacitación de agricultores para que anmenten su eficiencia de selección.
2. Mejorar el muestreo de grano de las poblaciones generadas de los agricultores de los cursos para que sea representativo el esfuerzo generados por ellos.
3. Desarrollar en 1995 un taller que rcuna a los agricultores colaboradores, agricultores que participaron en los cursos que aplicaron la metodología y a los fitomejoradores para discutir los resultados de años anteriores.
4. Definir la varianzá original de las poblaciones previo al inicio de cualquier estudio para poder medir variabilidad y constatar avance y mantenimiento de estas poblaciones,
5. Diseñar un estudio para cuantificar la variabilidad dentro de las poblaciones y el cambio debido a la presión de selección en múltiples ambientes incluyendo las poblaciones S2 generadas en 1994.
6. Incluir días a madurez fisiológica como criterio de selección.

VII BIBLIOGRAFIA

- BENTLEY, J.; SHAXSON L. 1982. Factores económicos que influyen sobre la selección de tecnología para el control de plagas: Un ejemplo de Honduras. 4to Congreso Internacional MIP. 20-24 abril, 1992. El Zamorano Honduras.
- Censo Nacional Agropecuario. 1994. Plan de acción para incrementar la producción de granos básicos en el ciclo agrícola 1994-95. Tegucigalpa M.D.C.
- CIAT. 1982. Memorias de la reunión de trabajo sobre semilla mejorada para el pequeño agricultor. Cali-Colombia, Agosto 1982.
- CIAT. 1989. Farmer participation in technology design and transfer. Activity report 1988-89. Prepared for the W. K. Kelloggs Foundation. Cali-Colombia.
- CIMMYT. 1984. International Maize Testing Program. Informe preliminar.
- COLLINSON M. P. 1982. Farming systems research in Eastern Africa: The Experience of CIMMYT and some National Agricultural Research Services, 1976-81. Department of Agricultural Economics, Michigan State University. East Lansing, Michigan.
- COMSTOCK, R. E.; MOLL R. H. 1963. Genotype x environment interactions. p. 164-166. In W. D. Hanson and H. F. Robinson (eds.) Statistical genetics and plant breeding. NAS-NRC Publ. 982, Washington, D. C.

- CORRAL, L. 1993. Desarrollo de híbridos de maíz en la EAP. Propuesta de investigación sometida al Departamento de Agronomía de la EAP. Zamorano, Honduras. p 1-2.
- CRAVIOTO, R.O.; MASSIEU, G.H.; CRAVIOTO, O. Y.; FIGUEROA, F. 1952. Effect of unweeded corn and mexican tortilla upon growth of rats fed on a niacin-trihipthophan deficicnt diet, J. Nutr. 48:453-459.
- CROSSA, J.; TABA, S.; WELLHAUSEN, E. J. 1990. Hcteromic patterns among Mexican races of maize. Crop Sci. (EE.UU) 30:1182-1190.
- FAO. 1992. Anuario FAO de producción 1989. Colección FAO. Estadística No. 43. Roma. Italia.
- FARRINGTON, L.; MARTIN, A. 1987. Farmer participatory research. Agricultural Administration NETWORK.
- FUENTES C. I. 1994. Caracterización de germoplasma de maíz hondureño. Tesis de Ingeniero Agrónomo presentada a la Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano.
- GOMEZ, F. 1993. Conservación *in situ* y mejoramiento del maicillos (Sorghum bicolor L. Moench). Informe Anual de Investigación-1993. Vol. 6:123-130.
- GRAFIUS, J. E. 1965. A geometric approach to the selection index. p. 31-41. In A geometric of plant breeding. Michigan State Univ. Agric. Exp. Sm. Bull. 7.
- HALLAUER, A. R., W. A. RUSSELL, and K.R. LAMKEY. 1988. Corn breeding. p. 463-564. In G. F. Sprague and J. W. Dudley (eds.) Corn and Corn

Improvement. 3er ed. Agmn. Monogr. 18 ASA, CSSA, and SSSA, Madison, WI.

HARLAN, H. V.; MARTINI M. L.; HARLAND STEVENS. 1940. A study of methods in breeding. U. S. Department of Agriculture. Technical Bulletin. pp 720.

HAUGERUD, A.; COLLINSON M. P. 1990. Plants, genes and people: improving the relevance of plant breeding in Africa. *Expl. Agric.* 26: 341-362.

HAYES, H. K.,; DUMER F. R.; SMITH D. C. 1955. Methods of plant breeding 2nd edition. McGraw Hill Book Company. New York.

