

**UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
U N A
FACULTAD DE DESARROLLO RURAL
FDR**



TRABAJO DE TESIS

**COMPORTAMIENTO DE GENERACIONES F₅ DE
SORGO GRANIFERO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]
EN NICARAGUA**

AUTOR: *Br. Manuel de Jesús Morales Valle*
ASESOR: *Ing. MSc. Alberto Espinoza Salinas*

**Managua, Nicaragua
26 de Junio del 2002**

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA
Facultad de Educación a Distancia

**COMPORTAMIENTO DE GENERACIONES F₅ DE SORGO
GRANIFERO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench]
EN NICARAGUA**

TESIS

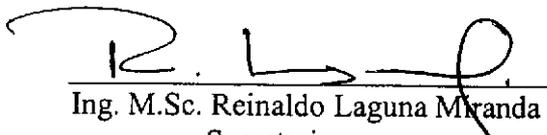
Presentada por

Br. Manuel de Jesús Morales

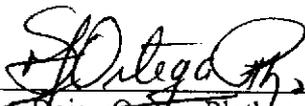
A la consideración del Honorable Tribunal Examinador como requisito para obtener
el grado profesional de
INGENIERO AGRONOMO GENERALISTA



Ing. MSc. Zildghean Chow Wong
Presidente

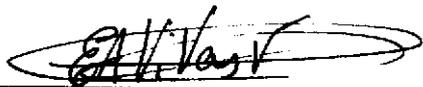


Ing. M.Sc. Reinaldo Laguna Miranda
Secretario



Ing. Daisy Ortega Plath
Miembro del Jurado Calificador

Esta tesis fue sometida a la consideración del Honorable Tribunal Examinador de la Facultad de Desarrollo Rural de la Universidad Nacional Agraria (UNA) y fue aceptada como requisito parcial para optar al grado profesional de Ingeniero Agrónomo Generalista



Dr. Elin Vivas Viachica
Decano, Facultad de Desarrollo Rural
FDR

Ing. Msc. Telemaco Talavera Siles
Rector, Universidad Nacional Agraria
UNA

26 de Julio del 2002

CONTENIDO

	Página
DEDICATORIA.....	<i>i</i>
AGRADECIMIENTOS.....	<i>ii</i>
PENSAMIENTO.....	<i>iii</i>
INDICE DE CUADROS.....	<i>iv</i>
INDICE DE ANEXOS.....	<i>v</i>
INDICE DE FIGURAS.....	<i>vi</i>
RESUMEN.....	<i>vii</i>
I. INTRODUCCION.....	1
II. OBJETIVO GENERAL.....	3
III. OBJETIVOS ESPECIFICOS.....	3
IV. HIPOTESIS.....	3
V. REVISION DE LITERATURA.....	4
5.1 Origen e Importancia del Sorgo Granifero.....	4
5.2 Zonas de Producción	4
5.3 Variedades Comerciales	5
5.4 Método de Retrocruzamiento.....	5
5.4.1 Técnicas utilizadas para realizar cruces varietales.....	6
5.4.1.1 Técnica del agua caliente.....	6
5.4.1.2 Técnica de emasculación mecánica.....	7
5.4.1.3 Técnica de la bolsa plástica.....	7
5.5 Características Agronómicas.....	7
5.5.1 Días a flor.....	7
5.5.2 Altura de planta.....	8
5.5.3 Longitud de panoja.....	8
5.5.4 Excursión de panoja.....	8
5.5.5 Acame de tallo.....	9
5.5.6 Plagas y enfermedades.....	9

5.5.7	Desgrane.....	10
5.5.8	Importancia de la precocidad.....	11
5.5.9	Rendimiento de grano.....	11
5.6	Metodología utilizada para el cruzamiento de Pinolero-1 x Tortillero Precoz Utilizando la Técnica del Agua Caliente.....	12
5.6.1	Procedimiento para efectuar los cruzamientos.	12
5.7	Evaluación de Cultivares de Sorgo.	13
VI.	MATERIALES Y METODOS.	16
6.1	Localización del Ensayo.	16
6.2	Diseño Experimental.....	17
6.3	Generaciones Evaluadas.	17
6.4	Manejo Agronómico.....	18
6.5	Variables Evaluadas.	19
6.5.1	Días a flor.....	19
6.5.2	Altura de planta.	19
6.5.3	Longitud de panoja.	19
6.5.4	Excursión de panoja.	19
6.5.5	Rendimiento de grano.	19
6.5.6	Enfermedades foliares.	19
6.5.7	Acame de tallo.....	19
6.5.8	Indice de cosecha.	20
6.5.9	Número de granos por panoja.	20
6.5.10	Porcentaje de desgrane.	20
6.5.11	Peso de mil granos.	20

VII	RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
	7.1 Variables Reproductivas y Morfológicas.	22
	7.1.1 Días a flor.....	22
	7.1.2 Altura de planta.	23
	7.1.3 Longitud de panoja.....	24
	7.1.4 Excursión de panoja.....	25
	7.1.5 Acame de tallo.....	25
	7.1.6 Enfermedades foliares.....	26
	7.2 Componentes del Rendimiento.....	27
	7.2.1 Peso de mil granos.....	27
	7.2.2 Número de granos por panoja.....	27
	7.2.3 Índice de cosecha.....	28
	7.2.4 Rendimiento de grano.....	28
	7.3 Comparación de las Variables Morfológicas y los Componentes del	
	Rendimiento vs Pinolero-1.....	29
	7.3.1 Variables reproductivas y morfológicas.....	29
	7.3.1.1 Días a flor.....	29
	7.3.1.2 Altura de planta.....	30
	7.3.1.3 Longitud de panoja.....	30
	7.3.1.4 Excursión de panoja.....	30
	7.3.2 Componentes del rendimiento y diferencias con Pinolero-1.....	32
	7.3.2.1 Número de granos por panoja.....	32
	7.3.2.2 Peso de mil granos.	32
	7.3.2.3 Índice de cosecha.	32
VIII.	CONCLUSIONES.....	35
IX.	RECOMENDACIONES.....	36
X.	LITERATURA CITADA.....	37
XI.	ANEXOS.....	41

DEDICATORIA

A Dios por ser mi guía, darme energía y guiarme para concluir mi carrera universitaria realizando mi aspiración de alcanzar el título profesional de Ingeniero Agrónomo.

A mi madre Martha Rosa Morales Obando por haberme formado con mucho amor y sacrificio dentro de los valores del trabajo, respeto, superación y los valores humanos necesarios para coronar mi carrera lo que hace que me sienta muy orgulloso de ella.

A mi esposa Maritza Flores Guevara por su apoyo incondicional en todos los momentos difíciles.

A mis hijos Meyling Samantha, Guissella Isabel, Erickson Josué y Lea Raquel mi motivación principal con amor.

A mis hermanos Alfredo, Fátima, Martha y Rene.

AGRADECIMIENTOS

Al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA), por haber apoyado económicamente mis estudios.

A mi asesor y amigo Ing. MSc. Francisco Alberto Espinoza Salinas por su invaluable ayuda en la culminación exitosa del presente estudio.

De manera especial a la Ing. MSc. Zildghean Chow Wong por su amistad apoyo académico y disposición al intercambio de ideas y aportes metodológicos.

Al "Maestro" Ing. Laureano Pineda Lacayo por todo su apoyo incondicional para mi formación como investigador desde mis inicios como asistente de investigación en Programa Nacional de Granos Básicos y sus valiosos aportes al presente trabajo.

Al Ing. MSc. Rafael Obando Solís por su apoyo técnico y de personal en la conducción y toma de datos de campo.

A la amistad de los Ingenieros. Daisy Ortega Plath y Marlon Javier Ortega Molina siempre presente.

PENSAMIENTO

Los más grandes lanzamientos que benefician a la humanidad no se hacen desde las
plataformas de la NASA, sino desde las parcelas de investigación
agrícola donde se genera la tecnología para
producción de alimentos.

Alberto Espinoza Salinas.

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1. Análisis físico químico de suelo donde se realizó el estudio. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua 2000.....	16
2. Características agronómicas de las variedades que dieron origen a las generaciones F ₅ de sorgo. 2000.....	17
3. Generaciones de Sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench] F ₅ (Pinolero-1 x Tortillero Precoz) evaluadas en estudio. Managua, Nicaragua. 2000.....	18
4. Significancia estadística para las fuentes de variación involucradas en el análisis de varianza conjunto. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 2000.....	21
5. Rendimiento de Sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench] de grano (kg/ha) y características agronómicas de generaciones F ₅ de sorgo. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 2000.....	29
6. Características reproductivas, morfológicas y comparación con Pinolero-1 de generaciones F ₅ de sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench]. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 2000.....	31
7. Características de los componentes de rendimiento de generaciones F ₅ de Sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench] Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 2000.....	33
8. Coeficiente de correlación de Pearson (r), estimados entre rendimiento de grano (peso de mil granos) y características agronómicas de generaciones F ₅ de sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench]. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 2000.....	34

INDICE DE ANEXOS

Anexo	Página
1. Esquema de selección de las generaciones F_5 de Sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench de la craza varietal Pinolero-1 x Tortillero Precoz]	43
2. Esquema de cruzamientos de Sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench].....]	44
3. Características agronómicas de Sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> L. Moench] evaluadas en diferentes ambientes de Pinolero-1 y Tortillero Precoz.....]	46
4. Familias de Sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moenh] seleccionadas de Pinolero-1 x Tortillero precoz INTA/CNIA, Managua, Nicaragua 1999.....]	47
5. Comportamiento de familias seleccionadas de Pinoleo-1 x Tortillero Precoz INTA Managua, Nicaragua. 1999.....]	48

INDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1. Precipitación y temperaturas ocurridas durante la época de desarrollo del cultivo de Sorgo [<i>Sorghum bicolor</i> (L.) Moench]. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 2000.....	16

RESUMEN

Para contribuir al aumento de la productividad del sorgo [*sorghum bicolor* (L) Moench], se hace necesario la selección de genotipos con buena estabilidad de rendimiento de grano y características cualitativas y cuantitativas consistentes. Por ello se evaluaron 18 generaciones F₅ de sorgo provenientes de la cruce de Pinolero-1 x Tortillero Precoz, una variedad (ANPROSOR-GB) experimental y dos variedades comerciales (Pinolero-1 y C-90520 x 90502). Este estudio se realizó en terrenos del Centro Nacional de Investigación Agropecuaria (CNIA), perteneciente al Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) en la época de postrera (Agosto-Diciembre) del 2000/2001, teniendo como objetivos determinar el rendimiento de grano, características agronómicas y ganancias obtenidas para las variables reproductivas y morfológicas. El diseño utilizado fue latice rectangular 3x7, con 4 repeticiones. Cada tratamiento estuvo formado de 4 hileras de 5 m de longitud con separación de 0.8 m entre surco. El control de plagas, malezas y fertilización se realizó siguiendo las técnicas agronómicas que se recomiendan en las siembras comerciales del cultivo. El análisis estadístico de las variables en estudio se realizó con programa Alfa-Latice (1988) de CIMMYT y correlación simple. Los análisis de varianza identifican diferencias significativas en un 80 % de las variables en estudio, a excepción de las variables acame de tallo y enfermedades foliares que no tuvieron efecto significativo. La generación VPL-2 con rendimiento de grano de 7539 kg/ha supero en 4 % a Pinolero-1 (7,232 kg/ha). Se determinó reducción en los días a flor y altura de planta de 1-9 días y de 3 a 33 cm, respectivamente; en cambio en excersión de panoja se determinaron aumentos de 1 a 4 cm. Las generaciones VPL-9, VPL-17 y VPL-14 presentaron índices de cosecha de 54, 53 y 53 % superando a Pinolero-1 (48 %).

1. INTRODUCCION

El sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es originario de Africa y Asia y es considerado el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo. Se estima que el 75 % de la producción mundial de sorgo es utilizada como alimento para consumo humano (Paúl, 1990). En la actualidad, la producción de alimentos básicos se ha convertido en una prioridad en los países del área Centroamericana, en especial el sorgo de endosperma blanco con calidad tortillera, el que presenta buena alternativa para el pequeño y mediano productor, debido a su mayor adaptación a los estreses ambientales donde el maíz presenta problemas de producción.

Para incrementar los rendimientos de grano se hace necesario cultivar el cereal que mejor se adapte a las condiciones ambientales de una determinada región. En ambientes donde el arroz (*Oriza sativa* L.) y el maíz (*Zea mays* L.) reducen significativamente sus rendimientos, el cultivo del sorgo por poseer características fisiológicas propias de las plantas xerófitas, le permiten tolerar la sequía estival y adaptarse a condiciones adversas.

