



ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
DEPARTAMENTO DE AGRONOMIA

**ANALISIS DE POBLACIONES F2 PROVENIENTES DE
CRUZAMIENTOS ENTRE MAICILLOS CRIOLLOS
MEJORADOS Y LINEAS ELITE EXOTICAS.**


Tesis presentada como requisito parcial para optar al
título de Ingeniero Agrónomo en el grado
académico de licenciatura

Por

Napoleón Molina Galeas

Honduras, 26 de abril de 1997

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana el permiso para reproducir y distribuir copias de este trabajo para los usos que considere necesarios. Para otras personas y otros fines se reservan los derechos del autor.



Napoleón Molina Galeas
Abril 1997

Zamorano, Honduras.

DEDICATORIA

A mi vieja querida que cada minuto de su vida lo vive para nosotros, sus hijos; a mi viejo, mi maestro, ejemplo de lo que anhelo ser; a mis hermanas Esther y Rossy fuentes inagotables de mi alegría.

AGRADECIMIENTO

A Dios todopoderoso, por estar conmigo en todo momento.

A la Escuela Agrícola Panamericana por financiar mis estudios.

Al proyecto INTSORMIL por financiar mis estudios.

Al Dr. Francisco Gómez, por darme esta oportunidad, sus consejos, por preocuparse porque aprenda lo más que pueda y haga las cosas lo mejor posible.

Al Dr. Juan J. Alán por sus consejos, por la minuciosa revisión de este trabajo y por su apoyo.

Al Dr. Pablo E. Paz por sus consejos y sus valiosas aportaciones en la realización de este trabajo.

A los que me apoyaron incondicionalmente a lo largo de este recorrido; mis amigos: Marlón García, Juan Carlos Hidalgo, Jorge Morán, Wilfredo Marquéz, Juan Diego Molina, Rodolfo Pacheco y Augusto Tcherán

A mi gran amigo de siempre Wilmer Urquía. Lo logramos.

A mi querida maestra Marlene de Guardiola, por estar siempre pendiente de mí.

Al personal de campo del CITESGRAN: Antonio, Francisco, Adolfo, Fredi y Emilio, por los buenos momentos en el campo.

A Hilsa, Vilma, Maricruz, Jackie, Camilo y Efraín por hacer del CITESGRAN mi segundo hogar.

RESUMEN

Con el fin de identificar las mejores combinaciones se analizaron 93 familias F2 provenientes de cruzamientos entre maicillos criollos mejorados y líneas elites exóticas, que se establecieron en viveros ubicados en tres localidades: Zamorano (Fco. Morazán), Rapaco (Fco. Morazán) y Comayagua (Comayagua), para evaluar su comportamiento en múltiples localidades. Las mejores familias o descendencias se seleccionaron con base en criterios como tamaño de la panícula, longitud de excerción, rendimiento de panícula, color de grano, color de la planta, grosor de pericarpio, altura de planta, días a floración y resistencia a enfermedades, indicadores del potencial de rendimiento, calidad de grano y capacidad defensiva a estrés biótico y abiótico, de las poblaciones. Algunos cruzamientos produjeron gran cantidad de recombinaciones favorables que pudieron ser seleccionadas. El mejor cruzamiento en las tres localidades, fue el SO4*241 del que se obtuvieron 124 selecciones. Esta familia tiene granos de color blanco, pericarpio de grosor intermedio, tallo de color amarillo, altura entre 1.80 y 2.20 m, días a flor intermedio y excerción relativamente larga. Le siguió el cruzamiento SO53*219 con 16 porciento de selecciones menos y con características similares excepto que tiene mejor excerción; el tercer mejor cruzamiento fue el SO51*240, con 24 porciento selecciones menos que el primero y con iguales características excepto que la altura varía de 1.80 a 3.40 m y tiene mejor excerción. Este trabajo nos muestra el gran potencial de los cruces entre maicillos criollos y líneas exóticas para mejorar las poblaciones de maicillos endémicos en Centroamérica.

CONTENIDO

Portadilla.....	i
Derechos de autor.....	ii
Hoja de firmas del comité.....	iii
Dedicatoria.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Contenido.....	vii
Índice de cuadros.....	ix
Índice de figuras.....	x
Índice de anexos.....	xi
I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION DE LITERATURA.....	3
2.1 La planta de sorgo.....	3
2.2 Utilización del sorgo.....	3
2.3 Producción del sorgo.....	4
2.4 Genética del cultivo del sorgo.....	5
2.4.1 Genética de la madurez.....	5
2.4.2 El fotoperíodo y su efecto sobre la floración.....	6
2.4.3 Genética de la altura.....	6
2.4.4 Genética del color de planta.....	6
2.4.5 Genética del color de grano.....	7
2.5 Maicillos criollos.....	7
2.5.1 Sistemas de cultivo maíz-maicillo.....	8
2.5.1.1 Simultáneo.....	8
2.5.1.2 Aporque.....	8
2.5.1.3 Relevo.....	8
2.5.2 Funcionamiento de los sistemas intercalados maíz-maicillo.....	9
2.5.3 Mejoramiento de maicillo.....	9
III. MATERIALES Y METODOS.....	11
3.1 Material genético.....	11
3.2 Establecimiento de los viveros.....	11
3.3 Descripción del vivero.....	11
3.4 Criterios de selección.....	12
3.4.1 Tamaño de pan.....	12
3.4.2 Longitud de excerción.....	12
3.4.3 Color de grano.....	12
3.4.4 Color de planta.....	12
3.4.5 Grosor de pericarpio.....	12
3.4.6 Altura de planta.....	12
3.4.7 Días a floración.....	13

3.4.8 Resistencia a enfermedades.....	13
3.5 Análisis estadístico.....	13
3.6 Computarización de los registros de selección.....	14
IV. RESULTADOS Y DISCUSION.....	15
4.1 Selecciones.....	15
4.2 Criterios de selección.....	16
4.2.1 Tamaño de panícula.....	16
4.2.2 Longitud de exccerción.....	16
4.2.3 Color de grano.....	16
4.2.4 Color de planta.....	17
4.2.5 Grosor de pericarpio.....	18
4.2.6 Altura de planta.....	18
4.2.7 Días a floración.....	19
4.2.8 Resistencia a enfermedades.....	20
4.3 Evaluación de hembras.....	20
4.4 Evaluación de machos.....	22
4.5 Evaluación decruzamientos.....	23
4.6 Computarización de los registros de selección.....	24
V. CONCLUSIONES.....	25
VI. RECOMENDACIONES.....	26
VII. LITERATURA CITADA.....	27
VIII. ANEXOS.....	29

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1. Superficie, rendimiento y producción de sorgo por regiones.....	4
2. Producción de sorgo en Honduras en el año de 1992.....	5
3. Distribución de poblaciones segregantes de maicillos con materiales exóticos en los viveros de selección establecidos en 1993 y 1994.....	10
4. Altitud, precipitación, temperaturas máxima y mínima promedio de las localidades evaluadas durante el período de evaluación de los viveros de poblaciones F2 establecidos en 1996.....	11
5. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para los distintos colores de grano en las tres localidades.....	17
6. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para los distintos colores de planta.....	16
7. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para los distintos tipos de grosor de pericarpio en las localidades evaluadas.....	17
8. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para las distintas alturas en las localidades evaluadas.....	19
9. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para los distintos días a floración en las localidades evaluadas.....	20
10. Mejores hembras en las tres localidades.....	21
11. Mejores machos en las tres localidades.....	23

INDICE DE FIGURAS

Figura	Pág.
1. Escala para determinar ataque de enfermedades.....	13
2. Número de selecciones por localidad.....	15
3. Mejores cruzamientos a nivel de las tres localidades.....	24

INDICE DE ANEXOS

Anexo

1. Genealogía de las poblaciones F2 analizadas.
2. Longitud de ejecución de las selecciones en las tres localidades.
3. Reacción de las familias al ataque de roya.
4. Reacción de las familias al ataque de cenicilla en Comayagua.
5. Frecuencia de cruzamiento de cada hembra y número de selecciones en las localidades evaluadas.
6. Frecuencia de cruzamiento de cada macho y número de selecciones en las localidades evaluadas.
7. Temperatura máxima, mínima y precipitación en Zamorano durante la evaluación de las familias F2.
8. Temperatura máxima, mínima y precipitación en Rapaco durante la evaluación de las familias F2.
9. Temperatura máxima, mínima y precipitación en Comayagua durante la evaluación de las familias F2.
10. Salida del paquete estadístico Agrobase con el pedigrí de las selecciones analizadas en forma actualizada.

I. INTRODUCCION.

La producción de sorgo (*Sorghum bicolor*) en Honduras es baja, aunque en los últimos cinco años se ha incrementado de menos de una tonelada métrica por hectárea a 1.1 toneladas métricas por hectárea. Esto no sólo es reflejo del ambiente adverso en el cual se cultiva el sorgo, sí no que, también, es el resultado del uso predominante de los "maicillos criollos", los cuales tienen un bajo rendimiento aunque estable. La baja respuesta de los maicillos criollos a las prácticas de manejo para incrementar la producción de grano es la restricción primaria en la producción. Los maicillos se siembran intercalados con maces nativos de maduración temprana en tierras de ladera. Su sensibilidad al fotoperíodo y su capacidad para tolerar la sombra, son puntos claves para la siembra intercalada con maíz.

El potencial genético de las variedades tradicionales debe ser desarrollado antes de que las nuevas tecnologías como la conservación del suelo y del agua puedan mejorar la fertilidad y ser económicamente factibles. El programa de "Conservación y Mejoramiento de Sorgos Tropicales en Honduras y Centroamérica" que opera basado en un Memorandum de entendimiento con INTSORMIL y con la ayuda económica del Gobierno de Honduras y AID, ha definido el uso de híbridos como la mejor opción para intensificar el uso de la tierra destinada a la siembra de sorgo. El incremento en el área cultivada y el rendimiento del sorgo se debe, principalmente, a la utilización de cultivares comerciales mejorados (híbridos y variedades), que están elevando la producción de sorgo en Centroamérica. (Gómez, 1995).

Se toma en cuenta el uso de híbridos forrajeros que permiten la intensificación de las tierras destinadas a pastos y esto puede liberar tierras para la producción de otros cultivos de alto valor. El uso de híbridos graníferos es de gran importancia porque este grano puede sustituir al maíz en la formulación de concentrados y la manufactura de tortillas.

Las actividades de mejoramiento se concentran en la conservación de la diversidad genética de los maicillos y al mismo tiempo mejorarlos por la introducción de alelos o bloques de alelos que contribuyan a incrementar el rendimiento, confieran resistencia a insectos, enfermedades y mejoren la calidad del grano.

En un esfuerzo para conservar el germoplasma de los maicillos, los programas de mejoramiento de sorgo de la SRN-EAP-INTSORMIL (Secretaría de Recursos Naturales de Honduras-Escuela Agrícola Panamericana-International Sorghum and Millet Project.) enfocan sus esfuerzos en mejorar la calidad de las variedades tradicionales en lugar de remplazarlas. Esto tiene dos ventajas: 1) aumenta la diversidad genética, y 2) las variedades derivadas proveen una defensa genética amplia debido a que son reguladas

con genes locales que han coevolucionado con los insectos, los patógenos nativos y las condiciones ambientales.

La recolección de germoplasma, la introducción y la hibridación son las técnicas principales aplicadas en el mejoramiento de los maicillos. Con el fin de aumentar la diversidad genética en las poblaciones de maicillos se hacen cruza amplias entre germoplasma élite introducido y los maicillos criollos superiores. De esta manera se genera un germoplasma con mejor potencial de rendimiento, mayor capacidad defensiva, localmente adaptado y con mejor calidad de grano para consumo humano.

Las características que se transfieren a los maicillos incluyen grano de mejor calidad, resistencia a enfermedades para reducir pérdidas en el rendimiento y mejoren la calidad del forraje, y las que se mantienen o seleccionan, incluyen la sensibilidad al fotoperíodo y las propiedades cerealeras primarias para la elaboración de tortillas.

Los materiales con amplia adaptación y resistencia a diferentes enfermedades se desarrollan mediante evaluaciones en múltiples localidades. Las generaciones tempranas se evalúan en dos a cuatro localidades y se seleccionan de acuerdo con las características antes mencionadas y la limitación biótica-abiótica en cada sitio de evaluación.