JOHNSON, A. W. 1971. Sharecroppers of the sereno: economics and dependence on a brasilian plantation. Stanford University Press.

JOHNSON, B., C. O. GARDNER, and K.C. WREDE. 1988. Application of an optimization model to multi -trait selection programs. *Crop Sci.* 28:723-728.

JOHNSON, E. C., and K. S. FISCHER., 1979. Ideas for improvement of efficiency maize varieties. Proc. XXV Ann. Meeting of the Central Amer. Coop. Proc. for the Improvement Food Crops (PCCMICA). Tegucigalpa, Honduras.

KAUFFMANN, K. D.; DUDLEY, J. W. 1979. Selection indices for grain yield. percent protein, and kernel weigth. *Crop Science (EE.UU.)*. 19 (5): 567-756 pp.

LINNEKIN, J. 1987. Categorize, cannibalize? Humanistic quantification in anthropological research. *American Anthropologist* 89(4):920-926.

- MARQUEZ S., F. 1976. El problema de la interacción genético-ambiental en genotecnia vegetal. PATENA. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 113pp.
- MARQUEZ S., F. y HERNANDEZ A. J. 1976. Comparación de parcelas mateadas y miniparcels con parcelas experimentales convencionales en la evaluación de 16 variedades de trigo. En: Memoria 60. Congr. Nal. de Fitotecnia Monterrey, Nuevo León, México. pp: 242-275.
- MAURYA, D. M.; A. BOTIRAL; J. FARRINGTON. Improved livelihoods, genetic diversity and farmer participation: a strategy for rice breeding in rainfed areas of India. *Expl. Agric.* 24: 311-320.
- MOLL, R. H., C. W. STUBER, and W. D. HANSON. 1975. Correlated responses and responses to index selection involving yield and ear height of maize. *Crop Sci.* 15:243-247.
- MORROW, G. E., and GARDNER, F. D. 1893. Field experiments with corn. Illinois Agricultural Experiment Station. Bulletin 25.
- POEHLMAN, M. J. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Universidad de Missouri. Editorial Limusa, México, 1987.
- POEY, F. 1982. Calidad y características varietales de la semilla guardada por el pequeño agricultor. Memorias de la Reunión de Trabajo sobre Semilla Mejorada por el Pequeño Agricultor. Cali-Colombia, 1982.
- PUERTA, R. A. 1989. El pequeño agricultor en Honduras: situación y perspectivas de desarrollo. Instituto de Investigación y Formación Cooperativista. Tegucigalpa, D. C. Honduras, C. A., 1989, pp 21-34.

- QUEZADA N. A.; SCOBIE G. M.; SHULTE R. B. Maíz: Situación de oferta y demanda y necesidad de importaciones. AID-1987.
- RUNGE, E. C. A. 1968. Effects of rainfall and temperature interactions during the growing season on corn yield. Agron. J. 60:503-507.
- SANCHEZ, R.R. 1986. Genética elemental y fitomejoramiento práctico: conservación de germoplasma. Tampico, México. pp 317-321.
- SERNA S. y SALDIVAR y L. 1988. Valor nutritivo de las tortillas de maíz y sorgo. CEIBA 29:
- SMITH M. E. and R. W. Zobel. 1988. Plant genetic interacción in alternative cropping systems: Consideration for breeding Methods. In Plant Breeding and Sustainable Agriculture: Considerations for Objectives and Methods. CSSA Special Publication. pp 57-8.
- TATUM, L. A., and W. R. KEHR. 1951. Observations on factors affecting seed set with inbred strains of dent corn. Agron. J. 43:270-275.
- ZUNIGA M. 1991. Comparación de la Calidad Física y Fisiológica de la Semilla de Maíz Obtenida Bajo Tres Sistemas de Producción. Tesis de Ingeniero Agrónomo presentada a la Escuela Agrícola Panamericana. El Zamorano.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Entrevista realizada para los agricultores de las localidades de Galeras y Morocclí

Fecha de la entrevista.....

Nombre del agricultor.....

Ubicación de la finca.....

a) Comunidad y municipio.....

b) Altura promedio de la finca.....

Preguntas:

1. ¿Área de la finca destinada al cultivo de maíz?

a) en primera b) en postrera e) en verano

2. ¿Fecha aproximada de siembra?

a) primera b) postrera c) verano

3. ¿Cómo prepara la tierra para el cultivo de maíz?

a) tractor b) buey c) espeque

4. ¿Qué variedades de maíz conoce?