En Nicaragua el área estimada de siembra con sorgos híbridos, variedades mejoradas y sorgos criollos es de 56,338 ha, donde el 55 % se cultiva con híbridos (introducidos de casas comerciales de semilla) y un 45 % con variedades mejoradas (Pinolero-1, Tortillero Precoz, etc.) y variedades criollas (MAG-FOR, 2000). En los años sesenta el cultivo de sorgo de grano blanco, alcanzó la categoría de cultivo alimenticio importante en Nicaragua, el que se encuentra distribuido en el litoral Pacífico y zona noreste del país con un área de 11,524 ha. La irregularidad de las precipitaciones en la última década ha tenido efectos significativos en el incremento de éste cultivo en zonas donde el maíz presenta problemas de producción. Actualmente el crecimiento poblacional es del 3.3 % anual y se requieren mayores cantidades de alimentos para asegurar su subsistencia. Por ello, en un 85 % las familias Nicaragüenses de escasos recursos utilizan el grano de sorgo blanco como sustituto del maíz en la elaboración de tortillas, pinol, guisos, atoles, turrone y otros derivados (Pineda, 1999).

Se ha demostrado que la calidad nutritiva del grano de sorgo es similar a la del maíz, siendo una buena fuente calórica protéica donde los carbohidratos constituyen el 82 % del grano e incluye almidón, celulosa, azúcar y otros, siendo el principal componente el almidón que representa el 83 % del endospermo (Metcalfe y Elkins, 1987).

En Nicaragua se cultivan comercialmente las variedades de polinización libre Pinolero-1 y Tortillero Precoz, generadas por el Programa Nacional de Sorgo del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Estas variedades son de grano blanco cristalino pero presentan algunos inconvenientes, en el caso de Pinolero-1, fue generada para su utilización como doble propósito por medianos y pequeños productores. Esta variedad posee buen potencial de rendimiento de grano (5,176 kg/ha comercialmente) y buena calidad de forraje al momento de su cosecha, razón por la que ha tenido mucha demanda. Sin embargo, se caracteriza por tener altura de planta de 190 a 200 cm dificultando en alguna medida la cosecha mecanizada y excersión de panoja de 5 a 7 cm, lo que puede ocasionar al momento de la cosecha, mayor incorporación de materia inerte que incrementa la humedad del grano y aumenta los costos de producción). Por otra parte, la variedad Tortillero Precoz se generó como una alternativa para pequeños y medianos productores, que habitan en zonas donde se presentan precipitaciones escasas e irregulares. Es una variedad de ciclo biológico precoz (90 días a cosecha), rendimiento de grano de 3,545 kg/ha y altura de planta de 120 a 150 cm (Mukaigawara, 1998 y Pineda, 1999).

La generación de nuevas variedades mejoradas de sorgo con estabilidad, rendimiento de grano y estructura de plantas adaptables a los sistemas de producción existentes en el país obligan a los programas de mejoramiento genético a la búsqueda de nuevas estrategias de trabajo que permitan el desarrollo de nuevos arquetipos para mejorar la producción de sorgo. Con base en esta situación el Programa Nacional de Sorgo del Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA) realizó el presente estudio con el objetivo de seleccionar generaciones avanzadas de sorgo de grano blanco de calidad tortillera, de tal manera que en su estructura genética se caractericen por tener una menor altura de planta, mayor excersión de panoja y estabilidad de rendimiento de grano.

II. OBJETIVO GENERAL

2.1 Determinar el rendimiento de grano y las características agronómicas de generaciones F_5 de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

III. OBJETIVOS ESPECIFICOS

3.1 Determinar el comportamiento que presentan las variables reproductivas y morfológicas de las generaciones F_5 de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

3.2 Seleccionar una generación F_5 de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] de endosperma blanco con calidad tortillera para su explotación comercial en el país.

IV. HIPOTESIS

Ho: Ninguna de las generaciones F_5 de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] en estudio superan en rendimiento de grano y características agronómicas al testigo.

Ho: Ninguna de las generaciones F_5 de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] obtendrá ganancia para una de las variables reproductivas y morfológicas.

Ho: Ninguna de las generaciones será seleccionada.

Ha: Al menos una de las generaciones F_5 evaluadas es superior en rendimiento de grano y características agronómicas al testigo.

Ha: Al menos una generación F_5 de Sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] obtendrá ganancia para una de las variables reproductivas y morfológicas.

Ha: Al menos una de las generaciones será seleccionada.

V. REVISION DE LITERATURA

5.1 Origen e Importancia del Sorgo Granifero

El sorgo es originario de Africa y Asia y es considerado el quinto cultivo en importancia entre los cereales del mundo (Paül, 1990). El sorgo es la principal fuente de alimento para millones de personas en los trópicos semiáridos. En las regiones tropicales, el grano de sorgo es importante como alimento humano y por su utilidad forrajera. El tallo y el follaje son utilizados como material para construcción de viviendas (Maiti, 1986). Del consumo total actual estimado de 108 a 750 toneladas métricas anuales, el 62 % es utilizado para alimentación humana principalmente el sorgo de endosperma blanco (Pineda, 1994). En Centroamérica existe un cambio dinámico en el consumo de sorgo debido a la globalización de los mercados internacionales, políticas agrícolas regionales y locales, disponibilidad de tecnologías mejoradas de producción y los atributos de adaptación (CLAIS, 1996). La producción de sorgo ha tenido una tasa de aumento de 4.4 % anual desde 1990 a 1996, en cambio el maíz (*Zea mays* L.) el cereal mas cercano 1.2 %.

En el periodo 1990 a 1993 el consumo de sorgo en la región centroamericana aumento 16.3 % mientras el maíz en 7.2 %. Estos datos ilustran la importancia del sorgo en el sistema de producción y utilización de cereales en Centroamérica, donde Honduras y Nicaragua son los principales exportadores de sorgo, mientras el Salvador y Costa Rica los importadores. A pesar que durante la última década la producción nacional de sorgo ha tenido una tasa acumulativa del 3.1 %, debido al mayor uso de variedades mejoradas e híbridos y el incremento del área sembrada, los rendimientos por unidad de área son bajos (2,318 kg/ha). Los principales inconvenientes en la producción de sorgo han sido: 1) Dispersión del área de siembra, 2) Utilización de suelos no aptos, 3) Precipitaciones erráticas, 4) Manejo agronómico deficiente, 5) Uso de variedades criollas y 6) Cosecha (Pineda, 1997).

5.2 Zonas de Producción

El sorgo cultivado en la mayoría de las regiones del país, presenta una amplia adaptación a condiciones ambientales. Las principales zonas sorgueras del país están representadas por los departamentos de León, Chinandega, Managua, Masaya, Granada y Rivas, que representan el 38 % del área sembrada a nivel nacional y un 40 % de la producción. En el departamento de Estelí se siembra un área de 11,242 ha, mientras en Boaco, Chontales, Río San Juan y RAAS un área de 3,513 ha con híbridos y variedades criollas (Pineda, 1999).

5.3 Variedades Comerciales

La variedad comercial Pinolero-1 posee buen rendimiento y calidad de grano, pero presenta inconvenientes para la cosecha mecanizada debido a su mayor altura (190-200 cm), otro de los inconvenientes es la longitud de excursión de la panoja (5-7 cm), lo que permite la incorporación de cantidades significativas de materia inerte en el grano incrementando la humedad del grano y los costos de producción (Mukaigawara, 1998). Pinolero-1 es una variedad mejorada que fue generada para su utilización en doble propósito para la pequeña y mediana producción. Se caracteriza por su buen rendimiento de grano y calidad de forraje al momento de la cosecha. Estas bondades le han permitido tener amplia demanda, por su excelente rendimiento de grano, (5,176 kg/ha) a nivel comercial, sin embargo, esta variedad presenta alturas de 190 a 200 cm que dificulta su cosecha mecanizada (Pineda, 1998).

5.4 Método Retrocruzamiento

Para que sea posible realizar este método se debe contar con:

- Un buen padre recurrente.
- La posibilidad de conservar el carácter a transferir con intensidad mediante retrocruza.
- La realización de los retrocruzamientos necesarios para reconstituir al progenitor recurrente.

Este método consiste en que al retrocruzar al padre donante varias veces (las que sean necesarias con la variedad a mejorar), en este periodo se mantiene por selección las

características que se le quieren incorporar. Al terminar el retrocruzamiento los genes transferidos en diferencia con los otros genes van a estar en heterocigosis. Para llevar la población ha estado homocigótica se hacen autofecundaciones después de la última retrocruza, combinadas con selecciones se obtiene una variedad similar con capacidad de adaptarse, rendidora y con características del padre recurrente, pero será superior para las características objetivo del mejoramiento para lo que se realizó la retrocruza (Allard, 1980).

Las generaciones en segregación obtenidas por autofecundación la mitad de los individuos homocigóticos tendrán el genotipo deseado en cualquier locus particular. Teóricamente, la generación F_2 ($Aa \times aa$) será $\frac{1}{4} AA$; $\frac{1}{2} Aa$; $\frac{1}{4} aa$. Aunque la mitad de la descendencia está en homocigosis, la mitad son del genotipo deseado. En vez de autofecundar la F_1 se retrocruza con el padre superior, AA . Esta producirá $\frac{1}{2} AA$ y $\frac{1}{2} Aa$ el retrocruzamiento, la mitad de la descendencia total será teóricamente homocigótica para AA . Esta misma probabilidad existe para cada par de genes en que difieren los padres. Si sigue retrocruzando con el mismo padre, la población híbrida se irá pareciendo progresivamente al padre recurrente, es decir, la población converge hacia un genotipo en vez de dividirse en muchos genotipos como sucede en la autofecundación. Por el método de retrocruzamiento se llega a la homocigosis igual de rápido que con la autofecundación (Allard, 1980).

5.5.1 Técnicas Utilizadas para Realizar Cruces Varietales

Se han utilizado técnicas especiales para realizar la emasculación, tales como: exposición de las flores al calor, frío, y la aplicación de compuestos químicos. Esto se basa en que el polen es más sensible a las condiciones ambientales desfavorables que el estigma. Por lo que se debe determinar el tiempo de exposición que destruya la viabilidad del polen sin dañar órganos florales femeninos. La utilización de la temperatura como agente emasculante, el procedimiento general será sumergir las flores en agua caliente a temperaturas apropiadas (Allard, 1980).

5.5.1.1 Técnica del agua caliente

Cuando la emasculación se efectúa con agua caliente la temperatura es de 42° C y durante 10 minutos la panoja permanece sumergida lo que permite que las flores sean estériles (Stephens y Quinby, 1933 citados por House, 1982)

5.5.1.2 Técnica de emasculación mecánica

La emasculación se realiza tomando la florecilla entre el dedo pulgar y el índice. Se inserta la aguja abajo de la parte media de la florecilla, se mueve hacia la gluma trasera y a través de la florecilla. Se rota la aguja ligeramente y se levanta, aparecen las anteras y se quitan. Se debe tomar la parte media de la panoja. Se cortan panojas las que serán utilizadas como macho (Stephens y Quinby 1933 citados por House, 1982).

5.5.1.3 Técnica de la bolsa plástica

Esta técnica consiste en poner una bolsa plástica sobre la panoja a las 4 de la tarde, la polinización se realiza inmediatamente que se retira la bolsa. La alta humedad creada dentro de la bolsa previene la dehiscencia. La flor se abre y emergen las anteras, pero no sueltan polen, mediante pequeños golpeteos se retiran de la panoja; con abundante polen de una panoja seca se poliniza (Schertz y Clark, 1967 citados por House, 1982)

5.6 Características Agronómicas del Sorgo.

5.6.1 Días a flor

La floración empieza en la parte superior de la espiga y continua hacia abajo en una progresión muy regular, se requieren de 6 a 9 días para la floración completa de la espiga. Tanto las anteras como estigmas presionan hacia fuera a medida que las glumas se abren, las anteras se abren a medida que salen, poco después producen una pequeña nube de polen. Una sola espiga puede llegar a producir de 24 a 100 millones de granos de polen (Poehlman, 1990). El sorgo es una planta de día corto precisa un periodo diario de luz inferior a 14 horas

para asegurar su floración, un aumento en la duración del día provoca el retraso de el período vegetativo, se retrasa la floración y en consecuencia la producción del grano. En las regiones tropicales que tienen 12 horas diarias de luz no se presentan problemas graves (Ibar,1987). De 6 a 10 días antes de la floración se forma la bota que es una prominencia en el tejido de la hoja bandera, sucede alrededor de los 55 días después de la germinación, en una variedad que florece entre 60 y 65 días. El sorgo florece normalmente entre los 55 a 70 días. En climas cálidos, en general varía de 30 a más de 100 días. La floración comienza de la punta de la panícula hacia abajo, con un periodo de 4 a 5 días, como no todas las panojas florecen al mismo tiempo, normalmente hay polen disponible por un período de 10 a 15 días (House, 1982).

