

**Determinación del Avance Genético  
en primer ciclo de selección recurrente  
del maíz (*Zea mays* L.) cultivar  
Guayape en El Zamorano**

**José Federico Benítez López**

**ZAMORANO**

Carrera de Ciencia y Producción Agropecuaria

Diciembre, 2002

**Determinación del Avance Genético  
en primer ciclo de selección recurrente  
del maíz (*Zea mays* L.) cultivar  
Guayape en El Zamorano**

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

Presentado por

**José Federico Benítez López**

**Zamorano, Honduras**  
Diciembre, 2002

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.

---

José Federico Benítez López

Zamorano, Honduras  
Diciembre, 2002

**Determinación del Avance Genético  
en primer ciclo de selección recurrente  
del maíz (*Zea mays* L.) cultivar  
Guayape en El Zamorano**

Presentado por:

**José Federico Benítez López, Agr.**

Aprobado:

---

Pablo Emilio Paz, Ph.D.  
Asesor Principal

---

Jorge Iván Restrepo, M.B.A.  
Coordinador CCPA

---

David Moreira, M.B.A.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Raúl Espinal, Ph.D.  
Asesor

---

Mario Contreras, Ph.D.  
Director

---

Pablo Emilio Paz, Ph.D.  
Coordinador PIA

## **DEDICATORIA**

A Dios fuente inagotable del saber.

A mis padres.

A mi esposa y a mis hijas.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por estar siempre a mi lado y darme la fuerza para seguir adelante y lograr mis metas.

A mi padre Federico Benítez y mi madre Amparo L. de Benítez por sus esfuerzos y oraciones.

A mi esposa Elisa V. de Benítez por su comprensión y paciencia.

A mis hijas Paola Elisa y Diana Pamela por despertar en mi el espíritu de superación.

A mis asesores Ingeniero David Moreira y Doctor Raúl Espinal por ayudarme en la elaboración de este proyecto y muy especialmente a mi asesor principal Doctor Pablo E. Paz, por su dedicación y enseñarme a ser práctico en la vida.

A mis compañeros de promoción PIA por su apoyo y amistad, especialmente a mi amigo y colega Stalin Barret por su ayuda desinteresada, su sinceridad y nobleza.

Al Doctor Francisco Gómez por ofrecerme su valiosa ayuda y su tiempo.

Al Ingeniero Franklin Osorio por su gran apoyo profesional para la realización de mi proyecto.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

Agradezco a mis padres por su apoyo económico durante mis cuatro años de estudio en Zamorano.

Agradezco a Zamorano por su apoyo económico en el último periodo académico.

## RESUMEN

Benítez López, José Federico. 2002. Determinación del avance genético en primer ciclo de selección recurrente del maíz (*Zea mays* L.) cultivar Guayape en El Zamorano. Proyecto especial del programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras. 27p.

El 95% de las explotaciones en Honduras dedicadas al maíz corresponden a agricultores de pequeña escala. Por lo tanto, si se busca mejorar la producción de este sector, hay que apoyarlos ya que sus rendimientos son extremadamente bajos (1.5 toneladas por hectárea) en comparación con el promedio mundial (4.0 toneladas por hectárea). Una manera, es ofreciéndoles semilla que esté a su alcance económico y que se adapte a las condiciones del clima y manejo predominantes en las áreas productoras de maíz del país. La mejor opción es el uso de variedades de polinización libre entre ellas la variedad de maíz Guayape que reúne estas cualidades. Sin embargo, actualmente está presentando ciertos aberrantes debido al mal mantenimiento de la semilla básica. Consciente de esto Zamorano, comenzó un proyecto de reSelección para recuperar, mejorar y mantener sus características morfológicas, fisiológicas y productivas de esta variedad a través del método de Selección Recurrente Fenotípica Simple. Después del primer ciclo de selección se comparó el avance alcanzado entre plantas provenientes de la semilla básica con plantas provenientes de la semilla seleccionada en condiciones iguales de producción y se analizó el cambio de los caracteres que se querían mejorar. Se observó que de las 12 variables que se midieron en este estudio, ocho presentaron cambios significativos en el primer ciclo de selección, la más importante fue la variable de rendimiento que incrementó un 18% y principalmente se logró mediante la selección de las mazorcas de mayor peso. Estos avances permiten mejorar la productividad y beneficio económico en producción de semilla comercial. Es importante conservar un buen mantenimiento de la semilla básica que permita mantener las características de una buena variedad mejorada.

**Palabras clave:** Fitomejoramiento, genética, productividad, rendimiento, seguridad alimentaria.

---

Abelino Pitty, Ph.D.



## NOTA DE PRENSA

### MEJORAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE LA VARIEDAD DE MAÍZ GUAYAPE CULTIVADA EN HONDURAS.

El maíz es una planta que tiene múltiples usos y que puede utilizarse en varias etapas de su desarrollo, desde las mazorcas muy jóvenes (jilotes) hasta las mazorcas verdes tiernas y los granos ya maduros.

El grano de maíz, sobre todo el blanco, es el cereal más importante para el consumo humano en Honduras como en el resto del mundo. El crecimiento poblacional, indica que el maíz continuará jugando un papel muy importante en la alimentación humana. De igual forma se prevé que la demanda de maíz para consumo animal crecerá.

En el futuro, aumentar el área para cultivo de maíz será difícil, por lo tanto, el incremento en la producción tendrá que basarse en un aumento de la productividad. La mejora en la producción significa aumentar los rendimientos obtenidos por área de cultivo, en países como Honduras, los rendimientos obtenidos son de apenas 1.5 toneladas por hectárea comparados con el rendimiento promedio mundial que oscila entre 3.6 a 4.0 Toneladas por hectárea, lo que ubica a esta nación entre los países productores con más bajo rendimientos en el mundo.

Zamorano comenzó hace dos años, en sus terrenos de producción institucionales, un proyecto de reelección de la variedad Guayape con el objetivo de mejorar sus características de la semilla y lograr un mayor rendimiento productivo.

Los resultados parciales indican una mejora en productividad del orden del 18 % con tan sólo un ciclo de selección, acotando que el proceso continúa hasta lograr las mayores ganancias genéticas que permitan maximizar el potencial de este cultivar, de esta manera es posible ofrecer a los agricultores de maíz una semilla genéticamente mejorada que les permita elevar sus rendimientos.

---

Lic. Sobeyda Alvarez

## CONTENIDO

	Portadilla .....	i
	Autoría .....	ii
	Página de firmas .....	iii
	Dedicatoria .....	iv
	Agradecimientos .....	v
	Agradecimiento a patrocinadores .....	vi
	Resumen .....	vii
	Nota de prensa .....	viii
	Contenido .....	ix
	Índice de cuadros .....	xi
	Índice de anexos .....	xii
1.	<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	1
2.	<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b> .....	4
2.1	CULTIVO DE MAÍZ EN HONDURAS .....	4
2.2	MEJORAMIENTO DE MAÍZ .....	5
2.3	USO DE MATERIAL GENÉTICO MEJORADO DE MAÍZ .....	5
2.4	VARIEDAD DE POLINIZACIÓN LIBRE GUAYAPE .....	6
2.5	MEJORAMIENTO DE CULTIVO DE POLINIZACIÓN CRUZADA ...	6
2.6	SELECCIÓN RECURRENTE FENOTÍPICA SIMPLE .....	7
3.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	8
3.1	MATERIALES .....	8
3.2	MÉTODOS .....	8
3.2.1	Sistema recurrente fenotípica simple .....	8
3.2.2	Ubicación .....	9
3.2.3	Establecimiento del experimento .....	9
3.2.4	Muestreo .....	10
3.2.5	VARIABLES MEDIDAS .....	10
3.2.5.1	Datos fenológicos .....	11
3.2.5.2	Rendimiento y sus componentes .....	11
3.2.6	Análisis estadístico .....	12
3.2.7	Análisis económico .....	12

4.1	<b>EVALUACIÓN AGRONÓMICA</b> .....	13
4.1.1	Variables fenológicas .....	13
4.1.2	Rendimiento y sus componentes .....	14
4.1.3	Correlación entre las variables evaluadas .....	15
4.2	<b>EVALUACIÓN ECONÓMICA</b> .....	17
5.	<b>CONCLUSIONES</b> .....	18
6.	<b>RECOMENDACIONES</b> .....	19
7.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	20
8.	<b>ANEXOS</b> .....	21

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro.		Pág.
1.	Resultados obtenidos de las variables fenológicas en los dos lotes de semilla de la variedad Guayape. ....	13
2.	Resultados obtenidos de las variables rendimiento y sus componentes en los dos lotes de semilla de la variedad Guayape.....	14
3.	Ganancia monetaria adquirida con el primer ciclo de selección .....	17

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura.		Pág.
1.	Superficie de respuesta del modelo de regresión ajustado.	16

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo.		Pág.
1.	Mapa de la ubicación del experimento.....	21
2.	Distribución de parcelas dentro de los lotes de semilla .....	22
3.	Diseño de parcela .....	23
4.	Diseño del sistema de apareo No. 1 en familias de cuatro mazorcas.....	24
5.	Método de mejoramiento de Selección Recurrente Fenotípica Simple .....	25
6.	Medición de algunas estructuras de la planta de maíz .....	26
7.	Determinación del diámetro y longitud de la mazorca de maíz .....	27

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde la época precolombina hasta nuestros días, el maíz ha sido el cultivo alimenticio más importante para la mayoría de los hondureños, debido a que representa la mayor fuente de carbohidratos (energía) de la dieta (SAG, 1998).