El objetivo general de esta investigación es identificar, a través del análisis de poblaciones las combinaciones más eficientes en cruzamientos entre maicillos criollos mejorados y líneas élites exóticas. Para esto fue necesario llevar a cabo los siguientes objetivos específicos:

1. Analizar fenotípicamente las poblaciones F2 derivadas de cruces de maicillos criollos mejorados con líneas élite exóticas.
2. Seleccionar poblaciones F2 que presenten alto potencial de rendimiento, buen comportamiento agronómico, mejor calidad de grano y buena capacidad defensiva a estrés biótico y abiótico.
3. Computarizar los registros de viveros de mejoramiento de maicillos criollos mediante el software Agrobases/4™.

II. REVISIÓN DE LITERATURA.

2.1 La planta de sorgo.

El sorgo, *Sorghum bicolor* (L.) Moench, es una planta tropical de tallo largo. Se le denominó sorgo por su capacidad de crecer hasta alcanzar una altura elevada; el nombre procede del latín "surgo" que significa "surgir".

Los tipos de sorgo de grano cultivado, comúnmente tienen un tallo largo y erecto que termina en una panícula semicompacta o compacta, mientras que los tipos forrajeros tienen tallos más cortos, hojas más estrechas, un ahijamiento considerable y producen panículas largas y sueltas. En general, el cultivo es de carácter anual, pero en ciertas ocasiones también se utilizan los retoños de rastrojos anteriores (Lobo, 1994).

2.2 Utilización del sorgo.

El sorgo, en común con otros cereales, es predominantemente amiláceo. El contenido de proteína es casi igual y comparable al del trigo y del maíz, y por esta razón se emplea en la alimentación humana y en la fabricación de concentrados para la alimentación animal (FAO, 1995). El sorgo es el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo. Es usado como alimento básico en África, Asia y Centroamérica. Tortillas, Pan sin levadura, pan con levadura, bebidas con y sin alcohol, alimentos de bocadillo y atoles, son preparaciones alimenticias importantes en la dieta humana que incluyen el grano de sorgo (Compton, 1990). Su tallo, fibra y follaje se utilizan como forraje. El grano puede ser usado para la alimentación de ganado en forma directa o en concentrados (Duncan y de Millano, 1993; citados por Morán, 1995). Las hojas y los tallos pueden ser utilizados para la construcción de casas y cercos, y las fibras para la elaboración de escobas.

La planta de sorgo se adapta a una amplia gama de ambientes y produce grano en condiciones desfavorables para la mayoría de los otros cereales. Debido a su resistencia a la sequía, se considera como el cultivo más apto para las regiones áridas con lluvia errática (Purseglove, 1972).

2.3 Producción del sorgo.

En condiciones de campo se obtienen buenos rendimientos promedios que varían entre 7,000 y 9,000 kg ha⁻¹; y pueden llegar a superar los 11,000 kg ha⁻¹ cuando la humedad no es un factor limitante; lo que demuestra que el sorgo tiene un potencial de rendimiento elevado, comparable al del arroz, maíz o trigo. En áreas donde el sorgo es un cultivo común, con buenas condiciones de lluvia en períodos críticos se obtienen rendimientos de 3,000 a 4,000 kg ha⁻¹ y bajan a 300 ó 1,000 kg ha⁻¹ cuando la humedad se vuelve limitante (House, 1982). Según los estimados de producción de 1992 hechos por la FAO, la producción total de sorgo en el mundo fue de 70 millones de toneladas, lo que representó un ascenso de 27% con respecto a los 55 millones de toneladas en el año de 1991 y del 25% con respecto a los 56 millones de toneladas en 1990. Se puede observar un aumento que pasó de 1317 kg ha⁻¹ en 1991 a 1542 kg ha⁻¹ en 1992, mientras que la superficie sembrada, fue de alrededor de 45 millones de hectáreas en 1992 y de 42 millones en 1991 representando un aumento de 0.7% en el área cosechada. En el Cuadro 1 se indican la superficie, el rendimiento y la producción de sorgo en varias regiones del mundo en 1992. El sorgo representa sólo un 6.4% del área total cosechada y un 3.6% de la producción total de cereales en el mundo.

Cuadro 1. Superficie, rendimiento y producción de sorgo por regiones, 1992.

Región	Superficie cosechada		Rendimiento (kg/ha)	Producción	
	(1000ha)	(% del total)		(1000TM)	(% del total)
América del Norte y Ctral.	6,806	14.9	4,126	28,086	40
Asia	17,061	37.3	1,176	20,068	28.5
Africa	19,547	42.8	803	15,692	22.3
América del Sur	1,446	3.2	3,135	4,533	6.4
Oceania	534	1.2	2,008	1,073	1.5
Total mundial 1992	45,695		1,542	70,448	
Total mundial 1991	41,792		1,317	55,024	

Fuente:FAO, 1992

En el caso de Honduras el cultivo de sorgo es, después del maíz (*Zea mays*) y el frijol (*Phaseolus vulgaris*), el cultivo que más área ocupa; sin embargo, le sigue al maíz en producción de grano (Torchelli y Narvaez, 1980; citados por Meckenstock y Flores, 1985). Anualmente se cultivan unas 70,000 hectáreas de sorgo. La mayor parte de esta superficie está sembrada en asociación con maíz.

La mayor área de sorgo, principalmente de maicillos, se cultiva en la región sur de Honduras. Sin embargo, los rendimientos obtenidos en esta zona son muy bajos (854 kg ha⁻¹), debido, principalmente, al régimen de lluvias imperante en la zona. La segunda región en importancia en cuanto a rendimiento (2,286 kg ha⁻¹) es la nororiental, debido a que los agricultores de la zona, especialmente en Olancho, han adoptado nuevas

que los agricultores de la zona, especialmente en Olancho, han adoptado nuevas tecnologías de cultivo y cosecha, e híbridos de alto rendimiento y más uniformes que los maicillos criollos (Castillo y Nuñez, 1995).

Aproximadamente en un 70% del área cultivada se utilizan maicillos criollos los que, como se mencionó producen bajos rendimientos ($<900\text{kg ha}^{-1}$). El restante 30% del área es sembrada con cultivares mejorados, de los cuales más del 80% corresponden a híbridos de alto potencial de rendimiento (Lobo 1994). Solo con el 30% de su área bajo cultivo con sorgos mejorados, Honduras obtiene el mismo volumen de producción que con el 70% restante en donde se utilizan los maicillos criollos.

En el Cuadro 2 se presenta la distribución del área de siembra y el volumen de producción de sorgo en el año de 1992. La región Nororiental, parte de la Centrooriental y en algunos lugares del Norte utilizaron, en su mayoría, cultivares mejorados (híbridos y variedades) y mejores prácticas agronómicas, que contribuyeron con el 20 por ciento de la producción total, con solamente el 5 por ciento de la superficie cultivada con sorgo en Honduras. El promedio de rendimiento fue 4.5 veces mayor que el promedio de otras regiones productoras de sorgo.

Cuadro 2. Producción de sorgo en Honduras en el año de 1992.

Región	Superficie has.	Producción TM	Rendimiento kg/ha
Norte	1,050	4,740	4,514
Nororiental	2,926	9,011	3,080
Occidental	10,073	9,450	938
Sur	31,759	26,245	826
Centro Oriental	9,534	7,649	802
Centro Occidental	18,200	13,555	745
Total	73,542	70,650	961

Fuente: UPSA, 1994.

2.4 Genética del cultivo del sorgo.

2.4.1 Genética de la madurez.

Se ha observado que cuatro loci influyen en la madurez del sorgo, (ma_1 , ma_2 , ma_3 y ma_4). En los tipos tropicales estos cuatro locus generalmente tienen dominancia y la condición recesiva de cualquiera de ellos da como resultado la adaptación a regiones más templadas. Muchas de las líneas utilizadas en las regiones templadas son recesivas para ma_1 . Cuando ma_1 es recesivo, la variación en días a la floración disminuye, haciendo más difícil separar los genotipos. Si ma_1 es dominante, ma_2 , ma_3 , y ma_4 producen dominancia (madurez tardía), pero si el alelo en el locus es recesivo (ma_1), entonces ma_2 , ma_3 , y ma_4 pueden mostrar dominancia.

La mayoría de las líneas del programa de conversión (conversión de líneas adaptadas tropicalmente, a líneas con adaptación a zonas templadas) son recesivas en el locus ma_1 y dominante en los otros. Los maicillos criollos cultivados en C. A. presentan dominancia en ma_1 .

2.4.2 El fotoperíodo y su efecto sobre la floración.

En el sorgo fotosensitivo (ma_1 dominante), la yema vegetativa permanece como tal hasta que la longitud del día es suficientemente corta para el desarrollo de la yema floral. Por tal razón, se considera una planta de día corto. En las regiones templadas, la longitud del día durante el verano nunca es tan corta, lo que provoca que en estas latitudes las variedades tropicales no florezcan. Cuando la longitud del día es adecuada, las variedades ya son muy altas, exhuberantes y mueren por el frío.

En Centroamérica, las variedades fotosensibles denominadas maicillos sembradas después de los primeros quince días de septiembre, no desarrollan vegetativamente lo suficiente antes de recibir el estímulo para la floración durante los días cortos entre octubre y enero. La siembra de estas variedades fotosensibles durante el período de abril a agosto, las deja en un estado vegetativo hasta octubre.

El número de hojas y la altura de la planta son afectados por la respuesta fotoperiódica, ya que la activación de la floración reduce el crecimiento vegetativo.

2.4.3 Genética de la altura.

Se han identificado cuatro locus de importancia que se conocen como dw_1 , dw_2 , dw_3 y dw_4 . La reducción de la altura es de naturaleza braquítica (es decir, se reduce la longitud del internodo, pero no la longitud del pedúnculo ni el tamaño de la panícula o en el número de hojas y no se modifica la madurez), producto del efecto de los alelos recesivos en cualquiera de estos cuatro locus. El tipo enano cero (dominante en todos los locus), puede alcanzar cuatro metros de altura. El cambio de cuatro a tres genes dominantes puede producir una variación en altura de 50 cm o más. La diferencia entre un tipo 3-enano (alelos recesivos en tres locus) y un tipo 4-enano puede ser solo de 10 a 15 cm. El carácter planta alta es parcialmente dominante al de planta baja (House, 1982).

2.4.4 Genética del color de planta.

Las porciones verdes de la planta (hojas, tallos y glumas) están influenciadas por genes para color de planta. El gen P produce un color púrpura y las plantas recesivas (p) son de color claro. El tono de la pigmentación purpúrea es influenciada por alelos en el locus Q; el color púrpura oscuro se debe al alelo q, y el púrpura rojizo a cualquiera de los alelos Q o q' (House 1982).

2.4.5 Genética del color de grano.

El color de grano está determinado por la pigmentación del pericarpio, la testa y el endosperma, la cual se debe a los compuestos fenólicos. Los fenoles son controlados por la combinación de los genes R, Y, I, B₁, B₂ y S. Los genes R y Y determinan si el pericarpio es blanco, amarillo o rojo. El pericarpio es blanco cuando Y es homocigótico recesivo (rryy o R-yy); amarillo cuando Y es dominante y R es recesivo (rRY-); rojo cuando tanto R como Y son dominantes (R-Y-). El gen intensificador, I, afecta la intensidad del color del pericarpio (Paul, 1987).

La condición dominante de los genes complementarios B₁ y B₂, da lugar a la presencia de testa, la cual es altamente pigmentada y contiene todos o la mayoría de los taninos condensados del grano. Si uno de ellos o ambos son homocigóticos recesivos (b₁b₁-B₂, B₁-b₂b₂ ó b₁b₁b₂b₂), la testa esta ausente. En presencia de B₁ y B₂ el gen dispersor o propagador (sprcader), S, que controla la presencia de pigmentos y posiblemente de taninos produce un color café en el pericarpio. Cuando S es dominante, hay más fenoles y taninos en el epicarpio (capa exterior del pericarpio).

2.5 Maicillos criollos.

Los maicillos criollos sensibles al fotoperíodo fueron traídos a Centroamérica de Africa Occidental, Central y del Sur como alimento para los esclavos durante el siglo XVI. A pesar de eso no cobraron importancia hasta el siglo actual como cultivo de subsistencia que provee una importante fuente de alimento para el segmento más pobre de la población y para animales domésticos.