5.6.2 Altura de planta

En estudios recientes se han identificado cuatro genes recesivos para porte bajo. Estos cuatro genes se han designados como dw_1 , dw_2 , dw_3 , dw_4 . Cuyos efectos son los de reducir la longitud de los entrenudos (Pochlman, 1990). Un gen recesivo de enanismo puede reducir la altura de planta hasta en 50 cm o más, pero si hay genes recesivos en los otros loci la reducción de altura es menor. Por consiguiente, las diferencias entre la altura de un triple enano y un cuádruple enano (recesivo en los loci 3 y 4 de altura, respectivamente) puede ser de solo 15 a 10 cm (Quinby y Schertz , 1975). La altura esta determinada por la cantidad y la longitud de los entrenudos que lo componen excepto el terminal en el que esta la panoja. Los entrenudos son generalmente mas largos y uniformes en la parte media del tallo y mas cortos en la base (Freman, 1975). La obtención de variedades enanas con altura de 1 a 1.5 m ha hecho posible la cosecha mecanizada y su introducción ha sido un factor muy importante en el desarrollo adquirido por el cultivo del sorgo (Allar, 1980; Metcalfe y Elkins 1987).

5.6.3 Longitud de panoja

Clará (1991) citado por Espinoza (1992) señala que el tipo y longitud de panoja influyen en el rendimiento por lo que se deben seleccionar genotipos con longitud de panoja de 30 cm y semi-cerrada. Se señala que las panojas de sorgo presentan longitudes comprendidas entre los 20 y 40 cm (Ibar, 1987).

5.6.4 Excursión de panoja

Las variedades mejoradas con intervalos de 5 a 10 cm de excursión son aceptables; aunque lo recomendable son excursiones mayores para no tener inconvenientes con la incorporación de materia indeseable en la cosecha que tienen influencia en la calidad de grano (Espinoza, 1992). Una característica negativa es que la espiga de está no sale completamente de la envoltura terminal. La parte de la espiga que queda envuelta no madura simultáneamente con el resto de la espiga y sufre daños de larvas de heloterios y ataque de hongos. En el proceso de generación de variedades mejoradas de porte bajo no solo se seleccionan panojas erectas sino también aquellas que presentan pedúnculo largo lo que permite que la espiga salga completamente fuera de la hoja bandera (Poehlman, 1990).

5.6.5 Acame de y tallo

El acame consiste en la inclinación o rotura de los tallos antes de la cosecha en los cultivos para grano, lo que causa grandes pérdidas en los cereales y otros cultivos. La evaluación de la resistencia al acame es una apreciación visual. Se comparan las proporciones relativas de inclinación o rotura de tallo de variedades que se cultivan adyacentes en lotes experimentales (Poehlman, 1990). La resistencia al acame esta asociada con el sistema radicular, tamaño del tallo, espesor y resistencia de la vaina, tamaño de los entrenudos y la altura de planta (Tinareli, 1989). Las plantas acamadas son más difíciles de cosechar y a menudo no se pueden recuperar todas las semillas. La humedad causa mas daño a las semillas de los cultivos acamados que a los de cultivos erectos. (FAO, 1961). Los tallos mas cortos y mas fuertes, hacen que sea menos susceptibles al acame que las variedades de mayor altura (Poehlman, 1990). La resistencia al acame, desgrane y ahijamiento en los cereales constituyen otras características que influyen favorablemente en la seguridad del cultivo para llegar a cosecha (FAO, 1961).

5.6.6 Plagas y enfermedades

Los fitogenetistas han seleccionado conscientemente variedades con resistencia a enfermedades desde antes de la década de 1900, pero la selección natural ha estado operando

desde el inicio de la vida vegetal. La resistencia a una enfermedad específica no se adquiere o se crea; por lo tanto, es preciso encontrar primero genes para resistencia en alguna variedad o en una especie íntimamente emparentada (Poehlman, 1990). La obtención de variedades tolerantes a enfermedades e insectos ha sido una de las contribuciones más importantes del mejoramiento genético de las plantas, lo que ha recibido quizás más atención que cualquier otro aspecto (Allar, 1980).

Las enfermedades de mayor importancia económica en el cultivo de sorgo en América son: Cenicilla (*Sclerospora sorghi* Weston), Pudrición de Carbón (*Macrophomina phaseoli* Tassi), y Antracnosis (*Colletotrichum graminicola* Cesati). El mejoramiento para la resistencia es el mejor método para el control de estas enfermedades (House, 1982). En Nicaragua las enfermedades de mayor incidencia son: Roya (*Puccinia purpurea* Cooke), Antracnosis y Pudrición roja (*Colletotrichum graminicola* Cesati), Tizón foliar (*Helminthosporium turcicum* Pass) y Podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina* Tassi). Las medidas ordinarias de protección fitosanitarias indispensables, el empleo de variedades resistentes es el mejor medio de combatir las plagas y enfermedades para asegurar el éxito productivo de cualquier cultivo (FAO, 1961).

5.6.7 Desgrane

Se refiere a la semilla que se cae y se pierde antes de la recolección o durante la misma. La resistencia al desgrane es muy importante para evitar pérdidas en los cereales. Comúnmente se efectúan estimaciones visuales de las pérdidas para comparar la resistencia de las variedades al desgrane. Los únicos métodos satisfactorios estudiados se basan en la medición de la resistencia de la excersión de la gluma y un instrumento para extraer el grano mediante los golpes de una aspa (Poehlman, 1990). En condiciones climáticas favorables para el llenado de grano, cultivos como los cereales empiezan a deteriorarse antes de la recolección. Por el contrario, contrario puede ocurrir que la recolección se efectúe antes de que el cultivo alcance su madures. Se debe evitar ambos extremos.

Cuando la recolección se hace muy tarde en los cereales de grano menudo y especies oleaginosas el desgrane y el acame causa pérdidas. Las pérdidas por desgrane depende

generalmente de la variedad, de las condiciones meteorológicas y de las manipulaciones de la cosecha antes de la trilla (FAO, 1961). La poca resistencia al desgrane aumenta las pérdidas de grano antes de la recolección, en cambio la resistencia excesiva impide el desgrane total de la panícula y dificulta la trilla (Tinareli, 1989).

5.6.8 Importancia de la precocidad

La obtención de variedades de maduración temprana contribuyó a que estas empezaran a utilizarse también en las zonas del norte y oeste de Estados Unidos y hasta en las regiones de mayor altitud con menores temperaturas (Martin, 1975). La precocidad está determinada por características hereditarias y los efectos ambientales. Los factores ambientales que influyen en la precocidad son su respuesta al fotoperíodo, a la temperatura, a la altitud, al tipo de suelo, a la distribución de humedad durante el ciclo de crecimiento y otros factores. La precocidad relativa se expresa de diversas maneras, pero las más comunes son días a floración o días a maduración. En los cereales, se considera que es una buena indicación de la precocidad la fecha del espigado (Poehlman, 1990).

5.6.9 Rendimiento de grano

House (1982) indica que la fotosíntesis reducida y el sombreado afectan en menor grado el rendimiento cuando esto ocurre durante la etapa de crecimiento 1 (germinación-desarrollo de la planta) y mayor en la etapa de crecimiento 2 (iniciación de la panícula-floración); así mismo es sensible en la etapa de llenado de grano. El rendimiento final depende en gran parte de la rapidez con que la materia seca se acumula en el grano y el período de tiempo con que la planta cuenta para la acumulación. Para completar esta etapa la planta necesita de 100 mm de agua, cuando éste no es un factor limitante se obtienen rendimientos de 3,000 a 4,000 kg/ha y de 3,000 o 1,000 kg/ha cuando la humedad es limitante (Somarriba, 1997). El aumento del rendimiento es el objetivo fundamental del mejoramiento, por lo que es de suma importancia la capacidad de rendimiento de los cereales, esto puede ser por medio de un aumento de los vástagos fértiles por planta, cantidad de semilla por panícula o el peso de grano (FAO, 1961). El uso de variedades de bajo rendimiento no evaluadas para los diferentes ambientes, más el deficiente manejo agronómico y fitosanitario, reduce

sustancialmente los rendimientos. Se considera de mucha importancia la generación de variedades de porte bajo, ciclo corto y alto rendimiento (Pineda, 1994). Para lograr buenos rendimientos de grano las variedades deben tener características agronómicas adecuadas tales como panoja semi-abierta y longitud de panoja superior a los 30 cm (Espinoza, 1992)

5.7 Evaluación de cultivares de sorgo

La evaluación de materiales promisorios en ambientes contrastantes es una actividad indispensable, debido a que permite identificar materiales de adaptación específica, siendo de mayor importancia la selección de las que presentan menor interacción genotipo ambiente (Chow, 1998).

En la época de postrera de 1999 en terrenos del CNIA se evaluó el rendimiento de grano de 6 generaciones y 4 variedades mejoradas de buen potencial de rendimiento de grano. Los resultados indicaron que la variedad Sureño presentó el máximo rendimiento con 5,777 kg/ha mientras Pinolero-1 obtuvo rendimientos de 4,457 kg/ha (Pineda, 1999).

Por su parte Rivas (1999a) al evaluar 9 variedades blancas de sorgo en la localidad de León determinó que Pinolero-1 con 3,807 kg/ha fue la de mayor rendimiento de grano, días a flor (66 días), altura de planta (188 cm), longitud de panoja (28 cm) y excursión de panoja (7 cm). Molina (1999) determinó que la variedad C-90520x90502 con 4,750 kg/ha, longitud de panoja (23 cm), se consideró aceptable; en cambio Pinolero-1 presentó (71 días a flor), altura de planta (180 cm), longitud de panoja (22 cm) y excursión de panoja (18 cm) y rendimiento 4,530 kg/ha. Rivas (1999b) al validar de 2 variedades de sorgo blanco en el occidente del país utilizando Pinolero-1 como testigo determinó que en todas las localidades la variedad Pinolero-1 y C-905020x90502 presentaron rendimiento similares con 2749 y 2720 kg/ha respectivamente, superando en 20 % a la variedad C-726 (2288 kg/ha). Chow (1999) señala que la variedad de mayor rendimiento fue Pinolero-1, las de mayor precocidad fueron la variedad Sureño y las poblaciones C-59 y C-60 67 días a flor, C-81 obtuvo la menor altura (161cm) y la mayor longitud de panoja C-60 (33 cm). Espinoza (1992) al evaluar generaciones F₇ de sorgo determinó que las generaciones [PP-290xBTP-289-BX-40-5]-1-1, [(PP-290xBTP-28)-BK-18-1]-4-1, [(PP-290xBTP-28)-BK-12-1] y [(PP-290xBTP-28)-BK-

12-1]-4-2 con 61 días a flor fueron las de mayor precocidad. Para la variable altura de planta Pinolero-1 obtuvo la mayor altura con 192 cm. La mayor longitud de panoja la alcanzaron las entradas [PP-290xBTP-289-BX-40-5]-1-1 y [(PP-290xBTP-28)-BK-12-1] con 32 cm. Y el mejor rendimiento de grano la entrada [PP-290x(IS344xIS-12590)-BX-2-1 con 8,800 kg/ha la que superó en 11 % a Pinolero-1 (7,893 kg/ha). En la localidad de Managua (CNIA) en la época de postrera se evaluaron 7 variedades blancas tortilleras donde, la variedad C-86513 sobresalió con 6,345 kg/ha superando en un 2 % a Pinolero-1 (6,236 kg/ha). La variedad C-13 (5,908 kg/ha) de ciclo intermedio supero en 6 % a Tortillero Precoz. Sin embargo Tortillero Precoz con 58 días a flor fue la de mejor precocidad y de menor altura de planta (158 cm). En evaluaciones realizadas en la época de postrera en la localidad de León con 8 variedades blancas la variedad C-86513 (2,872) supero en 43 % a Tortillero Precoz 1,234 kg/ha (Rivas 1997). En la localidad de Estelí, se evaluaron 9 variedades blancas tortilleras donde los días a flor oscilaron entre 57-63, siendo Tortillero Precoz el mas precoz (57 días a flor) y Pinolero-1 el mas tardío (63 días a flor). En excersión de panoja la variedad C-21 con 25 cm fue de mayor excersión, que Pinolero-1 (19 cm) y Tortillero Precoz (18 cm) (Valdivia, 1997). En las zonas rurales de occidente de Nicaragua la familias productoras señalan que Tortillero Precoz resuelve en gran medida sus necesidades por sustituir algunos productos como tortilla, atoles y guisos que son de suma importancia en la alimentación diaria (Castellón, 1997). En trabajos realizados en Parcelas de Difusión Tecnológica 145 (PDT) con la variedad Tortillero Precoz se obtuvo rendimientos de 1,811 kg/ha razón por lo que productores mostraron interés en esta variedad debido a su precocidad y la calidad de tortilla (Pineda 1998). En un estudio realizado con 7 variedades blancas de sorgo en terrenos del CNIA, Managua Nicaragua la variedad Pinolero-1 sobresalió por su rendimiento de grano (4,043 kg/ha). Sin embargo Tortillero Precoz alcanzo la floración a los 55 días y C-90520x90502 la menor altura de planta con 152 cm (Pineda, 1998). Chow, (1998) al evaluar 7 variedades blancas tortilleras en la localidad de Carazo determino que la variedad C-255 con 3,431 kg/ha supero a Tortillero Precoz

(3,146 kg/ha); sin embargo, Tortillero Precoz (54 días) resultó la de mayor precocidad. Al validar dos variedades promisorias de sorgo blanco tortilleros en las localidades de Masaya, Carazo y Rivas los productores señalan que la variedad C-90520x90502 presenta buena perspectiva por su tipo de panoja, buena altura de planta, buen rendimiento de grano y producción de forraje (Chow, 1998). Molina (1998) Evaluó 7 variedades blancas tortilleras

maduración temprana y/o tardía en la zona de Estelí los resultados indican que las variedades Pinolero-1 (4,897 kg/ha), C-255 (4,824 kg/ha) y C-86513 (4,251 kg/ha) presentaron los mejores rendimientos de grano superando en 29 %, 27 %, 12 %, a Totillero Precoz (3,791 kg/ha) respectivamente. En parcela de difusión tecnológicas establecidos en zonas secas la variedad Tortillero Precoz (1,358 kg/ha) supero en 19 % a las variedades criollas que utilizan los productores (1,164 kg/ha) (Molina, 1998). Obando y Morales (2000) evaluaron 12 híbridos experimentales procedentes de compañías productoras de semilla de sorgo utilizando la variedad Pinolero-1 como testigo los resultados indicaron que Pinolero-1 (7,150 kg/ha) presentó rendimiento de grano estadísticamente similar a los híbridos CB.XH-2006 (7,275 kg/ha), CB-XH-8005 (6,925 kg/ha) y CB-XH-8976 (7,780 kg/ha).