En el año 2000 el área dedicada al cultivo de maíz en Honduras fue de 371,594 ha, de las cuales más del 70% estaban cultivadas por pequeños agricultores (< 3.5 ha), quienes obtienen rendimientos promedios de apenas 1,500 Kg. por ha (33qq/ha). Las limitantes principales para obtener mayores rendimientos son el uso de variedades criollas, con baja respuesta a insumos, prácticas de manejo ineficientes y políticas sociales y económicas inadecuadas (SAG, 2001).

Tomando en cuenta que el 95% de las explotaciones dedicadas al maíz corresponden al estrato de pequeñas fincas (<3.5 ha), podemos concluir que la producción de maíz en Honduras está en manos de los pequeños agricultores. Por lo tanto, si se busca mejorar la producción nacional es con ellos con los que se debe trabajar, pues son los que menos rendimientos obtienen y los que más dependen del cultivo (SAG, 2001).

El uso de cultivares mejorados es una de las mejores alternativas técnicas para elevar el rendimiento. Sin embargo, elevar los rendimientos de maíz bajo las limitantes de los sistemas de producción de los pequeños agricultores no es tarea fácil. Éstos carecen del capital necesario como para adquirir semilla mejorada, incrementar la fertilización, o combatir químicamente las malezas y las plagas en forma adecuada. Por otro lado, la mayoría siembra en suelos pobres de laderas sin obras de conservación de suelos. Además, utilizan cultivares criollos que, aunque bien adaptados y con ciertas características de calidad, no responden con mayor rendimiento a los insumos o mejoras en el ambiente (Reconco, 1994).

Dada esta situación, el cultivo de maíz ha cobrado mucha importancia y por ello se han realizado investigaciones con el propósito de elevar los rendimientos por medio del mejoramiento de su potencial genético, como es el caso de la variedad de polinización libre Guayape en Honduras (Gómez, 1995; citado por León Arana, 2001).

En Honduras alrededor de un 15% del área sembrada con maíz es con semilla mejorada (CIMMYT, 2000). Se ha estimado que EEUU aumentó su rendimiento de maíz desde el año 1930 hasta el año 1990 de 1.2 a 7.4 Ton. / ha. respectivamente, de lo cual un 66% del aumento de los rendimientos se debe al uso de cultivares mejorados y un 33% a la mejora en prácticas agronómicas realizadas. La ventaja que provee el uso de materiales genéticamente mejorados es que son más eficientes en la utilización de agua y

fertilizantes, además se logra obtener mayor uniformidad en madurez y producción, permitiendo facilitar de esta manera la cosecha e incrementar el valor del producto en el mercado (Gómez, 1995; citado por León Arana, 2001).

Actualmente el uso de variedades de polinización libre mejoradas de cultivos como el maíz, constituye un aporte muy importante para el incremento de la productividad de pequeños, medianos y grandes productores, por su adaptabilidad a diferentes condiciones y al relativo bajo precio de la semilla, por tal razón surge la importancia de la utilización de éstas en la producción de maíz en el país (Bueso, 1994).

Consciente de esta situación, la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) a través de la Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria (DICTA) creó un grupo de variedades de polinización libre de maíz que se adaptan muy bien a las diferentes condiciones de clima y manejo que presentan la mayoría de las fincas de Honduras y que se ven imposibilitadas por la falta de tecnología adecuada y recursos para utilizar híbridos de un mayor potencial genético.

Desde hace varios años el programa de DICTA, está comercializando variedades de polinización libre de las cuales se puede mencionar el Hondureño Planta Baja (HPB), HB104 y el Guayape entre otras, descuidando el buen mantenimiento de la semilla básica que permita mantener sus características de una buena variedad mejorada. Para fines de este proyecto nos concentraremos en la variedad Guayape por ser una de las variedades de mayor uso en el país. Esto mencionado anteriormente ha provocado que se presenten aberrantes que en un inicio no se presentaban en el comportamiento de estas variedades, como:

- Plantas con granos indeseables de diferentes colores y formas.
- Plantas con mazorcas muy chicas y altas
- Plantas demasiado altas
- Plantas con flores masculinas pistiladas
- Plantas con raíces adventicias débiles.

Éstas y otras desuniformidades en las características morfológicas y fisiológicas que actualmente presenta la variedad de maíz Guayape motivó a Zamorano en considerar la necesidad de reselectionar la variedad Guayape con miras a producir su propio material básico y no tener que depender de fuentes externas, asegurando las características ideales que debe presentar la variedad.

Actualmente Zamorano es productor, procesador y comercializador de la semilla de variedad Guayape a través de un envase (bolsa) que lleva su logo de Zamorano como marca sinónimo de calidad y garantía quien la compra.

Por otro lado, siendo Zamorano una institución que se preocupa de mantener su renombre, también se ve afectado ya que como se mencionó anteriormente es productor, procesador y comercializador de dicha semilla bajo su propio envase y puede repercutir en una falta de credibilidad de parte de sus clientes que dicho sea de paso actualmente están notando



que ya no les representa una alternativa para ellos por los problemas que actualmente se están presentando en dicha variedad.

De esta manera queda más que evidenciada la justificación de haber llevado a cabo el proyecto de ciclos de selección para mejorar o recuperar las bondades de la variedad de maíz Guayape.

Los objetivos de este estudio fueron los siguientes:

### **General**

- Determinar el avance genético del primer ciclo de selección recurrente de la variedad Guayape en comparación con el lote comercial de semilla producida en El Zamorano.

### **Específicos**

- Comparar el avance de la selección, expresado en rendimiento y la parte fenológica, que comprende aquellas características que se desea mantener.
- Marcar un precedente para asegurar que el potencial genético obtenido experimentalmente se conserve en una buena semilla a través de un buen y constante mantenimiento que permita mejorar sus características de una buena variedad mejorada.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 EL CULTIVO DE MAÍZ EN HONDURAS**

El grano de maíz es un cereal que junto al arroz y el trigo proporcionan aproximadamente el 65% de los carbohidratos y el 50% de las proteínas que necesita el hombre (FAO, 1996). El maíz es el principal cultivo agrícola de Honduras y de mayor consumo en la población urbana y rural. En la actualidad, es una de las pocas fuentes de ingresos para la población rural, que conforma más del 40% del total de los habitantes de Honduras (SAG,1998).

El maíz, se utiliza para consumo humano y para alimentar animales, ya sea directamente o en la formulación de concentrados. El país produce más maíz blanco y menos cantidades de maíz amarillo; el maíz blanco se utiliza principalmente para consumo humano como tortillas y otros, mientras que el maíz amarillo se destina primordialmente para la formulación de concentrados (SAG, 1998).

EL maíz, es el grano básico que ocupa la mayor superficie sembrada en Honduras. Para el año 2000 se cultivaron alrededor de 371,594 hectáreas, obteniendo una producción total de 533,598 toneladas métricas, con un rendimiento promedio de 1.43 toneladas por hectárea (T/ha) (FAO, 2001), siendo el cultivo de mayor volumen en cuanto a producción en Honduras y de mayor consumo. Su producción tiene una estacionalidad muy marcada (SAG, 1998).

La demanda en Honduras se cubre con una producción de maíz blanco de 12 millones de quintales, más importaciones (SAG, 1998). La demanda total de maíz en Honduras es de 15 millones de quintales de maíz; de los cuales 9.6 millones (62%) son destinados al consumo humano, y 5.4 millones (37%) al consumo animal. El volumen destinado al consumo humano tiene muy poco grado de sustitución. De esta demanda de 9.6 millones de quintales para consumo humano, 300 mil son procesados por la agroindustria, principalmente para la elaboración de harina de maíz, y la diferencia (9.3 millones de quintales son de consumo directo). De este consumo directo, 3.1 millones de quintales son consumidos por el productor en la finca y 6.5 millones se comercializan a través del mercado Nacional (SAG, 1998).