Los maicillos son sorgos tropicales diseminados en las regiones del pacífico de Centroamérica. Gómez (1991) señala que desde su introducción a Centroamérica han divergido de sus ancestros africanos a través de procesos de diferenciación alopatrica, dando origen a un grupo de sorgos que se caracterizan por su marcada sensibilidad al fotoperíodo y adaptación al sistema intercalado con maíz, que actualmente representan una fuente inexplorada de genes de la especie *Sorghum bicolor* única en el mundo.

Se caracterizan por ser altos (2 a 4 m), de mucho follaje (15 a 30 hojas), de grano mediano, de color blanco o crema, harinoso o cristalino y con panojas compactas o semicompactas; su ciclo vegetativo depende de la fecha de siembra y puede variar entre 60 a 150 días antes de que el estímulo de días cortos inicie la floración; el periodo entre iniciación floral y madurez fisiológica dura alrededor de 60 días (Paul, 1987).

Son fotosensitivos, requieren de días cortos (noches largas) para iniciar la floración. Esta característica los hace adaptables a la larga y errática estación lluviosa de Centroamérica, y permite que el grano madure en las condiciones secas de diciembre, después de que las lluvias cesan (Rosenow, 1987). Meckenstock, et al identificó que el fotoperíodo crítico para los maicillos criollos era de 12 horas luz, lo cual ocurre durante el solsticio de otoño (21 de septiembre).

Aunque el rendimiento de los maicillos criollos es considerado bajo, son populares en zonas semi-áridas por su adaptación a regiones hídricas irregulares y por su uso versátil en la alimentación humana y para el consumo animal.

2.5.1 Sistemas de cultivo maíz-maicillo.

Los agricultores de sorgo utilizan, en su mayor parte, varios arreglos de cultivo intercalado con maíz. En algunos casos utilizan el cultivo puro, en el que se siembran cultivares mejorados fotoinsensitivos y maicillos criollos. Los sorgos mejorados son sembrados generalmente en postrera y los maicillos en primera, especialmente en siembras tardías de junio a julio. Durante la época de postrera (octubre) los agricultores también siembran maicillo al voleo en altas densidades, con el propósito de obtener forraje verde.

Los sistemas intercalados se clasifican de acuerdo con su fecha de siembra cronológica y al lugar de siembra espacial en: simultáneo, aporque y relevo.

2.5.1.1 Simultáneo. Como sugiere su nombre, es la siembra del maíz y el maicillo al mismo tiempo. El rendimiento del maíz es el más bajo de los sistemas comunes en la región. Sin embargo, permite a los agricultores utilizar menos mano de obra y asegurar el establecimiento del maicillo antes de la canícula. Existen variaciones en cuanto a la localización de la semilla. Casado se refiere a la siembra de maíz y maicillo en la misma postura; es muy importante en laderas donde los suelos de baja fertilidad son dominantes y las prácticas culturales son difíciles por la presencia de vegetación extraña y el terreno escabroso. La siembra del maíz y del maicillo en el mismo surco pero en diferentes posturas se llama golpe alterno. Cuando la siembra es en diferentes surcos, se llama surco alterno (Gómez, Meckenstock, y Sierra, 1994).

2.5.1.2 Aporque. El maíz se siembra en mayo y durante su aporque y limpia (15 a 20 días después) se siembra el maicillo. Este sistema ofrece la ventaja de que el maíz no tiene competencia durante las primeras tres o cuatro semanas, lo que da como resultado un 46% más de rendimiento de maíz. Por otro lado algunos investigadores encontraron una disminución del 41% en el rendimiento del maicillo sembrado en aporque por la alta competencia del maíz que está más desarrollado. Al igual que en otros sistemas hay variaciones en cuanto a la localización de la semilla del maicillo con respecto a las plantas de maíz. Golpe alterno ocurre cuando el maicillo se siembra en el mismo surco que el maíz pero en forma alterna. Cuando la siembra del maicillo es en diferentes surcos, se llama surco alterno, que es muy común cuando se aporca con bueyes (Gómez, Meckenstock y Sierra, 1994).

2.5.1.3 Relevo. El sorgo es sembrado justamente a la dobla del maíz, generalmente a finales de agosto. Es decir, que el sorgo se siembra al final del ciclo del maíz, pero antes de que esté listo para su cosecha. Este sistema requiere que el maíz se siembre al principio de la primera, y es recomendado para los cultivares de sorgo fotoinsensitivos. Los maicillos mejorados también se pueden sembrar en postrera y en cultivo puro, pero su rendimiento se verá disminuido (Gómez, Meckenstock y Sierra, 1994).

2.5.2 Funcionamiento de los sistemas intercalados maíz-maicillo.

El maíz y el maicillo compiten por los mismos factores ambientales y esta competencia está influenciada por el sistema y por el cultivar. En general, entre más tarde se siembre el maicillo con respecto al maíz, su rendimiento disminuye. En otras palabras, el sistema simultáneo maximiza el rendimiento del maicillo mientras que las siembras de aporque y relevo maximizan el rendimiento del maíz. Las siembras en simultáneo, posiblemente, sean más importantes en zonas o épocas con alto riesgo de perder el maíz por sequía en la primera. En el sistema aporque, el maíz es favorecido en la competencia por luz y la captura de nutrimentos, retrasando el desarrollo del sorgo. Por esta razón, los maíces precoces y con menor altura como las variedades criollas, son recomendadas, ya que reducen menos el desarrollo y el rendimiento del sorgo. En relevo se tiende a maximizar el uso de germoplasma mejorado de ambos cultivos. Se siembra el maíz mejorado en la primera y el maicillo mejorado en la postrera. Este tipo de siembra intercalada de maicillo con maíces criollos precoces, proporciona al agricultor un seguro en caso de que la producción de maíz se reduzca drásticamente, lo cual ocurre con cierta frecuencia (Gómez, Meckenstock y Sierra, 1994).

2.5.3 Mejoramiento del maicillo.

El remplazo de los maicillos por cultivares introducidos insensibles al fotoperíodo, representa una amenaza a su diversidad genética e imposibilita el sistema de siembra intercalado con maíz.

El fotoperíodo es una respuesta fisiológica que permitió a los ancestros de los maicillos adaptarse a la distribución bimodal de la época de lluvias en las regiones semiáridas tropicales de Centroamérica, y madurar al final del año. Por esta característica los maicillos criollos se siembran en primera y maduran en la época seca (diciembre), lo que permite al agricultor obtener grano de excelente calidad para consumo humano.

El mejoramiento genético de las poblaciones de maicillo criollo se lleva cabo en viveros de mejoramiento y se realiza con métodos convencionales, involucrando las siguientes actividades: a) colección y evaluación de germoplasma de maicillo criollo e introducción y evaluación de germoplasma exótico de diversos programas de mejoramiento; b) cruzamiento entre maicillos criollos y materiales exóticos; y c) selección y evaluación de descendencias segregantes en múltiples ambientes.

El objetivo de estas actividades es desarrollar un germoplasma de maicillo mejorado de porte bajo (1.80-2.20m) y alta capacidad de rendimiento de grano y forraje, buena calidad de grano y resistente a las enfermedades más comunes en la zona sorguera de Centroamérica.

Las poblaciones segregantes son seleccionadas en diversos ambientes de acuerdo con los siguientes criterios: 1) panículas largas con buena ejerción, alto número de granos y buen peso, indicadores de buen rendimiento; 2) plantas de color amarillo y en algunos casos rojo con grano blanco sin testa pigmentada, indicadores de buena calidad tortilera y nutricional; 3) altura de planta (2-3 dw), indicador de tolerancia al acame y mejor índice

de cosecha; y 4) mayor porcentaje de hojas verdes al momento de la cosecha y alto contenido de sólidos solubles, indicadores de mejor calidad de forraje.

Después de seis a ocho generaciones, las líneas avanzadas provenientes de los viveros de selección son evaluadas en el EIME (Ensayo Internacional de Maicillos Enanos), para determinar el rendimiento de grano y forraje, el comportamiento agronómico y la calidad tortillera.

En los ciclos de 1993-94 y 1994-95 se establecieron un total de 14,070 familias de diferentes generaciones, de las cuales se realizaron 5,565 selecciones. La mayoría de las selecciones provinieron de plantas con buena proporción de su área foliar activa, color amarillo, 2-3 dw, buena ejerción y longitud de panícula, tolerantes al acame y con calidad de grano para consumo humano (Gómez, Cerritos y Morán, 1995). El número de selecciones en 1994-95 fue de 5,565, o sea 2,000 selecciones más que en el ciclo de 1993-94. (Cuadro 3).

Cuadro 3. Distribución de poblaciones segregantes de maicillos con materiales exóticos en los viveros de selección establecidos en 1993 y 1994.

Poblaciones	1993-1994		1994-1995		Total	
	Nº establecido	Nº selecciones	Nº Establecido	Nº Selecciones	Nº Establecido	Nº Selecciones
Poblaciones F2	796	578	796	578		
Poblaciones F2 Olancho	208	88	0	296	0	
Poblaciones F3	4136	2099	1156	248	5292	2347
Poblaciones F4	396	174	1198	1325	1594	1499
Poblaciones F5	84	7	348	108	432	115
Poblaciones F6	1006	444	14	10	1020	454
Poblaciones F7	496	116	888	449	1384	565
Poblaciones F8 bk	24	0	232	7	256	7
Total	7146	3418	6924	2147	14070	5565

Fuente: Informe anual de investigación, 1994. Depto. de Agronomía.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1 MATERIAL GENÉTICO.

Para llevar a cabo este estudio se sembraron viveros de selección de 93 poblaciones F2 (Anexo 1) generadas mediante cruzamientos entre líneas de maicillos criollos mejorados desarrollados por el Proyecto de mejoramiento de sorgo de la SRN-EAP-INTSORMIL y líneas élites exóticas de los programas de mejoramiento de Texas A&M e ICRISAT.

3.2 ESTABLECIMIENTO DE LOS VIVEROS.

Los viveros fueron establecidos en tres localidades, Zamorano (Fco. Morazán), Rapaco (Fco. Morazán) y Comayagua (Comayagua), con el fin de evaluar su reacción a enfermedades y estrés en diversas condiciones de temperatura, precipitación y altitud (Cuadro 4). En Rapaco el vivero fue establecido el 14 de junio de 1996; en Comayagua, el 2 de julio y en Zamorano el 18 de julio.

Cuadro 4 . Altitud, precipitación, temperaturas máxima y mínima promedio de las localidades evaluadas durante el período de evaluación de los viveros de poblaciones F2 establecidas en 1996.

LOCALIDAD	ALTITUD (msnm)	PRECIPITACION (mm)	TEMP. MAX (°C)	TEMP. MEN (°C)
ZAMORANO	820	1047.0	29.0	16.0
RAPACO	614	900.0	29.0	15.0
COMAYAGUA	580	633.0	31.0	15.0

Junio de 1996 a enero de 1997.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL VIVERO.

El vivero consistió de uno o más surcos de 5.0m por familia, con distancia entre surcos de 0.8m. La semilla se sembró a chorro corrido, y a los 20 días se realizó un raleo para dejar una población de 50 plantas por surco, lo que equivale a 125,000 plantas ha⁻¹.

A la siembra se aplicaron 90 kg ha^{-1} del fertilizante 18-46-0, inmediatamente después se aplicó 2.5 kg ha^{-1} de atrazina como herbicida preemergente.

A los 60 días después de la siembra se realizó el aporque y simultáneamente se aplicaron 250 kg ha^{-1} del fertilizante 0-46-0 (urea). Las labores de desyerba con azadón se realizaron cuando se consideró oportuno.

En Rapaco se aplicaron 0.48 L ha^{-1} del insecticida clorpirifos en el contorno del ensayo para combatir el gusano falso medidor, *Mocis latipes* (Guincó).

3.4 CRITERIOS DE SELECCIÓN.

Las observaciones se realizaron visualmente en las plantas seleccionadas de cada familia. En Zamorano la selección se realizó el 11 de enero; en Rapaco el 19 de enero y en Comayagua el 27 de febrero de 1997.