En evaluaciones realizadas con 15 variedades experimentales de sorgo insensitivas al fotoperiodo, los resultados indicaron que la variedad Pinolero-1 con rendimiento de 7,977 kg/ha fue la de mayor potencial seguida de las variedades ICSV.LM 89537 (7,740 kg/ha) y ICSV-LM 89527 (7,718 kg/ha). La variedad Pinolero-1 obtuvo la mayor altura con 190 cm, y la de menor altura ICSV-LM 89503 con 120 cm (Obando y Morales 2000).

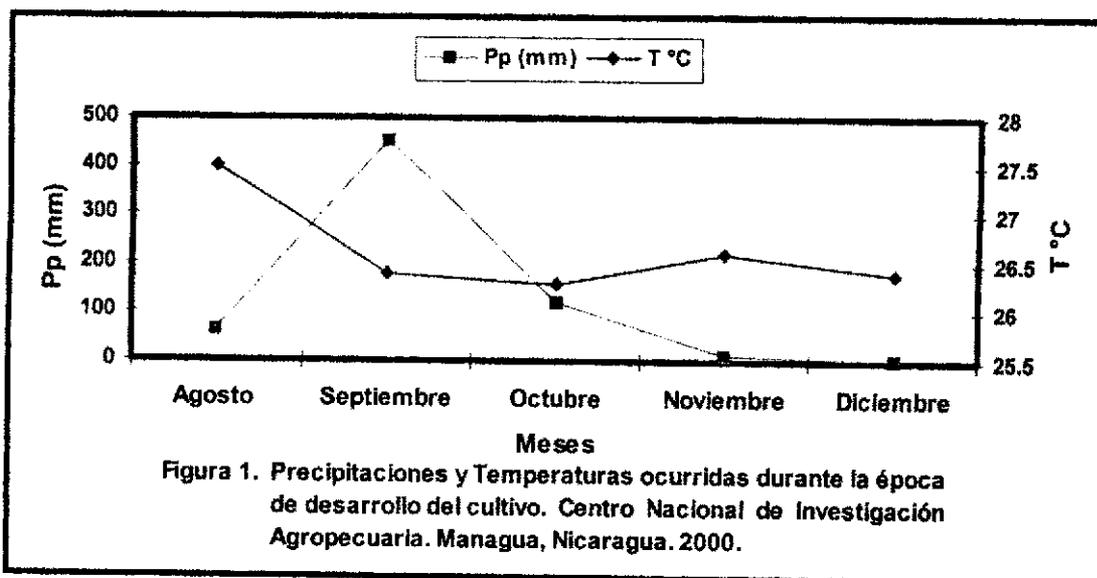
VI. MATERIALES Y METODOS

6.1 Localización del Ensayo

El presente estudio se realizó en la época de postrera (agosto-diciembre) del año 2000, en terrenos del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CNIA), perteneciente al Instituto Nicaragüense de tecnología Agropecuaria (INTA). Localizado en el km 14 ½ Carretera Norte 2 km al sur, del municipio de Managua, departamento de Managua Nicaragua. El CNIA esta ubicado a una altura de 56 msnm, coordenadas 12° 08' latitud Norte y 86° 10' longitud Oeste, temperatura máxima y mínima promedio de 30 y 22° C, respectivamente; y precipitación media anual de 1,232 mm (INETER, 2001). Los suelos pertenecen al orden Andosol, serie Sabana grande, con un horizonte superficial de Carbonato de Calcio (CaCO₃), topografía plana, textura franco arenoso y pH de 6.3 (MAG, 1971).

Cuadro 1. Análisis físico químico de suelo donde se realizó el estudio. Universidad Nacional Agraria. 2000.

PH	%		Ppm		Meg/100g suelo	Partículas			Textura
	En agua	M.O	N	P		Arcilla	Limo	Arena	
7.5	3,58	0.18	16.62	1.77		20	32.5	47.5	Franco



Cuadro 2. Características agronómicas de las variedades mejoradas que dieron origen a las generaciones F₅ de sorgo, 2000

Características	Tortillero Precoz	Pinolero-1
Días a flor (d)	54	64
Altura de planta (cm)	120 - 150	190 - 200
Excursión de panoja (cm)	9 - 13	6 - 10
Longitud de panoja (cm)	15 - 20	25 - 30
Tipo de panoja	Semi Abierta	Semi Abierta
Días a cosecha (d)	85 - 90	110 - 115
Número de granos/lb	16,620 - 17,000	18,500 - 19,000
Potencial genético qq/mz	60 - 65	75 - 80

(Pineda, 1999; Mukaigawara, 1998)

6.2 Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado fue un arreglo factorial en látice rectangular 3x7, con 21 tratamientos y 4 repeticiones. La parcela experimental estuvo formada de 4 hileras de 5 m de longitud, espaciadas a 0.76 m entre hileras con siembra a chorrillo siendo la parcela útil las 2 hileras centrales.

6.3 Generaciones Evaluadas

Las generaciones F₅ evaluadas consistieron en 18, derivadas de la cruza varietal (Pinolero-1 x Tortillero Precoz) desarrolladas por el Programa Nacional de Sorgo y Pinolero-1, C-90520x90502 y ANPROSOR-GB las dos primeras del Programa Nacional de Sorgo y la tercera de la Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua (UPANIC).

6.4 Metodología utilizada para el cruzamiento de Pinolero-1 x Tortillero Precoz, utilizando la técnica del agua caliente

Mukaigawara (1998) realizó estudios utilizando las variedades de sorgo 'Pinolero-1' y 'Tortillero Precoz' para determinar el tiempo y temperatura óptima a la que el polen pierde su viabilidad sin dañar los estigmas. Los estudios determinaron que el polen de sorgo pierde su viabilidad a los 46.5° C con un tiempo de 10 minutos – ésto sin causar daño en los estigmas de la panoja de sorgo. Los tiempos utilizados fueron: 5, 8 y 10 minutos con temperaturas de

45, 45.5, 46, 46.5, 47, 47.5 y 48° C, respectivamente. Para estar seguro, las pruebas se repitieron tres veces cada una, la óptima fue de 46.5° C con tiempo de 10 minutos. La temperatura se midió con un termómetro y el tiempo con cronómetro. Se llevó una muestra de flores tratadas con agua caliente al microscopio donde se observó que el estigma cambia de color y la antera no rompe, como no florece toda la panoja de una sola vez, se tomó la parte media y las flores donde el saco polínico se había roto, se eliminaron con una tijera de podar.

6.4.1 Procedimientos para efectuar los cruzamientos

La esterilización de las plantas de sorgo se realiza en baldes plásticos a los que se les coloca en el fondo - piedra volcánica con un espesor de 2 cm para asegurar el buen drenaje de los mismos. Es fundamental el tener mucho cuidado en su manejo debido a lo quebradizo del tallo de las plantas. Las plantas de sorgo se siembran de manera que la floración coincida. En el caso de Pinolero-1 es más tardío se sembró primero y a los 9,10 y 11 días después Tortillero Precoz para que de esta manera hubiera coincidencia en la floración. El tratamiento para la esterilización se realizó con un Water Bath modelo -BX-31 Yamato con capacidad de 13 L de agua, puede calentar el agua a una temperatura mínima de 20° C y máxima de 80° C, se utilizó un cronómetro para controlar el tiempo y un termómetro para la temperatura. Después de haber sido esterilizado el polen de la panoja que sirvió como madre, se le pasó

una panoja (madre), se realizó la polinización cortando la panoja (macho) con abundante polen; la panoja macho se amarró con una manila, las dos panojas se cubrieron con una bolsa de pollentector. Los cruzamientos se realizaron de las 6 a 8 am. (Anexo 1). La ejecución de estos trabajos permite la selección de genotipo bajo las condiciones agroecológicas de la zona, con características de alto potencial de rendimiento, tolerantes a enfermedades foliares, adaptables a los sistemas de producción existentes (Trouche, 1988 y Espinoza, 1992). Las técnicas de mejoramiento genético empleadas son las que se utilizan en la selección genealógica, es decir una selección intra-familiar con siembras panojas por surco en el ciclo siguiente (Guiragossian, 1984)

Cuadro 3. Generaciones F₅ de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) moench]. (Pinolero-1 x Tortillero Precoz) evaluadas en estudio. Managua, Nicaragua. 2000.

Ent.	Generaciones F ₅	Origen	Código
1	(Tortillero x Pinolero) S-2-P-1-5	CNIA-97-R	VPL-1
2	(Tortillero x Pinolero) S-9-P-1-7	CNIA-97-R	VPL-2
3	(Tortillero x Pinolero) S-6-P-3-1	CNIA-97-R	VPL-3
4	(Tortillero x Pinolero) S-6-P-1-13	CNIA-97-R	VPL-4
5	(Tortillero x Pinolero) S-6-P-1-12	CNIA-97-R	VPL-5
6	(Tortillero x Pinolero) S-6-P-4-4	CNIA-97-R	VPL-6
7	(Tortillero x Pinolero) S-7-P-1-1	CNIA-97-R	VPL-7
8	(Tortillero x Pinolero) S-12-P-3-1	CNIA-97-R	VPL-8
9	(Tortillero x Pinolero) S-12-P-3-2	CNIA-97-R	VPL-9
10	(Tortillero x Pinolero) S-12-P-3-3	CNIA-97-R	VPL-10
11	(Tortillero x Pinolero) S-12-P-3-4	CNIA-97-R	VPL-11
12	(Tortillero x Pinolero) S-9-P-1-2	CNIA-97-R	VPL-12
13	(Tortillero x Pinolero) S-9-P-1-10	CNIA-97-R	VPL-13
14	(Tortillero x Pinolero) S-6-P-1-11	CNIA-97-R	VPL-14
15	(Tortillero x Pinolero) S-9-P-4-2	CNIA-97-R	VPL-15
16	(Tortillero x Pinolero) S-12-P-4-2	CNIA-97-R	VPL-16
17	(Tortillero x Pinolero) S-13-P-3-7	CNIA-97-R	VPL-17
18	(Tortillero x Pinolero) S-18-P-1-4	CNIA-97-R	VPL-18
19	Pinolero-1 (variedad comercial)	Testigo	-
20	(CNIA-90520 x 90502)	CNIA-97	-
21	ANPROSOR-GB	UPANIC	-

UPANIC: Unión de Productores Agropecuarios de Nicaragua

CNIA: Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

Anprosor: Asociación Nicaragüense de Productores de Sorgo.

6.5 Manejo Agronómico

La preparación de suelo consistió en un pase de arado, dos pases de grada y surcado. La siembra se realizó manualmente a chorrillo a los 12 días después de emergencia, se raleó. La densidad poblacional estimada fue de 249,000 plts/ha. Antes de la siembra se selecciono una muestra de suelo para realizar análisis fisico-químico. Al momento de la siembra se realizó la fertilización básica al suelo utilizando la fórmula completa 12-30-10 (15 kgN/ha, 39 kgP₂O₅/ha y 13 kgK₂O/ha mezclado con Terbusag 10 % G (13 kg/ha) para el control de plagas del suelo, mientras la fertilización nitrogenada con urea 46 % de forma fraccionada se efectuó a los 30 y 40 días después de la emergencia, (29 kg/ha) en cada aplicación. El control de malezas se realizó mecánicamente (con azadón) a los 15 días después de la emergencia, mientras el Cogollero (*Spodoptera frugiperda* J.E. Smith), con Lorsban 48 % EC (Clorpirifos

48 EC) (1.5 l/ha), desde los 15 días después de la siembra hasta los 40 días y la mosquita (*Contarinia soghicola*) con Decis 2.5 % EC (Deltametrina 2.5 EC) (0.57 l/ha).