## **2.2 MEJORAMIENTO DE MAÍZ**

Erróneamente, las variedades tradicionales cultivadas por los agricultores (llamadas razas criollas o variedades locales) a menudo son consideradas como no mejoradas, lo cual es incorrecto. Las variedades criollas continuamente presentan el problema de una base genética estrecha debido a la degeneración que sufre con el tiempo, otras son sometidas a numerosos ciclos de mejoramiento por parte de los agricultores, ya que ellos seleccionan fenotípicamente plantas individuales que expresan un mayor rendimiento, con el propósito de usarlas como semilla en sus próximas cosechas. Los procesos de selección para mejoramiento utilizados por los agricultores son efectivos pero muy lentos y trabajan solamente con características de muy poca influencia ambiental (Poliwal, 2001).

Cuando el productor siembra una variedad de polinización libre, puede seleccionar semilla al momento de la cosecha para la próxima siembra, siempre y cuando no haya otra variedad cerca de su lote; lo anterior no se aplica cuando se siembra una variedad híbrida, ya que los rendimientos se reducen por la pérdida de vigor híbrido o heterosis (Gómez, 1995; citado por León Arana, 2001).

## **2.3 USO DE MATERIAL GENÉTICO MEJORADO DE MAÍZ**

De acuerdo con los datos obtenidos por el CIMMYT (2000), del área total que se siembra con maíz en Honduras, un 7% está sembrada con materiales mejorados de polinización libre y un 8% con materiales de polinización controlada (híbridos), haciendo un total del 15% del área, la cual se siembra con semilla de material genético mejorado; la restante con variedades criollas, las cuales poseen un bajo potencial de rendimiento pero mayor adaptabilidad a las condiciones de los agricultores.

La semilla es el insumo de menor costo por área en el cultivo de maíz, pero es el componente que más incide en la productividad, por lo que resulta conveniente sembrar semilla de variedades genéticamente mejoradas (SAG, 1998). En maíz hay dos tipos de variedades, las de polinización libre y las de polinización controlada o híbridos (Rosas, 2002)

Los híbridos producen mayores rendimientos, pero son más exigentes en cuanto al manejo, principalmente la fertilización, para que puedan expresar todo su potencial productivo. Los híbridos por ser superiores a las variedades de polinización libre son los de mas alto costo, por lo tanto, se recomienda para zonas donde no hay problemas de precipitación y para suelos con buena fertilidad; además es importante la capacidad económica del productor (SAG, 1998).

Los híbridos representan la base a la expresión de su potencial genético en condiciones ideales de clima y manejo, las cuales no se presentan en la mayoría de las fincas de Honduras. Debido a su mayor adaptabilidad a diferentes condiciones y al bajo precio de la semilla de variedades de polinización libre, surge la importancia de la utilización de estas en la producción de maíz en el país (Andino, 1993).

Los productores de maíz que utilizan semilla certificada y dan al cultivo el manejo adecuado, tienen casi asegurado un alto rendimiento comparado con el resto que utiliza semillas criollas, si las condiciones de clima y suelo favorecen el desarrollo del cultivo; por eso el productor antes de comprar su semilla mejorada, deberá informarse de las variedades disponibles en el país y cual de ellas se adapta mejor a su unidad de producción (SAG, 1998).

## **2.4 VARIEDAD DE POLINIZACIÓN LIBRE GUAYAPE**

Dicta Guayape es originaria de la población 43 de CIMMYT, a la que también se le conoce como La Posta, la cual fue derivada de la raza Tuxpeño, originaria de Tuxpan, Vera Cruz, México. En el proceso de formación de la variedad, se usó el método de selección recurrente recíproca, utilizando familias de hermanos completos como la unidad de selección. De ensayos de 256 familias evaluados en más de 20 localidades, se seleccionaron las mejores 10 familias, las cuales fueron posteriormente recombinadas para dar origen a la variedad (SAG, 1998).

Dicha población agrupa maíces tropicales blancos, tardíos dentados que se adaptan desde 0 a 1100 msnm, su requerimiento hídrico es de 700 a 750 mm de agua. La altura de la planta está en un rango de 2.50 – 2.75 m, y el tamaño de la mazorca es de 12 a 15 cm (SAG, 1998).

Su adaptación y rendimiento es superior a las variedades comerciales, además presenta muy buena estabilidad de rendimiento en las diferentes zonas de producción como Valle de Sula, Olancho, Litoral Atlántico, Olanchito y otros distintos valles que poseen condiciones de buena precipitación y calidad de suelos (SAG, 1998).

Es una variedad tropical cuyo ciclo vegetativo es de 120 a 135 días a la cosecha. Por su vigor y grosor de tallo es resistente al acame; también tolera las enfermedades más comunes que atacan al maíz, como los tizones y roya (*Helminthosporium* y *Puccinia*), las evaluaciones de cobertura de mazorca muestran rangos de 8 a 10% de mala cobertura. La coloración de tallos y hojas es verde normal. El rango de mazorca por planta de 1.3 a 1.5, la mazorca es de tipo cilíndrica larga, grano blanco dentado y su porcentaje de desgrane es de 82%. Se han registrado rendimientos a escala comercial de 80 a 90 qq/mz (5200 a 5849 Kg./ ha) (SAG, 1998).

## **2.5 MEJORAMIENTO DE CULTIVOS DE POLINIZACIÓN CRUZADA**

Los procedimientos para el mejoramiento de cultivos de polinización cruzada son mayormente basados en principios de mejoramiento de poblaciones, como el incremento de la frecuencia de genes en la población para los objetivos de mejoramiento deseados. De esta manera, es imperativo que los genes que contribuyen al mejoramiento de los caracteres deseados estén presentes en la población fuente. Al someterse la población fuente a estreses ambientales y a procedimientos de selección siguiendo los objetivos del

programa de mejoramiento, se logra la identificación de genotipos superiores y sus progenies (Rosas, 2002).

Aunque la selección de plantas individuales es practicada en forma extensa con diferentes métodos de mejoramiento, las plantas individuales son raramente usadas para establecer una variedad debido a que la segregación y la polinización cruzada hacen imposible mantener el genotipo parental en las generaciones siguientes. La selección inicial de plantas en la población fuente es generalmente afectada mediante evaluación visual, referida como selección fenotípica de plantas (Rosas, 2002).

Los métodos usados en el mejoramiento de cultivos alógamos, son:

- Selección Masal
- Selección de Medio-Hermanos con Prueba de Progenie
- Selección de Medio-Hermanos con Prueba de Cruza
- Selección de Hermanos Completos
- Selección Recurrente Fenotípica Simple
- Selección Recurrente Recíproca

## **2.6 SELECCIÓN RECURRENTE FENOTIPICA SIMPLE**

La Selección Recurrente es cualquier sistema de mejoramiento desarrollado para incrementar la frecuencia de genes de caracteres cuantitativos mediante ciclos repetidos de selección. Un ciclo de selección recurrente comprende la identificación de genotipos superiores para el carácter cuantitativo que se desea mejorar, y su subsiguiente entrecruzamiento para obtener nuevas generaciones de genes. Los ciclos de selección se pueden repetir tanto como se generen genotipos superiores (Rosas, 2002).

Anteriormente, la Selección Recurrente ha sido utilizada para mejorar un carácter cuantitativo en particular como el contenido de aceite en maíz, resistencia de la fibra de algodón, contenido de azúcar en remolacha, o rendimiento de grano en otras plantas. Posteriormente se diseñaron procedimientos para utilizar la selección recurrente en el mejoramiento de caracteres más complejos como la habilidad combinatoria en líneas puras de maíz (Rosas, 2002).

Un modelo de Selección Recurrente Fenotípica Simple consiste en lo siguiente: Las plantas de una población fuente se seleccionan visualmente, y sus progenies son crecidas y entrecruzadas para obtener nuevas combinaciones de genes. La semilla proveniente de los cruces es usada para crecer una nueva población fuente, con la que se inicia el nuevo ciclo de selección. La selección recurrente fenotípica es más efectiva para caracteres con baja interacción genotipo-ambiente. Algunos ejemplos son la altura de la mazorca, tamaño de semilla o resistencia a enfermedades. La selección recurrente fenotípica es un procedimiento de mejoramiento adecuado para cultivos de polinización cruzada, o cultivos donde se puede hacer polinizaciones cruzadas fácilmente. Para caracteres cuantitativos que no pueden seleccionarse fenotípicamente de manera eficiente, se puede emplear otros procedimientos desarrollados con base en el comportamiento de pruebas de progenie o de cruza utilizando los principios de la selección recurrente (Rosas, 2002).

