

Validación de la metodología y evaluación de la ganancia genética en maíces criollos mediante fitomejoramiento participativo

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado
Académico de Licenciatura

presentado por

Edwin David Flores López

Zamorano, Honduras

Mayo, 1998

El autor concede a Zamorano permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para fines educativos. Para otras personas físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

Edwin Flores

Zamorano, Honduras
Mayo, 1998

Validación de la metodología y evaluación de la ganancia genética en maíces criollos mediante fitomejoramiento participativo

presentado por

Edwin Flores

Aprobada:

Juan José Alán, Ph.D
Asesor Principal

Juan Carlos Rosas, Ph.D
Jefe de Departamento

Rommel Reconco, Ing. Agr.
Asesor

Antonio Flores, Ph.D
Decano Académico

Raúl Espinal, Ph.D
Asesor

Keith Andrews, Ph.D
Director

Juan José Alán, Ph.D
Coordinador PIA

DEDICATORIA

A Dios, nuestro padre, quien me ha dado la vida y me ilumina el camino.

A mi abuelo Mariano López (QDDG), por estar siempre a mi lado.

A mis padres, por su eterno amor y comprensión en todo momento.

A mis hermanos, Juan Carlos y Olga Larissa, quienes nunca que me han dejado solo.

A mis sobrinos, por su inocencia y ternura.

A mi novia Verónica, por su sincero amor y apoyo en cualquier circunstancia.

A los futuros padres de familia, por que en sus manos está el forjar a los hombres que edificarán un mañana mejor.

AGRADECIMIENTOS.

Al Dr. Francisco Gómez por haber confiado en mí para la conducción de este proyecto y por su interés en formarme profesionalmente. Mil gracias por su apoyo y valiosos consejos en todo momento.

A la Dra. Margareth Smith por su gran espíritu humano y por su ayuda cuando todo parecía perdido.

Al Dr. Juan José Alán por su amistad y su valioso tiempo dedicado a la realización de este documento.

Al Dr. Juan Carlos Rosas por el apoyo e interés en la realización de este trabajo.

A los Drs. Margoth de Andrews, Raúl Espinal, Pablo Paz y Wilfredo Colón por sus valiosas aportaciones en la conducción del experimento.

Al Ing. Agr. Rommel Reconco, por su colaboración y asesoría en la conducción del experimento.

A los Ings. Mauricio Zuniga, Pedro Quiel, Edgardo Varela, Edward Moncada, Javier Bueso, Jorge Morán, Alex García, Rafael Mateo, Julio Ventura y Nahún Valladares por su amistad y por brindarme siempre su valiosa colaboración.

A mis colegas y amigos del programa de Ingeniería por hacer mi estadía en Zamorano grata y por el apoyo moral que siempre me han demostrado. Sigán luchando, con mucha determinación, para alcanzar sus metas. Uds. serán siempre mis mejores amigos.

A mis compañeros del Departamento de Agronomía, en especial a Rodolfo Pacheco por la valiosa colaboración en la realización del curso de capacitación y por su gran espíritu de solidaridad y compañerismo.

A la familia Morán Berlioz por el apoyo y sincera amistad a través del tiempo. Gracias por el calor familiar que me han brindado.

A todo el personal administrativo y de campo del Departamento de Agronomía y de CITESGRAN, quienes no sólo me han brindado un armonioso ambiente de trabajo sino también una sincera amistad.

AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES

A Zamorano y al Instituto Internacional de Alimentación y Desarrollo de la Universidad de Cornell (CIIFAD), por haberme brindado el financiamiento para la realización de este proyecto.

RESUMEN

Flores L., Edwin 1998. Validación de la metodología y evaluación de la ganancia genética en variedades criollas de maíz mediante fitomejoramiento participativo. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Hond. 48 p.

En Honduras, el maíz es la principal fuente de alimento básico para la mayoría de la población. El 45 % de las explotaciones dedicadas al maíz están en manos de pequeños agricultores, quienes obtienen rendimientos medios de 1.2 t/ha. Debido a la relativa poca aceptación de las variedades mejoradas y líneas híbridas por parte de los pequeños productores, surge la necesidad del mejoramiento de sus maíces criollos, utilizando sus propios criterios de selección y su conocimiento y aprovechando los genes de adaptabilidad de estas variedades criollas. Esta utilización de la diversidad genética promueve la conservación y la evolución en las condiciones de los sistemas de producción de los agricultores. El experimento consistió en la evaluación del progreso genético, en poblaciones criollas de maíz, por medio de la selección realizada paralelamente por los agricultores y los fitomejoradores, y la capacitación a pequeños agricultores en temas relacionados con el mejoramiento del maíz. En la evaluación realizada en la estación experimental, a través de cuatro ciclos de selección, las poblaciones con mayor rendimiento corresponden a selecciones realizadas por el agricultor Medardo Vallecillos, sin encontrarse diferencia significativa entre las selecciones realizadas por él y las realizadas por los fitomejoradores. La reducción en días a floración masculina y en la altura de las plantas son dos características que mostraron también gran progreso en estas poblaciones. Se observó el efecto positivo, en el rendimiento, de la ampliación de la base genética, al realizar una mezcla de la semilla de cuatro variedades criollas provenientes de distintos agricultores. En las evaluaciones realizadas en la finca de cada agricultor, los mayores rendimientos se obtuvieron en la finca de Rafael Flores. En la finca de Medardo Vallecillos las poblaciones con mayor rendimiento corresponden a las selecciones realizadas por los fitomejoradores. En el curso de capacitación, hubo un incremento de 76 % de las calificaciones finales con respecto a las iniciales obtenidas previo al curso. La participación más activa de los agricultores en el mejoramiento genético de las variedades locales debe ser complementaria con los esfuerzos de los fitomejoradores. El trabajo, debe ser orientado a nivel de comunidad o hacia grupos organizados de agricultores.

Palabras claves: Maíces criollos, fitomejoramiento participativo, criterios de selección, interacción genotipo por ambiente.

Los pequeños agricultores pueden mejorar el rendimiento y la calidad de sus maíces.

En los últimos cien años, se ha dado mucho énfasis al mejoramiento de variedades de polinización abierta e híbridos de maíz, con mayor potencial de rendimiento y mejor respuesta a la utilización de insumos. Estos trabajos han sido dirigidos por fitomejoradores, en estaciones experimentales con óptimas condiciones de manejo. Las variedades obtenidas son, generalmente, destinadas a los medianos y grandes productores con capacidad económica para la obtención de estas variedades y la aplicación de insumos.

En la actualidad existe gran interés, a nivel mundial, por parte algunos científicos, de mejorar y conservar el material genético de las variedades criollas que utilizan los pequeños agricultores. Esta metodología se conoce como fitomejoramiento participativo, la cual, en su más amplio contexto describe el cambio de fitomejoramiento tradicional, controlado por los fitomejoradores, hacia una participación más activa, en diferentes niveles, de los agricultores y sus comunidades en el proceso de mejoramiento de cultivares criollos. Esta propuesta es una alternativa para los agricultores que no tienen la posibilidad de adquirir semilla mejorada o que las variedades mejoradas no se adaptan bien a sus condiciones de producción.

Desde 1993, Zamorano ha conducido un proyecto de ayuda a los pequeños agricultores en el mejoramiento de sus maíces criollos, con el propósito de aumentar su rendimiento y la calidad.

A través de cuatro ciclos de selección, realizados por los agricultores en sus respectivas fincas y por los fitomejoradores en Zamorano, se ha logrado incrementar el rendimiento en 11 qq/ha, en las condiciones de Zamorano y, 18 qq/ha en las condiciones de producción del agricultor.

El método también incluye capacitaciones por medio de cursos de mejoramiento de maíces criollos para pequeños agricultores. El incremento en conocimiento y el cambio en los criterios de selección que utilizan los agricultores, para escoger la semilla que sembrarán en el siguiente ciclo de cultivo han sido muy notorios.

En este tipo de metodologías, la participación activa de los agricultores debe ser complementaria a los esfuerzos de los fitomejoradores.

Con la utilización de las variedades de los agricultores, se promueve la conservación y evolución de estas variedades en las condiciones de sus sistemas de producción.

CONTENIDO

	Portadilla.....		i
	.		
	Autoría.....		ii
	Páginas.....	de	iii
	firmas.....		
	Dedicatoria.....		iv
	.		
	Agradecimientos.....		v
	.		
	Agradecimiento.....	a	vi
	patrocinadores.....		
	Resumen.....		vii
	.		
	Nota de prensa.....		viii
	Contenido.....		ix
	.		
	Indice.....	de	xi
	Cuadros.....		
	Indice.....	de	xiii
	Figuras.....		
	Indice.....	de	xiv
	Anexos.....		
1	INTRODUCCION		1
2	REVISION	DE	3
	LITERATURA		
2.1	Mejoramiento participativo.....		3
2.2	Conservación.....	de	5
		la	diversidad
	biológica.....		
2.3	El papel de los agricultores y sus comunidades en la conservación de los recursos genéticos.....		6
3	MATERIALES	Y	8
	METODOS		
3.1	Mejoramiento.....	en	8
	experimental.....	la	estación

3.1.1	Ubicación.....	8
3.1.2	Metodología.....	9
3.1.2.1	Preparación del suelo y siembra.....	9
3.1.2.2	Aporque y fertilización.....	10
3.1.2.3	Selección de plantas y mazorcas.....	10
3.1.2.4	Embolsado de inflorescencias.....	10
3.1.2.5	Recolección de polen y cruce entre hermanos.....	10
3.1.2.6	Cosecha y selección de mazorcas.....	11
3.2	Evaluación de las prácticas de mejoramiento.....	11
3.2.1	Ensayos de comparación poblacional.....	11
3.2.2	Ubicación.....	11
3.2.3	Metodología.....	11
3.2.3.1	Diseño experimental.....	13
3.2.3.2	Variables estudiadas.....	14
3.2.3.3	Análisis estadístico.....	15
3.3	Mejoramiento en las fincas de los agricultores colaboradores.....	15
3.3.1	Fase de selección de los agricultores.....	15
3.3.2	Metodología.....	16
3.3.2.1	Preparación del suelo y siembra.....	16
3.3.2.2	Capacitación: metodología de selección y cruce entre hermanos.....	17
3.3.3	Evaluación de las prácticas de mejoramiento.....	17
3.3.3.1	Ubicación.....	17
3.3.3.2	Análisis estadístico.....	18
3.4	Curso de capacitación sobre mejoramiento de maíz.....	18
3.4.1	Ubicación.....	18
3.4.2	Selección de los participantes en el curso.....	18

3.4.3	Metodología.....	20
3.4.3.1	Parte teórica del curso.....	20
3.4.3.2	Parte práctica del curso.....	20
3.4.4	Evaluación de los conocimientos de los participantes en el curso.....	21

4	RESULTADOS Y DISCUSION	22
4.1	Parcelas de comparación poblacional en la estación experimental.....	22
4.1.1	Rendimiento.....	22
4.1.2	Días floración.....	a 25
4.1.3	Altura de la planta.....	26
4.1.4	Altura de la mazorca.....	27
4.1.5	Peso de cien granos.....	27
4.1.6	Peso Bushel.....	28
4.2	Parcelas de comparación poblacional en la finca de Medardo Vallecillos.....	28
4.2.1	Rendimiento.....	29
4.2.2	Altura de planta.....	30
4.2.3	Altura de mazorca.....	de 30
4.2.4	Peso de cien granos.....	30
4.2.5	Número de granos por mazorca.....	31
4.3	Parcelas de comparación poblacional en la finca de Sebastián Trujillo.....	31
4.4	Parcelas de comparación poblacional en la finca de Rafael Flores.....	31
4.5	Parcelas de comparación poblacional en la finca de Wilfredo Flores.....	32
4.6	Curso de fitomejoramiento genético.....	33
4.6.1	Evaluación del aprendizaje de los conceptos teóricos.....	34
5	CONCLUSIONES	38
6	RECOMENDACIONES	39
7	BIBLIOGRAFIA	40
8	ANEXOS	44

Cuadro

1.	Precipitaciones mayores a 10 mm registradas en Zamorano durante los meses de junio a octubre.....	9
2.	Descripción de las poblaciones evaluadas en los ensayos de comparación poblacional en Zamorano durante 1997.....	12
3.	Disposición espacial de los tratamientos evaluados en el ensayo de comparación poblacional en Zamorano.....	14
4.	Agricultores colaboradores, localidades y variedades criollas de maíz utilizadas en el mejoramiento participativo durante 1997.....	16
5.	Análisis de suelo de las parcelas en las fincas de los agricultores colaboradores...	16
6.	Descripción de los tratamientos evaluados en el ensayo de comparación poblacional, en las fincas de los agricultores incorporados en el presente ciclo.....	17
7.	Descripción de los tratamientos evaluados en el ensayo de poblaciones en la finca de Medardo Vallecillos.....	18
8.	Nombres, procedencia y la organización que representaban los agricultores participantes en el curso de mejoramiento de maíces criollos impartido en Zamorano.....	19
9.	Separación de medias de las variables estudiadas en las poblaciones evaluadas en Zamorano.....	23
10.	Separación de medias de las variables estudiadas en las poblaciones evaluadas en la finca de Medardo Vallecillos.....	29
11.	Separación de medias de las variables estudiadas en las poblaciones evaluadas en la finca de Rafael Flores.....	32
12.	Separación de medias de las variables estudiadas en las poblaciones evaluadas en la finca de Wilfredo Flores.....	33

Cuadro

13.	Criterios de selección que utilizan los agricultores para escoger la semilla para el próximo ciclo de siembra.....	34
14.	Resultados porcentuales de la forma en que los agricultores respondieron a la prueba de conocimientos antes y después del curso de capacitación realizado en Zamorano.....	37

INDICE DE FIGURAS

Figura

1. Calificaciones obtenidas por los participantes, antes y después de recibir el curso de capacitación sobre mejoramiento de maíces
crillos..... 35

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1.	ANDEVA para las variables dependientes de las poblaciones evaluadas en Zamorano.....	44
2.	Contrastes ortogonales realizados en las poblaciones que han presentado mayor progreso durante los ciclos de selección en Zamorano.....	45
3.	ANDEVA para las variables dependientes de las poblaciones evaluadas en la finca de Medardo Vallecillos.....	46
4.	Contrastes ortogonales de las poblaciones evaluadas en la finca de Medardo Vallecillos.....	46
5.	ANDEVA para las poblaciones evaluadas en la finca de Rafael Flores.....	47
6.	ANDEVA para las poblaciones evaluadas en la finca de Wilfredo Flores.....	47
7.	Costo total del curso de mejoramiento genético de maíces criollos para pequeños productores, impartido en Zamorano.....	48

1. INTRODUCCION

Desde la época precolombina, el maíz (*Zea mays* L.) ha sido un componente fundamental de la dieta de los pueblos de Mesoamérica y está íntimamente ligado al desarrollo y evolución de estos pueblos y civilizaciones.