Tomando en consideración el ideotipo de los nuevos maicillos mejorados, se tomaron en cuenta los siguientes criterios de selección:

3.4.1 Tamaño de panícula.

Se midió la longitud en cm desde la base hasta el ápice de la panícula y la anchura en cm en la parte central.

3.4.2 Longitud de excerción o pedúnculo.

Longitud en cm desde la hoja bandera a la base de la panícula.

Se clasificó la excerción en: 1) larga (11 a 13 cm.); 2) buena (8 a 10 cm.); 3) media (5 a 7 cm.); y 3) pobre (0 cm.).

3.4.3 Color de grano.

Se determinó si el color de grano era blanco o rojo.

3.4.4 Color de planta

Se determinó si el color del tallo era amarillo, rojo o morado.

3.4.5 Grosor de pericarpio.

Espesor de la cubierta exterior del grano. Donde el grano cristalino se consideraba de pericarpio delgado y el opaco de pericarpio grueso.

3.4.6 Altura de planta.

Longitud en m desde la base de la planta hasta el ápice de la panícula.

Se hizo una división en tres categorías: 1) plantas uni-enanas (1dw (2.8 a 3.4m)); 2) plantas doble-enanas (2dw (1.8 a 2.6m)); y 3) plantas triple-enanas (3dw (1.6 a 1.8m)).

3.4.7 Días a floración.

Número de días después de la siembra en que el 50% de las panículas se encontraban en antesis. Las plantas se clasificaron en precoz, intermedias y tardías.

3.4.8 Resistencia a enfermedades.

En cada localidad se estimó la reacción a enfermedades. En Zamorano y Rapaco se hizo énfasis en roya (*Puccinia purpurea* (Cooke)); en Comayagua en cenicilla (*Peronosclerospora sorghi* (Weston y Uppal)). Sin embargo, se tomó en consideración la reacción a antracnosis (*Colletotrichum graminicola* (Cesati) Wilson, y mancha gris (*Cercospora sorghi* (Ellis y Everhart)) en las tres localidades.

Para estimar el nivel de ataque por enfermedades se utilizó una escala de 1 a 5. (Fig.1).

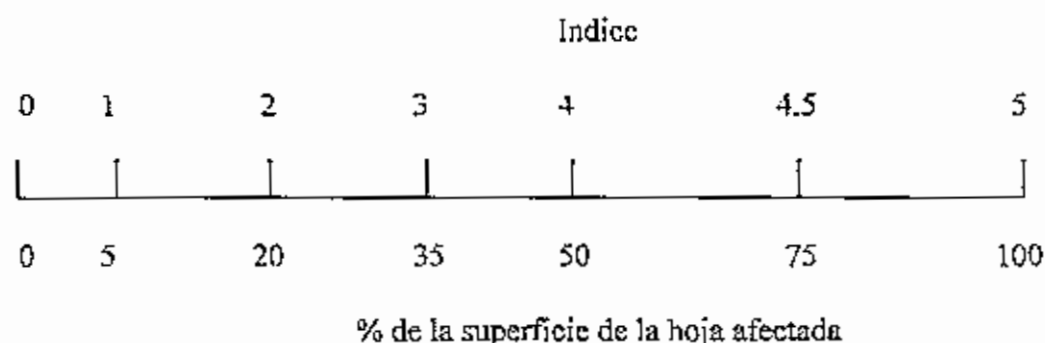


Figura.1 Escala para estimar ataque de enfermedades.

En el caso de la cenicilla, se contó el número de plantas enfermas por surco, para luego calcular el % de plantas enfermas por familia.

3.5 Análisis estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete "Statistical Analysis System" (SAS® versión 6.04), para describir la distribución de las variables evaluadas así como las diferencias entre poblaciones, por medio de un análisis de frecuencias.

3.6 Computarización de los registros de selección.

Para computarizar los registros de los viveros se utilizó el nuevo paquete estadístico AGROBASE/4™, el cual ha sido desarrollado para fitomejoradores, y maneja la información proveniente de los viveros de selección de una forma ordenada y fácil de utilizar. Algo importante, es que Agrobases 4, actualiza o avanza el pedigrée de una selección automáticamente una vez que se incluya la información correcta.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION.

4.1 Selecciones.

En total, se hicieron 2,532 selecciones. La localidad con mayor número de selecciones fue Zamorano donde se obtuvieron 22% más que en Rapaco y casi el doble con respecto a Comayagua (Figura 2). Esto es el resultado de las diferencias en las condiciones edáficas, de manejo y climatológicas entre las localidades (Anexos 7, 8 y 9). En Comayagua, un raleo inadecuado y el ataque severo de pájaros redujeron notablemente el número de selecciones.

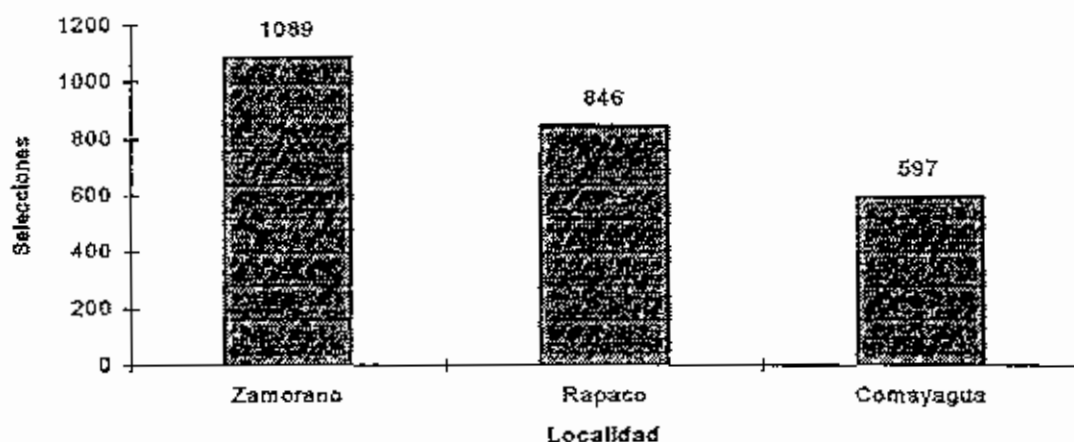


Figura 2. Número de selecciones por localidad.

4.2 Criterios de selección.

4.2.1 Tamaño de panícula.

Se seleccionaron sólo panículas que se consideraron con buen rendimiento y eran las que medían aproximadamente de 20 a 25cm de largo y de 15 a 20cm de ancho. En total se seleccionaron 2,532 panículas.

4.2.2 Longitud de excerción.

En Zamorano, un 67.7% de los cruzamientos, 63 de las 93 familias, presentaron una buena excerción contra 32.3% con excerción larga; en Rapaco la variación con respecto a Zamorano fue mínima, disminuyendo a 59 (63.4%) la cantidad de familias con buena excerción y en Comayagua las familias con buena excerción fueron 58 (62.4%) (Anexo 2).

En Zamorano, del total de selecciones que se hicieron 66% presentaron buena excerción y casi 34% larga; en Rapaco 63% del total tenían buena excerción, 32% larga, 2.5% media

y 2.5% pobre; y en Comayagua 56% del total selecciones tenían buena excerción, 34.5% larga, 6% media y 3% pobre (Anexo 2).

En las tres localidades más del 55% de las selecciones presentaron buena longitud de excerción. Esto indica que el riesgo de que estas familias sufran daño por plagas o enfermedades en la parte inferior de la panícula es reducido porque los granos quedan fuera de la vaina de la hoja bandera y, además, se facilita la cosecha. La excerción está controlada genéticamente, pero puede sufrir efectos pronunciados por factores ambientales como una marcada deficiencia de agua, la cual no se presentó durante el período en el que se llevó a cabo esta investigación (Anexos 7, 8 y 9).

4.2.3 Color de grano.

Se dió preferencia a los de colores blanco y rojo por tener mayor valor nutritivo, a pesar de que son más fácilmente atacados por pájaros y por hongos en condiciones de alta humedad.

Lo más frecuente fue que las familias segregaran para color rojo y amarillo (Cuadro 5). Treinta y tres familias (35.5%) presentaron grano de color blanco (rryy) y apenas 3 (3.2%) grano de color rojo (R-Y-). La frecuencia de cada color de grano fue la misma en las tres localidades, ya que esta característica no es afectada por factores ambientales.

En Zamorano 32.3% de las selecciones eran plantas con grano blanco, apenas 2.5% con grano rojo y el 65% restante estaban segregando para ambos colores.

En Rapaco el patrón fue similar la mayoría de las selecciones (51.4%) fueron de familias que estaban segregando para ambos colores de grano aproximadamente el 45% eran plantas con grano blanco y apenas 1.5% de grano color rojo.

En Comayagua las selecciones de plantas con grano de color blanco representaron el 50%, mientras que las de familias que segregaban fueron el 48% y las rojas tan solo el

2%. Esta diferencia con las otras localidades se debió, probablemente, a que el área atacada por pájaros estaba mayormente ocupada por plantas que estaban segregando para ambos colores de grano.

La alta frecuencia de segregación para grano blanco como para rojo en las tres localidades es el resultado de que estas poblaciones son producto de la autofecundación de plantas F1, las que, por su condición de heterocigotas (RRYY/ryy) dan lugar a la aparición de ambos colores.

En general, se dió preferencia al grano blanco, porque varios estudios muestran que puede remplazar al maíz en la elaboración de tortillas. Sin embargo, se tomaron en cuenta plantas con grano rojo por ser muy utilizado para la elaboración de concentrados.

Cuadro 5. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para los distintos colores de grano en las tres localidades.

RY	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia	Porcentaje	Selecciones		
			Acumulada	Acumulado	Zam	Rap	Com
RY	3	3.2	3	3.2	28	13	11
RY/ry	57	61.3	60	64.5	709	435	288
ry	33	35.5	93	100.0	352	398	298
					1089	846	597

4.2.4 Color de planta.

Se seleccionaron plantas con tallos de color amarillo, morado y rojo. En las tres localidades la frecuencia de cada color fue similar ya que éste no varía por efectos del ambiente. Del total de familias, 73 (78.5%) eran de color amarillo (pq), 5 (5.4%) de color morado (PQ), 3 (3.2%) de color rojo (Pq); segregaron 7 (7.5%) para los colores morado y amarillo, 4 (4.3%) para rojo y amarillo y 1 (1.1%) para morado y rojo (Cuadro 6). A las amarillas se les dió prioridad porque el sorgo blanco proveniente de éstas es de mejor calidad para consumo humano; sin embargo, se seleccionaron plantas rojas y moradas con buenas características de rendimiento, resistencia a enfermedades, altura y longitud de excerción.

En Zamorano, del total de plantas seleccionadas, el 75% eran de color amarillo, 4.8% moradas y 4% rojas. El resto provenían de familias que estaban segregando. En Rapaco, 80% de las selecciones eran plantas de color amarillo, 4.6% moradas y solo 1.6% rojas; y en Comayagua 84% de las plantas eran de color amarillo, 1% moradas y 3.8% rojas.

Cuadro 6. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para los distintos colores de planta en las localidades evaluadas

PQ	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado	Selecciones		
					Zam	Rap	Com
PQ	5	5.4	5	5.4	52	39	6
PQ/Pq	1	1.1	6	6.5	7	5	5
PQ/pq	7	7.5	13	14.0	101	58	48
Pq	3	3.2	16	17.2	43	14	23
Pq/pq	4	4.3	20	21.5	62	51	13
pq	73	78.5	93	100.0	824	679	502
					1089	846	597

4.2.5 Grosor de pericarpio.

En las tres localidades 79 del total de familias (84.9%) tenían granos con pericarpio de textura intermedia (Zz), mientras sólo 14 (15.1%) tenían grano con pericarpio de textura delgada (zz) (Cuadro 7).

Se prefirieron granos con pericarpio de textura delgada e intermedia, por sus buenas cualidades para la alimentación humana, animal y uso industrial.

En Zamorano 90% de las plantas seleccionadas tenían grano de textura intermedia y 10% de textura delgada; en Rapaco la tendencia fue similar, 38% de las plantas seleccionadas eran de textura intermedia y 12% de textura delgada; y en Comayagua los porcentajes de ambas texturas de grano en plantas seleccionadas fueron iguales que en Zamorano.

Cuadro 7. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para los distintos tipos de grosor de pericarpio en las localidades evaluadas.