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 MATERIALES

Los materiales utilizados durante el desarrollo del proyecto fueron:

- El recurso humano utilizado fueron los estudiantes de primer año de la Zamoempresa de Cultivos Extensivos como parte de su entrenamiento teórico – práctico en las labores de raleo, aplicación de insecticidas y limpieza manual.
- El material genético utilizado fue la variedad de maíz Guayape: Semilla Básica proveniente de DICTA y Semilla Seleccionada del primer lote de semilla selección recurrente.
- El suelo utilizado es de textura franco arenosa.
- Productos químicos utilizados fueron: insecticida granulado Volatón 2.5GR y fertilizantes granulados como urea y el de formula 18-46-0.
- Recursos hídricos utilizados fueron el sistema de riego por aspersión con aspersores modelo S300X de la marca Rain-Trol.
- Aparatos utilizados fueron: balanza de precisión, balanza de pesas, e instrumentos varios como el pie de rey, regla milimétrica, cinta métrica, desgranadora de maíz manual, para realizar la medición de las variables del maíz se siguieron los pasos de los descriptores varietales de maíz del Centro Internacional de agricultura tropical (CIAT, 1993).

La maquinaria y equipos utilizados durante el desarrollo del proyecto fueron:

- Tractores agrícolas John Deere, modelo 5400.
- Implementos agrícolas como arado, rastra, sembradora - fertilizadora, cultivadora.

### 3.2 MÉTODOS

Dentro de los métodos de mejoramiento de los cultivos alógamos, se utilizó:

#### 3.2.1 Selección Recurrente Fenotípica Simple

El método de Selección Recurrente Fenotípica Simple consistió en las siguientes fases:

### **Fase I: Ciclo de selección original**

El ciclo de selección original, se hizo mediante un modelo de selección recurrente fenotípica simple, en donde las plantas de una población fuente (semilla comercial) se seleccionaron visualmente y con competencia perfecta para minimizar el efecto del ambiente, y sus progenies fueron crecidas y entrecruzadas donde se utilizó el sistema de apareo No. I en familias de cuatro mazorcas, que consistió en sembrar 4 hileras hembras de maíz (cada hilera represento una mazorca) y dos hileras de machos que fueron un compuesto de 35 gramos de semilla de cada una de las mazorcas de las hileras hembras (Anexo 4).

Luego se despanojaron (eliminación de la flor masculina) al inicio de la floración las hileras hembras para que solamente las hileras machos la fecundaran, al llegar a la madurez fisiológica se cosecharon y seleccionaron las mazorcas de las hileras hembras que reunían las condiciones de selección que fueron mazorcas grandes, gruesas y buena altura ( altura de los ojos ), donde las plantas tuvieran competencia perfecta para evitar la influencia del ambiente, todo esto fue necesario para obtener nuevas combinaciones de genes. La semilla proveniente fue usada para producir una nueva población fuente, con la que se inició el nuevo ciclo de selección.

### **Fase II: Primer ciclo de selección recurrente – Prueba de rendimiento**

La selección fue en un bloque del primer ciclo de selección, con mazorcas de por lo menos 225g de peso (secas), y un mínimo de 80 % de desgrane; se tomaron 100g de cada una, se mezclaron, se homogenizaron y formaron la semilla compuesta de la selección de plantas de la segunda población fuente proveniente del ciclo de selección original, completando el primer ciclo de selección, en donde se comparó el avance alcanzado con las plantas provenientes del lote de semilla básica analizando que tanto cambiaron aquellos caracteres de la variedad de semilla básica del maíz Guayape ( Anexo 5 ).

#### **3.2.2 Ubicación**

El desarrollo del proyecto de selección tuvo lugar en Zamorano, en los terrenos de producción de la Zamoempresa de Cultivos Extensivos (ZECE), en el lote 4 del área de Zavala (Anexo 1).

#### **3.2.3 Establecimiento del experimento**

El área utilizada fue de una hectárea, de las cuales 0.5 hectáreas correspondió al lote de la semilla seleccionada de la variedad Guayape y 0.5 hectáreas al lote de la semilla básica proveniente de DICTA.

Se realizó una preparación de terreno con un pase de arado y dos pases con rastra liviana. La siembra y fertilización se hizo en forma mecanizada; a la siembra la densidad

poblacional teórica utilizada en la calibración de la sembradora fue de 55,000 plantas/ha, tomando en cuenta un distanciamiento de 0.8 m entre surco y 0.23 m entre plantas.

La semilla básica utilizada tenía un porcentaje de germinación de 85 %, por lo cual se utilizó una densidad de siembra de 64,706 semillas/ha, y la semilla seleccionada utilizada tenía un porcentaje de germinación de 93 % por lo cual se utilizó una densidad de siembra de 59,140 semillas/ha para suplir el porcentaje faltante para obtener una población de 55,000 plantas/ha.

Al momento de la siembra se aplicó un fertilizante de fórmula (18-46-0) a una dosis de 136 Kg./ha, equivalente a 24.5 Kg de N y 63 Kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> por hectárea en dicha aplicación buscando cubrir el requerimiento total de fósforo y a los 20 días después de siembra se aplicó un fertilizante nitrogenado (Urea) a una dosis de 227 Kg./ha que equivale a 104 Kg de N por hectárea.

Por la época de siembra que fue en marzo (época seca), se utilizó riego en toda la realización del proyecto y no ocurrió ningún cambio en el manejo agronómico, pues tuvo un trato de lote comercial, similar a la que usa la ZECE en sus lotes de producción.

Se realizó una aplicación del insecticida granulado volatón 2.5 GR de manera localizada en el cogollo de las plantas a los 42 días después de la siembra para el control del gusano cogollero *Spodoptera frugiperda*; no se realizó ninguna aplicación de herbicida pre-emergente ni post-emergente para el control de malezas sino que el control fue manual y mecánicamente cuando se ameritaba.

### **3.2.4 Muestreo**

Se realizó un muestreo sistemático que definió una ruta en “zig-zag” por cada lote, y se distribuyeron 20 parcelas de 5 m de largo x 3.2 m de ancho (4 hileras x 0.80 m de distanciamiento), para obtener una parcela de 16m<sup>2</sup> en el lote de 0.5 ha. (Anexo 2 ).

De la parcela de muestreo (16m<sup>2</sup>), de las 4 hileras de maíz, se tomaron los datos de las 2 hileras centrales de cada uno de los 2 lotes (básica y seleccionada) (Anexo 3 ).

### **3.2.5 Variables medidas**

Las variables medidas, se tomaron antes y después de la cosecha que fue a los 120 días. Se secaron las mazorcas para bajarles la humedad en la planta de semilla de la Zamoempresa de Cultivos Extensivos utilizando una secadora hasta llevar las mazorcas a una humedad de desgrane y almacenamiento del 12%.

La metodología para la medición de las variables se hizo tanto en las muestras de la semilla resultante del lote de semilla básica, como de la semilla resultante del lote seleccionado, de la siguiente manera:



### 3.2.5.1 Datos fenológicos

- Floración masculina, se tomó el número de días transcurridos desde la fecha de siembra, hasta el momento en que apareció la espiga o panoja en el 50% de la población de plantas.
- Floración femenina, se tomó el número de días transcurridos desde la fecha de siembra, hasta el momento en que fueron visibles los filamentos o cabellos jóvenes de la mazorca en el 50% de la población de plantas.
- Altura de planta, se midió en centímetros, se tomó el promedio de la altura de 6 plantas tomadas al azar dentro de los surcos centrales de la parcela, desde el suelo hasta la base de la espiga o panoja (Anexo 6).
- Altura de la primera mazorca, se midió en centímetros, se tomaron 6 plantas al azar dentro de los surcos centrales de cada parcela, y es la distancia comprendida desde el suelo hasta la base de la primera mazorca (Anexo 6).

### 3.2.5.2 Rendimientos y sus componentes

- Longitud de la mazorca, se midió en centímetros, después de la cosecha tomando 10 mazorcas al azar (Anexo 7).
- Diámetro de la mazorca, se midió en centímetros a la mitad de la mazorca utilizando un pie de rey (Anexo 7).
- Peso de la mazorca, se tomó el peso en gramos de las mazorcas buenas que se obtuvieron en las parcelas y se calculó el promedio de ese peso.
- Número de hileras, se contaron el número de hilera en la parte central de la mazorca donde se mantiene la orientación embrionaria de las hileras.
- Peso del grano de la mazorca, las mazorcas que fueron pesadas se desgranaron para obtener el peso en gramos de los granos.
- Porcentaje de desgrane =  $\text{Peso del grano seco} / \text{Peso de la mazorca} \times 100$
- Tamaño del grano = se pesaron 100 granos en gramos y se extrapoló al número de granos por Kg.
- Número de mazorcas buenas y malas, se contabilizaron eliminándose las malas para propósito de rendimiento.
- Rendimiento en Kg/ha, se obtuvo en gramos de las mazorcas desgranadas de las mazorcas buenas de cada una de las 20 parcelas de 8 m<sup>2</sup>, y se extrapoló a Kg / ha.

### **3.2.6 Análisis estadístico**

En la medición de las variables se obtuvo la media por lote y los datos obtenidos fueron analizados usando una prueba t para comparaciones independientes con el programa estadístico SAS<sup>®</sup> (Statistical Analysis System) con un nivel de significancia de 0.10.