La selección y mejoramiento del maíz se remonta a los inicios de su domesticación hace 5,000 a 10,000 años. La planta es sumamente especializada y no puede reproducirse exitosamente sin la ayuda del hombre. Éste creó una presión de selección al escoger únicamente las plantas con ciertas características deseables, por lo que se puede establecer que los primeros fitomejoradores fueron y siguen siendo los propios agricultores y que el método más antiguo y simple de mejoramiento es la selección masal. La selección y mejoramiento de las especies cultivadas se iniciaron desde que la agricultura es practicada por el hombre. Siempre ha sido común seleccionar las mejores plantas, frutos o granos, que serán utilizados como semilla para el próximo ciclo de siembra.

En Honduras, el maíz es la principal fuente de alimento básico para la mayoría de la población, así como también es de gran importancia como parte de la ración balanceada para la alimentación animal y como materia prima para la industria. Sin embargo, los rendimientos obtenidos no logran abastecer la demanda. La producción nacional de maíz por año es de 500,365 t, las cuales se producen en un área de 400,700 ha, resultando en un rendimiento promedio nacional de 1.4 t/ha. Según datos del Censo Nacional Agropecuario de 1992-1993, el 45% de las explotaciones dedicadas al maíz están en manos de pequeños agricultores, quienes poseen unidades productivas menores de 3 ha y obtienen rendimientos medios de 1.12 t/ha (Honduras. Unidad de Planificación Sectorial Agrícola, 1995).

A pesar del esfuerzo realizado con la introducción de variedades híbridas y mejoradas de polinización abierta con mayor potencial de rendimiento y mejor respuesta a la utilización de insumos, muchas veces no se han obtenido los resultados deseados, ya que no se adaptan a las condiciones climáticas, edáficas y de manejo de las fincas de los pequeños agricultores, y algunas veces los rendimientos son más bajos que los obtenidos con sus variedades criollas.

Los maíces criollos que utiliza el agricultor poseen alelos deseables en cuanto a su adaptabilidad a las condiciones locales, por lo que realizando una selección sistemática de los individuos que presenten mejores características, tanto cualitativas como cuantitativas, se puede aprovechar esta adaptabilidad en programas de mejoramiento,

introduciéndolos, mediante introgresión, en variedades comerciales con mayor potencial de rendimiento, incrementando al mismo tiempo la variabilidad genética y la expresión del vigor híbrido.

En la actualidad, el concepto de agricultura sostenible está captando la atención de las nuevas políticas de desarrollo. El objetivo de la agricultura sostenible es que los agricultores maximicen sus rendimientos, basados en los recursos locales, procurando un daño mínimo al ambiente y garantizando la producción para las generaciones futuras. Este concepto está ligado a la conservación de la diversidad biológica.

Dentro del marco de la agricultura sostenible se encuentran los programas de mejoramiento de cultivares criollos de los agricultores, especialmente de aquellos que producen bajo condiciones marginales. Es de particular importancia el interés por parte de algunos investigadores en conservar y mejorar el material criollo existente, en la búsqueda de nuevas combinaciones génicas. En este campo, Zamorano ha conducido, desde 1993, y con el apoyo de la Universidad de Cornell, N.Y, EE.UU, un estudio sobre “técnicas de mejoramiento de maíz para agricultores de subsistencia”, que tiene como propósito que los agricultores de cada región o comunidad aprendan técnicas que les permitan aumentar el rendimiento, introgresando los genes de adaptabilidad de sus cultivares criollos en nuevas poblaciones con base en selecciones y recombinaciones.

El presente trabajo forma parte del experimento, el cual tiene los siguientes objetivos:

A. OBJETIVO GENERAL:

- Capacitar a pequeños agricultores en la implementación de prácticas de mejoramiento genético de maíz, de manera que utilizando sus criterios de selección acumulen en sus cultivares criollos genes con mayor adaptabilidad a sus condiciones y sistemas de producción, conservando al mismo tiempo la diversidad genética *in situ*.
- Determinar la metodología más eficiente en la transmisión de principios y técnicas de fitomejoramiento.

B. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Establecer comparaciones entre los ciclos de mejoramiento C0, C1, C2, C3 y C4 desarrollados por uno de los agricultores colaboradores y los desarrollados en la estación experimental, para determinar las diferencias en ganancia genética de las características por las cuales se seleccionó la población de cada agricultor.
- Evaluar el conocimiento inicial, al inicio del curso de capacitación, y el conocimiento final de los agricultores participantes en el curso.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 MEJORAMIENTO PARTICIPATIVO

Los agricultores y sus sistemas de producción mantienen la diversidad genética en un proceso continuo de selección natural y humana. Los primeros fitomejoradores han sido los mismos agricultores, los cuales han contribuido en la evolución del maíz al seleccionar ciertas plantas, mazorcas y granos con características deseadas según sus costumbres y necesidades.

El cultivo y el sistema de producción dependen mucho de los recursos genéticos disponibles, adaptados a ambientes específicos. En estos sistemas, el objetivo principal no es la maximización de la producción, sino más bien, una producción segura que a la vez llene ciertas preferencias y requerimientos cualitativos locales.

Witcombe y Joshi (1996), hacen una descripción y diferenciación entre los términos selección varietal participativa y mejoramiento participativo. Para que el primero sea exitoso se reconocen cuatro fases: la correcta identificación de las necesidades y preferencias del agricultor o consumidor acerca de un cultivar, la búsqueda del material genético adecuado para su posterior validación bajo las condiciones del agricultor, la experimentación de la aceptabilidad por parte de los agricultores y, finalmente, la diseminación del nuevo material. El mejoramiento participativo puede ser considerado como la extensión de la selección varietal participativa.

La selección varietal participativa se refiere a la selección, hecha por los agricultores, de material genético no segregante, caracterizado y desarrollado por fitomejoradores. Este término describe, también, la validación de material genético desarrollado o en la etapa final de su desarrollo, en las condiciones de los sistemas de producción de los agricultores (Maurya *et al.* 1988; Sperling *et al.* 1993; Witcombe y Joshi, 1995, citados por Witcombe y Joshi, 1996)

El término mejoramiento participativo, en su más amplio contexto, es generalmente utilizado para describir el cambio del fitomejoramiento tradicional, controlado por fitomejoradores, hacia la participación activa, en diferentes niveles, de los agricultores y sus comunidades en el proceso de mejoramiento.

Hardon (1995), recopila las principales razones que apoyan la adopción de metodologías participativas en programas de mejoramiento genético de las especies cultivadas:

- La identificación del problema y el establecimiento de objetivos están basados en las necesidades y criterios de los agricultores.
- El aprovechamiento de los requerimientos específicos de adaptación de los cultivares criollos para una compleja combinación de factores ambientales.
- El aprovechamiento del conocimiento de los agricultores, tomando en cuenta no solo los factores agronómicos y ambientales, sino también factores socio-culturales como el tiempo, el dinero y sus costumbres.
- La utilización amplia de la diversidad genética, promoviendo su conservación y evolución en las condiciones de los sistemas de producción de los agricultores.
- Promueve la adopción de los materiales mejorados.
- Aumenta la posibilidad de éxito en el mejoramiento, en una diversidad de sistemas de producción y condiciones ambientales marginales.

Muchos de los aspectos anteriores coinciden con el nuevo paradigma del desarrollo rural. Las experiencias recientes en desarrollo rural sugieren un nuevo enfoque para el trabajo que realizan los programas de desarrollo; los productores están renuentes a investigar tecnologías que involucran muchos insumos externos, por lo que se recomienda dar preferencia a la investigación participativa, tomando como base los recursos propios y las necesidades de cada comunidad.

La eficiencia relativa del mejoramiento por parte de los agricultores y el de los fitomejoradores es un punto de discusión actual. Indudablemente, el progreso en la selección de características específicas es mayor en el de los fitomejoradores. Sin embargo, las pruebas iniciales en las condiciones locales del productor son esenciales para retener la adaptabilidad, mantener e incluir un amplio rango de las preferencias del agricultor, quienes, gracias a su experiencia, realizan buenas selecciones en sus ambientes particulares, utilizando sus propios recursos y criterios de calidad.

En la actualidad, existe gran interés en integrar el trabajo tradicional de fitomejoramiento y los criterios de los agricultores, para promover incrementos en los rendimientos y otras características agronómicas y culturales en ambientes marginales, en donde las variedades modernas no han sido adaptadas por razones agronómicas, sociales o económicas.

Al momento de desarrollar un programa de mejoramiento participativo se debe considerar que diferentes agricultores y comunidades tienen intereses y criterios particulares. Al mismo tiempo, si dichos programas no han sido desarrollados eficientemente, se requerirá del asesoramiento continuo por parte de los fitomejoradores.

2.2 CONSERVACION DE LA DIVERSIDAD BIOLOGICA

Debido al deterioro ambiental causado en parte por el uso inadecuado de los recursos, se está dando ahora la debida importancia a la conservación de la biodiversidad, y su pérdida es considerada como uno de los principales problemas a nivel mundial.

Existen tres estrategias complementarias para la conservación de la diversidad biológica: *ex situ*, *in situ* y la conservación en finca y comunidad. Cada una de estas estrategias posee ciertas ventajas pero, también, desventajas, según sea el propósito para el cual se las utiliza.

En el caso del maíz, se estima que existen 50,000 accesiones almacenadas en distintos bancos genéticos alrededor del mundo (Chang, 1992). Estos bancos genéticos son una forma de conservación *ex situ*. La principal desventaja de esta estrategia es que al extraer el material genético y almacenarlo se detiene su evolución natural.

La conservación en finca y comunidades es una modificación de la conservación *in situ*, teniendo en común la preservación de las especies en su ecosistema natural. Sin embargo, en la conservación *in situ* se pretende aislar las poblaciones, sin permitir actividad alguna por parte del hombre, lo cual no es posible cuando se trata de especies cultivadas. En la conservación en finca y comunidades, conocida también como conservación evolutiva (Boef, Berg y Haverkort, 1995), el objetivo es integrar la actividad humana y otros factores en constante cambio como la evolución de las plagas, nuevos sistemas de producción y factores climáticos con la evolución de las especies cultivadas, por medio de la selección que el hombre realiza basado en sus propios métodos y criterios.

Existen, aproximadamente, entre 250 a 300 razas de maíz (Brown y Goodman, 1977) de las que únicamente unas pocas son utilizadas extensivamente en la producción comercial. Estas razas conforman un extenso reservorio genético, fuente de nueva variabilidad genética potencial para el fitomejorador.

Entre las principales razones que han motivado a la conservación de la diversidad en los agroecosistemas se menciona la mejor adaptación de ciertas especies a diferentes tipos de estrés como la sequía, acidez y baja fertilidad del suelo, proporción de fuentes múltiples de energía y favorecimiento del ciclo de los nutrientes del suelo. Además, los sistemas más diversificados pueden reducir los problemas asociados con plagas, enfermedades y malezas debido a la coevolución entre las especies cultivadas y las de su entorno. Esto nos indica que la biodiversidad de los agroecosistemas está ligada en diferentes formas a la sostenibilidad y productividad del sistema.

Según Harrington (1996), la mayor diversidad genética de un agroecosistema, por lo general, contribuye a las actividades de mejoramiento sostenible en la productividad de los sistemas agrícolas, lo que puede contribuir a la seguridad alimentaria sostenible y a la conservación de la diversidad biológica natural.

2.3 EL PAPEL DE LOS AGRICULTORES Y SUS COMUNIDADES EN LA CONSERVACION DE LOS RECURSOS GENETICOS

Gracias a investigaciones recientes, existen evidencias sustanciales que muestran que los agricultores conservan y realizan selecciones en sus cultivares criollos, lo que se considera como una forma tradicional de mejoramiento y manejo de la diversidad (Weltzien *et al.* 1995; Riley 1996, citados por Eyzaguirre y Iwanaga, 1996).

Es posible identificar dos componentes particulares en las estrategias de los agricultores para el mejoramiento y mantenimiento de la fuente de variación genética: la primera es la diversidad agromorfológica, la cual se basa en criterios según el uso y las preferencias del agricultor, por ejemplo: color, sabor, arquitectura de la planta, entre otros. La segunda, se refiere a la diversidad en término de las características de adaptación del cultivo (Eyzaguirre y Iwanaga 1996).

Los agricultores, en su mayoría, están conscientes de la necesidad de seleccionar la semilla que utilizarán para la siembra del próximo ciclo. Las principales razones para la selección de semilla son obtener un alto porcentaje de germinación y el establecimiento del cultivo y garantizar la buena calidad de la mazorca y los granos en la cosecha. Los agricultores mencionan, también, que el propósito de la selección de la semilla es mantener el ideotipo de sus variedades (Louette y Smale, 1997).

Sin embargo, en el caso del maíz, esta selección se orienta casi exclusivamente a las características de la mazorca y los granos. Estas observaciones son consistentes con las obtenidas por Louette y Smale (1997). Los agricultores no consideran las características agronómicas ni vegetativas de las plantas que han producido las mazorcas.