6.6 Variables Evaluadas

1. **Días a floración (DF).** Número de días desde la siembra hasta el momento en que el 50 % de las plantas presentaron el 50 % de floración.
2. **Altura de planta (AlPI).** Medida en cm desde la superficie del suelo hasta el ápice de la panoja.
3. **Longitud de panoja (LoPa).** Medida en cm desde el inicio de las primeras espiguillas hasta el ápice de la panoja.
4. **Excursión de Panoja (ExPa).** Medida en cm de donde inicia de la hoja bandera hasta el inicio de las primeras espiguillas de la panoja.
5. **Rendimiento de Grano (RG).** Todas las panojas de las dos hileras centrales se cosecharon desde la base de la primera espiguilla y se pesaron en una balanza de reloj marca LABOVER con capacidad de 10 kg. De la muestra de las panojas cosechadas, se desgranaron y se determino la humedad con el Dikey John, el rendimiento final de grano se uniformizo al 15 % de humedad y se expreso en kg/ha.
6. **Enfermedades Foliarres (EnFo).** Debido a que las enfermedades foliaries tienen diferentes síntomas de manifestarse en el cultivo de sorgo. La calificación de estas se realizó de forma visual, con la escala: 1: sin daño, 2: 1-10 %, 3: 11-30 % de daño, 4: 31- 60 % de daño, 5: 61 - 100 % de daño.
7. **Acame de Tallo (AcTa).** La evaluación se efectúo a los 25 día después de la floración de forma visual en las dos hileras centrales con escala de 1 a 5 de donde: 1: 10 % acamadas, 2: 10-25 % de plantas acamadas, 3: 25-50 % de plantas acamadas, 4: 50-75

% de plantas acamadas, 5: 75-100 % de plantas acamadas (ICRISAT, citado por House 1982).

8. **Indice de Cosecha (IC).** Se seleccionaron 5 plantas completas de cada generación las que fueron secadas al horno a 70° C durante 24 horas; se desgranaron las 5 panojas y se pesaron. El calculo se realizó utilizando la siguiente formula utilizada.

$$IC = \frac{\text{Rendimiento económico}}{\text{Biomasa total de la planta}} \times 100$$

9. **Numero de Granos por Panoja (NGP).** Se seleccionaron 5 panojas al azar, de la parcela útil las que se desgranaron y se pesaron y el peso se ajustó al 15 % de humedad.

$$NGP = \frac{\text{Peso de grano de 5 panojas}}{5 \times \text{peso promedio de 1 grano}}$$

10. **Porcentaje de desgrane.** El desgrane se midió visualmente utilizando la escala de 1 a 9 donde 1: muy dificultoso (menos del 50 %), 3: dificultoso (60-70 % de desgrane), 5: intermedia (80-85 % de desgrane), 7: bueno (90-95 % de desgrane) y 9: excelente (99-100 % de desgrane).

11. **Peso de mil granos (PMG).** Para la determinación de esta variable se seleccionaron 8 repeticiones representativas de 100 granos, de cada una, Cada repetición se pesó y se expresó en g, la prueba es aceptable cuando el coeficiente de variación (CV) obtiene porcentajes menores de 4 esto para los granos básicos. En caso de ser así (CV < 4 %) la media de las 8 repeticiones se multiplica por 10. Se utilizo la formula:

$$\text{Varianza (S}^2\text{)} = \frac{n(\sum x^2) - (\sum x)^2}{n(n-1)}$$

VII. RESULTADOS Y DISCUSION

Los análisis estadísticos (Cuadro 4) presentaron diferencias significativas en las variables agronómicas en estudio al 5 % de probabilidad. En cambio las variables acame de tallo y enfermedades foliares no mostraron diferencias estadísticas, pero mostraron los porcentajes de variación más altos.

Cuadro 4. Significancia estadística para las fuentes de variación involucradas en el análisis de varianza conjunto. Centro Nacional de Investigación Agropecuaria. Managua. Nicaragua. 2000

Variables	SC	CM	F.C	CV (%)
Días a flor	108.3	1.8	**	2.0
Altura de planta	3950.0	65.83	**	4.0
Excursión de panoja	260.5	4.34	**	14.0
Longitud de panoja	132.3	2.2	**	5.0
Enfermedades foliares	10.5	0.2	NS	20.0
Acame de tallo	22.3	0.4	NS	28.0
Rendimiento de grano	2888346.0	481391.0	**	9.0
Numero de granos por panoja	246545.0	384.2	**	21.0
Peso de mil granos	145.4	4.5	**	14.0
Indice de cosecha	18.9	3.6	*	15.0

*, **, NS: Significancia al 0.05, 0.01 y no significancia respectivamente

Es evidente que las generaciones F₃ presentaron diferencias en las variables morfológicas y componentes de rendimiento, lo que es un buen indicador para la selección de genotipos con características deseables. Los coeficientes de variación (CV) oscilaron de 2.0 (días a flor) a 28 % (acame de tallo) lo que indica que los datos son confiables. Sin embargo, los coeficientes de variación de 21, 20 y 28 % que presentaron las variables NGP, AcTa y EnFo se consideran altos, debido probablemente a que se determinaron de forma visual (escala 1 a 5) lo que de alguna manera implica un mayor riesgo de error. Clara*, (2002) señala que porcentajes altos del CV en estas variables medidas de forma visual son normales. Al respecto Pineda*, (2002) señala que debido a la forma de registrar estos datos tiende a enmascarar de alguna manera el efecto que después se reflejará en el CV. En el caso de NGP el coeficiente de variación se

* Consulta Personal. Taller Planificación POA 2002-2005. INTA/UNA/INTSORMILL. Managua, Nicaragua.

considera alto (21 %) lo que se debe a que en una misma panoja existe variabilidad de tamaños de grano (pequeños, medianos y grandes).

7.1 Variables Reproductivas y Morfológicas

7.1.1 Días a flor

Los días a flor oscilaron de 61 a 70 días lo que permitió clasificar a las generaciones en ciclo biológico de intermedio a tardío (115 a 120 días a cosecha) (Cuadro 5). Las variedades mejoradas Pinolero-1, VPL-17 y C-90520x90502 presentaron 70, 69 y 68 días las que se clasificaron de ciclo intermedio (110-115 días). En cambio la generación VPL-4 y la variedad ANPROSOR con 61 y 63 días a flor fueron las de mayor precocidad. Los días para alcanzar la floración en el cultivo de sorgo varían de una localidad a otra en épocas y años. Se señala que líneas, poblaciones y arquetipos de sorgo son altamente influenciados por el ambiente al modificar sus características cuantitativas cuando son sometidas a diferentes condiciones (Allard, 1980). En la localidad de Managua las poblaciones S-18-P-3-3 y S-12-P-3-4 requieren de 66 días para alcanzar la floración, las que oscilaron de 63 a 70 días, en cambio en la zona Sur-oriental las poblaciones S-12-P-3-3 y S-12-P-3-4 alcanzaron la floración a los 67 días, la que oscilaron de 67 a 70 días, respectivamente (Chow, 1999 y Pineda, 1999). En la localidad de León la población S-18-P-3-3 requiere el menor número de días (61) para alcanzar la floración la que vario de 61 a 66 días (Rivas, 1999). Por su parte Molina (1999) indica que en la zona Norte del país la población S-18-P-3-3 alcanzo la floración a los 64 días, este carácter vario de 64 a 71 días. Los días a floración en este estudio oscilaron de 61 a 70 días. Pineda (1999) señala que en un estudio preliminar realizado en la época de riego con generaciones F₄ de sorgo, la floración alcanzo los 58 días, donde las generaciones VPL-3, 10, 12 y 13 obtuvieron valores que oscilaron de 58 a 68 días, en cambio en la época de postrera la generación VPL-1 y VPL-4 (59 y 62 días) fueron las de mayor precocidad. Los días a floración en el cultivo de sorgo es un carácter muy importante debido a que de este depende el ciclo biológico de la variedad, razón por la que se seleccionaron y desarrollan variedades de

ciclo precoz para amortiguar los efectos negativos ocasionados por el ambiente (sequía, Niño, Niña, etc.).

7.1.2 Altura de planta

La altura de planta oscila de 161 a 210 cm en las generaciones evaluadas, en cambio la variedad ANPROSOR sobresalió en este carácter (210 cm) (Cuadro 5). Las variedades que han sido introducidas en Estados Unidos se cosechaban mano debido a su excesiva altura (Allard, 1980, Ros y Kramer, 1975). La utilización de variedades de porte bajo fue el factor principal del desarrollo del cultivo de sorgo. Mukaigawara (1998) y Pineda (1999) señalan que alturas de plantas de 190 y 200 cm en la variedad Pinolero-1 dificultan la cosecha mecanizada. Sin embargo, evaluaciones realizadas con generaciones F_5 se determinan que la altura de planta oscilo de 167 a 192 cm Espinoza (1992).

Sin embargo Pineda (1999) al evaluar en la localidad de Managua determinó que la población S-22-P-1-1 (C-81) obtuvo la menor altura de planta (153 cm). Por su parte Chow (1999) en la localidad Carazo reporta que S-22-P-1-1 (C-81) presentó la menor altura con 161 cm; mientras Rivas (1999) expresa que para la localidad de León la menor altura la obtuvo la población S-18-P-3-3 (C-79) con 167 cm. Para la localidad de Estelí, Molina (1999) indica que la población S-22-P-1-1 (C-81) con 164 fue la de menor altura. Así mismo, Pineda (1999) determinó que las generaciones F_4 (VPL-3, 4, 5, 13, 14 y 17) presentaron las menores alturas de planta con 153, 158, 159, 155, 154 y 154 cm respectivamente.

En evaluaciones realizadas en la época de postrera con generaciones F_4 de sorgo los resultados determinaron que las generaciones VPL-1, 3, 4, 5, 6, 15 y 17 obtuvieron las menores alturas de planta con 155, 155, 165, 165, 166, 165 y 166 cm respectivamente.

Es evidente que la altura de planta es un carácter de suma importancia, debido a que alturas de plantas de 160-170 cm son óptimas para la cosecha mecanizada; en cambio altura mayores de 190 cm, traen inconvenientes en la cosecha mecanizada. En este caso la generación VPL-4

presentó la menor altura de planta con 161 cm, con relación a los testigos Pinolero-1 (183 cm) y ANPROSOR (210 cm), respectivamente.

7.1.3 Longitud de panoja

Este carácter es de suma importancia, (Espinoza 1992) debido a que el tipo y longitud de panoja influyen en el rendimiento de grano por lo que se deben seleccionar genotipos con longitud panoja que oscile de 28 a 31 cm y de tipo semi-cerrada. En términos generales la longitud de panoja (Cuadro 5) osciló de 26 a 30 cm, resultados similares fueron obtenidos por Espinoza (1992) donde las generaciones F₇ variaron de 26 a 32 cm.

En estudios realizados en diferentes ambientes con poblaciones F₄ de sorgo, Pineda (1999) señala que la población S-13-P-3-7 (C-71) presentó longitud de panoja de 28 cm, mientras Chow, (1999) determinó que la población S-12-P-3-4 (C-60) obtuvo LoPa de 33 cm; en cambio Rivas (1999) señala que la mayor longitud la alcanzó la población S-12-P-3-4 (C-60) con 28 cm, por su parte Molina (1999) indica que la mayor longitud de panoja la alcanzó la población S-13-P-3-7 (C-71) con 23 cm. Los resultados obtenidos en este estudio indican que las generaciones VPL-17, Pinolero-1 y VPL-14 presentaron las mayores longitudes de panoja con 31, 30 y 30 cm, respectivamente. En cambio las variedades C-90520x90502, VPL-5 y VPL-18 obtuvieron las menores longitudes de panoja con 26 cm. Pineda (1999) señala que generaciones en estudio en la época de riego 1999, la generación VPL-9 presentó el mayor valor de longitud de panoja con 33 cm.

En estudios similares realizados en la época postrera 1999 las mayores longitudes de panoja la alcanzaron las poblaciones VPL-8 y VPL-9 con 33 y 33 cm. Es evidente que la LoPa influye directamente en el rendimiento de grano, (Anexo 5). Panojas semi-cerradas son importantes para que tenga buena aireación, panojas cerradas propician la entrada de insectos y se desarrollan las enfermedades que afectan el grano.

7.1.4 Excursión de panoja

En este carácter las generaciones F_5 en estudio presentaron diferencias significativas, los valores oscilaron de 10 a 17 cm, respectivamente. En este caso la generación F_5 VPL-2 presento 14 cm de excursión ligeramente superior a Pinolero-1 (13 cm) (Cuadro 5). Esta característica es sumamente importante debido a que panojas con poca excursión ocasionan al momento de cosecha una mayor incorporación de materia inerte (Mukaigawara, 1998 y Pineda, 1999). Se señala que excursiones de panojas de 5 a 10 son aceptables pero lo recomendable es que sean de 8 a 12 cm, Paúl (1985) citado por Espinoza (1992). Pineda (1999) señala que la población S-18-P-3-3 (C-79) presento excursión de panoja de 14 cm, las que oscilaron entre 8-14 cm. Por su parte Chow (1999) señala que la población S-18-P-3-3 (C-79) presentó excursión de 12 cm.