Se realizó un análisis de correlación para medir el grado de asociación entre las 12 variables y también un análisis de regresión para medir la variación en las medidas experimentales de una variable causada por otras variables relacionadas.

### **3.2.7 Análisis económico**

Se realizó un análisis económico para determinar la ganancia obtenida al realizar el primer ciclo de selección recurrente fenotípica simple.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Evaluación agronómica

#### 4.1.1 Variables fenológicas

De estas variables evaluadas, entre los lotes de semilla básica y seleccionada se encontró diferencias significativas solamente en la altura de planta ( $P < 0.01$ ), tal como lo muestra el Cuadro 1, lo que indica que sí hubo un efecto positivo en reducir la altura de planta producto del primer ciclo de selección.

La reducción en la altura de planta es beneficiosa ya que entre más baja y uniforme sea la altura de la plantación, menos posibilidades habrán de encontrar acame de raíz y por tanto mejor rendimiento en el número de mazorcas por hectárea.

**Cuadro 1.** Resultados obtenidos de las variables fenológicas en los dos lotes de semilla de la variedad Guayape. Zamorano, Honduras, 2002.

Variable	Lote				Prob (t)
	Semilla Básica		Semilla Seleccionada		
	Media	S♣	Media	S	
Días a floración masculina	60	0.69	56	0.50	0.50
Altura de planta (m)	1.71	0.15	1.61	0.09	0.01*
Altura de la mazorca (m)	0.94	0.12	0.9	0.08	0.29

♣ Desviación estándar

\* Significativo

Se obtuvieron 20 observaciones por variable.

Con respecto a la altura de planta, se puede observar en el Cuadro1, que a pesar de se produjo una reducción de altura de planta en el lote de la semilla seleccionada, debe considerarse que bajo condiciones normales la altura promedio de la variedad comercial Guayape es de 2.50 a 2.75 m, las alturas observadas en el presente trabajo fueron menores debido a limitantes en las condiciones de producción entre los cuales el más importante fue la frecuencia irregular de riego, lo que afectó el desarrollo de la plantación en vista que el suelo es de una textura franco arenosa.

Por otro lado el período de desarrollo del cultivo fue durante la época seca, lo que vino a acentuar el problema de humedad, haciendo la transpiración mayor por efecto de las

temperaturas altas y los días soleados predominantes en ese período del año, lo que trajo como consecuencia la falta de desarrollo vegetativo óptimo (biomasa).

El hecho de no haber aplicado un herbicida pre-emergente a la siembra repercutió también sobre el desarrollo del cultivo pues la incidencia de malezas fue alta, debiendo invertirse mucho esfuerzo en labores manuales de limpieza.

Posiblemente la variable altura de la mazorca y días a floración no es significativa debido a la alta variabilidad de los datos dentro de cada lote por los problemas de manejo antes mencionados.

#### 4.1.2 Rendimiento y sus componentes

En cuanto al rendimiento y sus componentes se puede decir que se presentaron diferencias significativas en la mayoría de estas variables excepto para el porcentaje de desgrane ( $P = 0.11$ ) y el peso de las mazorcas buenas por parcela ( $P = 0.11$ ), a pesar de haber tenido un incremento del 5% y 16% respectivamente en el primer ciclo de selección tal como lo muestra el Cuadro 2.

**Cuadro 2.** Resultados obtenidos de las variables rendimiento y sus componentes en los dos lotes de semilla de la variedad Guayape. Zamorano, Honduras, 2002.

Variable	Lote				Prob (t)
	Semilla Básica		Semilla Seleccionada		
	Media	S	Media	S	
♦ Rendimiento (Kg/ha)	2,305	745	2,808	1,023	0.08*
Diámetro de mazorca (cm)	4.13	0.20	4.39	0.24	0.0009**
Longitud de mazorca (cm)	14.38	1.30	15.18	1.46	0.07*
Hileras por mazorca	12.86	0.69	14.70	0.94	< 0.0001**
Peso promedio por mazorca ( gr. )	116	28	138	42	0.11
No. semillas por Kg.	3,803	319	3,605	181	0.02*
Porcentaje de desgrane	78	9.67	82	1.95	0.11

♦ Peso del desgrane de las mazorcas buenas por cada una de las 20 parcelas de 8 m<sup>2</sup>, extrapolado a Kg./ha.

Por otro lado se puede ver la ganancia de un 18% de rendimiento (Kg./ha), el que pudo deberse a las mejoras también logradas en los componentes del mismo, principalmente por el incremento en el diámetro de la mazorca ( $P < 0.009$ ), número de hileras por mazorca ( $P < 0.0001$ ) y el número de semillas por Kg. ( $P < 0.02$ ). De los resultados se puede deducir que a mayor diámetro de la mazorca también se incrementa el número de hileras por mazorca, así como el peso del grano, por lo tanto estos efectos positivos en el rendimiento mantendrán una rentabilidad positiva en el rendimiento de semilla para proceso en Zamorano.

Es evidente que el incremento en el rendimiento en Kg./ha de semilla esta influido por la modificación de sus componentes, lo que con sólo el primer ciclo de selección mostraron verdaderas diferencias entre el lote de semilla básica y semilla seleccionada.

Extremo cuidado debe de tomarse en lotes de producción de semilla para permitir que la mejora de las características fisiológicas, morfológicas y de producción se manifieste, pues las buenas prácticas agronómicas y riegos apropiados son factores claves en los rendimientos demostrados en este experimento a pesar de los daños causados por el robo de mazorcas, el pisoteo y pastoreo del ganado y el daño causado por pájaros.

#### 4.1.3 Correlación entre las variables evaluadas

Según el análisis de correlación, las variables que presentaron un grado de asociación significativo, fueron:

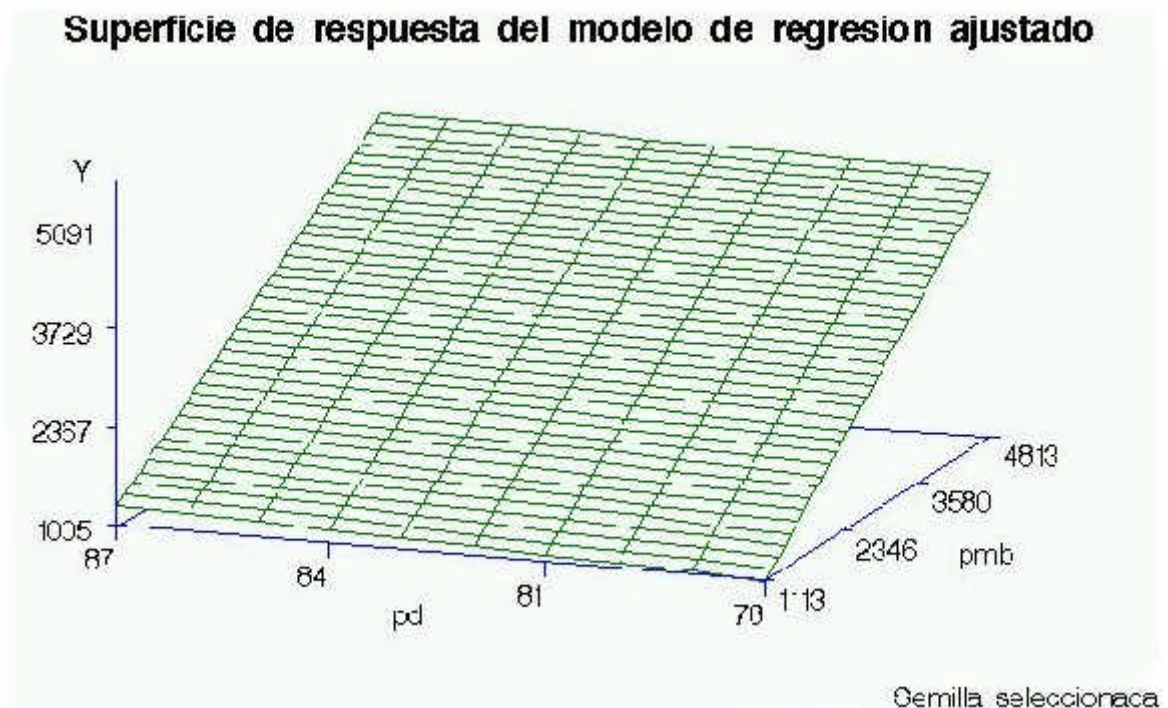
- El diámetro de la mazorca y número de semillas por Kilogramo ( $r = -0.50518$ ,  $\text{Prob}>|r| = 0.02$ ), manifiestan una relación inversa, lo cual indica, que en el primer ciclo de selección al lograr aumentar el diámetro de la mazorca se redujo el número de semillas por kilogramo en vista que el peso de la semilla se vio incrementado en un 5 %.
- El diámetro de la mazorca y número de hileras por mazorca ( $r = 0.49370$ ,  $\text{Prob}>|r| = 0.02$ ), es decir hay una relación directa, lo cual indica que en el primer ciclo de selección al lograr aumentar el diámetro de la mazorca, también se incrementó el número de hileras por mazorca.
- La altura de planta y la altura de la primera mazorca ( $r = 0.81798$ ,  $\text{Prob}>|r| = 0.02$ ), donde hay una relación directa, lo cual indica que en el primer ciclo de selección al lograr reducir la altura de planta también se redujo la altura de la primera mazorca en un 4%, aunque la reducción de la altura de la primera mazorca no fue estadísticamente significativa.
- Entre el peso de mazorcas buenas y el rendimiento en Kg./ha ( $r = 0.99795$ ,  $\text{Prob}>|r| = 0.0001$ ), hay una relación directa, lo cual indica que en el primer ciclo de selección al aumentar el peso de las mazorcas también se incrementó el rendimiento de Kg./ha, aunque el incremento en el peso promedio por mazorca no fue estadísticamente significativo. Este es el criterio básico de selección.