Una práctica muy común, en la mayoría de los agricultores, es usar únicamente los granos de la parte central de la mazorca como semilla. Los dos o tres granos de la base y los cinco o seis superiores de cada hilera de la mazorca son excluidos. Los agricultores generalmente creen que los granos de la parte superior de la mazorca no germinarán o que producirán una mazorca mal desarrollada o con granos vanos; sin embargo, todos los granos poseen en un 50% la misma información genética, sin importar la posición de éstos en la mazorca.

Es importante conocer las percepciones que los agricultores tienen acerca de los procesos naturales. Estas percepciones o creencias, generalmente son heredadas generación tras generación, por lo tanto, en un programa de mejoramiento participativo se deben considerar como un elemento fundamental del sistema de producción.

Para que un programa de conservación de la diversidad genética con la participación de los agricultores tenga el impacto deseado, no debe considerarse el material genético aisladamente, si no, también, el sistema de producción y el agroecosistema que produce y mantiene esta diversidad genética. De esta forma, los agricultores son capaces de continuar usando y desarrollando la diversidad genética de sus cultivos como una parte integral de su propio desarrollo social y económico.

Según Louette y Smale (1996), la presunción de que los sistemas tradicionales de producción son cerrados y aislados con respecto a la introducción e intercambio de material genético exótico, no es consistente ni concuerda con lo observado en el campo. Los agricultores, generalmente, ya sea por simple curiosidad, por la pérdida de ciertas características de sus maíces tradicionales o para buscar nuevas características, introducen nuevo material genético.

Según Aguirre (1997) en el sureste de Guanajuato, México; Louette y Smale (1997) en Cuzalapa, México y Rice *et al.* (1997) en la Sierra Santa Marta, México, demuestran que la mayoría de los agricultores cambian y renuevan intencionalmente las semillas de sus variedades por otras de agricultores de sus mismas comunidades. Esto nos indica que un programa de mejoramiento participativo debe involucrar a toda la comunidad o región.

Mediante el proceso de introgresión, se puede ampliar la diversidad genética por medio de cruza controladas, introduciendo características nuevas pero manteniendo un nivel razonable de adaptación local. La introducción de nuevas variedades debe considerarse como una fuente de diversidad genética más que como una causa de erosión genética. Para lograr este propósito, las funciones y características del material introducido deben ser complementarias al germoplasma local.

3. MATERIALES Y METODOS.

En este experimento se evaluaron dos metodologías de capacitación. Los agricultores identificaron germoplasma superior, de acuerdo con sus criterios de selección, midiéndose la ganancia promedio en rendimiento y características de importancia agronómica y cultural con cada una de las metodologías evaluadas.

El estudio se dividió en:

1. Evaluación de poblaciones establecidas en la finca de cada agricultor y en la estación experimental de Zamorano, de la ganancia genética en las poblaciones criollas de maíz proporcionadas por los agricultores colaboradores y los agricultores participantes en los cursos de capacitación, mediante el método de selección y cruces de medio hermanos realizado por los mismos agricultores y por los fitomejoradores.
2. Evaluación del grado de conocimiento de los agricultores participantes en el curso de capacitación, antes y después de recibirlo.

3.1 MEJORAMIENTO EN LA ESTACION EXPERIMENTAL

3.1.1 Ubicación

El 21 de julio de 1997 se sembraron en la terraza No. 1 del Departamento de Agronomía de Zamorano un total de once parcelas, nueve provenientes del ciclo de selección anterior, C4 (1995-1996) y las dos restantes, proporcionadas por tres agricultores colaboradores incorporados en el presente ciclo de selección. Dos de ellos residen en la comunidad de Galeras, municipio de Guinope y el otro en el Suyatal, municipio de Morocelí.

Durante la etapa de desarrollo del cultivo el régimen de precipitaciones fue bastante irregular, registrándose periodos cortos de sequías y fuertes lluvias aisladas (Cuadro 1).

Cuadro 1. Precipitaciones mayores a 10 mm registradas en Zamorano durante los meses de junio a octubre.

Fechas	Precipitación (mm/día)	Fechas	Precipitación (mm/ día)
Junio 9	16	Agosto 20	16
Junio 10	25	Agosto 30	14
Junio 11	21	Sept. 2	26
Junio 13	12	Sept. 10	12
Junio 15	15	Sept. 19	24
Junio 29	22	Sept. 21	11
Junio 30	25	Sept. 24	16
Julio 1	30	Sept. 26	10
Julio 2	16	Sept. 28	27
Julio 4	13	Sept. 30	15
Julio 11	18	Oct. 2	35
Julio 26	10	Oct. 9	30
julio 27	13		

Fuente: Estación metereológica de Zamorano.

3.1.2 Metodología:

El trabajo de mejoramiento, junto con las prácticas culturales del cultivo, siguieron el siguiente orden:

3.1.2.1 Preparación del suelo y siembra: El suelo fue rastreado dos veces para desintegrar terrones grandes y eliminar los rastros del ciclo anterior. La siembra se hizo con la sembradora de ensayos de cono abierto. La distancia entre surcos fue de 0.80 m y 0.20 m entre plantas. La parcela consistió de cuatro surcos de 15 m de longitud, lo cual resultó en un área de 48 m² y una población teórica de 300 plantas. La semilla fue tratada con el insecticida sistémico thiodicarb (Semevin^{MR}) para prevenir daños por plagas del suelo. Al momento de la siembra, se aplicó el fertilizante compuesto 18-46-00 en dosis de 90 kg/ha. Para evitar problemas con malezas, tanto gramíneas, ciperáceas y de hoja ancha, se aplicaron los herbicidas atrazina (Gesaprim® 90 WDG) en dosis de 2 l/ha yalachlor (Lasso®), 1.5 l/ha.

3.1.2.2 Aporque y fertilización: A los treinta días después de la siembra se procedió al aporque y desyerba de las parcelas. Para la fertilización nitrogenada se aplicó urea en dosis de 180 kg/ha.

3.1.2.3 Selección de plantas y mazorcas: Se seleccionaron un máximo de treinta plantas por parcela cuando empezaron la floración. Los criterios para la selección se enumeran a continuación:

Planta: altura, vigor, precocidad, acame, grosor de tallo y sanidad.

Mazorca: altura, número de mazorcas por planta, tamaño, rectitud de las hileras, cobertura y sanidad.

Grano: color, tamaño, forma y sanidad.

3.1.2.4 Embolsado de inflorescencias: La inflorescencia femenina de las plantas seleccionadas fue embolsada con las bolsas del tipo “glassine” antes de que emergieran los estigmas. Para la inflorescencia masculina se utilizó la bolsa Lawson # 417 cuando se estaba liberando el polen. La principal característica de estas bolsas es su impermeabilidad y su capacidad de permitir la circulación del aire, evitando el recalentamiento y el aumento de la humedad en la atmósfera que rodea al jilote y a la panoja.

3.1.2.5 Recolección de polen y cruce entre medio hermanos: A la mañana siguiente de realizar el embolsado se procedió a recolectar el polen. Esta actividad se llevó a cabo a tempranas horas para evitar que las temperaturas altas afectaran la viabilidad del polen. Al terminar de recolectar las bolsas de la inflorescencia masculina, se procedió a formar un compuesto con el polen de todas las bolsas recolectadas. Posteriormente, se destaparon las inflorescencias femeninas, se hizo un corte transversal a los estigmas que habían emergido, para asegurar la polinización artificial de todos los estigmas. Luego, se realizó la polinización y se cubrió de nuevo la inflorescencia femenina para evitar que polen de plantas no seleccionadas la polinizaran. La polinización se realizó depositando una pequeña cantidad de polen sobre los estigmas, asegurándonos de que cayera polen a todos ellos.

3.1.2.6 Cosecha y selección de mazorcas. Cuando las plantas alcanzaron la madurez fisiológica, se seleccionaron las mazorcas de acuerdo con los criterios de selección a cosecha. La humedad de campo del grano fue de 22 % la cual se redujo hasta 10% a 12%. Las muestras se desgranaron por separado y se guardaron en un cuarto frío a una temperatura de 16 °C y 80% de humedad relativa.

3.2 EVALUACION DE LAS PRACTICAS DE MEJORAMIENTO

3.2.1 Ensayos de comparación poblacional.

Para evaluar las diferencias en las características agronómicas de cada una de las poblaciones y la ganancia genética en cada ciclo de mejoramiento, se realizó un ensayo de comparación poblacional.

3.2.2 Ubicación:

El 14 de julio de 1997, en la terraza No.1 del Departamento de Agronomía, se sembraron las parcelas para el ensayo de comparación poblacional.

3.2.3 Metodología:

Se sembraron un total de 144 parcelas. Cada una consistía de cuatro surcos de 5 m, la distancia entre los surcos era de 0.8 m, obteniendo así un área de 16 m² por parcela. Las poblaciones evaluadas (Cuadro 2) proceden de cuatro fuentes:

- Las poblaciones formadas por selección en los ciclos anteriores en la estación experimental (S0, S1, S2, S3 y S4).
- Las poblaciones formadas por los agricultores colaboradores a través de cuatro ciclos de selección en sus respectivas fincas.
- Las nuevas poblaciones recolectadas en las fincas de los agricultores colaboradores integrados en el presente ciclo de selección.
- Las poblaciones de los participantes en los cursos de capacitación.

Cuadro 2. Descripción de las poblaciones evaluadas en los ensayos de comparación poblacional en Zamorano durante 1997.

Tratamiento	Procedencia	Población	Origen
1.	MV	S0-F	Población original de Medardo Vallecillos.
2.	MV	S1-F	Población del primer ciclo de selección en finca.
3.	MV	S2-F	Población del segundo ciclo de selección en finca.
4.	MV	S3-F	Población del tercer ciclo de selección en finca.
5.	MV	S4-F	Población del cuarto ciclo de selección en finca.
6.	MV	S1-EAP	Población del primer ciclo de selección en Zamorano
7.	MV	S2-EAP	Población del segundo ciclo de selección en Zamorano
8.	MV	S3-EAP	Población del tercer ciclo de selección en Zamorano
9.	MV	S4-EAP	Población del cuarto ciclo de selección en Zamorano
10.	AF	S0-F	Población original de Agustín Ferrera.
11.	AF	S1-F	Población del primer ciclo de selección en finca.
12.	AF	S2-F	Población del segundo ciclo de selección en finca.
13.	AF	S1-EAP	Población del primer ciclo de selección en Zamorano.
14.	AF	S2-EAP	Población del segundo ciclo de selección en Zamorano.
15.	AF	S3-EAP	Población del tercer ciclo de selección en Zamorano.
16.	MO	S0-F	Población original de Marcos Oseguera.
17.	MO	S1-F	Población del primer ciclo de selección en finca.
18.	MO	S2-F	Población del segundo ciclo de selección en finca.
19.	MO	S3-F	Población del tercer ciclo de selección en finca.
20.	MO	S1-EAP	Población del primer ciclo de selección en Zamorano.
21.	MO	S2-EAP	Población del segundo ciclo de selección en Zamorano.
22.	MO	S3-EAP	Población del tercer ciclo de selección en Zamorano.
23.	PT	S0-F	Población original de Paulino Torres.
24.	PT	S1-F	Población del primer ciclo de selección en finca.
25.	PT	S2-F	Población del segundo ciclo de selección en finca.
26.	PT	S1-EAP	Población del primer ciclo de selección en Zamorano.
27.	PT	S2-EAP	Población del segundo ciclo de selección en Zamorano.
29.	RF	S0-F	Población original de Rafael Flores.
30.	WF	S0-F	Población original de Wilfredo Flores.
31.	ST	S0-F	Población original de Sebastián Trujillo.

Tratamiento	Procedencia	Población	Origen
32.	Mezcla	S0-F	Población original de una mezcla de las semillas de todos los agricultores.
33.	Mezcla	S1-EAP	Población del primer ciclo de selección en Zamorano.
34.	Mezcla	S2-EAP	Población del segundo ciclo de selección en Zamorano.
35.	Mezcla	S3-EAP	Población del tercer ciclo de selección en Zamorano.
36.	Mezcla	S4-EAP	Población del cuarto ciclo de selección en Zamorano.
37.	CP	S0-M	Población original de Constantino Pérez.**
38.	CP	S1-C	Población del primer ciclo de selección de C. Pérez.
39.	JM	S0-C	Población original de José Morazán.**
40.	JM	S1-C	Población del primer ciclo de selección de J. Morazán.
41.	RL	S0-C	Población original de Rigoberto López.*
42.	RL	S1-C	Población del primer ciclo de selección de R. López.
43.	RL	S2-C	Población del segundo ciclo de selección de R. López.
44.	VM	S0-C	Población original de Visitación Mairena.*
45.	VM	S1-C	Población del primer ciclo de selección V. Mairena.
46.	T1		Testigo 1. Variedad Guayape
47.	T2		Testigo 2. Híbrido H-29
48.	T3		Testigo 3. Híbrido HR 15

* Agricultores participantes en el primer curso de capacitación.

** Agricultores participantes en el segundo curso de capacitación.

Las prácticas culturales de preparación del suelo, tratamiento a la semilla, aplicación de herbicidas y fertilización se realizaron de forma similar a la realizada en las parcelas de selección.

3.2.3.1 Diseño experimental: El ensayo de comparación poblacional (Cuadro 3) se estableció según el diseño de bloques completamente al azar (BCA) con el objetivo de controlar, sistemáticamente, la variabilidad entre lotes sembrados en diferentes lugares del campo. Se establecieron tres bloques, cada uno con las 48 poblaciones. Cada parcela consistió de cuatro surcos de 5 m de longitud, en donde se consideró como parcela útil a los dos surcos centrales de cada una.

Cuadro 3. Disposición espacial de los tratamientos evaluados en el ensayo de comparación poblacional en Zamorano.