Z	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado	Selecciones		
					Zam	Rap	Com
Zz	79	84.9	79	84.9	981	745	541
zz	14	15.1	93	100.0	108	101	56
					1089	846	597

4.2.6 Altura de planta.

En las tres localidades 44 del total de familias (47.3%) se comportaron como 2,3dw; 34 (36.6%) como 1,2dw y 10 (10.8%) como 1,2,3dw (Cuadro 8).

Se dió preferencia a plantas triple-enanas (3dw (1.6m)) por facilitar la cosecha y reducir el acame, pero se seleccionaron también plantas doble-enanas (2dw (1.8 a 2.6m)) y uni-

enanas (1dw (2.8 a 3.4m) con buenas características de rendimiento y resistencia a enfermedades.

En las tres localidades más del 50% de las plantas seleccionadas pertenecían a familias que estaban segregando para 2,3dw; más del 25% estaban segregando para 1,2dw y aproximadamente 10% para 1,2,3dw. Esta tendencia es el resultado de que los padres fueron seleccionados para una altura que va de 1.80 a 2.20 m.

Cuadro 8. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para las distintas alturas en las localidades evaluadas

Altura	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia		Selecciones		
			Acumulada	Porcentaje Acumulado	Zam	Rap	Com
1,2,3dw	10	10.8	10	10.8	99	98	70
1,2dw	34	36.6	44	47.3	340	270	160
2,3dw	44	47.3	88	94.6	628	456	363
2dw	3	3.2	91	97.8	19	19	4
3dw	2	2.2	93	100.0	3	3	0
					1089	846	597

4.2.7 Días a floración.

En las tres localidades 77 del total de familias (82.8%) eran de maduración intermedia, es decir con 85 días en promedio, lo que contribuye a disminuir el riesgo de que completen su ciclo con déficit hídrico al final de la etapa de llenado de grano, pero sin afectar su adaptación al sistema de cultivo intercalado con maíz, porque se conserva su sensibilidad al fotoperiodo. Solamente 7 familias (7.5%) eran de maduración precoz y 9 (9.7%) tardías (Cuadro 9).

En Zamorano 81% de las selecciones provinieron de plantas pertenecientes a familias con floración intermedia y 16% de floración tardía; en Rapaco el 86% de las selecciones tuvieron maduración intermedia y 10% madurez tardía; y en el caso de Comayagua el 89% de las selecciones eran de madurez intermedia y apenas 5% de madurez tardía.

Cuadro 9. Frecuencia y número de plantas seleccionadas para los distintos días a floración en las localidades evaluadas.

Flor	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado	Selecciones		
					Zam	Rap	Com
Inter	77	82.8	77	82.8	883	728	534
Preco	7	7.5	84	90.3	36	30	33
Tardi	9	9.7	93	100.0	170	88	30
					1089	846	597

4.2.8 Resistencia a enfermedades.

En Zamorano y Rapaco se hizo énfasis en roya, que fue la única enfermedad que ocasionó daño.

En Zamorano 54 del total de las familias (58.1%) no mostraron ningún daño en la superficie de las hojas y 31 familias (33.3%) tuvieron un índice de 1.5, es decir 10% de la superficie de las hojas fue afectada. En Rapaco, 44 de las familias (47%) no mostraron ningún daño, 20 (21.5%) tuvieron un índice de 1 que equivale a 5% de la superficie de las hojas afectada y 25 (26.9%) tuvieron un índice de 1.5 que es igual a 10% de la superficie afectada (Anexo 3). El bajo ataque de esta enfermedad en ambas localidades se debe probablemente, a que estas familias provienen de maicillos criollos mejorados, los cuales han sido seleccionados entre otras cosas, para esta característica.

Cabe mencionar que la reacción a roya fue casi idéntica en ambas localidades, observándose un poco más de daño en Rapaco, probablemente por sus características edáficas y de manejo, aunque que las condiciones ambientales de Zamorano fueron más favorables para el patógeno (Anexos 7 y 8).

En Comayagua se hizo énfasis en cenicilla, que no fue problema serio. El porcentaje más alto de plantas infectadas por familia fue de 14.2 y se presentó sólo en una familia. Lo más frecuente fue que se presentaran familias con plantas completamente sanas. En segundo lugar, seis familias presentaron 4% de plantas infectadas y en tercer lugar cinco familias con 2% de plantas infectadas (Anexo 4).

4.3 Evaluación de hembras.

Se evaluaron un total de 34 hembras en cada una de las tres localidades. Estas hembras son líneas exóticas que fueron desarrolladas por los programas de mejoramiento de Texas A&M e ICRISAT. Se evaluaron en el EON (Elite Observation Nursery) y se seleccionaron las mejores, y posteriormente fueron cruzadas con maicillos criollos mejorados para transferirles características como resistencia a enfermedades, grano y forraje de mejor calidad y menor altura de planta.

La frecuencia de cruzamientos de hembras con diferentes machos fue la misma para las tres localidades (Anexo 5). Las hembras que más veces se cruzaron fueron, en primer

lugar, la SO57 en seis cruzamientos, seguida por la SO4, SO9 y SO28, con cuatro cruzamientos cada una.

En Zamorano la hembra que mostró el mejor comportamiento basado en el número de selecciones fue la SO16 con un total de 108 a partir de cuatro cruzamientos, de la SO4 y SO9 se obtuvieron 68 selecciones cada una, ambas con cuatro cruzamientos. Las hembras que aportaron menos selecciones fueron la SO33 presente en un cruzamiento, de la que no se obtuvieron selecciones, la SO70 con dos selecciones de tres cruzamientos y la SO1 con tres selecciones de un cruzamiento (Anexo 5).

En Rapaco las mejores hembras fueron la SO44 con 91 selecciones de tres cruzamientos, la SO53 con 82 selecciones de dos y la SO57 con 61 selecciones de seis cruzamientos. En esta localidad las hembras con la respuesta más baja fueron la SO65 y la SO70 de cuyos cruces no se obtuvieron selecciones (un cruzamiento la primera y tres la segunda), y SO33 que aportó sólo dos selecciones de un cruzamiento (Anexo 5).

En Comayagua las mejores hembras fueron la SO48 con 50 selecciones de dos cruzamientos, la SO44 con 49 selecciones de tres cruzamientos y la SO46 con 48 selecciones de cuatro cruzamientos. De las SO1, SO45, SO8, SO19, SO25 y SO28 de ninguna se obtuvieron selecciones pero las dos primeras se utilizaron en un cruzamiento, la segunda y tercera en dos y las dos últimas con tres y cinco cruzamientos, respectivamente (Anexo 5).

En el Cuadro 10 se presentan la frecuencia de cruzamientos y el número de selecciones obtenidas con las mejores hembras en las tres localidades. La mejor hembra fue la SO44 de cuyos cruces se obtuvieron 194 selecciones, seguida por la SO53 con 190 y la SO16 con 173. El número de selecciones no está determinado por la frecuencia de cruzamientos, lo que demuestra que son las plantas que realmente respondieron mejor a las diferentes condiciones ambientales de las localidades. El hecho de que una hembra sea mejor en una localidad que en otra, se explica por las diferentes respuestas de cada una a las diferentes condiciones ambientales propias de cada localidad, así como al ataque de enfermedades y al tipo de manejo.

Cuadro 10. Mejores hembras en las tres localidades.

Hembra	Frecuencia*	Selecciones
SO44	9	194
SO53	6	190
SO16	12	173
SO57	18	162
SO48	6	124
SO46	12	124
SO4	12	122

* Frecuencia total para las tres localidades

4.4 Evaluación de machos.

Se evaluaron un total de 18 machos en cada una de las tres localidades. Estos machos son maicillos criollos mejorados que fueron desarrollados por el programa de mejoramiento de sorgo de la SRN-EAP-INTSORMIL y que se cruzaron con germoplasma élite introducido, con el fin de aumentar la diversidad genética en las poblaciones de maicillos y generar un germoplasma localmente adaptado con , mejor potencial de rendimiento y mejor calidad de grano para consumo humano.

Al igual que las hembras la frecuencia de cruzamientos para cada macho fue similar en las tres localidades (Anexo 6). Los machos que más veces se cruzaron fueron el DMV 241 en 16 cruzamientos, el DMV 219 en 14 y el DMV 218 con nueve cruzamientos.

En Zamorano el macho que obtuvo mayor número de selecciones fue el DMV 241 con 198 selecciones de 16 cruzamientos, seguido por el DMV 219 con 172 selecciones de 14 cruzamientos, el DMV 213 con 128 selecciones de siete cruzamientos y el DMV 218 con 108 selecciones de nueve cruzamientos. Los machos de los que se obtuvieron menos selecciones fueron, en primer lugar, el Porvenir 0 selecciones de un cruzamiento, seguido por el DMV 221 y el ES727 ambos de una selección en un cruzamiento.

En Rapaco los machos que mejor se comportaron fueron el DMV 241 con 178 selecciones del mismo número de cruzamientos que en Zamorano, el DMV 219 con 157 selecciones en 14 cruzamientos, el DMV 228 con 81 selecciones de seis cruzamientos y el DMV 218 con 79 selecciones de nueve cruzamientos. De Porvenir, ES727 y DMV 221 no se obtuvieron selecciones y se utilizaron solamente en un cruzamiento.

En Comayagua, al igual que en las otras localidades, de el DMV 241 obtuvo el mayor número de selecciones (118), seguido por DMV 219 del cual se obtuvieron 110 selecciones, el DMV 213 aportó 74 selecciones con siete cruzamientos. Se puede observar que en las tres localidades la tendencia con respecto a los tres mejores machos fue la misma, el mejor en las tres localidades fue el DMV 241, seguido por DMV 219. Esto, posiblemente, se debió a que estos son maicillos criollos superiores desarrollados por medio de evaluaciones en estas tres localidades, lo que les confiere una mayor adaptación.

El mejor macho fue el DMV 241 que aportó 494 selecciones en total, el DMV 219 fue el segundo con 439 selecciones, y el DMV 213 el tercero , del cual se obtuvieron 258 selecciones (Cuadro 11).

Podríamos afirmar que la ventaja en el número de selecciones de los dos primeros machos se debe a la considerable diferencia de cruzamientos de estos con respecto al resto, pero esto se pone en duda si observamos que algunos machos a pesar de tener una menor o igual frecuencia de cruzamiento tienen más selecciones y si no es así la diferencia es poca.

Cuadro 11. Mejores machos en las tres localidades.

Macho DMV	Frecuencia*	Selecciones
241	48	494
219	42	439
213	21	258
228	18	235
240	18	230
218	27	212

*Frecuencia total para las tres localidades.

El hecho de que estas hembras y estos machos fueron mejores en las cruza se pudo haber debido a su buena aptitud combinatoria, es decir, a su buen comportamiento en las cruza en que participaron.

También se pudo haber debido a la recombinación genética, producto de la heterocigocidad de las plantas usadas como padres y madres lo que dió lugar a más recombinaciones, lo que amplió el espectro de características y plantas que se pudieron seleccionar y a que se haya presentado una segregación de tipo transgresivo, lo que permitió que la descendencia produjera mejores y más diversas características que las de los padres.

Con respecto a las hembras y machos que no tuvieron un buen comportamiento, esto se pudo haber debido a su poca aptitud combinatoria con los respectivos machos y hembras con que fueron combinados, entonces habría que evaluar su comportamiento en otros cruzamientos.

4.5 Evaluación de cruzamientos.

La frecuencia de cada cruzamiento para todas las localidades fue de uno (Anexo 1).

En Zamorano los mejores cruzamientos fueron el SO51*240 (44 selecciones), el SO44*241 (43 selecciones) y el SO16 (38 selecciones).

En Rapaco los mejores fueron el SO44*241 (55 selecciones), el SO53*219 (47 selecciones) y el SO53*228 (35 selecciones).

En Comayagua el SO53*219 (32 selecciones), el SO51*240 (30 selecciones) y tanto el SO55*41 como el SO44*241 aportaron 26 selecciones cada uno.