Lo esencial de este análisis es conocer de estas variables, cuales de ellas resultan ser las de mayor influencia económica y efectivas para el fitomejorador al momento de realizar el próximo ciclo de selección, ya que al seleccionar por una de ellas se está seleccionando también con la que está estrechamente relacionada.

Según el análisis de regresión, las variables más apropiadas para explicar el rendimiento de Kg./ha de semilla son el Peso de las Mazorcas Buenas (PMB) y el Porcentaje de Desgrane (PD), tal como lo muestra el modelo de regresión ajustado, el cual se describe con la fórmula:  $Y = - 2,523.11 + 1.0299PMB + 30.54PD$ , donde  $Y$  es el rendimiento en Kg./ha.

El modelo indica que por cada gramo de incremento en el peso de mazorcas buenas se obtendrá 1.02 Kg / ha más de semilla y que por cada porcentaje de incremento en el porcentaje de desgrane, se obtendrá 30.54 Kg / ha más de semilla, en la Figura 1 se ilustra lo anterior.

**Figura 1.** Superficie de respuesta del modelo de regresión ajustado.



Estas predicciones son confiables ya que el ajuste del modelo es alto, indicado por un  $R^2 = 0.9992$ , y el nivel de significancia de todos los parámetros del modelo es  $\alpha < 0.0001$ , lo cual da la certeza que el incremento en el rendimiento estará siendo influenciada por las variables peso de mazorcas buenas y el porcentaje de desgrane, por lo tanto el enfoque en la selección para incrementar el rendimiento en el futuro seguirá siendo la selección de las mazorcas más pesadas.

## 4.2 Evaluación económica

Al tener mejor productividad por hectárea al sembrar semilla comercial con un buen mantenimiento, también se estará incrementando la ganancia monetaria por hectárea. En el caso del experimento se obtuvo una ganancia de Lps 6,468.00 por hectárea más de lo que se pudo obtener en el lote de semilla básica, demostrando que con una selección eficiente se puede elevar los ingresos por la producción de semilla con la variedad de maíz Guayape, tal como lo muestra el cuadro 3 por la mejoras de las variables que afectan el rendimiento, el cual indica el incremento de la ganancia en Lempiras al hacer el primer ciclo de selección, aun tomando en cuenta las siguientes consideraciones:

- Los daños causados por el pisoteo y pastoreo del ganado y el robo de mazorcas, aunque no se estimaron, fueron visualmente considerables, especialmente en el lote de semilla seleccionada.
- El riego y manejo de malezas en los dos lotes no fue el apropiado.
- La proporción promedio de descarte según técnicos y empleados que laboran en la planta de acondicionamiento de semilla de Zamorano debe ser de un 20%, destinado en diferentes proporciones para consumo de grano y para elaboración de concentrado.
- El precio del grano que oscila en Lps.140.00 el quintal (100 Lb.), y el precio para la semilla que es de Lps. 700.00 por quintal ( 100Lb.) de semilla certificada.

**Cuadro 3.** Ganancia monetaria adquirida con el primer ciclo de selección. Zamorano, Honduras, 2002.

	Unidades	Valores en Peso	Valores en Lps.
Semilla Seleccionada	Kg / ha	2,808	
Semilla Básica	Kg / ha	2,305	
Ganancia Bruta de Semilla por Selección	Kg.	503	
Proporción Promedio de Descarte (20%)	Kg.	100	
	Lb.	220	
Precio de grano = Lps. 140 / 100 Lb ( qq )	Lps.		<b>308</b>
Ganancia Neta de Semilla por Selección	Kg.	403	
	Lb.	887	
	Bolsas 44 Lb.	20	
Precio de Semilla = Lps. 308 / bolsa 44 Lb	Lps.		<b>6,160</b>
Ganancia Monetaria Adquirida por Selección	Lps.		<b>6,468</b>

## 5. CONCLUSIONES

- En el lote de semilla seleccionada después del primer ciclo de selección se obtuvo una reducción en la variable altura de planta.
- Con el primer ciclo de selección en el lote de semilla seleccionada se logró un aumento en el diámetro de la mazorca, longitud de la mazorca, número de hileras por mazorca y en el peso de la semilla.
- El lote de semilla seleccionada presentó un incremento en rendimiento de un 18 % comparado con el lote de semilla básica, mediante proceso de selección de las mazorcas más pesadas.
- Los componentes que más influyeron en el incremento del rendimiento fueron el peso de las mazorcas buenas y el porcentaje de desgrane.
- Se obtuvo una ganancia en el lote de semilla seleccionada de Lps. 6,468.00 por hectárea más de lo que se pudo obtener en el lote de semilla básica sin seleccionar por hectárea, debido principalmente al rendimiento. Demostrando que puede ser un proyecto autofinanciable.
- Las diferencias genéticas obtenidas con el primer ciclo de selección resultaron ser estadísticamente significativas.



## **6. RECOMENDACIONES**

- Mantener la semilla básica de la variedad Guayape mejorada en Zamorano, utilizando como criterio la selección de mazorcas con buen peso y sanidad.
- Seguir con el segundo ciclo de selección recurrente fenotípica simple, para acentuar mas las características que se comprobaron que fueron mejoradas con el primer ciclo de selección.
- Continuar mejorando por medio de la selección recurrente la variedad Guayape tomando en cuenta que la producción de semilla que se obtenga de estos lotes puede utilizarse como semilla certificada para su venta, logrando que el proyecto sea autofinanciable.
- Tomar en consideración los pasos para autorizar y legalizar el mejoramiento a mayor escala de la variedad Guayape, para obtener un material propio de Zamorano, y no tener que depender de otras entidades y así poder producir y comercializar su propio material originario de la semilla Guayape.

## 7. BIBLIOGRAFÍAS

ANDINO CRUZ, R. J. 1993. Evaluación de dos métodos de siembra y cuatro densidades poblacionales en la producción de semilla de dos híbridos de maíz (*Zea mays* L.). Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El zamorano, Honduras. 77 p.

BUESO UCLES, F. J. 1994. Evaluación de dos metodologías de capacitación en mejoramiento de maíz para pequeños agricultores. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 99 p.

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). 1993. Descriptores Varietales: Arroz, Fríjol, Maíz, Sorgo. Cali, Colombia. Publicación CIAT No. 177. 174p.

CIMMYT. 2000. Impactos del mejoramiento de maíz en América Latina 1996 – 1997. (en línea). Consultado 15 de julio de 2002, disponible en <http://www.cimmyt.org/Research/Economics/map/impact>

FAO. 1996. Situación de los mercados de productos básicos 1995 - 96. Roma, Italia, 68 p.

FAO. 2001. Datos agronómicos de FAOSTATS. (en línea). Consultado 15 de julio. Disponible en <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture&language=Es>

LEON ARANA, C. H. 2001. Validación del paquete tecnológico de Duwest en la producción de semilla de maíz Guayape. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, El zamorano, Honduras. 31p.

PALIWAL R. L. 2001. El maíz en los trópicos. Mejoramiento y producción. Colección FAO: Producción y protección Vegetal No. 28. Roma, Italia, 376 p.

RECONCO, R. R. 1994. Mejoramiento de maíz en fincas de pequeños agricultores. Tesis Ing. Agr. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Honduras. 61 p.