En la localidad de León, Rivas (1999) señala la población S-18-P-3-3 (C-79) presentó excursión de panoja de 9 cm. Molina (1999) indica que la población S-18-P-3-3 (C-79) alcanzó la mayor excursión con 19 cm. Pineda (1999) evaluó en la época de riego 1999 generaciones F_4 donde los resultados reflejan que la generación VPL-17 alcanzo 17 cm de excursión; en cambio en la época de postrera-99 la generación VPL-18 obtuvo mayor excursión de panoja con 10 cm. Resultados similares reporta Espinoza (1992) al evaluar generaciones F_7 de sorgo determinó que la excursión de panoja que osciló de 7 a 11 cm. En este estudio la excursión de panoja oscilo de 13 a 17 cm, respectivamente.

7.1.5 Acame de tallo

El acame de tallo dificulta la cosecha y disminuye el rendimiento de grano debido a que se deteriora por causa del contacto de la panoja con el suelo lo que ocasiona pre-germinación del grano. El acame de tallo es ocasionado a causa de fuertes vientos, sistema radicular superficial y débil. El acame de tallo oscilo de 1.5 a 3.0 siendo la generación VPL-6 la que presentó el menor porcentaje de acame (1.5 %) y la mas afectada VPL-9 (3.0 %) (Cuadro 5). Se evidencia

en este estudio que las generaciones F₅ presentaron tolerancia al acame de tallo, lo que es un buen indicador para la selección de nuevos genotipos.

7.1.6 Enfermedades foliares

El Tizón de la hoja (*Helminthosporium turcicum* Pass), podredumbre carbonosa (*Macrophomina phaseolina* Tassi), Antracnosis y Pudrición roja (*Colletotrichum graminicola* Cesati) y Roya (*Puccinia Soghi* Cooke), son consideradas las enfermedades de mayor importancia económica en el cultivo del sorgo en Nicaragua.

En trabajos de evaluación realizados en las principales zonas sorgueras indican que estas se presentan de forma esporádica sin afectar significativamente los rendimientos de grano, (Pineda; 1999). En la zona de Managua Pineda (1999) determinó que las poblaciones S-12-P-3-4, S-18-P-3-3, S-12-P-3-3 y S-13-P-3-7 resultaron las menos afectadas por Antracnosis (2.5 %).

Resultados similares fueron determinados en la zona Sur-oriental, (Chow, 1999) donde la población S-12-P-3-3 (C-60) fue la de menor afectación. Para la zona de Occidente, Rivas (1999) indica que la población menos afectada fue S-22-P-1-1. En las zonas secas de Estelí, Molina (1999) reporta que las enfermedades foliares no son una limitante en la producción de sorgo granifero, por ello señala que la población menos afectada fue S-18-P-3-3 (C-79). Pineda (1999) por su parte, determinó en la época de riego 1999 que las poblaciones VPL-10,11, 14, 16, 17 y 18 resultaron las de menor afectación (18 %).

En este estudio se determinó efectos no significativos entre los tratamientos evaluados, sin embargo se observó que la variedad ANPROSOR-GB obtuvo la menor afectación con 1.6 %. Los daños en general oscilaron de 1.6 a 2.4 %, respectivamente.

7.2 Componentes del Rendimiento

7.2.1 Peso de mil granos

El peso de mil granos osciló de 16 a 27 g, donde la variedad C-90520x90502 obtuvo el mayor peso de grano (28 g) lo que se atribuye a que el 85 % de los granos son de tamaño grande. En cambio la generación VPL-5 obtuvo el menor valor (16 g), mientras Pinolero-1 obtuvo 22 g. La variedad Pinolero-1 posee mayor número de granos por panojas (2,226 semillas) debido a que el tamaño de semilla es pequeña, sin embargo, la variedad C-90520x90502 posee tamaño grande de semilla en un 85 %. Las generaciones VPL-1, 17 y 18 presentaron PMG de 24 g, los que superaron en 9 % a Pinolero-1 (22 g) (Cuadro 5).

7.2.2 Número de granos por panoja

White citado por Molina (1997) señala que el número promedio de granos está directamente relacionado con el rendimiento. El número de granos por panoja osciló de 2,000 a 3,245. La generación VPL-18 obtuvo el mayor NGP con 3,245 granos la que superó en 46 % al testigo Pinolero-1 (2,226). El tamaño de grano de Pinolero-1 es pequeño, por tal razón el número de semillas por libra es de 18,500 a 19,000. Espinoza (1994) señala que la panoja de sorgo presenta tres tamaños de grano, los que se clasifican en, grande (4.0 mm), mediano (3.5 mm) y pequeño (3.0 mm).

Al respecto Tekrony y Egli, citados por Espinoza (1994) señalan que el tamaño de grano no está correlacionado con el vigor y el rendimiento. Esto lo confirman Suh *et al.* citado por Espinoza (1994) quienes no determinaron diferencias significativas al correlacionar los diferentes tamaños de grano (grande, mediano y pequeño) con el rendimiento de grano. Esto concuerda con los resultados donde Pinolero-1 (grano pequeño) obtuvo un rendimiento de grano mucho mayor (7232 kg/ha) que ANPROSOR que presentan tamaño de grano grande (5063 kg/ha), debido a que la variedad Pinolero-1 mostró un 90 % de granos pequeños.

7.2.3 Índice de cosecha

El Índice de cosecha es un parámetro importante para la selección y evaluación de genotipos. En este estudio se determinó que las generaciones VPL-9, VPL-17 y VPL-14 presentaron valores de IC de 54, 53 y 53 % lo que indica que estas generaciones son más eficientes en la acumulación de materia seca a los órganos de importancia económica (rendimiento de grano), las que superaron a Pinolero-1 (48 %).

7.2.4 Rendimiento de grano

El análisis estadístico refleja diferencias significativas en el rendimiento de grano en la evaluación de las generaciones F₅ de sorgo, donde la población VPL-2 sobresalió por su buen potencial de rendimiento de grano (7539 kg/ha) la que superó en 4 % a Pinolero-1 (7,232 kg/ha). Esta situación indica que VPL-2 posee buen potencial productivo para su explotación comercial en el país (Cuadro 5).

Espinoza (1992) evaluó 10 generaciones F₇ de sorgo de endosperma de color, donde la generación [PP-290x (IS3443xis-12590)]-bulk-2-1 sobresalió con 9.7 t.ha⁻¹ la que superó en 11 % a Pinolero-1 (8.7 t ha⁻¹), mientras la generación F₄ S-12-P-3-3 en las localidades de Managua y Carazo sobresalió con 4910 y 8836 kg/ha, respectivamente (Pineda, 1999 y Chow, 1999).

Por su parte Molina (1999) igual que Rivas (1999) indica que las generaciones S-18-3-3 (4576 kg/ha) y S-12-P-3-4 (2,991 kg/ha) alcanzaron los mayores rendimientos de grano. Las generaciones F₅ que sobresalieron por su rendimiento de grano fueron VPL-15, VPL-4 y VPL-14 con 7,139, 7,019 y 6,986 kg/ha respectivamente, estadísticamente no presentaron diferencias estadísticas respecto a Pinolero-1 (7,232 kg/ha).

Cuadro 5. Rendimiento de grano (kg/ha) y características agronómicas de generaciones F₅ de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) moench]. Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Managua, Nicaragua. 2000.

Generaciones F ₅	DF	AIPI (cm)	LoPa (cm)	ExPa (cm)	Acme (1-5)	EnFo (1-5)	NGP	PMG (g)	IC (%)	RG (kg/ha)	% sobre testigo
VPL-2	67	183	27	14	2.5	2.1	2356	20	39	7539	104
Pinolero-1	70	194	30	13	2.0	2.0	2226	22	48	7232	100
VPL-15	65	181	28	15	2.0	2.0	2815	20	33	7139	99
VPL-4	61	161	28	16	1.8	2.1	2051	22	40	7019	97
C-90520x90502	68	164	26	10	1.5	1.9	2933	28	44	7007	97
VPL-14	66	180	30	14	2.0	1.9	2176	22	53	6986	97
VPL-10	68	196	29	12	2.5	1.8	2239	19	51	6906	95
VPL-5	67	163	26	14	1.5	2.3	3210	16	40	6894	95
VPL-11	67	194	28	13	2.3	2.0	2253	19	53	6877	95
VPL-7	68	187	27	13	2.3	2.1	2398	21	36	6787	94
VPL-12	67	180	29	14	2.0	2.1	2000	22	37	6725	93
VPL-13	66	172	27	14	1.8	2.3	2487	19	38	6661	92
VPL-17	69	183	31	14	1.8	1.8	2472	24	37	6634	92
VPL-6	68	163	27	13	1.5	1.8	2206	18	36	6574	91
VPL-8	67	187	28	12	1.8	2.4	2327	19	40	6524	90
VPL-3	64	191	29	14	2.3	2.0	2212	22	42	6519	90
VPL-18	65	181	26	17	2.0	2.3	3245	24	42	6292	87
VPL-16	64	187	28	16	2.3	1.9	1253	20	51	6281	87
VPL-1	64	168	29	14	2.0	2.6	2060	24	49	6054	84
VPL-9	68	188	29	12	3.0	2.1	2443	18	55	5928	82
ANPROSOR	63	210	27	15	2.0	1.6	1670	27	38	5063	70
Media	66	181	28	13	2.0	2.0	2335	21	43	6649	
CV (%)	2	4	5	14	28	20	21	14	15	9.0	

7.3 Comparación de las Variables Morfológicas y los Componentes del Rendimiento vs Pinolero-1.

7.3.1 Variables reproductivas y morfológicas

7.3.1.1 Días a flor

Al realizar la comparación de los días a floración de las generaciones F₅ vs el testigo Pinolero-1, se determinó que hubo una reducción de 1 a 9 días en la floración (Cuadro 6). En este sentido la generación VPL-4 (61 días a flor) presentó una disminución de 9 días lo que representa un resultado positivo, debido a que la tasa de llenado del grano requiere de menos

días para alcanzar la madurez fisiológica, lo que le permitirá amortiguar mejor los estreses ambientales (sequía, plagas, enfermedades, suelos, humedad limitante, entre otros). La variedad comercial Tortillero Precoz necesita solo 54 días para alcanzar la floración, lo que hace el carácter precocidad sea de suma importancia. El carácter precocidad le permite a los cultivares de sorgo producir rendimientos de grano con bajas precipitaciones donde variedades de ciclo biológico intermedio tienden a disminuir su potencial productivo.

7.3.1.2 Altura de planta

Al comparar la altura de planta con Pinolero-1 se determinó una reducción de 3 a 33 cm. La generación VPL-4 obtuvo altura de planta de 161 cm, lo que comparada con Pinolero-1 (194 cm) presentó reducción de 33 cm, Sin embargo la variedad ANPROSOR-GB presentó la mayor altura de planta (210 cm). Es importante mencionar que variedades mejoradas de sorgo, que poseen altura de plantas mayores de 200 cm, se dificulta la recolección mecanizada ocasionando pérdidas significativas en el rendimiento. Es evidente que los híbridos de sorgo se caracterizan por su altura de planta de 160 a 170 cm lo que favorece su recolección mecanizada. En este estudio las menores alturas de plantas la presentaron las generaciones VPL-4 y VPL-5 (161 a 163 cm) (Cuadro 6).

7.3.1.3 Longitud de panoja

En longitud de panoja las generaciones F₅ VPL-17 y VPL-14 presentaron valores similares (30 cm) a Pinolero-1. Para esta variable no se obtuvo ganancia sustantiva, sin embargo, el promedio general determinado por las 18 generaciones fue de 28 cm, lo que se considera aceptable (Cuadro 6).

7.3-1-4 Excursión de panoja

En este carácter las generaciones en estudio presentaron ganancias de 1 a 4 cm. En esta característica agronómica la generación VPL-18 presentó excursión de 17 cm la que supero en

4 cm a Pinolero-1 (13 cm) (Cuadro 6). Las generaciones en general tuvieron un promedio de 14 cm, ligeramente superior a Pinolero-1. Se señala que la excersión de panoja es un carácter de suma importancia económica, debido a que si es pequeña (5 a 7 cm) ocasiona efectos negativos en la recolección mecanizada lo que se traduce en una mayor incorporación de materia inerte, lo que ocasiona disminución de la calidad de la semilla. La variedad Pinolero-1 posee poca excersión de panoja de 5 a 7 cm lo que aunado a su altura de planta (190 a 200 cm) presenta inconvenientes en la recolección mecanizada.

Cuadro 6. Características reproductivas, morfológicas y comparación con Pinolero-1 de generaciones F₅ de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) moench]. Centro Nacional Investigaciones Agropecuarias, INTA .Managua, Nicaragua. 2000.