El mejor cruzamiento en las tres localidades, como se observa en la Figura 3 fue el SO44*241 del que se obtuvieron 124 selecciones. Esta familia tiene granos de color blanco, pericarpio de grosor intermedio, tallo de color amarillo, altura entre 1.80 y 2.20 m, días a flor intermedio y excerción relativamente larga. Le siguió el cruzamiento SO53*219 con 16% de selecciones menos. El cual tiene granos de color blanco, grosor de pericarpio intermedio, tallo de color amarillo, altura entre 1.80 y 2.20 m, días a flor

intermedio y buena excerción; el tercer mejor cruzamiento fue el SO51*240, con 24% selecciones menos que el primero. Tiene granos de color blanco, grosor de pericarpio intermedio, tallo de color amarillo, altura de 1.8 y 3.4 m, días a flor intermedio y buena excerción. Se puede observar que estos cruzamientos reúnen las características deseadas, además mostraron tolerancia al ataque de enfermedades y buen comportamiento agronómico razón por la que se hicieron el mayor número de selecciones de ellos.

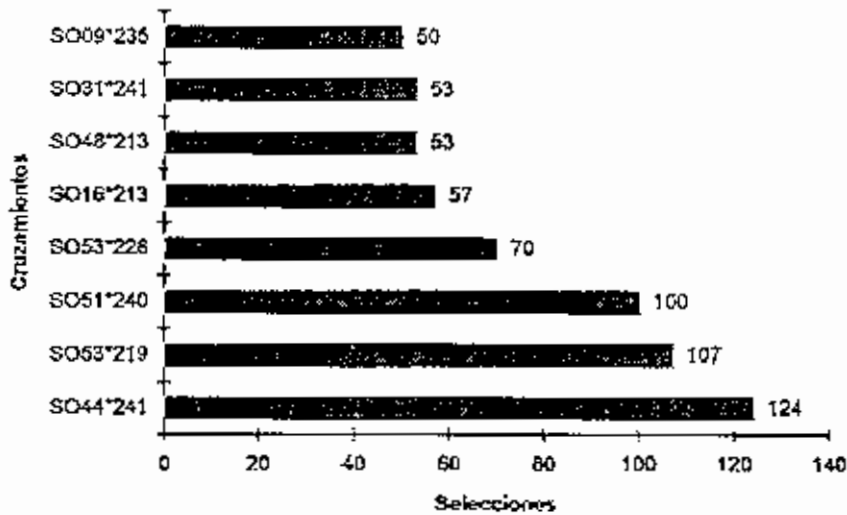


Figura 3. Mejores cruzamientos a nivel de las tres localidades.

4.6 Computarización de los registros de selección.

El paquete estadístico Agrobases 4 permitió actualizar automáticamente y en forma ordenada el pedigrí de las selecciones obtenidas en los viveros de poblaciones F2, lo que facilitará el manejo de futuros viveros. En el Anexo 10 se puede observar una salida de Agrobases con el pedigrí de las selecciones analizadas en este estudio en forma actualizada.

V. CONCLUSIONES.

1. Los maicillos criollos mejorados en combinación con líneas elites exóticas mostraron una excelente calidad de grano para consumo humano.
2. Algunas líneas elites exóticas y maicillos criollos mejorados muestran buena habilidad combinatoria.
3. Tanto las líneas elites exóticas como los maicillos criollos mejorados presentan una gran cantidad de genes favorables.
4. Las poblaciones F2 seleccionadas presentan un alto grado de resistencia a las enfermedades evaluadas.

VI. RECOMENDACIONES.

1. Establecer la próxima generación en las mismas localidades e incluir la zona sur de Honduras.
2. Seguir utilizando el paquete estadístico Agrobases 4 en las próximas generaciones.
3. Realizar pruebas tempranas de descendencia (en F3 y F4) con reelección por criterios establecidos de rendimiento para seleccionar las mejores plantas y avanzarlas a una prueba preliminar de rendimiento.
4. Analizar el comportamiento de progenitores que produjeron bajo número de selecciones en otras combinaciones.

VII. LITERATURA CITADA

CASTILLO, A.; NUNEZ, R.D. 1995. El mercado de maíz y sorgo en Honduras. Tegucigalpa, Honduras. UPSA, Secretaría de Recursos Naturales. p.11 - 19.

CERRITOS, G. 1995. Recomendaciones técnicas. Cultivo del sorgo. Zamorano, Honduras, EAP/SRN/INTSORMIL.

FAO. 1995. El sorgo y el mijo en la nutrición humana. Roma, Italia. 197p.

FAO. 1994. Anuario de producción 1994. Roma, Italia. 281p. (Colección FAO: Estadística).

GOMEZ, F; CERRITOS,G; MORAN, A. 1995. Conservación *in situ* y Mejoramiento del Maicillo (*Sorghum bicolor* L. Moench). Informe Anual de Investigación-1994. Depto. de Agronomía. (Hond.) 7:61 - 72.

GOMEZ, F; MORAN, J. 1995. Comportamiento de sorgos graníferos. El Zamorano, Honduras. EAP - SRN - INTSORMIL. 16p.

GOMEZ, F; MECKENSTOCK, D.; SIERRA, H. 1994. Nuevas Tecnologías para producir maicillos. Zamorano, Honduras. 13p.

GOMEZ, F; MECKENSTOCK, D; CERRITOS, G. 1992. comportamiento de sorgos graníferos. El Zamorano, Honduras. EAP - SRN - INTSORMIL. 14p.

HOUSE, L.R. 1982. El sorgo: guía para su mejoramiento genético. México, D.F., Grupo Editorial Gaceta. 425p.

LOBO, P. 1994. Efecto del Ambiente en la Sincronización de Floración de los Parentales de Dos Híbridos de Sorgo. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 49p.

MECKENSTOCK, D.; FLORES, M. 1987. Comportamiento de Dieciocho Maicillos Enanos en Honduras, 1985. Ed. por G. Pilz. Tegucigalpa, Hond. Zamorano Academic Press. 28(1): 67 - 77.

MORAN, J. 1995. Estudio Sobre Resistencia a Poblaciones Hondureñas de *Colletotrichum graminicola* (Cesati) en Las Líneas del Vivero Internacional de Antracnosis (ISAVN) y Otros Viveros. Tesis Ing. Agr. El Zamorano, Hond., Escuela Agrícola Panamericana. 60p.

PAUL, C.L. 1993. Sorghum and Millets Commodity and Research Environments . Sorghum in Latin America. Ed. by D.E. Byth. Hyderabad, India. ICRISAT. 197p.

_____. 1990. Agronomía del sorgo. Trad. por Compton L. Paul y Ma. Guadalupe López. Hyderabad, India. 301p.

_____. 1988. Avances en la Investigación Agronómica de los Maicillos Criollos en Mesoamérica. Ed. por D. Meckenstock, F. Gómez, G. Pilz, S. Serna y A. Pitty. Tegucigalpa, Honduras. Zamorano Academic Press. 29(2): 309 - 325.

PURSEGLOVE, J.W. 1972. Tropical Crops. Monocotyledons I. London, G.B., Longman Group Limited. 334p.

QUINBY, J.R. 1974 Sorghum Improvement and the Genetics of Growth. Texas, USA. Texas A & M University Press. 108p.

ROSENOW, D.T. 1988. The Maicillos Criollos a Global Perspective. Ed. por D. Meckenstock, F. Gómez, G. Pilz, S. Serna y A. Pitty. Tegucigalpa, Honduras. Zamorano Academic Press. 29(2): 161.

ROONEY, L.W. 1988. The Utilization of Sorghum: A World Review. Ed. por D. Meckenstock, F. Gómez, G. Pilz, S. Serna y A. Pitty. Tegucigalpa, Honduras. Zamorano Academic Press. 29(2): 191 - 203.

S'TONICH, S. 1988. Socioeconomic Aspects of Sorghum Research in Central America. Ed. por D. Meckenstock, F. Gómez, G. Pilz, S. Serna y A. Pitty. Tegucigalpa, Honduras. Zamorano Academic Press. 29(2): 163 - 190.

UPSA. 1994. Compendio estadístico agropecuario 1994. Tegucigalpa, Honduras. Secretaría de Recursos Naturales. 176p.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Genealogía de las poblaciones F2 analizadas.

Hembra	Macho	
	DMV	(Genealogía macho)
1. SO1	* 213	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-7-1-b
2. SO2	* 179	(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2
3. SO2	* 198	(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b
4. SO2	* 228	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-41-1-2-2
5. SO4	* 241	{{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7]-36}-46
6. SO4	* 238	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-1
7. SO4	* 218	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1
8. SO4	* 236	{{[(SC326-6*SC103-12)Liberal-40]*SC1207-2}-10-2-1-5-1
9. SO7	* 179	(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2
10. SO7	* 198	(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b
11. SO7	* 210	(TAM428*MC100)-2-2
12. SO7	* 219	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
13. SO7	* 241	{{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7]-36}-46
14. SO8	* 241	{{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV 346(81LL691*Billy)-7]-36}-46
15. SO8	* 237	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-1-1
16. SO9	* 198	(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b
17. SO9	* 240	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-8
18. SO9	* 241	{{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7]-36}-46
19. SO9	* 236	{{[(SC326-6*SC103-12)Liberal-40]*SC1207-2}-10-2-1-5-1
20. SO10	* 241	{{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7]-36}-46
21. SO12	* 237	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-1-1
22. SO12	* Porvenir	
23. SO15	* 219	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
24. SO15	* 228	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-41-1-2-2
25. SO16	* 218	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1

Anexo 1. Genealogía de las poblaciones F2 analizadas.

Hembra	Macho	
DMV		(Genealogía macho)
26. SO16 *	219	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
27. SO16 *	213	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-7-1-b
28. SO16 *	241	{{(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46
29. SO17 *	219	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
30. SO17 *	213	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-7-1-b
31. SO17 *	218	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1
32. SO17 *	241	{{(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46
33. SO18 *	198	(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b
34. SO18 *	218	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1
35. SO18 *	219	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
36. SO18 *	213	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-7-1-b
37. SO19 *	218	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1
38. SO19 *	241	{{(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46
39. SO25 *	179	(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2
40. SO25 *	137	(TAM428*Porvenir)-29-2-3-b-b
41. SO25 *	219	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
42. SO28 *	219	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
43. SO28 *	221	(Sureño*Caturra 68)-3-3-2-1
44. SO28 *	218	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1
45. SO28 *	235	((TAM428*S.B.III)-17*(CS354*Lib.)-6]-19-1-2(prov.F793R448-5)
46. SO28 *	241	{{(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46
47. SO29 *	241	{{(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46
48. SO29 *	219	{{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
49. SO31 *	137	(TAM428*Porvenir)-29-2-3-b-b
50. SO31.*	241	{{(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46

Anexo 1. Genealogía de las poblaciones F2 analizadas.

Hembra	Macho	
	DMV	(Genealogía macho)
51. SO33 *	240	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-8
52. SO34 *	238	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-1
53. SO34 *	237	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-1-1
54. SO40 *	179	(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2
55. SO40 *	237	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-1-1
56. SO41 *	219	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
57. SO41 *	137	(TAM428*Porvenir)-29-2-3-b-b
58. SO44.*	241	{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7]-36}-46
59. SO44 *	219	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
60. SO44 *	228	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-41-1-2-2
61. SO45 *	179	(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2
62. SO46 *	219	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
63. SO46 *	218	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1
64. SO46 *	240	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-8
65. SO46 *	213	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-7-1-b
66. SO48 *	228	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-41-1-2-2
67. SO48 *	213	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-7-1-b
68. SO50 *	198	(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b
69. SO50 *	213	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-7-1-b
70. SO50 *	219	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
71. SO51 *	240	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-8
72. SO51 *	239	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-4
73. SO51 *	210	(TAM428*MC100)-2-2
74. SO53 *	219	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
75. SO53 *	228	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-41-1-2-2

Anexo 1. Genealogía de las poblaciones F2 analizadas.