5. ¿Qué variedad de maíz siembra? (Indicar nombre)

a) criolla b) mejorada c) híbrido

6. ¿Qué variedades ha sembrado en años anteriores?

7. Si ha cambiado de variedad en los últimos cinco años, indicar la razón del cambio (1= más importante, 8= menos importante).

a) rendimiento

b) resistencia a plagas

c) resistencia a enfermedades

d) precocidad

- e) color del grano
- f) almacenamiento
- g) tiempo de cocción
- h) otros

8. ¿De dónde obtiene su semilla?

- a) propia
- b) vecinos
- c) pulpería
- d) almacén agropecuario
- e) otros

9. Si guarda su propia semilla, ¿Selecciona Ud. la semilla?

- a) si
- b) no

10) Si selecciona su semilla, ¿Cómo la selecciona?

- a) características de la planta
- b) características de la mazorca
- c) características del grano
- d) todas las anteriores

11) ¿Qué características de la planta toma en cuenta y cuál es la principal?

12) ¿Qué características de la mazorca toma en cuenta y cuál es la principal?

13. ¿Qué características del grano toma en cuenta y cuál es la principal?

14. ¿Qué sistema de cultivo utiliza? (unicultivo, asocio, relevo, otro).

15. ¿Qué otros cultivos entran en el sistema?

16. ¿Cuánto de semilla de maíz usa por manzana y cómo la siembra? (distancia entre surcos y posturas, número de semillas por postura).

17. ¿Fertiliza el maíz?

- a) sí
- b) no

18. ¿Qué fertilizante usa y en qué cantidad?

19. ¿Dispone de facilidades de riego?

- a) sí
- b) no

20. Si dispone de riego, ¿Cuánto y cuándo riega?

21. ¿Qué plagas o enfermedades son las que causan más problemas en el maíz de la finca?
a) primera b) postrera
22. ¿Cómo combate las plagas?
23. ¿Cómo combate las enfermedades?
24. ¿Cómo combate las malezas?
25. ¿Cuándo siembra sus cultivos?
26. ¿Cuándo cosecha sus cultivos?
27. ¿Qué destino le dá a la producción?
a) % consumo b) % venta c) % semilla d) % otros
28. ¿De qué manera almacena su maíz y por qué?

BIBLIOTECA WILSON POPPIOR
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 88
TEGUCIGALPA HONDURAS

Anexo 2. Criterios de selección de los agricultores encuestados en la zona de Galeras.

Agricultores	Planta					Mazorca					Grano					
	Altura Vigor	Preco ciedad Acame	Grosor tallo	Sanidad	Altura mazorca	Número Hilera	Número Hilera	Reci- tud Hileras	Sanidad	Tamaño	Cober- tura	Color	Tamaño Formales	Rendidor Resistenci a a Pica		
Agustín Ferrera				X				X	X	X	X	amarillo	X	X		
Marco T. Jiménez								X	X	X		amarillo	X	X		
Raúl Jiménez					X				X	X		amarillo	X	X		
Alfonso Ferrera									X	X		amarillo	X	X		
Antonio Rodríguez						X			X	X		amarillo	X	X		
Marcos Oseguera						X			X	X		amarillo	X	X		
Héctor Barahona								X	X	X		amarillo	X	X		
Amaldo Flores									X	X		amarillo	X	X		
Ricardo Alvarado								X	X	X		amarillo	X	X		
Tomás Rosales								X	X	X		amarillo	X	X		
Frecuencia	0	0	0	1	0	2	2	5	7	10	1	10	10	10	5	6

Anexo 2. Criterios de selección de los agricultores encuestados en la zona de Morocelt.

Agricultores	Planta					Mayoría					Grano								
	Altura	Vigor	Preco- cidad	Acame- tallo	Gruesor tallo	Sonidad	Almaza	Número mazorca	Hileras	Número Hileras	Recí- tud	Sonidad	Tamaño	Cobertura	Color	Tamaño	Forma	Rendidor en torrijas	Resistencia a Pica
Carlos Navarro								X		X			X		blanco	X			X
Eusebio Vallecillo													X		blanco	X		X	X
Tomás Velásquez													X		blanco	X			
Paulino Torres							X	X		X			X			X			X
Juan Pablo Torres										X			X		blanco	X		X	X
Eusebio Matamoros							X	X			X		X		blanco	X			X
Rodolfo Vázquez							X	X			X		X		blanco	X		X	X
Medardo Vallecillo								X		X			X		blanco	X		X	
Javier Reyes											X		X		blanco	X		X	
Angel Gutiérrez													X		blanco	X		X	X
Frecuencia	0	0	0	0	0	0	0	3	5	4	4	10	1	9	10	10	6	7	7

Anexo 3, Características varietales de los agricultores encuestados en el área de Galeras.