Generaciones F ₅	DF (d)	Dif. (d)	AlPl (cm)	Dif. (cm)	LoPa (cm)	Dif. (cm)	ExPa (cm)	Dif. (cm)
VPL-1	64	-6	168	-26	29	-1	14	+1
VPL-2	67	-3	183	-11	27	-3	14	+1
VPL-3	64	-6	191	-3	29	-1	14	+1
VPL-4	61	-9	161	-33	28	-2	16	+3
VPL-5	67	-3	163	-31	26	-4	14	+1
VPL-6	68	-2	163	-31	27	-3	13	0
VPL-7	68	-2	187	-7	27	-3	13	0
VPL-8	67	-3	187	-7	28	-2	12	-1
VPL-9	68	-2	188	-6	29	-1	12	-1
VPL-10	68	-2	196	+2	29	-1	12	-1
VPL-11	67	-3	194	0	28	-2	13	0
VPL-12	67	-3	180	-14	29	-1	14	+1
VPL-13	66	-4	172	-13	27	-3	14	+1
VPL-14	66	-4	180	-7	30	0	14	+1
VPL-15	65	-5	181	-12	28	-2	15	+2
VPL-16	64	-6	187	-7	28	-2	16	+3
VPL-17	69	-1	183	-12	31	+1	14	+1
VPL-18	65	-5	181	-13	26	-4	17	+4
Pinolero-1	70		194		30		13	
C-90520x90502	68	-2	164	-30	26	-4	10	-3
ANPROSOR	63	-7	210	+16	27	-3	15	+2
Media	66		181		28		14	
CV (%)	2.0		4.0		5.0		14.0	

7.3.2 Componentes del rendimiento y diferencias con el testigo Pinolero-1

7.3.2.1 Número de grano por panoja (NGP)

En el Cuadro 7 se indica el NGP determinado en generaciones F₅ de sorgo, el NGP se incremento de 13 a 1,019 granos en relación con el testigo Pinolero-1 (2,226 granos). Sin embargo, las generaciones VPL-16 (1,253) y VPL-12 (2000) presentaron menor NGP que Pinolero-1. Es importante indicar que a pesar que VPL-18 (3,245) posee mayor NGP no supero en rendimiento de grano a Pinolero-1, lo que es debido a que esta variedad posee tamaño de grano pequeño (2,226).

7.3.2.2 Peso de mil granos (PMG)

La población VPL-1, 17, y 18 alcanzaron el mayor PMG con 24 g, superando ligeramente a Pinolero-1 (22 g). Por otra parte las variedades ANPROSOR-GB y C-90520x90502 presentaron PMG de 27 y 28 g respectivamente. A pesar que estas variedades presentaron, mayor PMG que Pinolero-1 no lo superaron el rendimiento de grano. Esto se debe probablemente a que estos genotipos poseen menor capacidad de suministrar los foto asimilados al grano lo que se refleja en los IC de 38 y 44, ligeramente superior Pinolero-1 (48 %).

7.3.2.3 Índice de cosecha

El mayor índice de cosecha lo alcanzó la generación VPL-9 con 55 %, superando a Pinolero-1 que obtuvo 48 %. Al respecto Jeffrey citado por Martínez, (1994) señala que el IC es la proporción de peso seco de una planta madura que corresponde a su rendimiento de grano, los valores normales oscilan entre 50 y 60 %. Por su parte, de la misma manera White, citado por (Molina 1997) indica que el IC es la eficiencia de la planta para acumular materia seca en el fruto o semilla. En el Cuadro 7 se indica el IC determinado en generaciones F₅ de sorgo. El IC se incrementó de 1 a 6 % en relación al testigo Pinolero-1 (48 %) sin embargo las generaciones

VPL-15, 6 y 7 presentaron 15, 13 y 12 % menos a pesar que la generación VPL-9 obtuvo el mayor IC no superó en rendimiento a Pinolero-1 lo que probablemente se debe a que esta generación posee menor capacidad para acumular los elementos necesarios al rendimiento. Los genotipos VPL-9,10, 11, 14 y 16 presentaron valores aceptables.

Cuadro 7. Características de los componentes del rendimiento de generaciones F₅ de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) moench] Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INTA. Managua, Nicaragua. 2000.

Generaciones F ₅	NGP	Dif. (granos)	PMG (g)	Dif. (g)	IC (%)	Dif. (%)
VPL-1	2060	-166	24	+2	49	+1
VPL-2	2356	+130	20	-2	39	-9
VPL-3	2212	-14	22	0	42	-6
VPL-4	2061	-165	22	0	41	-7
VPL-5	3210	+984	16	-6	40	-8
VPL-6	2206	-20	18	-4	35	-13
VPL-7	2398	+172	21	-1	36	-12
VPL-8	2327	-101	19	-3	40	-8
VPL-9	2443	+217	18	-4	55	+7
VPL-10	2239	+13	19	-3	51	+3
VPL-11	2253	+27	19	-3	53	+5
VPL-12	2000	-226	22	0	37	-11
VPL-13	2487	+261	19	-3	38	-10
VPL-14	2176	-50	22	0	53	+4
VPL-15	2815	+589	20	-2	33	-15
VPL-16	1253	-973	20	-2	51	+3
VPL-17	2472	+246	24	+2	37	-11
VPL-18	3245	+1019	24	+2	42	-6
Pinolero-1	2226		22		48	
90520x90502	2933	+707	28	+6	44	-4
ANPROSOR	1670	-556	27	+5	38	-10
Media	2335		21.24		43	
CV %	20.0		14.00		15.0	

En el Cuadro 8 se indican las correlaciones realizadas con las variables reproductivas y morfológicas vs el RG. Los resultados reflejan que las variables en estudio se correlacionan positivamente con el rendimiento de grano; a excepción del IC. Esta situación evidencia que todas las etapas de desarrollo del cultivo son importantes. En el caso de los días a flor

determinados permitieron clasificar a las generaciones en ciclo biológico precoz, intermedio y tardío, cuyo comportamiento va a estar en función de los efectos ambientales, constitución genética y manejo agronómico del cultivo. Para tal caso las variedades precoces sacrifican su potencial productivo por producir en menor tiempo, es decir los efectos fisiológicos los realizan con mas rapidez para transformar los elementos esenciales lo que las hace mas tolerantes a los efectos limitantes.

Las variables LoPa presentó correlación no significativa con ExPa (0.93 NS) y PMG (0.99 NS) esta situación parece indicar que la LoPa no tiene ningún efecto importante en relación con estos eventos. Sin embargo, las variables se correlacionaron significativamente con NGP (0.164 **), RG (0.658 **) y IC (0.153 **). El carácter LoPa es de suma importancia en el RG debido a los siguientes aspectos: Si la variedad y/o híbrido posee LoPa de 12 a 15 cm su potencial productivo va hacer menor a una variedad que tenga una LoPa de 28 a 30 cm. Por tal razón, que del tamaño de la LoPa va a depender en cierta medida el RG final. Por otra parte, el IC se correlacionó significativamente con AIPI (0.314 **), LoPa (0.153 **), ExPa (-0.428 **) y NGP (0.272 **). La correlación negativa significativa de la ExPa vs IC se debe probablemente a que cuando los genotipos tienen una ExPa muy pequeña o no tienen del todo, trae como consecuencia que la variedad no sea aceptada por los agricultores. La mala excersión de panoja trae como consecuencia una mayor acumulación de materia en la cosecha que ocasionan disminución en la calidad de grano.

Cuadro 8. Coeficiente de correlación de Pearson (r), estimados entre rendimiento de grano, peso de mil granos, número de granos por panoja y características agronómicas de generaciones F₅ de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) moench] Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, INTA. Managua, Nicaragua. 2000.

	AIPI (cm)	LoPa (cm)	ExPa (cm)	PMG (g)	NGP	RG (Kg/ha)	IC (%)
DF	0.662 NS	0.357 **	0.001 **	0.253 **	0.172 **	0.109 **	0.813 NS
AIPI		0.186 **	0.788 NS	0.629 NS	0.084 **	0.117 **	0.314 **
LoPa			0.937 NS	0.999 NS	0.164 **	0.658 **	0.153 **
ExPa				0.734 NS	0.430 **	0.236 **	-0.428 **
PMG					0.872 NS	0.197 **	0.741 NS
NGP						0.134 **	0.272 **
RG							0.712 NS

*, **, NS: Significancia al 0.05, 0.01 y no significancia respectivamente.

VIII. CONCLUSIONES

1. La generación F₅ de sorgo VPL-2 con rendimiento de grano de 7,539 kg/ha supero en 4 % a Pinolero-1 (7,232 kg/ha), lo que es un buen indicador para su explotación comercial.
2. Las generaciones F₅ de sorgo alcanzaron los días a flor entre los 61 y 69 días, en las que se obtuvo disminución de 1 a 9 días con relación a Pinolero-1.
3. Las generaciones F₅ de sorgo presentaron menor altura de planta 3 y 33 cm. Con relación a Pinolero-1 las generaciones VPL-4, VPL-5 y VPL-6 presentaron altura de planta de 161, 163, y 163 cm, respectivamente, lo que es un buen indicador para su selección como cultivares promisorios.
4. Las generaciones F₅ de sorgo VPL-9, VPL-17 y VPL-14 presentaron índices de cosecha de 54, 53 y 53 % ligeramente superiores a Pinolero-1.

VIII. RECOMENDACIONES

Con base en los resultados y conclusiones obtenidas se establece la siguiente recomendación:

Por su buen rendimiento de grano y características agronómicas deseables evaluar las generaciones VPL-2, VPL-4, VPL-5, y VPL-15 en un uniforme en fincas de agricultores en los diferentes ambientes de Nicaragua.

IX. LITERATURA CITADA

- Allard, R. 1980. Principios de las mejoras genéticas de las plantas. Ediciones Omega Barcelona España. 108 p.
- Castellón, R. 1997. Difusión de Tortillero Precoz en la Zona A-2. *En: Informe Técnico Anual del Programa Nacional de Granos Básicos*. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 313-319.
- CLAIS. 1996. Comisión Latinoamericana de Investigadores de Sorgo. Noticlais. Volumen 1.1. 10 p.
- Chow, Z. 1998. Evaluación de siete materiales de sorgo blanco tortillero en dos localidades de Carazo. *En: Informe Técnico Anual de Granos Básicos (1998-1999)*. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 357-365.
- _____. 1998. Validación de tres materiales promisorios de sorgo blanco tortillero en la zona A-2. *En Informe Técnico Anual de Granos Básicos (1998-1999)*. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 366-372.
- _____. 1999. Validación de materiales promisorios de sorgo blanco tortillero en la región A-2. *En: Informe Técnico Anual. Programa Nacional de Granos Básicos*. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 212-216 .
- Espinoza, A. 1992. Evaluación de generaciones F₇ de sorgo para formación de variedades mejoradas en Nicaragua. *En: XXXVIII Reunión Anual del PCCMCA*. Managua, Nicaragua. pp 62-66.
- _____. 1994. Fenología, rendimiento y calidad de semilla de sorgo en repuesta a la poda y a la fertilización foliar. Tesis de Maestría en Ciencias. Montecillos, Texcoco. México. D.F. 85 p.
- F.A.O. 1961. Las semillas agrícolas y hortícolas, Roma, Italia. pp 11-234.
- Freed, R. 1988. MSTAT Version 2.1 Director Crop and Soil Sciences Department Michigan State University. 150 p.
- Freeman, J. 1975. Desarrollo y estructura de la planta de sorgo y su fruto. *En: Producción y usos del Sorgo*. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp 19-41
- Guiragossian, V. y Romero H. 1984. Mejoramiento genético del sorgo. Métodos y Procedimientos. ICRISAT-FAVANL, India. 61 p.

- House, L. 1982. El Sorgo. Guía para su mejoramiento. Ed. La Gaceta. México. D.F. 1982, 425 p.
- Ibar, L. 1987. Sorgo. Cultivo y aprovechamiento. AEDOS. Barcelona, España. 161 p.
- INETER. 2001. Dirección General de Meteorología. Resumen meteorológico diario del 2000. Estación las Mercedes. Managua, Nicaragua. 4 p.
- Maiti R. 1986. Morfología, crecimiento y desarrollo del sorgo. Facultad de Agronomía. Marín, Nuevo León, México. D.F. pp 1-172.
- MAG. 1971. Catastro e investigación de recursos de Nicaragua. Volumen 1. Parte 2, Levantamientos de suelos de la región del Pacífico de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 150 p.
- MAG-FOR. 2000. Dirección de estadísticas. Managua, Nicaragua. 30 p.
- Martínez, F. 1994. Evaluación de 20 variedades criollas de frijol común. Trabajo de tesis de grado, Managua, Nicaragua. 47 p.
- Metcalf, D. y Elkins, D. 1987. Producción de cosechas. Fundamentos y practicas, México. D.F. 191 p.
- Molina, J. 1997. Respuestas fenotípicas y fisiológicas de dos variedades de frijol al estrés hídrico. Tesis de Maestría en Ciencias. Montecillo, Texcoco. México. D.F. 88 p.
- _____. 1998. Evaluación para rendimiento de grano de siete variedades blancas de sorgo tortillero de maduración temprana y/o tardía. *En*: Informe Técnico Anual 1998-1999. Programa de Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 374-380.
- _____. 1998. Difusión de la variedad de sorgo Tortillero Precoz para condiciones secas de la zona B-3. *En*: Informe Técnico Anual 1998-1999. Programa de Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 382-385.
- _____. 1999. Evaluación de nueve variedades de sorgo blanco tortillero en la localidad de Estelí. *En*: Informe Técnico Anual 1999-2000. Programa Granos Básicos. INTA/CNIA Managua, Nicaragua. pp 196-200.
- Moreno, E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas, Instituto de Biología México. 250 p.
- Mukaigawuara, M. 1998. Desarrollo a la producción de semilla de granos básicos, mejoramiento de variedad de sorgo. Reporte General de Asistencia Técnica. Managua Nicaragua. 56 p.