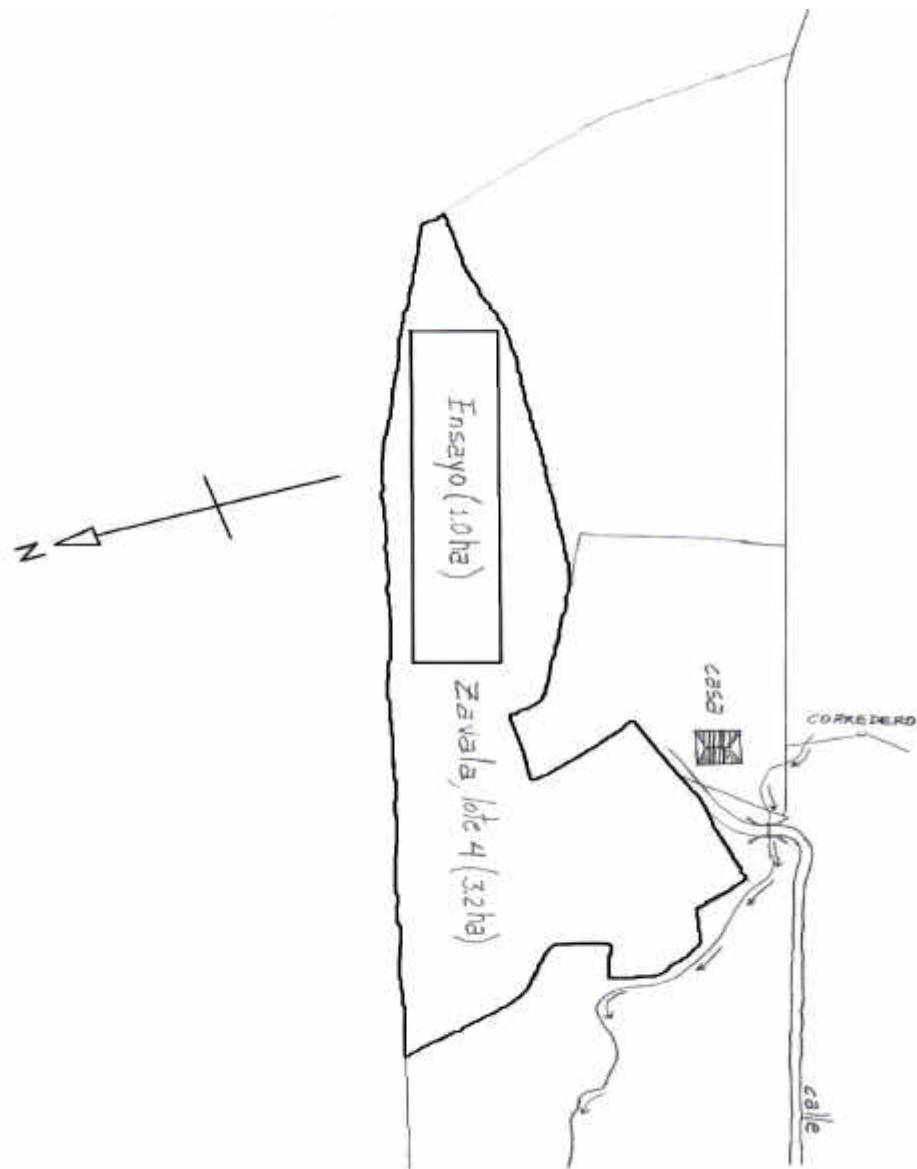
ROSAS, J.C. 2002. Principios de genética y mejoramiento de plantas. Programa de biotecnología aplicada. . Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 73 p.

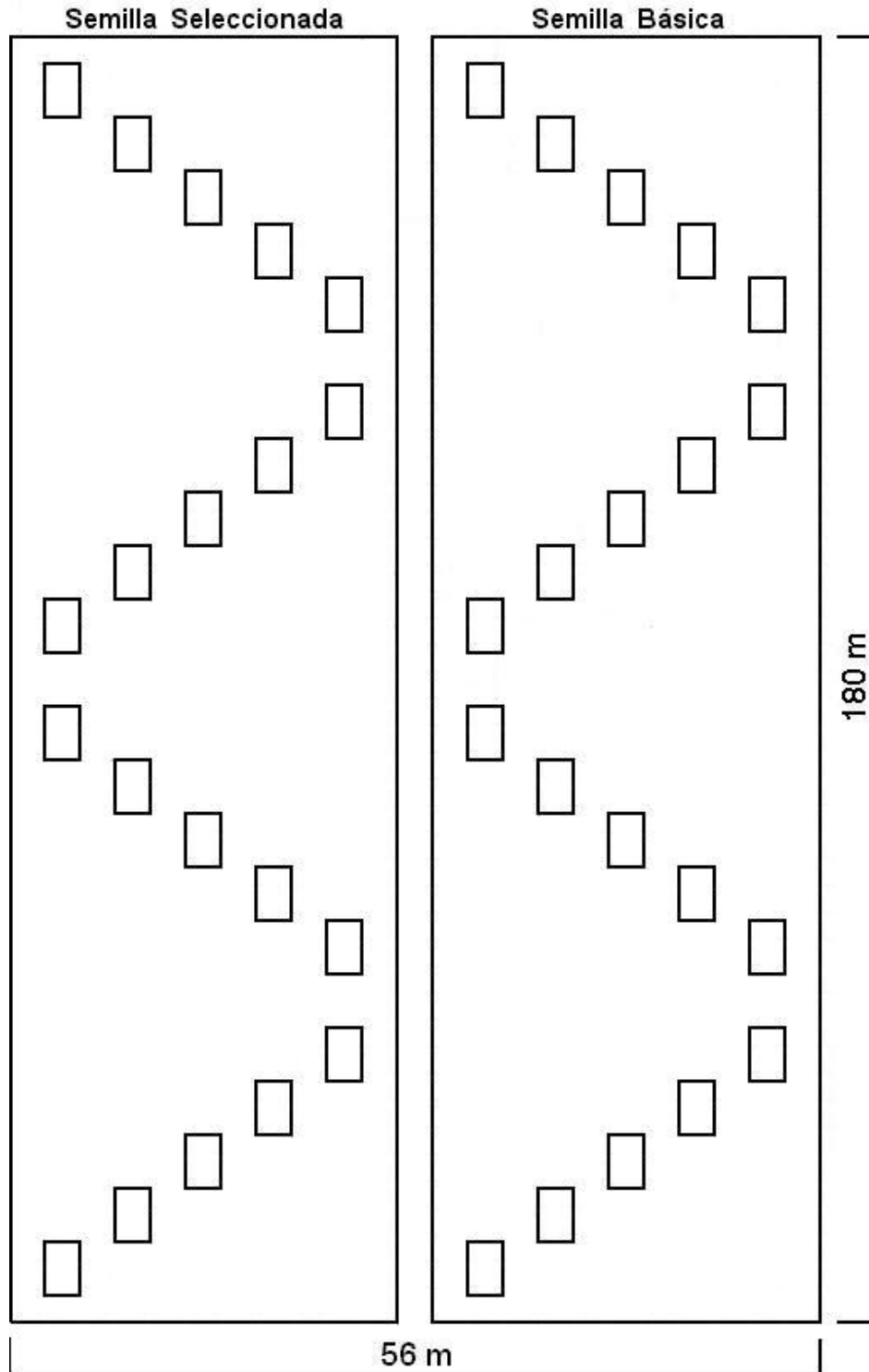
SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (SAG). 1998. El cultivo de maíz. Dirección de Ciencia y Tecnología Agropecuaria. Programa Nacional de Generación de Tecnología Agropecuaria. Tegucigalpa, Honduras. Boletín técnico. 30 p.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA Y GANADERÍA (SAG). 2001. Informe anual. Tegucigalpa, Honduras. 180 p.

## 8. ANEXOS

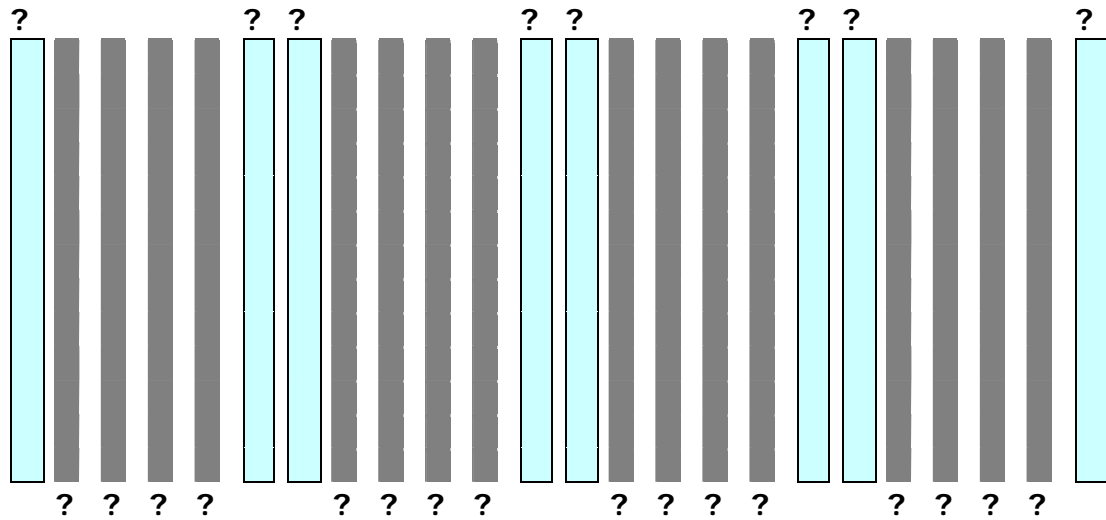
**Anexo 1.** Mapa de la ubicación del experimento.