Ensayo en la EAP	
Diseño	BCA
No. de repeticiones	3
No. de tratamientos	48
No. total de surcos/parcela	4
Parcela útil	2 surcos centrales
Longitud del surco	5 m
Distancia entre surcos	0.8 m
Distancia entre plantas	0.20 m
Población teórica	62,500 plantas/ha

3.2.3.2 Variables estudiadas: Las poblaciones o tratamientos fueron evaluados de acuerdo con las siguientes variables:

Días a flor masculina	Día juliano en que el 50% de las plantas de cada población llegó a antesis.
Días a flor femenina	Día juliano en que el 50% de la población presentó emergencia de los estigmas.
Altura de la planta	Altura media de las plantas, en metros, medidas desde la base de las plantas hasta el comienzo de la ramificación de la panícula.
Altura de la mazorca	Altura media de las mazorcas, en metros, tomada desde la base de la planta hasta el nudo que soporta la mazorca más alta.
Acame	Porcentaje de plantas acamadas, de la raíz o del tallo.
Cobertura de las mazorcas	Calificado en una escala de 1 a 5, donde 1 indica que las mazorcas cosechadas presentaron buena cobertura.
Mazorcas cosechadas	Número de mazorcas cosechadas en la parcela útil.
Peso de la mazorca	Peso promedio de las mazorcas cosechadas en la parcela útil.

Rendimiento de grano:	Peso total en kg del grano cosechado en la parcela útil, ajustado al 13% de humedad. Extrapolado a rendimiento en kg/ha.
Peso de 100 granos:	Peso promedio de tres muestras de 100 granos.
Peso Bushel	Peso lbs/bushel de cada muestra.

3.2.3.3 Análisis estadístico: Para el análisis de los datos obtenidos se utilizó el paquete estadístico SAS ® "Statistic Analysis System", versión 6.12. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias por tratamiento. Para la separación de medias se utilizó la prueba SNK a una probabilidad de 5%.

3.3 MEJORAMIENTO EN LAS FINCAS DE LOS AGRICULTORES COLABORADORES

3.3.1 Fase de selección de los agricultores

Durante el mes de mayo de 1997 se procedió a la selección de tres agricultores, tomando en cuenta su motivación e interés en el mejoramiento de sus maíces y por el fácil acceso a sus fincas. Pertenecen a las comunidades de Galeras, en Francisco Morazán y Morocelí, El Paraíso. Para esta actividad se contó con el apoyo del Departamento de Desarrollo Rural de Zamorano y, también, con el Proyecto UNIR, también de Zamorano.

Se trabajó con uno de los agricultores colaboradores de los ciclos anteriores (Medardo Vallecillos), quien muestra mucho interés en continuar con el proceso de mejoramiento de su maíz. García (1997), informó que esta población de maíz presenta una buena fuente de variabilidad, gran potencial de rendimiento y buenas características agronómicas adaptadas a su ambiente.

Los nombres de los agricultores colaboradores, las localidades y sus variedades criollas de maíz se presentan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Agricultores colaboradores, localidades y variedades criollas de maíz utilizadas en el mejoramiento participativo durante 1997.

Agricultor	Localidad	Variedad	Tiempo de usarla
Medardo Vallecillos (MV)	Los Limones, Morocelí	HB-104	10 años
Sebastián Trujillo (ST)	El Suyatal, Morocelí	Montoya	12 años
Rafael Flores (RF)	Galeras, Guinope	Sta. Marta	
Wilfredo Flores (WF)	Galeras, Guinope	Sta. Marta	

3.3.2 Metodología

3.3.2.1 Preparación del suelo y siembra: Durante la primera quincena del mes junio de 1997, se realizaron las prácticas de preparación del suelo y siembra, con la colaboración de cada agricultor en su respectiva finca. La siembra se realizó en las parcelas que tradicionalmente utilizan para su milpa año tras año. La densidad de siembra, al igual que las demás prácticas culturales y el manejo durante todo el ciclo del cultivo, estuvo de acuerdo con lo que realizan tradicionalmente los agricultores. El tamaño de la parcela fue variable de una finca a otra, pero en todas se sembraron más de 600 plantas.

Se tomaron muestras de suelo en cada finca, de las cuales se analizaron sus principales elementos (Cuadro 5) en el laboratorio de Suelos del departamento de Agronomía de Zamorano.

Cuadro 5. Análisis de suelo de las parcelas en las fincas de los agricultores colaboradores.

Agricultor	pH (H ₂ O)	M.O (%)	N total (%)	ppm			
				P	K	Ca	Mg
MV	5.29 FA	2.95 M	0.06 B	8 B	263 A	1575 A	168 B
ST	6.16 LA	2.07 M	0.12 M	122 A	329 A	2200 A	220 M
RF	5.05 FA	2.85 M	0.07 B	37 A	53 B	825 M	110 B
WF	5.26 FA	2.91 M	0.09 B	13 B	117 M	1265 A	150 B

A=Alto

M=Medio

B=Bajo

FA=Fuertemente ácido

LA=Levemente ácido

3.3.2.2 Capacitación: metodología de selección y cruce entre medio hermanos. Cada dos a tres semanas se supervisó el estado del cultivo y se transmitieron conocimientos básicos a los agricultores incorporados en el último ciclo, acerca de herencia y variabilidad, el comportamiento sexual del maíz y su relación con la importancia de la selección de plantas con características superiores.

Antes de la antesis, los agricultores realizaron la selección de las mejores plantas según sus propios criterios. Se seleccionaron un total de 100 plantas en cada finca. Llegado el momento de la floración del cultivo, se capacitó a los agricultores para que realizaran la polinización manual. Este proceso se llevó a cabo de manera similar a la realizada en la estación experimental (Sección 3.1.2.4 y 3.1.2.5).

3.3.3 Evaluación de las prácticas de mejoramiento

Se llevaron a cabo mediante un ensayo de comparación poblacional en la finca de cada agricultor, con el objetivo de evaluar y comparar las diferencias, en cada ciclo de mejoramiento, de las características por las cuales se realizó la selección.

3.3.3.1 Ubicación: En la primera quincena del mes de junio de 1997 se establecieron las parcelas de comparación poblacional. El ensayo se estableció con el mismo diseño experimental utilizado en Zamorano, con la excepción de que en la finca de cada agricultor solo se sembró la semilla original (S0-F) y, en el caso de Medardo Vallecillos, la de los ciclos anteriores de selección (S0, S1, S2, S3 Y S4). Una descripción detallada de las poblaciones en cada finca se muestra en los Cuadro 6 y 7. Las variables que se estudiaron fueron las mismas que en el ensayo de poblaciones en Zamorano.

Cuadro 6. Descripción de los tratamientos evaluados en el ensayo de comparación poblacional, en las fincas de los agricultores incorporados en el presente ciclo.

Tratamiento	Población	Origen
1.	S0	Población original de cada agricultor
2.	Testigo 1	Híbrido (H-29)
3.	Testigo 2	Variedad (Guayape)

Cuadro 7. Descripción de los tratamientos evaluados en el ensayo de poblaciones en la finca de Medardo Vallecillos.

Tratamiento	Población	Origen
1.	S0-F	Población original de Medardo Vallecillos
2.	S1-F	Población del primer ciclo de selección en finca
3.	S2-F	Población del segundo ciclo de selección en finca
4.	S3-F	Población del tercer ciclo de selección en finca
5.	S4-F	Población del cuarto ciclo de selección en finca
6.	S1-EAP	Población del primer ciclo de selección en Zamorano
7.	S2-EAP	Población del segundo ciclo de selección en Zamorano
8.	S3-EAP	Población del tercer ciclo de selección en Zamorano
9.	S4-EAP	Población del cuarto ciclo de selección en Zamorano
10.	Testigo 1	Híbrido (H-29)
11.	Testigo 2	Variedad (Guayape)

3.3.3.2 Análisis estadístico: Los datos obtenidos se analizaron del mismo modo que los obtenidos en Zamorano. Se realizó un análisis de varianza y una separación de medias por tratamiento. Para la separación de medias se utilizó la prueba SNK a una probabilidad de 5%.

3.4 CURSO DE CAPACITACION SOBRE MEJORAMIENTO DE MAIZ

Del 10 al 12 de diciembre de 1997 se realizó un curso sobre mejoramiento de maíces criollos. Este curso fue orientado hacia pequeños productores y agricultores líderes en sus comunidades.

3.4.1 Ubicación

El curso fue desarrollado en las instalaciones y parcelas demostrativas del Departamento de Agronomía de Zamorano.

3.4.2 Selección de los participantes en el curso

Se decidió trabajar en colaboración con organizaciones no gubernamentales (ONGs) y con el proyecto UNIR para la selección de los participantes. Los agricultores vinieron de diferentes regiones del país y, también participaron técnicos agrícolas de Nicaragua y El Salvador. El número total de participantes fue de 28 (Cuadro 8), que poseían al menos un nivel básico de educación primaria.

Cuadro 8. Nombres, procedencia y la organización que representaban los agricultores participantes en el curso de mejoramiento de maíces criollos impartido en Zamorano.

Agricultor	Localidad	Departamento	País	Organización
Francisco Ortiz	Pespire	Choluteca	Honduras	LUPE
Mario Zelaya	Guinope	Fco. Morazán	Honduras	LUPE
Constantino Oliva	Curarén	Fco. Morazán	Honduras	LUPE
Juan García		La Unión	El Salvador	Campesino a Campesino
Lorenzo Villegas		Usulután	El Salvador	
Cristóbal Chicas		Morazán	El Salvador	
Fernando Montenegro			Nicaragua	Auxilio Mundial
Rafael Flores			Nicaragua	Aux.Mudl.
Eugenio Lorente			Nicaragua	Aux.Mudl.
René Gonzales			Nicaragua	Aux.Mudl.
Modesto Rodríguez			Nicaragua	Aux.Mudl.
Noé Amador	Sabanagrande	Fco. Morazán	Honduras	CIDICCO
Gerardo Santos	Siguatepeque	Comayagua	Honduras	CIDICCO
Julián Martínez	Chinoclo	La Paz	Honduras	CIDICCO
Roger Gradiz	Yuscarán	El Paraíso	Honduras	UNIR
Lilian Flores	Yuscarán	El Paraíso	Honduras	UNIR
Roger Martínez	Tabla Grande	El Paraíso	Honduras	UNIR
Denys Rodríguez		Fco. Morazán	Honduras	UNIR
Edwin Rodríguez	Maraita	Fco. Morazán	Honduras	UNIR
Jesús Mairena	San Antonio de Oriente	Fco. Morazán	Honduras	UNIR
Henry Vargas	Tablagrande	El Paraíso	Honduras	UNIR
Esteban Reyes	El Ocotal	Fco. Morazán	Honduras	UNIR
Eulalia Moncada G.			Honduras	UNIR
River Núñez			Honduras	UNIR
Danilo Sánchez			Honduras	UNIR
Gil Antonio Obando			Honduras	UNIR
Gustavo Vianey	Yuscarán	El Paraíso	Honduras	UNIR
Ernesto Fonseca			Honduras	UNIR

3.4.3 Metodología:

El curso tuvo una duración de tres días y fue impartido por el autor, el Agrónomo Rodolfo Pacheco, Laura Meitzner (Estudiante de posgrado de la Universidad de Cornell, EE.UU), los Ing. Agr. Javier Bueso y Rommel Reconco. El curso constó de una parte teórica y otra práctica. La parte teórica contituyó el 80% del curso.

3.4.3.1 Parte teórica del curso: Previo a la iniciación del curso, se les pidió a los agricultores escribir, en tarjetas, sus expectativas y temores ante el curso, las que fueron colocadas en una pizarra de corcho para hacer su análisis. Esto fue de gran utilidad para el desarrollo del curso.

Se impartieron seis charlas con una duración estimada de una hora cada una, siendo flexibles en los temas más difíciles de asimilar y motivando constantemente la participación de los agricultores. Se formaron cinco grupos de trabajo, con el objetivo de que los participantes recopilaran al final de cada charla las principales ideas de los tópicos impartidos. El tiempo de discusión en grupo fue de 15 minutos por charla.

Los conceptos de las charlas y el lenguaje fueron simplificados al máximo posible, usando ejemplos de fenómenos que los agricultores conocieran. Al final del día, cada grupo de trabajo hizo un repaso de una charla en particular impartida durante el día, lo cual sirvió como retroalimentación y refuerzo a ciertos aspectos importantes.

Los temas que se impartieron en el curso fueron los siguientes:

1. Origen y evolución del maíz.
2. Comportamiento sexual del maíz.
3. Nociones de herencia y variación.
4. Método de mejoramiento y cruce entre medio hermanos.
5. Manejo y conservación de una variedad mejorada.
6. Mejoramiento y producción comercial de semilla de maíz.

A cada agricultor se le entregó un Manual de Mejoramiento y Conservación del Maíz con Pequeños Productores (Gómez *et al.* 1995), el cual es una recopilación de todas las charlas y prácticas que se impartieron durante el curso. Este manual incluye ilustraciones alusivas a cada tema, así como los pasos que conforman la metodología de mejoramiento.

3.4.3.2 Parte práctica del curso: El 20 de octubre de 1997 se estableció una parcela de maíz en un lote de La Vega 1, Zamorano, con el objetivo de que la floración coincidiera con el curso de mejoramiento. En esta parcela se practicaron los conceptos teóricos acerca de la selección y los pasos del método de cruces entre medio hermanos. Esta gira al campo, tuvo una duración de tres y media horas.