- Obando, R. y Morales, M. 2000. Evaluación de 12 híbridos experimentales del PCCMCA. *En: Informe Técnico Anual de las actividades del Programa de Sorgo. 2000. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. 124 p.*
- _____. 2000. Evaluación para rendimiento de grano en 15 variedades experimentales insensitivas al fotoperiodo. *En: Informe Técnico 2000 Programa de Sorgo. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 8-12.*
- Pineda, L., Obando R., y Morales, M. 1999. Ensayo de evaluación para rendimiento de grano de 6 líneas F₄ y 4 variedades grano blanco tortilleras. *En: Informe Técnico Anual 1999-2000. Programa Nacional de Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua Nicaragua. pp 175-176.*
- _____. 1994. Guía técnica cultivo del sorgo. Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria. Managua, Nicaragua. 17 p.
- _____. 1997a. La producción de sorgo granifero en Nicaragua y su manejo bajo condiciones de secano. Managua, Nicaragua. 52 p.
- _____. 1997b. Ensayo de 7 variedades blancas tortilleras. *En: Informe Técnico Anual 1997. Programa Nacional de Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 293-298.*
- _____. 1998. Ensayo de evaluación para rendimiento grano de siete variedades blancas. *En: Informe Técnico Anual de 1998-1999. Programa de Granos Básicos INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 343 346.*
- _____. 1999. El sorgo blanco un cultivo del futuro y un reto al problema alimentario de Nicaragua. Managua, Nicaragua. 5 p.
- Paul, C. 1990 Agronomía del sorgo. Instituto Internacional para la Investigación en Cultivos para Trópicos Semiáridos (ICRISAT), India. 301 p.
- Poehlman, J. 1990. Mejoramiento genético de las cosechas. Ediciones Ciencia y Técnica. México. 453 p.
- Quinby, R. y Schertz, K. 1975. Genética, fitogenetica y producción de semilla de sorgo híbrido. *En: Producción y usos del sorgo. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp 43-67.*
- Rivas, R. y Corrales J. 1998. Evaluación para rendimiento de grano de siete variedades de sorgo de endosperma blanco Télica. *En: Informe Técnico Anual 1998-1999. Programa de Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 354-356.*
- Rivas, R. 1997. Evaluación de 8 variedades blancas en la zonza. *En: Informe Técnico Anual. Programa Nacional de Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 301-305.*

X. ANEXOS

- _____. 1999. Evaluación de nueve variedades de sorgo blanco [*sorghum bicolor* (L) Moench] en el municipio de León. *En: Informe Técnico Anual 1999-2000. Programa Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 190-195.*
- _____. 1999. Validación de las variedades de sorgo blanco [*sorghum bicolor* (L) Moench] CNIA-726 y CNIA (905020x90502) en diferentes localidades de la zona de occidente. *En: Informe Técnico Anual 1999-200. Programa Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 201-211.*
- Ross, W. y Kramer, W. 1975. Genética de la altura de planta de sorgo. *En: producción y usos del Sorgo. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp 93-111.*
- Somarriva, C. 1997. Granos Básicos. Texto, Escuela de Producción Vegetal UNA. Managua, Nicaragua. 197 p.
- Tinareli, A. 1989. El arroz. Ediciones Mundi-Prensa. Castellón 37. Madrid, España. 205 p.
- Valdivia, R. 1997. Evaluación de 9 variedades blancas tortilleras en la Zona B-3. *En: Informe Técnico Anual. Programa Nacional de Granos Básicos. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua. pp 307-312.*

Anexo I

Esquema de selección de las generaciones F₅ de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) moench] de la cruza varietal Tortillero Precoz x Pinolero-1

F₁

Selección 80 familias con buenas características agronómicas y variabilidad genética (altura de planta de 150 cm a 170 cm, excursión y longitud de panoja de 10 y 30 cm.).



F₂

Selección 400 familias (formo un Compuesto Balanceado). Altura: 150-170 cm, excursión: 10 cm, longitud de 30 cm,



F₃

Siembra de compuesto balanceado recombinación, selección 400 familias.



F₄

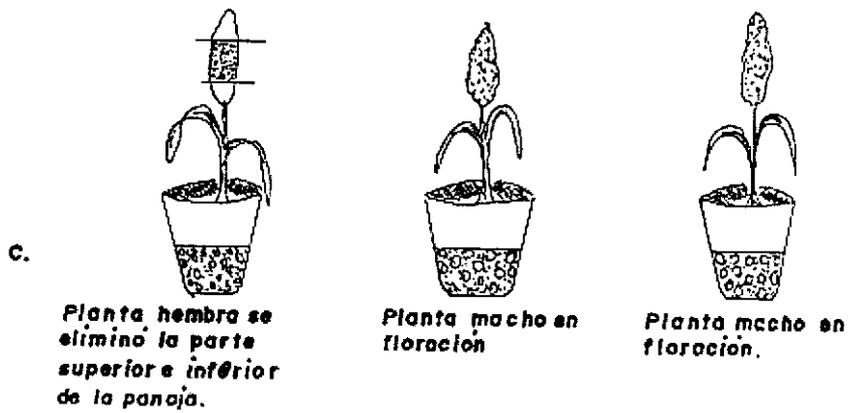
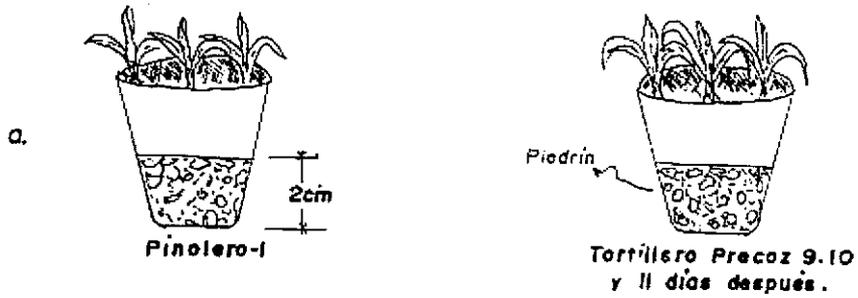
Siembra de 400 familias seleccionadas del compuesto balanceado, evaluación preliminar de rendimiento. Selección de la mejor fracción genética (40 familias).



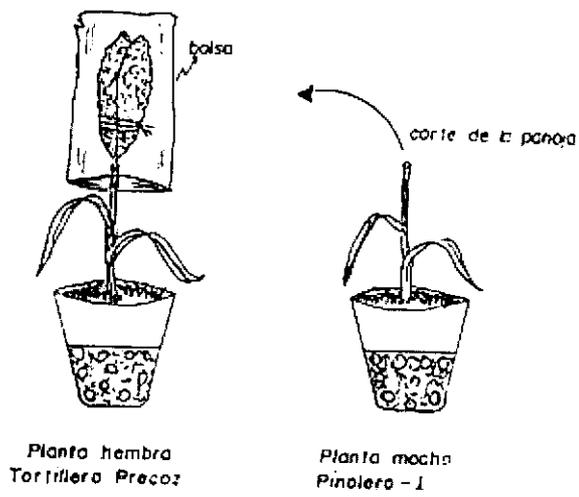
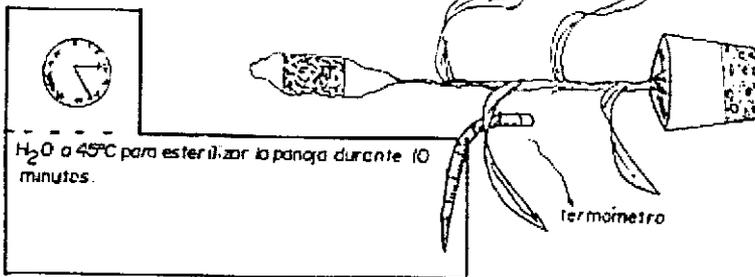
F₅

Siembra de 40 familias. Selección las mejores 18 familias promisorias.

Anexo 2
Esquema de cruzamientos



Panaja esterilizandose



Anexo 3

Características agronómicas evaluadas en diferentes ambientes de las variedades de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) moench] Pinolero-1 y Tortillero Precoz. Managua, Nicaragua. 2000.

CNIA/97/B	DF (días)	APII (cm)	LoPa (cm)	ExPa (cm)	EnFo	Rdto kg/ha
Pinolero-1	66	207	29	11	2.2	6236
Tortillero Precoz	54	156	23	12	2.9	5580
Leon/97/B						
Pinolero-1	-	168	25	10	-	2008
Tortillero Precoz	-	152	22	13	-	1234
Esteli/97/B						
Pinolero-1	63	157	19	18	3	1936
Tortillero Precoz	57	142	20	18	3	2812
Carazo/97/B						
Pinolero-1	70	117	-	-	-	1218
CNIA/98/B						
Pinolero-1	65	190	28	7	3	4043
Tortillero Precoz	55	158	26	8	4	3092
Carazo/98/B						
Pinolero-1	67	200	26	18	3	5452
Tortillero Precoz	54	147	27	5	4	3146
Esteli/98/B						
Pinolero-1	61	154	26	11	-	4897
Tortillero Precoz	56	151	22	11	-	3093

B: Época de postrera

Fuente: Informe técnico Anual 1997 y 1998. Programa Nacional de Granos Básicos INTA/CNIA. Managua, Nicaragua.

DF: Días a flor

APII: Altura de Planta

LoPa: Longitud de Panoja

ExPa: Exersión de Panoja

EnFo: Enfermedades Foliares

Rdto: Rendimiento de grano

Anexo 4

Familias de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) moench] seleccionadas de Pinolero-1xTortillero Precoz. INTA/CNIA. Managua, Nicaragua 1999

CNIA/99/R	DF (días)	AlPl (cm)	LoPa (cm)	ExPa (cm)	EnFo
VPL-1	60	165	30	16	2.0
VPL-2	59	170	32	12	1.5
VPL-3	58	153	29	13	2.0
VPL-4	65	158	28	11	2.0
VPL-5	66	159	24	15	2.0
VPL-6	65	165	29	9	1.5
VPL-7	65	170	29	7	2.0
VPL-8	64				
VPL-9	65	180	33	10	1.0
VPL-10	58	177	30	10	1.0
VPL-11	59	174	36	10	1.0
VPL-12	58	162	29	15	2.0
VPL-13	58	155	31	12	2.0
VPL-14	68	154	31	10	1.0
VPL-15	60	166	32	11	2.0
VPL-16	59	165	31	10	1.0
VPL-17	65	154	31	17	1.0
VPL-18	62	165	28	15	1.0

CNIA/99/R: Epoca de riego 1999

Fuente: Informe tecnico Anual 1999. Programa Nacional de Granos Basicos INTA/CNIA. Managua, Nicaragua.

DF: Días a flor

AlPl: Altura de Planta

LoPa: Longitud de Panoja

ExPa: Exersión de Panoja

EnFo: Enfermedades Foliares

Rdto: Rendimiento de grano

Anexo 5

Comportamiento de familias de sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) moench] seleccionadas de Pinolero-1xTortillero Precoz. INTA/CNIA Managua, Nicaragua. 1999

CNIA/99/B	DF (días)	AlPl (cm)	LoPa (cm)	ExPa (cm)	EnFo
VPL-1	62	155	30	7	3.5
VPL-2	67	175	32	5	2.5
VPL-3	59	155	24	5	2.0
VPL-4	67	165	29	6	2.0
VPL-5	67	165	29	6	2.0
VPL-6	67	166	27	5	2.0
VPL-7	69	175	25	5	2.5
VPL-8	70	200	33	5	2.5
VPL-9	70	200	33	5	2.5
VPL-10	70	200	33	5	2.5
VPL-11	70	200	33	5	2.5
VPL-12	67	175	32	5	2.5
VPL-13	66	175	32	8	2.5
VPL-14	67	175	32	5	2.5
VPL-15	67	165	29	6	2.0
VPL-16	65	192	30	8	2.5
VPL-17	68	166	30	2	4.0
VPL-18	66	181	28	10	2.5

CNIA/99/B

Fuente: Informe técnico Anual 1999. Programa Nacional de Granos Básicos INTA/CNIA. Managua, Nicaragua.

DF: Días a flor

AlPl: Altura de Planta

LoPa: Longitud de Panoja

ExPa: Exersión de Panoja

EnFo: Enfermedades Foliáres

Rdto: Rendimiento de grano