Hembra	Macho	
	DMV	(Genealogía macho)
76. SO55 *	241	{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46
77. SO55 *	240	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-8
78. SO55 *	237	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-1-1
79. SO56 *	219	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-25-3-4
80. SO56 *	241	{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46
81. SO56 *	218	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1
82. SO57 *	240	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-8
83. SO57 *	198	(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b
84. SO57 *	137	(TAM428*Porvenir)-29-2-3-b-b
85. SO57 *	238	[(Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151]-6-2-1-2-4-1
86. SO57 *	210	(TAM428*MC100)-2-2
87. SO57 *	179	(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2
88. SO65 *	241	{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46
89. SO68 *	241	{[(TAM428*77CS3)GPR1480Billy]*(SPV346(81LL691*Billy)-7)-36}-46
90. SO68 *	228	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-41-1-1-2
91. SO70 *	198	(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b
92. SO70 *	ES727	
93. SO70 *	218	{[SPV346(81LL691*Billy)]*(SC414*P.N.)}-4-1-1

Anexo 2. Longitud de excerción de las selecciones en las tres localidade

ZAMORANO

Excerción	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado	Selecciones Zamorano
Buena	63	67.7	63	67.7	720
Larga	30	32.3	93	100.0	369
					1089

RAPACO

Excerción	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado	Selecciones Rapaco
Buena	59	63.4	59	63.4	530
Larga	26	28.0	85	91.4	274
Media	6	6.5	91	97.8	21
Pobre	2	2.2	93	100.0	21
					846

COMAYAGUA

Excerción	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado	Selecciones Comayagua
Buena	58	62.4	58	62.4	337
Larga	24	25.8	82	88.2	206
Media	7	7.5	89	95.7	36
Pobre	4	4.3	93	100.0	18
					597

Anexo 3. Reacción de las familias al ataque de roya en Zamorano y Rapaco.

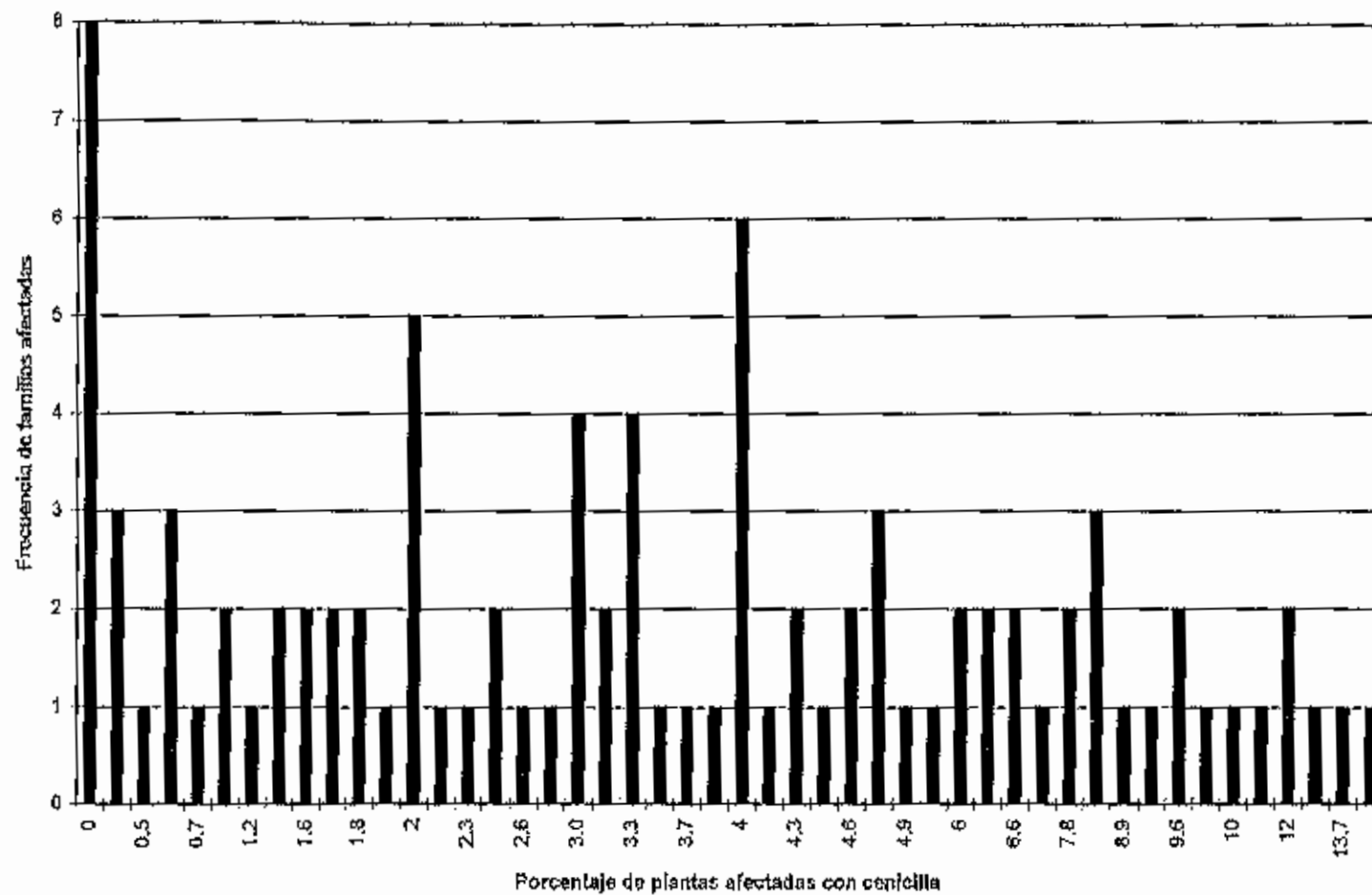
ZAMORANO

Roya	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
0.0	54	58.1	54	58.1
1.0	1	1.1	55	59.1
1.2	2	2.2	57	61.3
1.5	31	33.3	88	94.6
1.7	2	2.2	90	96.8
1.8	1	1.1	91	97.8
3.5	2	2.2	93	100.0

RAPACO

Roya	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado
0.0	44	47.3	44	47.3
1.0	20	21.5	64	68.8
1.5	25	26.9	89	95.7
2.0	2	2.2	91	97.8
2.5	1	1.1	92	98.9
3.5	1	1.1	93	100.0

Anexo 4. Reacción de las familias al ataque de cenicilla en Comayagua



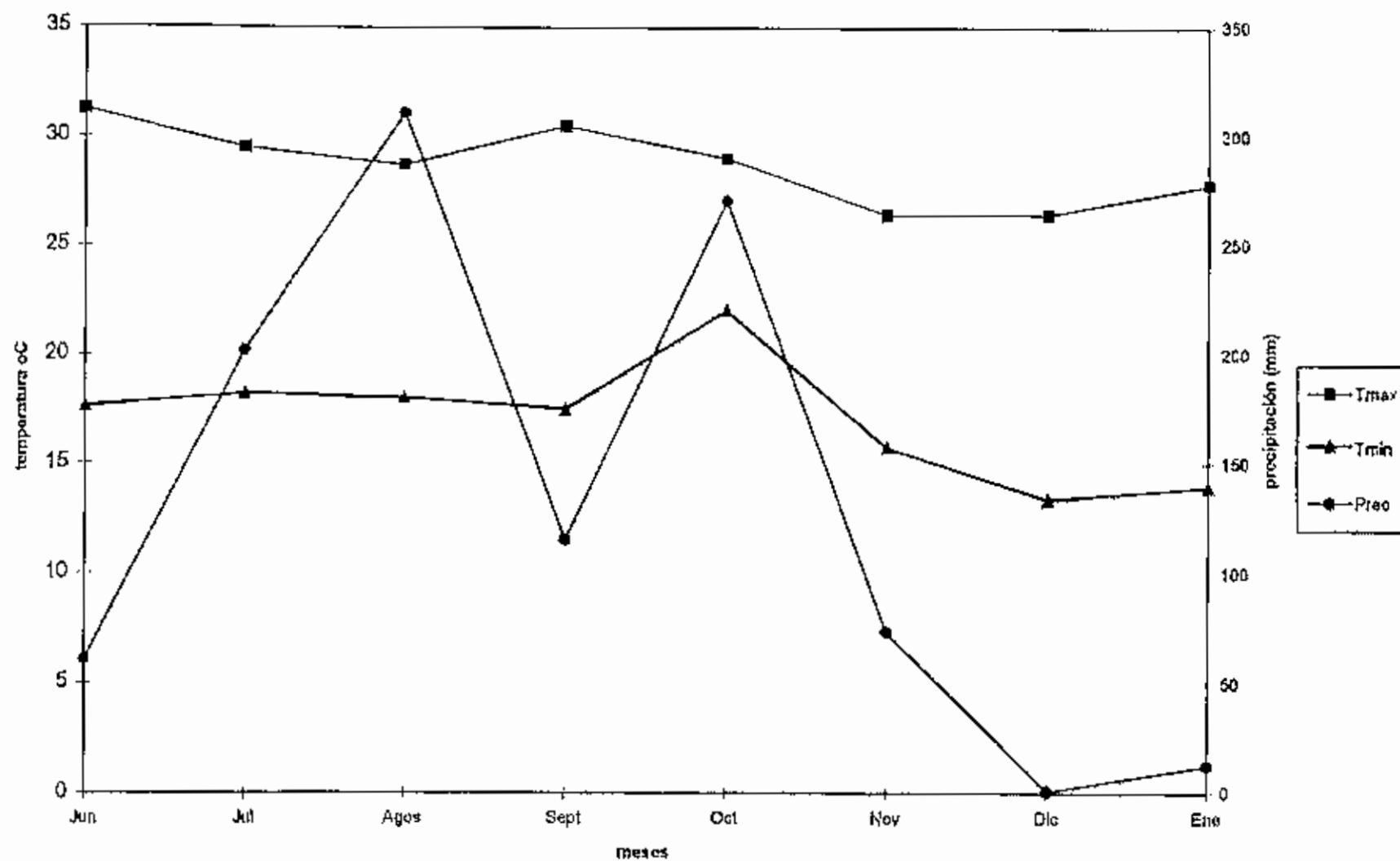
Anexo 5. Frecuencia de cruzamiento de cada hembra y número de selecciones en las localidades evaluadas.

Hembra	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado	Selecciones		
					Zam	Rap	Com
SO01	1	1.1	1	1.1	3	3	0
SO02	3	3.2	4	4.3	15	16	1
SO04	4	4.3	8	8.6	68	34	20
SO07	5	5.4	13	14.0	43	19	37
SO08	2	2.2	15	16.1	3	6	0
SO09	4	4.3	19	20.4	68	39	5
SO10	1	1.1	20	21.5	8	4	5
SO12	2	2.2	22	23.7	6	5	1
SO15	2	2.2	24	25.8	39	18	11
SO16	4	4.3	28	30.1	108	52	13
SO17	4	4.3	32	34.4	49	35	41
SO18	4	4.3	36	38.7	56	33	1
SO19	2	2.2	38	40.9	31	16	0
SO25	3	3.2	41	44.1	51	22	0
SO28	5	5.4	46	49.5	47	58	0
SO29	2	2.2	48	51.6	24	27	16
SO31	2	2.2	50	53.8	35	37	32
SO33	1	1.1	51	54.8	0	2	2
SO34	2	2.2	53	57.0	23	23	16
SO40	2	2.2	55	59.1	9	8	19
SO41	2	2.2	57	61.3	16	11	12
SO44	3	3.2	60	64.5	54	91	49
SO45	1	1.1	61	65.6	4	1	0
SO46	4	4.3	65	69.9	34	42	48
SO48	2	2.2	67	72.0	49	25	50
SO50	3	3.2	70	75.3	7	1	12
SO51	3	3.2	73	78.5	54	44	32
SO53	2	2.2	75	80.6	63	82	45
SO55	3	3.2	78	83.9	29	17	37
SO56	3	3.2	81	87.1	17	4	22
SO57	6	6.5	87	93.5	54	61	47
SO65	1	1.1	88	94.6	15	0	19
SO68	2	2.2	90	96.8	5	10	3
SO70	3	3.2	93	100.0	2	0	1
					1089	846	597