3.4.4 Evaluación de conocimientos de los participantes en el curso:

Antes del inicio del curso se realizó una prueba de conocimientos a los agricultores participantes, la que se repitió al final del curso, con el objeto de cuantificar el incremento en conocimiento acerca de los temas impartidos. Para determinar si el incremento en conocimiento de los agricultores fue estadísticamente significativo se realizó una prueba “t” de observaciones apareadas, haciendo uso del paquete estadístico SAS®.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 PARCELAS DE COMPARACION POBLACIONAL EN LA ESTACION EXPERIMENTAL

La cosecha de las parcelas de comparación fue realizada cuando las mazorcas alcanzaron la madurez fisiológica. Se cosecharon 30 de las 48 poblaciones originales, debido al alto porcentaje de acame en algunas parcelas después de la floración, provocado por las fuertes lluvias (Cuadro 1) y a la baja capacidad de drenaje del terreno.

Las selecciones iniciales son, generalmente, para adaptación, madurez y reducción de la altura de las plantas. Tanto el rendimiento como los componentes de rendimiento, la altura de la planta y los días a floración son caracteres cuantitativos, por lo que la utilización de promedios y varianzas de las poblaciones son necesarios para describir el comportamiento de estos caracteres (Rosas y Young, 1992). Dependiendo de la heredabilidad de las características cuantitativas deseadas, la selección será más o menos eficiente en mantener la frecuencia de esos alelos (Hallauer y Miranda, 1981).

Las separaciones de medias de las variables dependientes de cada población se presentan en el Cuadro 9. Se realizaron contrastes ortogonales en las poblaciones que presentaron mayor progreso durante los cuatro ciclos de selección (Anexo 2).

4.1.1 Rendimiento

El modelo utilizado fue significativo ($P > 0.0303$); sin embargo, expresa solamente un poco más del 50% de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue aceptable. Existen diferencias significativas entre las poblaciones evaluadas (Anexo 1).

La separación de medias realizada por la prueba SNK ($\alpha=0.05$) no detectó diferencias significativas entre las poblaciones.

Las cinco poblaciones que presentaron mayor rendimiento pertenecen a Medardo Vallecillos, siendo la de mayor rendimiento la proveniente del cuarto ciclo de selección en finca (MV S4-F), la cual presenta un incremento de 478 kg por ha con respecto a la población original (MV S0-F). A pesar de esta diferencia, la población MV S0-F no es significativamente diferente a las poblaciones seleccionadas durante los cuatro ciclos.

Variables dependientes	Rendimiento		Días a Flor masculina		Altura de planta		Altura de mazorca		Peso de 100 granos		Peso Bushel		Acame	
Población														
MV S4-F	5058	A	54.67	D	1.81	A	0.96	A	28.50	A	60.35	A	0.58	A
MV S3-F	4993	A	54.67	D	1.93	A	1.02	A	26.90	A	60.13	A	0.44	A
MV-EAP4	4952	A	55.00	D	1.80	A	0.90	A	27.17	A	60.37	A	0.35	A
MV S0-F	4580	A	60.33	A	2.28	A	1.14	A	26.06	A	60.13	A	0.98	A
MV S1-F	4535	A	58.00	A	2.27	A	1.27	A	28.27	A	60.70	A	0.99	A
Mezcla-4	4511	A	56.00	C	1.95	A	1.05	A	29.04	A	59.70	A	0.15	A
HR-15	4454	A	57.67	A	1.69	A	0.86	A	22.65	B	59.60	A	0.89	A
AF S1-F	4425	A	58.00	A	2.21	A	1.37	A	28.30	A	61.17	A	0.49	A
H-29	4416	A	60.33	A	2.24	A	1.35	A	29.02	A	59.90	A	0.42	A
RL S2-C	4349	A	61.00	A	2.11	A	1.15	A	27.21	A	59.80	A	0.02	A
PT-EAP3	4324	A	54.33	E	2.21	A	1.20	A	26.12	A	59.57	A	0.55	A
MV-EAP3	4211	A	53.67	F	2.00	A	1.10	A	28.77	A	59.90	A	0.77	A
Mezcla-2	3986	A	55.67	C	2.43	A	1.47	A	31.10	A	60.93	A	0.99	A
CP S1-C	3850	A	53.67	F	2.32	A	1.39	A	27.46	A	60.57	A	0.89	A
MO-EAP1	3753	A	59.33	A	2.49	A	1.43	A	28.85	A	60.53	A	0.89	A
MV-EAP1	3691	A	57.67	A	2.03	A	1.15	A	27.37	A	60.77	A	0.89	A
Guayape	3649	A	60.33	A	2.20	A	1.29	A	30.64	A	60.20	A	0.95	A
CP S0-C	3625	A	59.00	A	2.03	A	1.19	A	28.34	A	59.70	A	0.72	A
PT-EAP2	3263	A	57.33	B	2.20	A	1.22	A	28.05	A	59.17	A	0.72	A
MV-EAP2	3134	A	56.00	C	2.15	A	1.30	A	28.02	A	60.40	A	0.99	A
Mezcla-3	3105	A	55.67	C	2.29	A	1.32	A	29.34	A	60.23	A	0.99	A
MO S2-F	3037	A	60.33	A	2.44	A	1.52	A	28.58	A	60.67	A	0.63	A
Mezcla-1	2912	A	58.67	A	2.18	A	1.41	A	29.79	A	60.97	A	0.99	A
MV S2-F	2845	A	56.00	C	1.71	A	0.87	A	27.56	A	60.00	A	0.84	A
PT S2-F	2842	A	57.67	A	2.30	A	1.19	A	26.16	A	58.40	A	0.03	A
MO S3-F	2694	A	61.33	A	2.45	A	1.51	A	30.58	A	61.17	A	0.97	A
RF S0-F	2659	A	57.67	A	1.61	A	0.88	A	26.14	A	59.35	A	0.91	A
ST S0-F	2615	A	58.33	A	2.41	A	1.56	A	31.52	A	59.70	A	1.00	A
MO S1-F	2544	A	59.67	A	2.24	A	1.40	A	28.66	A	60.20	A	0.54	A
Mezcla-0	2167	A	57.67	A	2.43	A	1.45	A	28.30	A	60.73	A	0.99	A

Estos resultados son consistentes con los obtenidos por Reconco (1994) y García (1997). La población proveniente de la finca de Medardo Vallecillos presenta buen potencial de rendimiento y características agronómicas muy aceptables. Esto se debe a que cultiva una variedad mejorada (HB-104), desde hace 10 años, que se ha adaptado muy bien en la zona, conservando ciertos genes que contribuyen al rendimiento. En un programa de fitomejoramiento, la identificación de poblaciones superiores con las cuales se inicia el proceso de selección es de gran importancia, ya que la ganancia por selección es una medida del comportamiento superior al promedio de la población (Rosas y Young, 1992).

La población MV-EAP4 es superada únicamente por las poblaciones correspondientes a MV S3-F y MV S4-F; sin embargo, no existe diferencia significativa entre MV-EAP4 y el resto de poblaciones MV-EAP. Se observó que las poblaciones MV-EAP3, MV-EAP2 y MV-EAP1 presentaron rendimientos por debajo de los obtenidos con la población original (MV S0-F).

Las ganancias en rendimiento no han sido constantes de un ciclo a otro, esto puede ser debido a factores climáticos y su interacción con el genotipo de las plantas. Se debe tomar en cuenta que los factores ambientales afectan diferentes combinaciones de genes de diferentes maneras (Rosas y Young, 1992). Otra razón es que los genes no se han estabilizado, por lo que la segregación y variación de una generación a otra puede ser relativamente grande.

Los contrastes ortogonales muestran que no existe diferencia significativa entre las poblaciones de Medardo Vallecillos seleccionadas en finca y las seleccionadas en la estación experimental. Esto nos indica que el agricultor realiza la selección de manera similar a la realizada por los fitomejoradores y aplica el método de control de la polinización para obtener plantas más uniformes, según sus propios criterios de selección.

La población correspondiente a la Mezcla-4 presenta un incremento en rendimiento superior al 100% con respecto a la Mezcla-0. Además, existe diferencia significativa entre la Mezcla-0 y el resto de las mezclas, al igual que es significativa la diferencia existente entre la Mezcla-4 y las mezclas de ciclos anteriores. Esto, posiblemente, es debido al efecto de la ampliación de la base genética, que se obtuvo al mezclar cuatro poblaciones provenientes de distintos agricultores. Este fenómeno, conocido como heterosis, permite aprovechar la manifestación del vigor híbrido para mayor rendimiento de grano, madurez más temprana, mayor resistencia a plagas, enfermedades, sequía, entre otras características de interés agronómico (Terron *et al.* 1996).

Las poblaciones del genotipo MO-F presentan bajos rendimientos y los incrementos no han sido mantenidos a través de los ciclos de selección. Resultados similares fueron obtenidos por García (1997). Esto demuestra que en las condiciones climáticas y de manejo que se presentan en Zamorano, las poblaciones seleccionadas en la finca no muestran buena adaptación, por lo que los genes que intervienen en el rendimiento son afectados de manera negativa. Para facilitar el mejoramiento de esta población, aprovechando su adaptabilidad al sistema de producción, pueden introgresarse genes que contribuyan a la variabilidad genética, con el propósito de incrementar la frecuencia de estos genes en la población para los caracteres deseados.

La población PT-EAP3 presenta un incremento de más de 1000 kg por ha con respecto al ciclo anterior. Esto muestra que esta población presenta mucha variabilidad genética o que algunos factores ambientales pudieron haber influido, ya que un aumento tan grande no puede atribuirse solamente al efecto de la selección. Así, también, existe diferencia entre los genotipos PT-EAP2 y PT S2-F, siendo la primera superior por 421 kg por ha. Esta diferencia en rendimiento muestra que las poblaciones seleccionadas en Zamorano se adaptan mejor a estas condiciones que las seleccionadas por el agricultor en su finca. Esto muestra la importancia de la selección y validación de las poblaciones en diferentes localidades.

4.1.2 Días a floración

El modelo utilizado fue altamente significativo ($P < 0.0001$) y expresa el 83% de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue bueno. La diferencia entre las poblaciones fue altamente significativa (Anexo 1). La prueba SNK ($\alpha = 0.05$) fue capaz de detectar diferencias entre las medias de las poblaciones.

Las poblaciones más precoces corresponden a selecciones realizadas en la estación experimental de los genotipos MV-EAP3 y CP-EAP1.

De las diez poblaciones más precoces, seis corresponden a MV. La reducción en días a floración de la población MV S4-F con respecto a MV S0-F es de casi seis días. Los contrastes ortogonales muestran que existe diferencia altamente significativa en floración entre MV S0-F y el resto de las poblaciones MV seleccionadas en finca. La población MV-EAP4 también muestra reducción significativa con respecto a la MV S0-F en un poco más de cinco días. Existe diferencia altamente significativa entre MV S0-F y los ciclos posteriores de selección en la estación experimental. No se detectó diferencia significativa entre los ciclos de selección de las poblaciones MV realizados por el agricultor, en su finca, y los realizados en la estación experimental por los fitomejoradores.

El agricultor ha seleccionado, a través de los ciclos de mejoramiento, las plantas más precoces, esta característica es muy importante ya que le permite a la población completar su ciclo en un periodo más corto, lo que le confiere cierta ventaja para tolerar los periodos secos, los cuales son muy frecuentes en la zona.

Dos de las poblaciones más tardías corresponden a MO S2-F y MO S3-F. Lo cual muestra que el agricultor ha seleccionado las plantas más tardías, ya sea de manera intencional o por retraso en el tiempo de realizar las polinizaciones. De ser cierta la primera hipótesis, puede ser debido a que el agricultor ha observado que las plantas más tardías pueden resultar más rendidoras. Bluma (1988) afirma que existe una asociación positiva entre la duración del cultivo y el potencial de rendimiento, siempre y cuando el periodo de llenado del grano sea largo. Esta hipótesis ha sido corroborada por otros autores, entre ellos Preciado-Ortiz, Weiss y Johnson (1995) y Bolaños (1995).

4.1.3 Altura de planta

El modelo utilizado no fue significativo ($P > 0.0615$) y expresa únicamente el 50% de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue aceptable. La diferencia estadística debido a las poblaciones fue significativa (Anexo 1). La prueba SNK ($\alpha = 0.05$) de separación de medias no detectó diferencias significativas entre las poblaciones.

Tres de las cinco poblaciones con mayor altura provienen del genotipo MO. Las otras dos poblaciones corresponden a la Mezcla-2 y Mezcla-0.

La reducida ganancia por selección, en los días a floración y la altura de las poblaciones correspondientes a MO, puede explicarse por la fijación genética de los genes que contribuyen con estos caracteres, es decir, que no hay genes presentes que favorezcan la precocidad y la reducción del tamaño de la planta.

La población con menor altura corresponde a la RF S0-F.

Aunque no existe diferencia significativa entre la población MV S0-F y los ciclos de selección en la finca y en la estación experimental, se observó una reducción de 0.47 m en la población MV S4-F y de 0.48 m en la MV-EAP4 con respecto a la población original. La población más baja del genotipo MV corresponde al ciclo MV S2-F.

La selección por tamaño de planta, realizada por el agricultor y los fitomejoradores, tienen un propósito común, reducir la altura, con esto se pretende reducir el porcentaje de acame. Cabe mencionar que el agricultor no desea que la altura sea demasiado baja ya que utiliza el rastrojo para la alimentación de su ganado vacuno.

No se detectó diferencia significativa en la población Mezcla-0 con respecto a los ciclos de selección, sin embargo, se observa una reducción en 0.48 m en la Mezcla-4. Esta reducción en la altura se debe a la mayor variabilidad genética, lo que permite un mejor aprovechamiento de la heterosis presente en la población.

4.1.4 Altura de mazorca

El modelo utilizado fue significativo ($P > 0.0084$), sin embargo expresa únicamente el 57% de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue aceptable. Existen diferencias significativas entre las diferentes poblaciones (Anexo 1). La prueba SNK ($\alpha = 0.05$) no encontró diferencias significativas entre las medias de las poblaciones.

La población ST S0-F presenta la mayor altura de la mazorca, el tamaño de la planta fue también alto. Esto es una desventaja si hay incidencia de fuertes vientos o lluvias ya que existe mayor riesgo de acame.