**Anexo 2.** Distribución de parcelas dentro de los lotes de semilla.

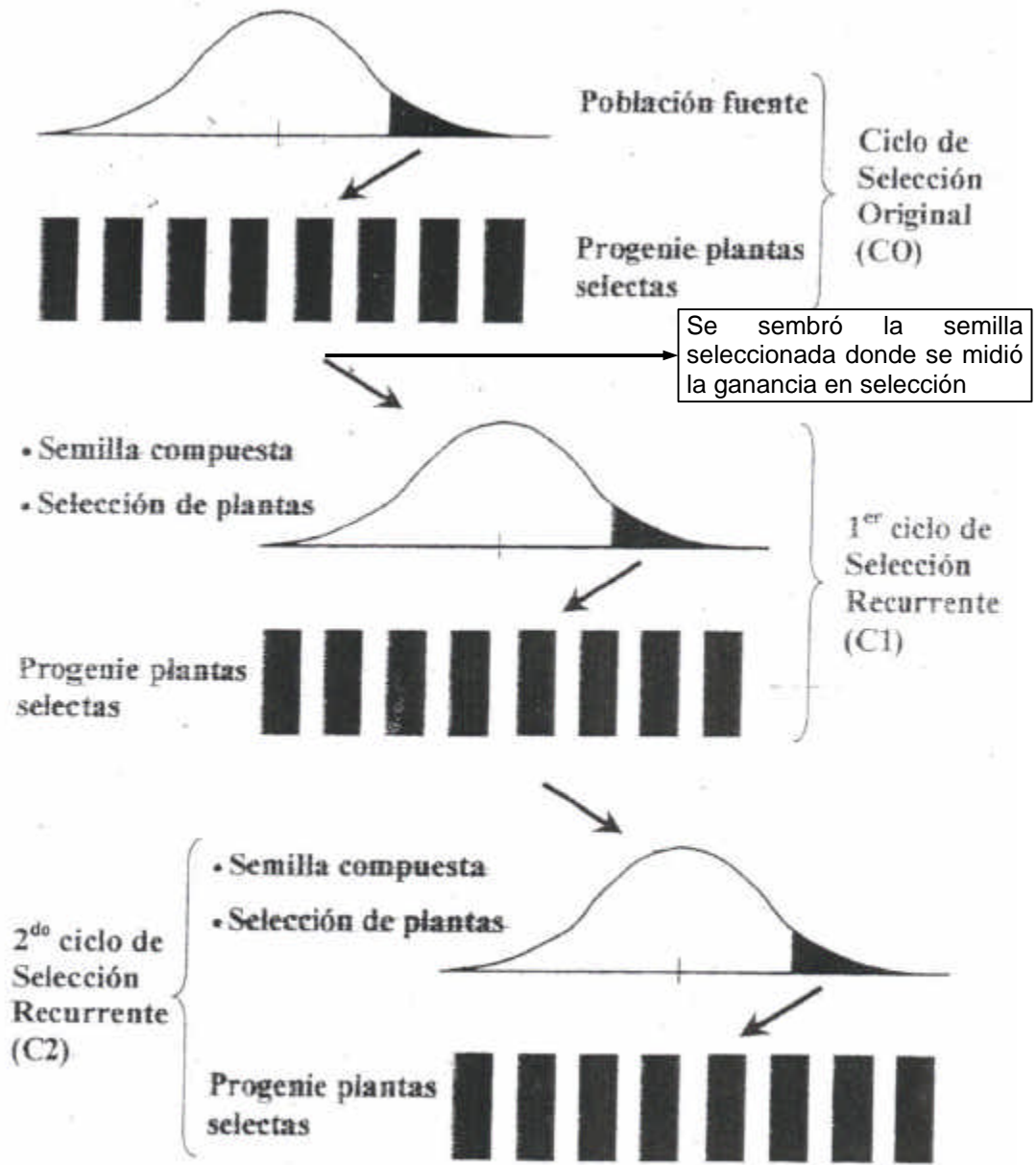


**Anexo 4.** Diseño del sistema de apareo No. 1 en familias de cuatro mazorcas.



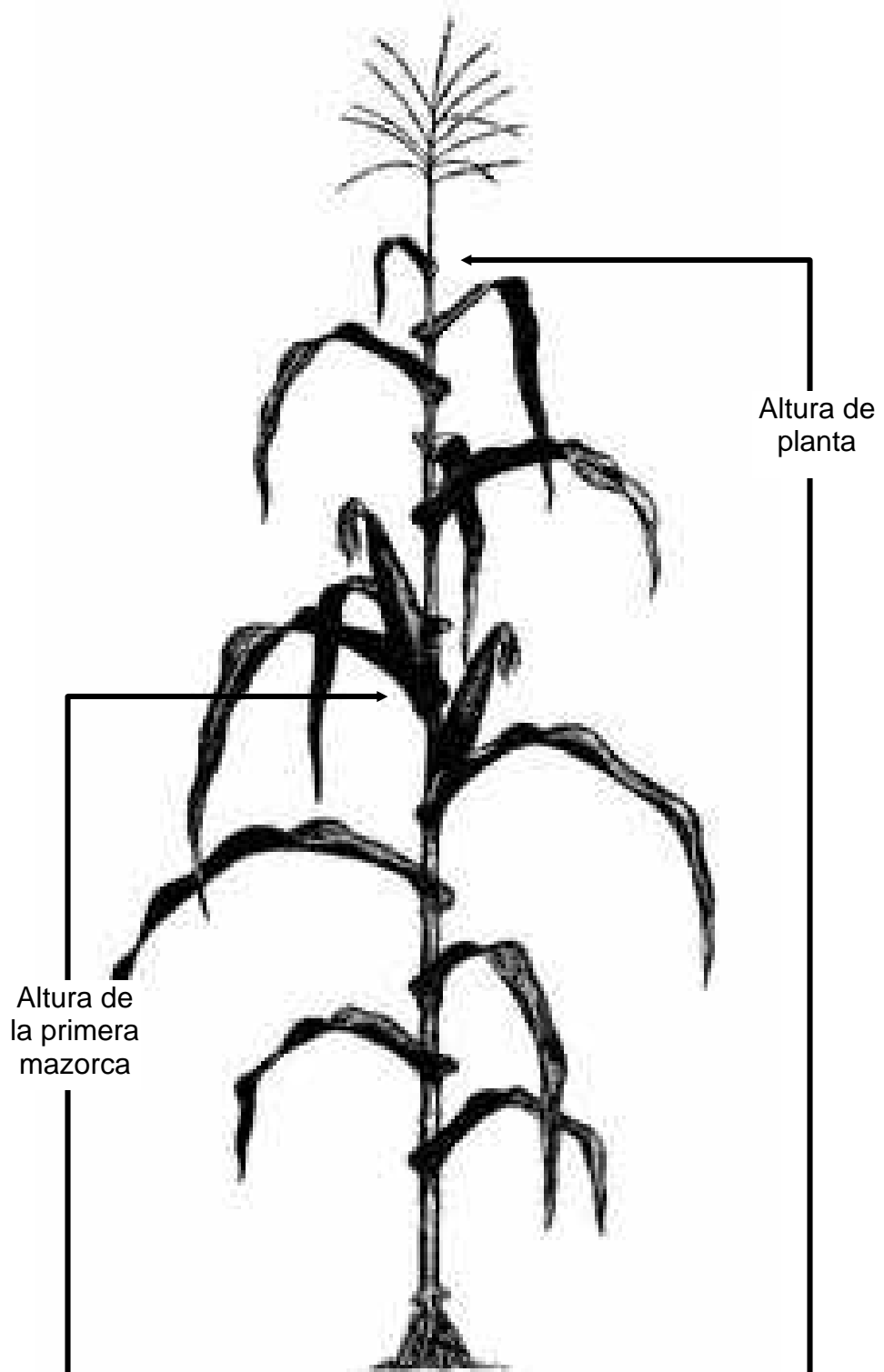
- 20 cm. entre postura y 2 semillas por postura
- 80 cm. entre hilera
- Población requerida de 62.500 plantas / ha.
- Cada hilera ? es producto de semillas desgranadas de una sola mazorca
- Cada hilera ? a un costado de cada grupo de 4 hileras ? es el resultado de la mezcla de semillas que se usaron para formar las hileras ?

**Anexo 5.** Método de mejoramiento de Selección Recurrente Fenotípica Simple.



**Selección recurrente fenotípica**

**Anexo 6.** Medición de algunas estructuras de la planta de maíz.





**Anexo 7.** Determinación del diámetro y longitud de la mazorca de maíz.