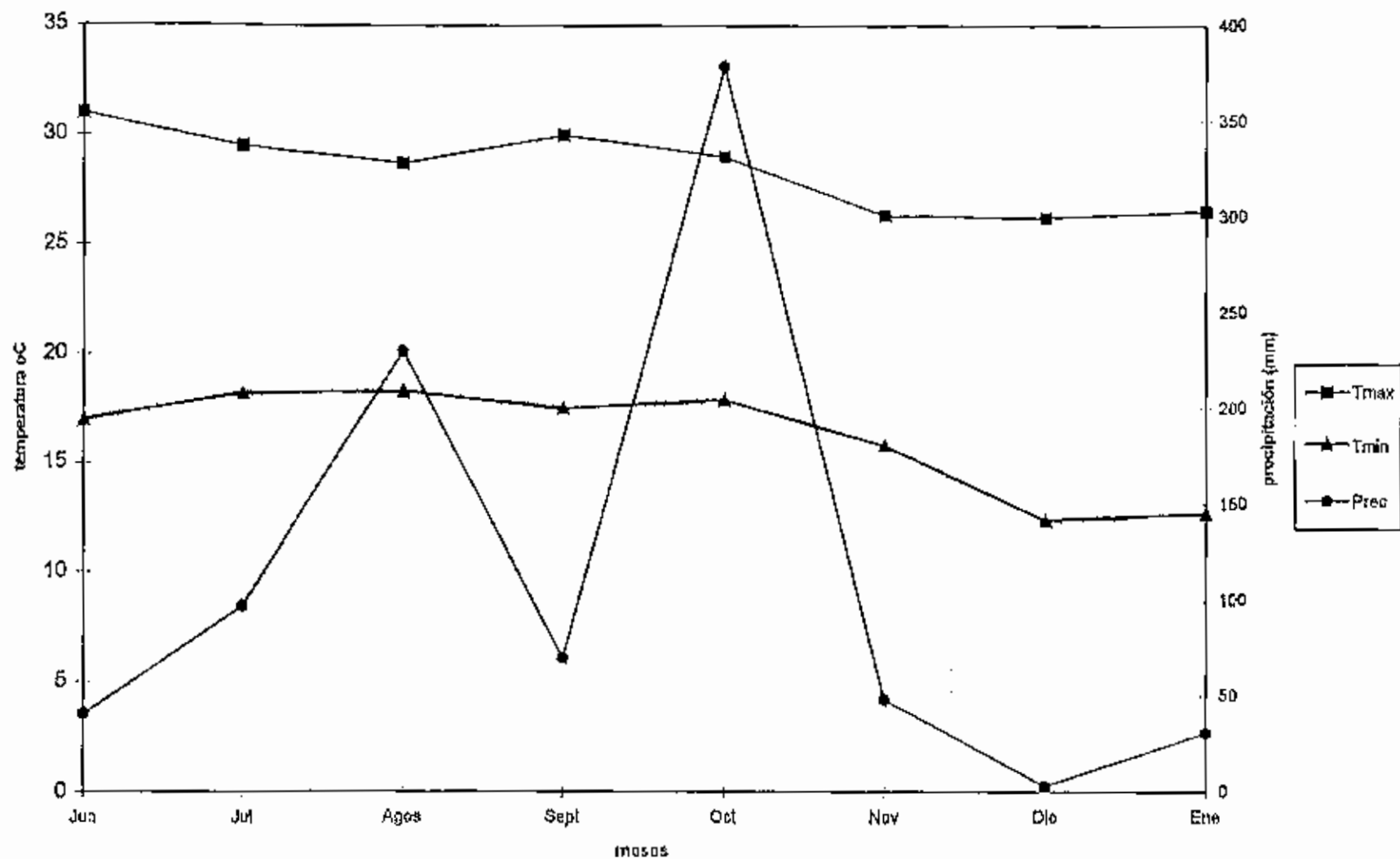
Anexo 6. Frecuencia de cruzamiento de cada macho y número de selecciones en las localidades evaluadas

Macho DMV	Frecuencia	Porcentaje	Frecuencia Acumulada	Porcentaje Acumulado	Selecciones		
					Zam	Rap	Com
Porvenir	1	1.1	1	1.1	0	0	0
137	4	4.3	5	5.4	42	37	25
179	6	6.5	11	11.8	27	7	22
198	7	7.5	18	19.4	51	35	22
210	3	3.2	21	22.6	19	24	14
213	7	7.5	28	30.1	128	56	74
218	9	9.7	37	39.8	108	79	25
219	14	15.1	51	54.8	172	157	110
221	1	1.1	52	55.9	1	0	0
228	6	6.5	58	62.4	95	81	59
235	1	1.1	59	63.4	23	19	0
236	2	2.2	61	65.6	55	27	13
237	5	5.4	66	71.0	19	20	11
238	3	3.2	69	74.2	53	46	35
239	1	1.1	70	75.3	7	6	2
240	6	6.5	76	81.7	90	74	66
241	16	17.2	92	98.9	198	178	118
ES727	1	1.1	93	100.0	1	0	1
					1089	846	597

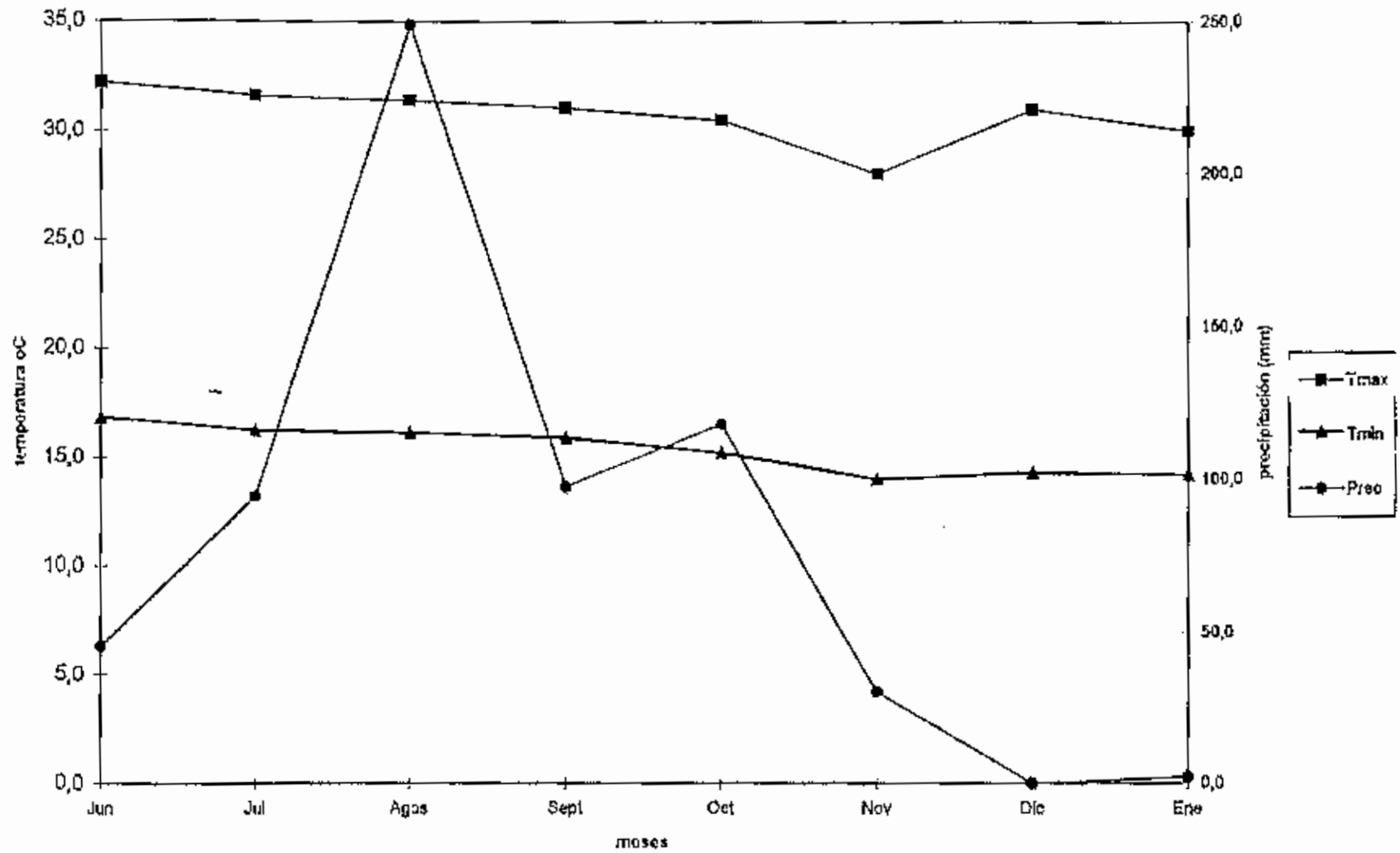
Anexo. 7. Temperaturas máximas, mínimas y precipitación en Zamorano durante la evaluación de las poblaciones F2.



Anexo. 8. Temperaturas máximas, mínimas y precipitación en Rapaco durante la evaluación de las poblaciones F2.



Anexo. 9. Temperaturas máximas, mínimas y precipitación en Comayagua durante la evaluación de las poblaciones F2.



CODE	WEIGHT	SOURCE	PEDIGREE	GEN	RY	Z	PGFLO
2	24.2	96ZA3801-1	SO1*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-7-1-b		2		
2	36.0	96ZA3801-2	SO1*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-7-1-b		2		
2	53.3	96ZA3801-3	SO1*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-7-1-b				
2	68.3	96ZA3803-1	SO2*(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2		2		
2	32.9	96ZA3803-2	SO2*(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2		2		
2	26.4	96ZA3803-3	SO2*(SPV346*Gigante Pavana)-1-1-2				
2	35.4	96ZA3805-1	SO2*(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b		2		
2	92.2	96ZA3805-2	SO2*(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b		2		
2	62.9	96ZA3805-3	SO2*(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b		2		
2	23.1	96ZA3805-4	SO2*(TAM428*Porvenir)-29-1-1-b-b-1-b		2		
2	58.1	96ZA3810-1	SO2*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-41-1-2-2		2		
2	57.9	96ZA3810-2	SO2*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-41-1-2-2		2		
2	31.8	96ZA3810-3	SO2*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-41-1-2-2		2		
2	51.0	96ZA3810-4	SO2*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-41-1-2-2				
2	37.3	96ZA3810-5	SO2*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-41-1-2-2				
2	58.8	96ZA3810-6	SO2*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-41-1-2-2				
2	53.6	96ZA3810-7	SO2*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-41-1-2-2				
2	30.5	96ZA3810-8	SO2*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-41-1-2-2				
2	74.3	96ZA3812-1	SO4*(((TAM428*77CS3)GPR1480Billly)*(SPV346(81LL691*Billly)-7)-36)-46		2		
2	36.2	96ZA3812-2	SO4*(((TAM428*77CS3)GPR1480Billly)*(SPV346(81LL691*Billly)-7)-36)-46		2		
2	39.2	96ZA3812-3	SO4*(((TAM428*77CS3)GPR1480Billly)*(SPV346(81LL691*Billly)-7)-36)-46		2		
2	67.6	96ZA3818-1	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	93.5	96ZA3818-2	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	111.2	96ZA3818-3	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	94.7	96ZA3818-4	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	53.7	96ZA3818-5	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	93.4	96ZA3818-6	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	41.0	96ZA3818-7	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	57.0	96ZA3818-8	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	70.2	96ZA3818-9	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	53.8	96ZA3818-10	SO4*((Sepon 77*Santa Isabel)-6*ICSV-151)-6-2-1-2-4-1		2		
2	3825	96ZA3822-1	SO4*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-4-1-1		2		
2	3826	96ZA3822-2	SO4*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-4-1-1		2		
2	3827	96ZA3822-3	SO4*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-4-1-1		2		
2	3828	96ZA3822-4	SO4*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-4-1-1		2		
2	3829	96ZA3822-5	SO4*[(SPV346(81LL691*Billly))*(SC414*P.N.)]-4-1-1		2		

DATOS BIOGRAFICOS.

Nombre: Napolcón Molina Galeas.

Fecha de Nacimiento: 29, noviembre de 1974.

Lugar de Nacimiento: Tegucigalpa, D.C., Honduras.

Dirección: Colonia El Hogar, F-5 # 2909, apartado postal 4774, Tegucigalpa, Honduras.

EDUCACION

Ingeniero Agrónomo: Escuela Agrícola Panamericana 1997
El Zamorano, Honduras.

Agrónomo: Escuela Agrícola Panamericana 1995
El Zamorano, Honduras.

Secundaria: Centro Experimental de Educación
Media (CEDEM), de la Universidad
Pedagógica Nacional de Honduras.

Primaria: Centro Experimental de Educación
Preescolar y Primaria, de la Universidad
Pedagógica Nacional de Honduras.