Las poblaciones con mayor altura de planta presentan también la mayor altura de mazorca. Así también, la población RF S0-F presenta la menor altura de mazorca.

La reducción en la altura de mazorca que se ha obtenido en el ciclo Mezcla-4 es significativa con respecto a los ciclos anteriores, lográndose una reducción de 0.4 m en comparación con la Mezcla-0. Debido a la mayor variabilidad genética de estas poblaciones, se presentan plantas con alturas heterogéneas, facilitando la selección de plantas de menor tamaño. Los efectos de esta selección se presentan en ciclos tempranos, debido a la alta heredabilidad de esta característica.

4.1.5 Peso de cien granos

El modelo utilizado no fue significativo ($Pr > 0.0604$), expresa únicamente el 50% de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue adecuado (Anexo 1). La prueba SNK ($\alpha=0.05$) encontró diferencias significativas entre las medias de las poblaciones.

El peso del grano está directamente relacionado con el tamaño del grano e inversamente relacionado con el número de granos por mazorca.

La población con mayor peso de grano fue la ST S0-F, aunque su rendimiento fue uno de los más bajos, esto es debido a los valores bajos de los demás componentes de rendimiento. Se observó también que de las diez poblaciones con mayor peso, cuatro corresponden al genotipo de las Mezclas, siendo la de mayor peso la Mezcla-2 y la menor, la Mezcla-4. La razón de esto es la selección de mazorcas con mayor número de granos pero con granos más pequeños.

Aunque no se encontraron diferencias significativas en la población MV S0-F con respecto a las poblaciones seleccionadas en la finca y en la estación experimental, presentó el peso de grano más bajo de todas las poblaciones evaluadas, siendo menor, únicamente, el testigo HR-15. Esto muestra que en las condiciones de Zamorano, el incremento en el rendimiento de las poblaciones provenientes de la variedad de Medardo Vallecillos es debido al aumento del tamaño de los granos, esta característica es influenciada por la interacción del genotipo por el ambiente. Por lo tanto, se puede decir que la variedad que utiliza este agricultor posee buena adaptabilidad y que el rendimiento no es afectado negativamente por el ambiente.

4.1.6 Peso Bushel

El modelo utilizado no fue significativo (0.3215), expresa menos de la mitad de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue bastante bueno (Anexo 1)

No se detectaron diferencias significativas con la prueba SNK ($\alpha=0.05$).

Todas las poblaciones presentaron un peso bushel superior al patrón utilizado para maíz, el cual es de 56 lbs, el promedio de las poblaciones evaluadas es de 60.20 lbs/bushel (Anexo 1). Esto indica que todas las poblaciones presentaron buen peso específico de grano, el cual está influenciado por factores ambientales y de manejo del cultivo como una buena humedad en el suelo y buena densidad poblacional, lo que contribuye al buen llenado del grano.

4.2 PARCELAS DE COMPARACION POBLACIONAL EN LA FINCA DE MEDARDO VALLECILLOS

Estas poblaciones fueron cosechadas al alcanzar la madurez fisiológica, su humedad de campo promedio fue de 22%. Se cosecharon 31 de las 33 parcelas totales, las dos parcelas perdidas estaban ubicadas en el borde más cercano a la entrada del lote donde fueron sembradas.

Los datos de días a floración no son muy confiables debido a la poca precisión que se observó en el momento en que el agricultor hacía las estimaciones de la floración.

En general, todos los coeficientes de variación fueron bastante aceptables (Anexo 3), lo cual indica que las poblaciones se comportaron de manera uniforme y el experimento fue bien conducido en la finca del agricultor.

La separación de medias realizada utilizando la prueba SNK (Cuadro 10) , excepto en el peso de cien granos, no muestra diferencia significativa entre las poblaciones evaluadas para cada una de las variables dependientes.

Los contrastes ortogonales realizados a las poblaciones muestran que no existe diferencia significativa, en ninguna de las variables evaluadas, entre las poblaciones seleccionadas en la estación experimental y las seleccionadas en la finca (Anexo 4).

Cuadro 10. Separación de medias* de las variables estudiadas para las poblaciones evaluadas en la finca de Medardo Vallecillos.

Población	Rendimiento		Altura de planta		Altura de mazorca		Peso de cien granos		Peso Bushel		Número de granos	
EAP-1	4488	A	1.90	A	0.97	A	22.53	A	57.7	A	378.0	A
H-29	4379	A	2.20	A	1.22	A	25.65	A	57.9	A	352.7	A
EAP-4	4151	A	1.95	A	1.01	A	22.76	A	56.9	A	346.5	A
EAP-3	4141	A	2.14	A	1.11	A	22.31	A	57.1	A	351.7	A
S4-F	3531	A	1.98	A	1.04	A	19.11	B	55.0	A	320.0	A
S0-F	3264	A	2.02	A	1.01	A	24.56	A	58.4	A	344.3	A
S2-F	3260	A	2.01	A	1.03	A	21.58	A	55.6	A	325.3	A
Guayape	3170	A	2.14	A	1.14	A	25.64	A	58.3	A	315.7	A
EAP-2	3131	A	1.75	A	0.86	A	24.88	A	57.3	A	342.0	A
S3-F	3073	A	2.01	A	1.03	A	20.32	A	56.8	A	310.7	A
S1-F	2950	A	2.00	A	1.02	A	22.97	A	56.7	A	310.3	A

* Poblaciones seguidas por letras diferentes, en cada columna, son significativamente diferentes ($Pr > 0.05$)

4.2.1 Rendimiento

El modelo utilizado no fue significativo ($P > 0.5179$) y expresa únicamente el 42% de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue aceptable (Anexo 3).

A excepción de la población MV-EAP-2, todas las poblaciones de los ciclos de selección en la estación experimental fueron superiores a la población original (MV S0-F); sin embargo, esta diferencia no es estadísticamente significativa ($\alpha=0.05$). Estos resultados son consistentes con los obtenidos en la evaluación poblacional realizada en la estación experimental, lo cual confirma la ganancia por selección que han tenido estas poblaciones y su buena adaptabilidad, tanto en las condiciones de Zamorano, como en la finca.

En general, las poblaciones seleccionadas en la estación experimental son superiores a las seleccionadas en la finca, existiendo una diferencia de 883.42 kg por ha; sin embargo, esta diferencia no es significativa. Esto se explica por la interacción del ambiente con el genotipo de las plantas.

La población MV S4-F presentó el mayor rendimiento en las poblaciones seleccionadas en la finca; sin embargo, no existe diferencia significativa con respecto a los ciclos anteriores de selección. La ganancia por selección de un ciclo a otro es relativamente pequeña, debido al efecto de los múltiples genes que intervienen en la expresión de esta característica y su baja heredabilidad.

4.2.2 Altura de planta

El modelo utilizado no fue significativo ($P > 0.5109$) y expresa muy poco (37%) de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue bastante bueno (Anexo 3).

No se presentaron diferencias significativas entre la población original y los posteriores ciclos de selección, tanto en la estación experimental como en la finca.

Se observó que la altura era muy similar entre parcelas y bastante homogéneas dentro de cada una de ellas. A excepción de la población MV-EAP-2, las alturas se concentran entre 2.14 m y 1.90 m. El agricultor ha logrado uniformar la altura de las plantas, esta característica presenta alta heredabilidad por lo que, si existe suficiente variabilidad genética, los resultados del mejoramiento se pueden observar en ciclos tempranos de selección.

4.2.3 Altura de mazorca

El modelo utilizado no fue significativo ($P > 0.3727$) y expresa solamente un 41% de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue bastante aceptable (Anexo 3).

Se observó una ligera tendencia, no significativa, en las poblaciones MV-F, de aumento de la altura de las mazorcas conforme se avanza en los ciclos de selección. Las únicas poblaciones con mazorcas más bajas que la población original corresponden a MV-EAP1 y MV-EAP2; sin embargo, esta reducción en altura de la mazorca no se mantuvo en los ciclos posteriores.

4.2.4 Peso de cien granos

El modelo utilizado fue significativo ($P > 0.0141$) y expresa un 71% de la variabilidad total. El coeficiente de variación fue bastante bueno (Anexo 3).

La población original presentó uno de los pesos más altos, siendo únicamente superada por la población MV-EAP2 y por los dos testigos. En las poblaciones MV-F, a medida se avanza en los ciclos de selección, se reduce el peso del grano. De todas las poblaciones evaluadas, la de menor peso de grano corresponde a MV S4-F. Esta diferencia de los ciclos de selección en finca con respecto a la población original es estadísticamente significativa. Estos resultados son opuestos a los obtenidos en Zamorano, lo cual, quizás, sea debido al período de sequía que se presentó en la zona, lo cual no permitió una buena formación ni buen llenado del grano.

4.2.5 Número de granos por mazorca

En las poblaciones seleccionadas en la finca, se observó tendencia a la reducción en el número de granos por mazorca a partir de la población original, conforme se avanzó en los ciclos de selección en finca. Si se comparan estos datos con los obtenidos en la estación experimental, es muy notorio el efecto del ambiente sobre las poblaciones, ya que en las condiciones de la finca, el rendimiento ha tenido un incremento muy pequeño, debido al bajo peso del grano y al número reducido de granos por mazorca. Estas mismas poblaciones evaluadas en Zamorano, muestran los mayores rendimientos y el peso del grano ha tendido a incrementarse.

Las tres poblaciones con mayor número de granos corresponden a poblaciones seleccionadas en la estación experimental (MV-EAP1, MV-EAP3 y MV-EAP4). A excepción de MV-EAP2, todas las poblaciones seleccionadas en la estación experimental presentaron mayor número de granos con respecto a la población original.

4.3 PARCELAS DE COMPARACION POBLACIONAL EN LA FINCA DE SEBASTIAN TRUJILLO

Las parcelas sembradas en la finca de Sebastián Trujillo no soportaron la sequía durante la etapa de crecimiento vegetativo y previo a la floración. La mayoría de las plantas de todas las parcelas murieron antes de la floración. Las pocas que produjeron inflorescencia masculina y polen no formaron inflorescencia femenina.

La población ST S0-F tardó más, en relación con los dos testigos, en presentar síntomas visuales severos de estrés hídrico.

Otra característica importante de esta población es su gran altura, tanto de la planta como de la mazorca, 2.46 m y 1.71 m, respectivamente.

La colaboración de Sebastián Trujillo en la metodología utilizada fue muy escasa y no mostró mucho interés ni buena disposición de aprendizaje. Esto indica que la selección de los agricultores debe ser un proceso más complejo. También el proceso de interacción del fitomejorador con el agricultor debe ser más dinámico.

4.4 PARCELAS DE COMPARACION POBLACIONAL EN LA FINCA DE RAFAEL FLORES

La participación de Rafael Flores en las actividades relacionadas con la metodología de mejoramiento, la interacción, su interés y buena disposición de aprendizaje fueron características relevantes en el trabajo realizado en su finca.

El modelo utilizado para la evaluación de las variables dependientes no fue significativo para todas ellas. En general, el modelo expresa muy poco la variabilidad total (Anexo 5)

La población RF S0-F muestra muy buenas características morfológicas de la planta y buena calidad de grano (Cuadro 11). A pesar de que el suelo de esta finca fue el más fuertemente ácido y presentó los valores más bajos de K, Ca y Mg (Cuadro 5), los rendimientos obtenidos fueron los más altos de todo el experimento. La posible explicación de esto es la utilización de riego durante todas las etapas de desarrollo del cultivo.

Debido al pequeño tamaño de la planta, Rafael Flores corta el tallo inmediatamente arriba de la mazorca, una vez que ésta se ha formado completamente, para aprovechar mejor el forraje de la planta para la alimentación del ganado vacuno.

Cuadro 11. Separación de medias* de las variables estudiadas en las poblaciones evaluadas en la finca de Rafael Flores.

VARIABLES DEPENDIENTES	Rendimiento	Altura de planta	Altura de mazorca	Peso de cien granos	Peso Bushel
Población	Medias	Medias	Medias	Medias	Medias
Guayape	5900 A	2.35 A	0.98 A	30.73 A	59.40 A
RF S0-F	5655 A	1.90 A	0.89 A	30.97 A	59.47 A
H-29	5404 A	1.99 A	1.63 A	30.25 A	58.33 A

* Poblaciones seguidas por letras diferentes, en cada columna, son significativamente diferentes ($P > 0.05$)

4.5 PARCELAS DE COMPARACION POBLACIONAL EN LA FINCA DE WILFREDO FLORES

La participación de Wilfredo Flores en el proceso de selección fue muy buena. Al igual que Rafael Flores, comprendió la importancia de seleccionar la semilla para el próximo ciclo de siembra para producir “plantas de calidad”. Ellos basaron la selección, únicamente, en características de la mazorca y de los granos.

El modelo utilizado no fue significativo para todas las variables evaluadas y los coeficientes de variación explican muy poco la variabilidad total (Anexo 6).

Aunque el rendimiento de la población WF S0-F fue muy inferior al testigo H-29, presentó el peso de grano y peso el bushel más altos, en comparación con los dos testigos. Las alturas de planta y mazorca fueron también inferiores con respecto a los testigos (Cuadro 12).

Cuadro 12. Separación de medias* de las variables estudiadas en las poblaciones evaluadas en la finca de Wilfredo Flores.

Población	Rendimiento		Altura de planta		Altura de mazorca		Peso de cien granos		Peso Bushel	
H-29	4003	A	2.2	A	1.33	A	25.65	A	57.5	A
WF S0-F	2686	A	2.0	A	1.09	A	26.58	A	58.33	A
Guayape	2674	A	2.1	A	1.16	A	25.64	A	56.83	A

* Poblaciones seguidas por letras diferentes, en cada columna, son significativamente diferentes ($P < 0.05$)

4.6 CURSO DE FITOMEJORAMIENTO GENETICO

Las charlas que comprendía el curso tuvieron una duración aproximada de 45 minutos. Durante su desarrollo, la participación de los agricultores fue muy activa. A pesar de la corta duración del curso, se creó un ambiente amistoso y de cordialidad entre los agricultores, proponiendo ellos mismos el siguiente lema: “Honduras, Nicaragua y El Salvador unidos por la agricultura”.