AGRICULTOR	VARIEDAD	TIEMPO DE USARLA	CICLO VEGETATIVO	% HUMEDAD AIMACEN
Agustín Ferrera	Del País	10 años	90 días	13.5
Marcos Jiménez	Serena	5 años	95 días	13.7
Raúl Jiménez	Híbrido	4 años	90 días	13.5
Alfonso Ferrera	Del País	7 años	90 días	13.4
Antonio Rodríguez	Taberón	15 años	105 días	13.5
Marcos Oseguera	Santa Marta	20 años	90 días	13.1
Héctor Barahona	Compuesto	6 años	110 días	13.6
Antonio Oseguera	Santa Marta	7 años	90 días	14.0
Tomás Ferrera	Taberón	5 años	100 días	13.8
Ricardo Alvarado	Maíz amarillo	4 años	95 días	13.6

Los agricultores seleccionados como colaboradores son los que poseen variedades que han sembrado por mucho mas tiempo, a excepción de Antonio Rodríguez que no tenía interés en colaborar en el proyecto. Datos tomados en abril de 1993.

Anexo 3. Características varietales de los agricultores encuestados en el área de Moroceli.

AGRICULTOR	VARIEDAD	TIEMPO DE USARLA	CICLO VEGETATIVO	% HUMEDAD ALMACÉN
Carlos Navarro	H-5	5 años	105 días	14.2
Eugenio Vallecillo	Guayape	4 años	90 días	13.2
Medardo Vallecillo	HR-104	8 años	85 días	13.3
Tomás Velásquez	HPB	3 años	105 días	13.0
Paulino Torres	Dientillo	10 años	90 días	13.1
Juan Torres	Dientillo	4 años	90 días	16.6
Eusebio Matamoros	HPB	4 años	90 días	13.8
Rodolfo Vásquez	HPB	2 años	105 días	13.5
Javier Reyes	H-5	4 años	105 días	14.0
Angel Gutiérrez	HPB	3 años	90 días	13.3

Los agricultores seleccionados como colaboradores son los que poseen variedades que han sembrado por mucho mas tiempo. Datos tomados en abril de 1993.

Anexo 4. Características de los sistemas de producción de los agricultores colaboradores.

Agricultor	Medardo Vallecillo	Paulino Torres	Marcos Osiguera	Agustín Ferrera
Localidad	Morocel, El Paraiso	Morocel, El Paraiso	Galeras, F.M.	Galeras, F.M.
Variiedad	Ib-104	Dientillo	Santa Marta	Del país
Area de siembra	5 hectáreas	8 hectáreas	3 hectáreas	2.5 hectáreas
Uniformidad del área	uniforme	muy desuniforme	desuniforme	desuniforme
Prácticas agronómicas				
a) Siembra	Primera	Primera	Primera	Primera
b) Aporque	30 días	30 días	30 días	30 días
c) Cosecha	150 días	120 días	150 días	150 días
Preparación de tierra	tracción animal	tracción animal	tracción animal	tracción animal
Densidad de siembra				
a) Distancia entre plantas	0.4 m	0.5 m	0.5 m	0.6 m
b) Distancia entre surcos	0.8 m	1.0 m	1.0 m	0.9 m
c) Semillas por postura	2 o 3	2 o 3	2 o 3	2 o 3
Fertilización				
a) Siembra	18-46-0 65 kg/ha	18-46-0 65 kg/ha	18-46-0 65 kg/ha	no aplica
b) Aporque	18-46-0 65 kg/ha	18-46-0 65 kg/ha	Urea 17 kg/ha y 50 kg/ha de 12-24-12	Urea 65 kg/ha

DATOS BIOGRAFICOS

Nombre: Rommel Rigoberto Reconco Euceda.
 Fecha de Nacimiento: Octubre 22, 1970.
 Lugar de Nacimiento: La Lima, Cortés, Honduras.
 Estado Civil: Soltero.
 Dirección: Col. El Maestro #88, La Lima, Cortés.
 Honduras.

EDUCACION:

Agrónomo	Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, Honduras.	1992
Secundaria	Liceo Militar del Norte, San Pedro Sula, Honduras.	1987
Primaria	Escuela Esteban Guardiola, La Lima, Honduras	1982