Todos los agricultores participantes afirmaron que realizan selección de la semilla que utilizan para la siembra del próximo ciclo. Únicamente seis agricultores mencionaron que hacen la selección tomando en cuenta características de la planta, los restantes dan mayor importancia a las características de la mazorca y el grano, teniendo sus propios criterios de selección basados en el ideotipo de sus cultivares a través del tiempo (Cuadro 13). Estas observaciones son consistentes con las obtenidas por Bueso (1994) en dos cursos de capacitación. Todos los agricultores manifestaron que escogen, únicamente, los granos de la parte central de la mazorca para utilizarlos como semilla.

Solamente un agricultor afirmó que utiliza algún tipo de metodología de fitomejoramiento, la cual consiste en la eliminación de la flor masculina de las plantas con características poco deseables. El fue capaz de explicar a sus compañeros todos los pasos que sigue para la realización de esta práctica.

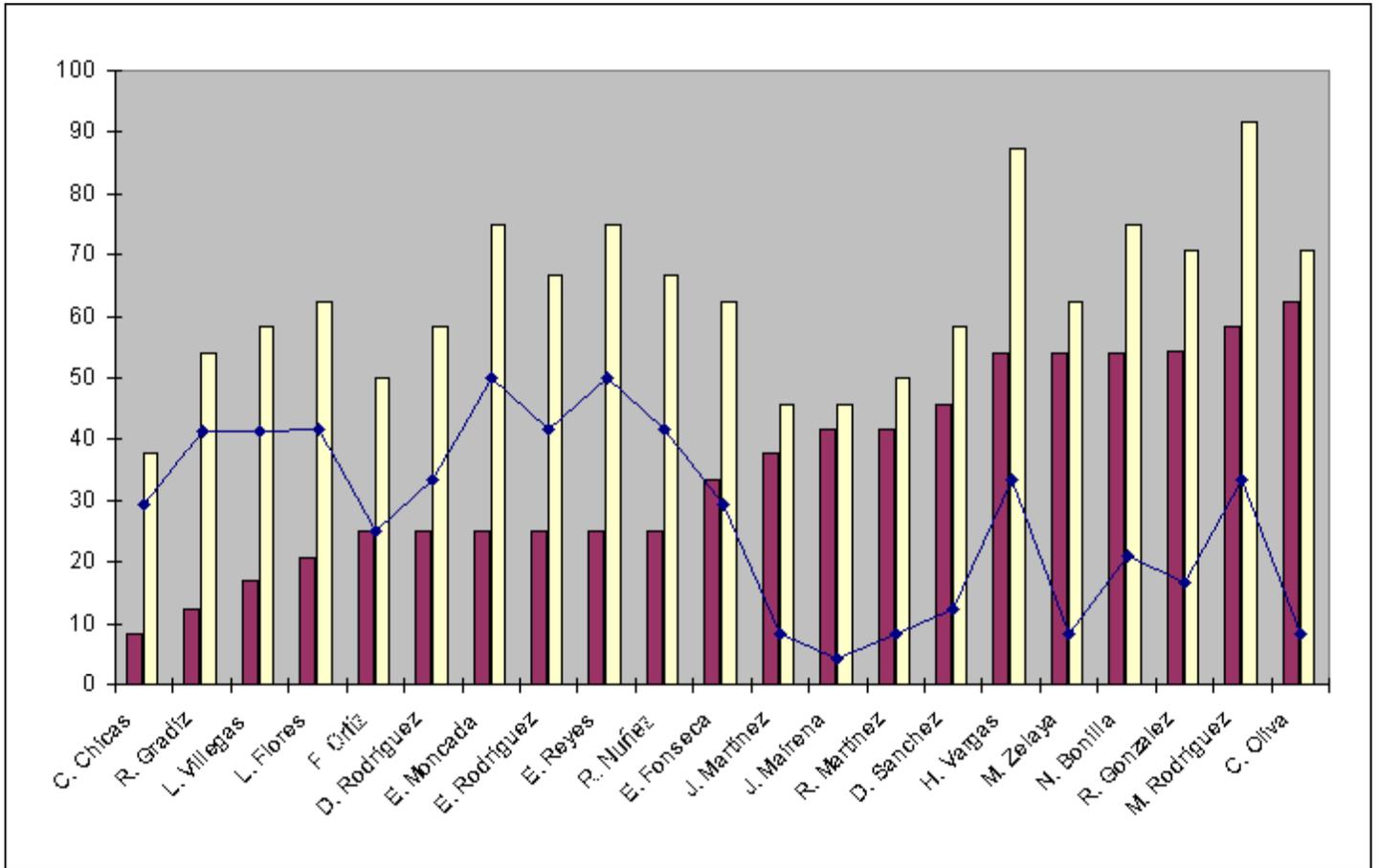
Cuadro 13. Criterios de selección que utilizan los agricultores para escoger la semilla para el próximo ciclo de siembra.

PLANTA	Importancia	Frecuencia
Vigor	1	5
Sanidad	2	5
Altura	3	2
Precocidad	3	2
Acame	4	0
		$\Sigma=14$
MAZORCA		
Rectitud	1	9
Tamaño	1	9
Sanidad	2	4
No. de hileras	3	3
Cobertura	4	2
Altura	5	0
Número por planta	5	0
		$\Sigma=27$
GRANO		
Tamaño	1	8
Forma	2	6
Color	3	2
Sanidad	3	2
		$\Sigma=18$

4.6.1 Evaluación del aprendizaje de los conceptos teóricos

Los resultados obtenidos de las pruebas de conocimientos realizadas a los participantes, antes y después del curso, muestran que hubo un incremento altamente significativo de 76% en las calificaciones finales con respecto a las iniciales (Figura 1). Así también, se observó una reducción en las desviaciones estándares de las notas finales con respecto a las iniciales.

Los agricultores que obtuvieron las calificaciones más altas en la prueba inicial de conocimientos, presentan un incremento de conocimientos menor, en relación con los agricultores que obtuvieron calificaciones iniciales bajas.



Prueba	Medias	Desviación st.	Prob> T
Inicial	36.04	16.541	0.0001
Final	63.31	13.958	0.0001

	Nota final
	Nota inicial
■	Incremento

Los resultados de las respuestas de la prueba inicial (Cuadro 14), muestran que los agricultores comprenden bien el efecto del cruce entre plantas con distinto color de grano, debido a que ellos pueden apreciar los resultados en forma visual al momento de la cosecha. También más del 50% de ellos conoce la función del polen, aunque no saben el nombre técnico, es decir que comprenden la función del "polvo amarillo que bota la flor" pero no todos conocen el significado del término polen. Estas observaciones son válidas, también, en el caso del sexo de la planta de maíz. La mayoría no sabe cuál es el sexo en la planta de maíz, sin embargo reconocen y diferencian la panoja y la mazorca como órganos de la planta.

La totalidad de los agricultores no conocen la diferencia entre los términos que se refieren a un híbrido y a una variedad mejorada.

Al final del curso los agricultores incrementaron considerablemente sus conocimientos en los temas relacionados con el mejoramiento genético del maíz (Cuadro 14). Los temas que mejor asimilaron fueron los referentes al sexo y la reproducción de la planta: la función del polen y la identificación de la parte masculina y femenina de la planta.

Los términos de herencia y variabilidad no fueron claramente comprendidos, quizás debido a lo abstracto que resultan estos conceptos. Se debe invertir un poco más de tiempo en estos temas ya que son fundamentales para que el agricultor conozca las bases genéticas del por qué de las prácticas de selección para el mejoramiento de sus variedades. Las preguntas referentes al tiempo necesario para obtener una variedad mejorada y a las diferencias entre un híbrido y una variedad mejorada fueron las que presentaron mayor porcentaje de desacuerdo.

Según Bueso (1994), los agricultores participantes en los cursos de capacitación de mejoramiento de maíces criollos, practican y experimentan en sus fincas, los conceptos y técnicas que se les ha impartido, realizando ciertas modificaciones en la metodología según los recursos disponibles. Ellos se sienten menos comprometidos a seguir exactamente el método de selección y cruzamiento entre medio hermanos, con respecto a los agricultores capacitados en sus fincas, esto es debido a la presencia constante y la supervisión que los fitomejoradores hacen a los agricultores capacitados en la finca. Esto da oportunidad a la iniciativa y el espíritu de investigación de los agricultores capacitados en el curso.

Cuadro 14. Resultados porcentuales de la forma en que los agricultores respondieron a la prueba de conocimientos antes y después del curso de capacitación realizado en Zamorano.

Pregunta	Prueba Inicial			Prueba Final		
	Bien	Medio	Mal	Bien	Medio	Mal
1. ¿De qué sexo es una planta de maíz ?	9.5	4.8	85.7	95.2	0.0	4.8
2. ¿Para qué sirve el polvo amarillo que bota la flor del maíz ?	57.1	4.8	38.1	95.2	4.8	0.0
3. ¿Cuál es la parte macho de una planta de maíz ?	42.9	0.0	57.1	90.5	0.0	9.5
4. ¿Cuál es la parte hembra ?	33.3	0.0	66.7	81	0.0	19
5. ¿Qué pasa cuando a la mazorca de una planta de grano blanco le cae polen de otra planta de grano amarillo ?	81	9.5	9.5	70.4	22.8	6.8
6. ¿Por qué los hijos se parecen a los padres ?	14.4	42.8	42.8	52.4	47.6	0.0
7. ¿Una planta de maíz que es alta dará siempre plantas altas ?	23.8	9.5	66.7	28.6	23.8	47.6
8. ¿Qué es una variedad mejorada ?	4.8	61.9	33.3	14.3	52.4	33.3
9. ¿Qué cosas debemos hacer para mejorar una variedad criolla ?	19	42.9	38.1	33.3	38.1	28.6
10. ¿Para obtener una variedad mejorada, cuántos años de selección necesitaremos ?	19	4.8	76.2	23.8	4.8	71.4
11. ¿Que debemos hacer para evitar que nuestra variedad mejorada se mezcle con la variedad criolla del vecino ?	19	33.4	47.6	33.3	52.4	14.3
12. ¿Diferencia entre un híbrido y una variedad mejorada ?	0.0	0.0	100	9.5	23.8	66.7

5. CONCLUSIONES

1. La participación del agricultor en el proceso de mejoramiento genético de las variedades locales debe ser más activa y complementaria con los esfuerzos de los fitomejoradores.
2. La comunicación con los agricultores debe ser amplia y clara, ya que es la base del trabajo de campo.
3. La unidad de producción del agricultor debe considerarse como un sistema complejo, en donde todos sus componentes interactúan.
4. El aprovechamiento y aplicación de los conceptos y prácticas de fitomejoramiento, han sido muy satisfactorios en los primeros ciclos de selección.
5. El producto del mejoramiento y el mantenimiento de la diversidad genética deben brindarle algún beneficio tangible a los agricultores.

6. RECOMENDACIONES

1. Orientar los esfuerzos a nivel de comunidad, trabajando con grupos de agricultores organizados formal o informalmente.
2. Mejorar el carácter o caracteres genéticos específicos que cada agricultor o grupo de agricultores considere prioritarios en sus variedades criollas.
3. Enriquecer o ampliar la base genética de las variedades criollas, con el objetivo de aumentar las posibilidades de identificar combinaciones génicas favorables.
4. Realizar una selección negativa de los materiales segregantes para evitar una posible depresión endogámica.
5. Proyectar una participación interinstitucional, considerando la participación activa de los agricultores en todo el proceso.

7. BIBLIOGRAFIA

- AGUIRRE, J.A. 1997. Análisis regional de la diversidad del maíz en el sureste de Guanajuato. Tesis, Ph.D. Méx. D.F., Universidad Nacional Autónoma de México. s.p.
- BLUMA. 1988. Plant breeding for stress environments. Boca Ratón Florida. CRC Press Inc.
- Citado por: PRECIADO, E.; TERRON, A.; CORDOVA, H.; MICKELSON, H.; LOPEZ, R. 1997. Respuestas correlacionadas para el rendimiento en la selección de híbridos de maíces precoces subtropicales. *Agronomía Mesoamericana (Costa Rica)*. 8(1): 35-43
- BOEF, W.S.; BERG, T.; HAVERKORT, B. 1995. Farmers, crops and landraces. Farmers' roles in the development and conservation of crop diversity. Internal discussion paper. CPRO-DLO Center for Genetic Resources, The Netherlands, Wageningen. 22 p.
- BOLANOS, J. 1995. Physiological bases for yield differences in selected maize cultivars from Central America. *Field Crops Research*. 42: 69-80.
- BROWN; GOODMAN. 1977. Races of corn. Corn and corn improvement. Monograph 18. Ed. by G.F. Sprague. American Society of Agronomy, Madison, Wisconsin, EE.UU. p. 49-88.
- BUESO, F.J. 1994. Evaluación de dos metodologías de capacitación en mejoramiento de maíz para pequeños agricultores. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 98 p.
- CHANG, T.T. 1992. Availability of plant germoplasm for use in crop improvement. Plant breeding in the 1990s'. Ed. by Stalker and J.P. Murphy. C.A.B. International, Wallingford, Oxon, UK. p. 17-35.
- EYZAGUIRRE, P.; IWANAGA, M. 1996. Farmers' contribution to maintaining genetic diversity in crops, and its role within the total genetic resources system. *In* Proceedings of a workshop on participatory plant breeding (1995, Wageningen, The Netherlands). Wageningen, The Netherlands, International plant genetic resources Institute. Rome, Italy. p.9-18.
- GARCIA, M.R. 1997. Mejoramiento y conservación de maíces criollos con pequeños agricultores. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 54 p.

GOMEZ, F.; BUESO, F.; RECONCO, R.; SMITH, M. 1995. Manual de mejoramiento y conservación del maíz criollo con pequeños agricultores. Zamorano, Hond. 37p.

HALLAUER, A.R.; MIRANDA, J.B. 1981. Quantitative genetics in maize breeding. Iowa State University press. Ames, EE.UU. 468 p.

HARDON, J.(rapporteur) 1995. Participatory Plant Breeding. The outcome of a workshop on participatory plant breeding (1995, Wageningen, The Netherlands). Issues in genetic resources No. 3, october 1995. Wageningen, The Netherlands. International plant genetic resources institute, Rome, Italy. 15 p.

HARRINGTON, L. 1996. Diversity by design: Conserving biological diversity through more productive and sustainable agroecosystems. CIMMYT. Méx, D.F. 5 p.

LOUTTE, D.; SMALE, M. 1996. Genetic diversity and maize seed management in a tradicional Mexican community: Implications for *In situ* conservation of maize. NRG paper 96-03. CIMMYT. Méx, D.F. 22 p.

LOUTTE, D.; SMALE, M. 1997. Farmers' seed selection practices and maize variety characteristics in a tradicional mexican community. Draft economics working paper. Universidad de Guadalajara y CIMMYT, Méx. [17] p.

MAURYA, D.M.; BOTTRAL, A.; FARRINGTON, J. 1988. Improved livelihoods, genetic diversity and farmers' participation: a strategy for rice breeding in rainfed areas of India. *Experimental Agriculture* 24:311-320.

Citado por: WITCOMBE, J.; JOSHI, A. 1996. Farmer participatory approaches for varietal breeding and selection and linkanges to the formal seed sector. *In* Proceedings of a wokshop on plant breeding (1995, Wageningen, The Netherlands). Wageningen, The Netherlands, International plant genetic resources Institute. Rome, Italy. p. 57-65.

PRECIADO -ORTIZ, R.; WEISS, A.; JOHNSON ,B.E.; 1995. Developing prototype maize (*Zea mays.*) hybrids by crop modeling for specific rainfed regions. *Maydica* 40: 191-197.

RECONCO, R.R. 1994. Mejoramiento de maíz en fincas de pequeños agricultores. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, Zamorano, Honduras. 61p.

RICE, E.; SMALE, M.; BLANCO, J.L. 1997. Farmers' use of improved seed selection practices in Mexican Maize: Evidence and Issues from the Sierra Santa Marta. Draft CIMMYT economics working paper. Méx. D.F. CIMMYT. s.p.

RILEY, K. 1996. Decentralized breeding and selection - a tool to link diversity and development. *In* Proceeding of a workshop on using diversity: Enhancing and maintaining genetic diversity on-farm (1995, New Delhi, India). International Development Research Centre. Ottawa, Can. s.p.

Citado por: EYZAGUIRRE, P.; IWANAGA, M. 1996. Farmers' contribution to maintaining genetic diversity in crops, and its role within the total genetic resources system. *In* Proceedings of a workshop on participatory plant breeding (1995, Wageningen, The Netherlands). Wageningen, The Netherlands, International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. p.9-18.

ROSAS, J.C.; YOUNG, R. 1992. Principios y prácticas de mejoramiento de plantas. Tegucigalpa, Hond. Escuela Agrícola Panamericana. 191 p.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. 1989. SAS/STAT[®] User's Guide, version 6. 4 ed. Carolina del norte (EE.UU). SAS institute Inc. 943 p.

SPERLING, L.; LOEVINSOHN, M.; NTABOMVRA, B. 1993. Rethinking the farmers role in plant breeding: local bean experts and on-station selecting in Rwanda. *Experimental Agriculture* 29:509-519.

Citado por: WITCOMBE, J.; JOSHI, A. 1996. Farmer participatory approaches for varietal breeding and selection and linkages to the formal seed sector. *In* Proceedings of a workshop on plant breeding (1995, Wageningen, The Netherlands). Wageningen, The Netherlands, International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. p. 57-65.

TERRON, A.; PRECIADO, E.; CORDOVA, H.; MICKELSON, H.; LOPEZ, R. 1997. Determinación del patrón heterotico de 30 líneas de maíz derivadas de la población 43SR del CIMMYT. *Agronomía Mesoamericana (Costa Rica)* 8(1): 26-34.

HONDURAS. UNIDAD DE PLANIFICACION SECTORIAL AGRICOLA. 1995. Compendio estadístico agropecuario. Secretaría de Recursos Naturales. Hond. 161 p.

WEILTZIEN, E.; WHITAKER, M.; DHAMONTHARAN, M. 1995. Breeding pearl millet with farmers in Rajasthan. *In* Proceeding of a workshop on using diversity: Enhancing and maintaining genetic diversity on-farm (1995, New Delhi, India). International Development Research Centre. Ottawa, Can. s.p.

Citado por: EYZAGUIRRE, P.; IWANAGA, M. 1996. Farmers' contribution to maintaining genetic diversity in crops, and its role within the total genetic resources system. *In* Proceedings of a workshop on participatory plant breeding (1995, Wageningen, The Netherlands). Wageningen, The Netherlands, International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. p.9-18.

WITCOMBE, J.R.; JOSHI, A. 1995. The impact of farmers participatory research on biodiversity of crops. *In* Proceedings of conference on using diversity: Enhancing and maintaining genetic resources on farm (1995, New Delhi, India). International Development Research Centre. Ottawa, Can. s.p.

Citado por: WITCOMBE, J.; JOSHI, A. 1996. Farmer participatory approaches for varietal breeding and selection and linkages to the formal seed sector. *In* Proceedings of a workshop on plant breeding (1995, Wageningen, The Netherlands). Wageningen, The Netherlands, International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. p. 57-65.

WITCOMBE, J.; JOSHI, A. 1996. Farmer participatory approaches for varietal breeding and selection and linkages to the formal seed sector. *In* Proceedings of a workshop on plant breeding (1995, Wageningen, The Netherlands). Wageningen, The Netherlands, International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy. p. 57-65.

8. ANEXOS

Anexo 1. ANDEVA para las variables dependientes de las poblaciones evaluadas en Zamorano.

Fuente de variación	Rendimiento		Días a flor Masculina		Altura de planta		Altura de mazorca	
	GL	Pr>F	GL	Pr>F	GL	Pr>F	GL	Pr>F
Modelo	31	*	31	**	31	0.0615	31	*
Genotipo	29	*	29	**	29	*	29	*
Bloque	2	*	2	0.1686	2	0.5637	2	0.9031
Error	50		58		50		50	
R-cuadrado	0.53		0.83		0.50		0.57	
C.V.	28.41		2.18		13.54		17.32	
CME	1054.74		1.25		0.29		0.21	
Media	3711.91		57.52		2.16		1.24	

Fuente de variación	Peso de cien granos		Peso Bushel		Acame	
	GL	Pr>F	GL	Pr>F	GL	Pr>F
Modelo	31	0.0604	31	0.3215	31	0.5580
Genotipo	29	0.0683	29	0.2994	29	0.5581
Bloque	2	0.2312	2	0.3978	2	0.3809
Error	50		50		58	
R-cuadrado	0.50		0.42		0.34	
C.V.	6.77		1.62		62.95	
CME	1.91		0.97		0.60	
Media	28.16		60.20		0.95	

* Significativo ($\alpha=0.05$)

** Altamente significativo (0.001)

Anexo 2. Contrastes ortogonales realizados en las poblaciones que han presentado mayor progreso durante los ciclos de selección en Zamorano.

Variables dependientes	Rendimiento		Días a flor masculina		Altura de planta		Altura de mazorca	
	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F
Fuente de variación								
Modelo	15	*	15	**	15	0.3126	15	0.1074
EAP VRS Mezcla	1	0.3785	1	0.0796	1	0.1274	1	0.0590
MV-F VRS Mezcla	1	0.0968	1	0.1961	1	*	1	*
MV-F0 VRS Mezcla-0	1	*	1	*	1	0.5737	1	0.1354
MV-FO VRS MV-F	1	0.7810	1	**	1	0.1449	1	0.5308
MV-FO VRS MV-EAP	1	0.3813	1	**	1	0.2144	1	0.8510
MV-F VRS MV-EAP	1	0.3621	1	0.5461	1	0.6936	1	0.4933
MV-F4 VRS MV-F	1	0.1947	1	*	1	0.6831	1	0.7843
MV-EAP4 VRS MV-EAP	1	0.0756	1	0.2572	1	0.2537	1	0.1148
Mezcla-0 VRS Mezcla	1	*	1	0.2920	1	0.3127	1	0.4059
Mezcla-4 VRS Mezcla	1	*	1	0.4013	1	0.0953	1	*

Fuente de variación	Peso de cien granos		Peso Bushel	
	GL	Pr > F	GL	Pr > F
Modelo	15	0.2896	15	0.1299
EAP VRS Mezcla	1	*	1	0.7712
MV-F VRS Mezcla	1	*	1	0.8398
MV-F0 VRS Mezcla-0	1	0.1863	1	0.3862
MV-FO VRS MV-F	1	0.2417	1	0.6919
MV-FO VRS MV-EAP	1	0.2229	1	0.7334
MV-F VRS MV-EAP	1	0.9573	1	0.9250
MV-F4 VRS MV-F	1	0.6362	1	0.5529
MV-EAP4 VRS MV-EAP	1	0.5518	1	0.9870
Mezcla-0 VRS Mezcla	1	0.2565	1	0.3950
Mezcla-4 VRS Mezcla	1	0.6446	1	*

* Significativo ($\alpha=0.05$)

** Altamente significativo ($\alpha=0.001$)

Anexo 3. ANDEVA para las variables dependientes evaluadas en la finca de Medardo Vallecillos.

Fuente de Variación	Rendimiento		Altura de planta		Altura de mazorca	
	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F
Modelo	12	0.5179	12	0.5109	12	0.3727
Bloque	2	0.5215	2	0.9494	2	0.8390
Genotipo	10	0.5387	10	0.3793	10	0.2697
Error	16		20		20	
R-Cuadrado	0.42		0.37		0.41	
C.V	25.45		9.95		13.52	
CME	910.26		0.20		0.14	
Media	3576.3		2.01		1.04	

Fuente de Variación	Peso de cien granos		Peso Bushel		Número de granos	
	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F
Modelo	12	*	12	0.1312	12	0.9662
Bloque	2	0.1674	2	0.2193	2	0.6463
Genotipo	10	*	10	0.1365	10	0.9645
Error	16		16		16	
R-Cuadrado	0.71		0.58		n.s	
C.V	8.29		2.35		18.0	
CME	1.89		1.34		60.1	
Media	22.82		57.03		333.9	

Anexo 4. Contrastes ortogonales de las poblaciones evaluadas en la finca de Medardo Vallecillos

Fuente de variación	Rendimiento		Altura de planta		Altura de mazorca		Peso de cien granos		Peso Bushel	
	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F
FO VRS F	1	0.9194	1	0.8784	1	0.7928	1	*	1	*
F0 VRS EAP	1	0.3489	1	0.5176	1	0.8349	1	0.1817	1	0.1349
F VRS EAP	1	0.1512	1	0.4351	1	0.4592	1	0.0852	1	0.1827
F-4 VRS F	1	0.4818	1	0.8692	1	0.8607	1	0.0633	1	0.1461
EAP4 VRS EAP	1	0.8355	1	0.8822	1	0.7172	1	0.8261	1	0.6539

* Significativo ($\alpha=0.05$)

Anexo 5. ANDEVA para las poblaciones evaluadas en la finca de Rafael Flores.

Fuente de variación	Rendimiento		Altura de planta		Altura de mazorca		Peso de cien granos		Peso Bushel	
	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F
Modelo	4	0.8097	4	0.8172	4	0.6355	4	0.5264	4	0.4067
Bloque	2	0.5663	2	0.7869	2	0.9099	2	0.2845	2	0.2799
Genotipo	2	0.8925	2	0.5845	2	0.3706	2	0.8946	2	0.5134
Error	4		3		4		4		4	
R-Cuadrado	0.28		0.33		0.41		0.48		0.56	
C.V.	22.22		8.02		13.26		6.15		2.10	
CME	1256		0.16		0.13		1.89		1.24	
Media	5653		1.97		0.98		30.65		59.07	

Anexo.6. ANDEVA para las poblaciones evaluadas en la finca de Wilfredo Flores.

Fuente de variación	Rendimiento		Altura de planta		Altura de mazorca		Peso de cien granos		Peso Bushel	
	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F	GL	Pr > F
Modelo	4	0.6789	4	0.8730	4	0.6932	4	0.4756	4	0.8920
Bloque	2	0.8863	2	0.7449	2	0.6720	2	0.2543	2	0.9908
Genotipo	2	0.4182	2	0.7854	2	0.5385	2	0.8505	2	0.6380
Error	4		4		4		4		4	
R-Cuadrado	0.38		0.22		0.37		0.52		0.20	
C.V	40.56		16.09		20.88		8.77		3.19	
CME	1266		0.34		0.25		2.28		1.83	
Media	3121		2.10		1.19		25.95		57.56	

Anexo 7. Costo total del curso de mejoramiento genético de maíces criollos para pequeños productores, impartido en Zamorano.

Servicio	Lps/persona	No. de días	Solicitado	Total Lps.
Alojamiento Triples	83.00	3	24	5,976.00
Alimentación				
Desayuno	26.00	3	25	1,950.00
Almuerzo	45.00	3	25	3,375.00
Cena	35.00	3	25	2,625.00
Meriendas				
A.M	14.00	3	25	1,050.00
P.M	14.00	3	25	1,050.00
Total Lps.				16,026.00
Materiales				
Didactico	42.25		28	1,183.00
Manual de mejoramiento	65.00		28	1,820.00
Total Lps.				3,003.00
Parcela demostrativa				
Establecimiento y mantenimiento	500		1	500
Gran Total				19,529.00