

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE
NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



MEJORAMIENTO INTEGRAL DE SORGO PARA GRANO
(Sorghum vulgare Pers.)
PARA LA REGION DE TAMAULIPAS

EXAMEN PRACTICO
QUE COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA LA PASANTE
MARTHA IRMA ELIZONDO LEAL

MONTERREY, N. L.

ENERO DE 1979



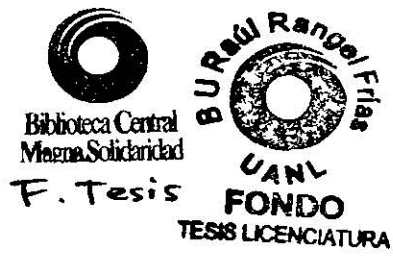
Q334

T
SB235
E45
C.1



1080061741

T
SB 235
E45



CONTENIDO

Página

ASPECTOS GENERALES DEL SORGO.....	1
Clasificación Taxonómica	1
Características Botánicas	1
Morfología de la Planta	2
Raíz	2
Tallo	2
Hojas.....	2
Flores	3
Grano	3
Origen Geográfico	3
Origen Citogenético	4
Importancia Económica Nacional	4
Importancia Económica en Tamaulipas	15
Antecedentes del cultivo en la región	15
Prácticas Culturales en Tamaulipas	16
Barbecho	16
Rastreo.....	16
Nivelación	16
Método de siembra	16
Fechas de siembra	18
Densidades de siembra	18

Variedades	18
Fertilización nitrogenada.....	22
Fertilización fosfatada	23
Corrección de deficiencias de fierro	23
Riegos	25
Control de la mosquita del sorgo	26
Control del gusano cogollero	29
Control del pulgón del cogollo	30
Carbón cubierto	31
Carbón desnudo	32
Cosecha	34
 METODOS DE MEJORAMIENTO EN PLANTAS AUTO- GAMAS	 35
Introducción	36
Selección	37
Selección natural	37
Selección artificial	37
Selección Masal	38
Selección Individual	40
Selección Familiar	40
Método Genealógico	41
Método Masivo ó Poblacional	43
Método de Retrocruza	43

Formación de Variedades Híbridas	44
MEJORA DEL SORGO POR OBJETIVOS	47
Rendimiento de Grano	47
Componente de rendimiento	47
Panoja abierta	48
Posición vertical de la hoja	48
Porte bajo de la planta	49
Ciclo vegetativo intermedio a tardío	49
Excursión larga	49
Resistencia a Sequía	49
Tolerancia al calor	50
Tolerancia a las heladas	51
Uso de antitranspirantes	52
Acido absícico	52
Relación raíz-follaje	53
Afinación de los estudios de resistencia a sequía	53
Importancia de la "Mosquita del Sorgo"	54
Estudios de mejoramiento sobre la mosquita del sorgo.	54
Los mecanismos de resistencia	56
DESARROLLO DEL METODO DE MEJORAMIENTO POR OBJETIVOS	59,
Materiales	59
Criterios de Selección	59
Método	60

Bibliografía	64
--------------------	----

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO No.		PAGINA
1	Evolución de la superficie cultivada. Producción y rendimiento de sorgo para grano.....	5
2	Estados productores en el ciclo Primavera-Verano 1977	7
3	Tasa promedio de crecimiento de la demanda anual de granos básicos en México (últimos - cinco años)	8
4	Utilización de insumos	10
5	Intervención de Conasupo en el mercado Nacional del Sorgo 1966.- 1972.....	11
6	Balanza Nacional para los ciclos 1972-1973, 1976-1977	12
7	Superficie sembrada, superficie cosechada y producción en el Estado de Tamaulipas	17
8	Fuentes de nitrógeno y época de aplicación - en las siembras de sorgo de ciclo temprano.	24
FIGURA No.		PAGINA
1	Método de hibridación y selección por Pedigree.....	65
2	Esquema de retrocruza usando "A" como recurrente y "B" como donador de r (recesivo)	66
3	Esquema de retrocruza usando "A" como recurrente y "B" como donador de "R" (dominante)	67
4	Sistema Californiano de Retrocruza	68
5	Esquema de Selección Masal	69

ASPECTOS GENERALES SOBRE EL CULTIVO DEL SORGO

(Sorghum vulgare Pers.)

Clasificación Taxonómica

Reyno	Vegetal
División	Tracheophyta
Subdivisión	Pteropsidae
Clase	Angiospermae
Subclase	Monocotyledonae
Grupo	Glumiflora
Orden	Graminales
Familia	Graminae
Subfamilia	Panicoideas
Tribu	Andropogoneas
Género	Sorghum
Especie	vulgare

Características Botánicas

El sorgo es una especie vegetal con hábito de crecimiento anual, su ciclo vegetativo tiene un rango muy amplio según las variedades y las regiones ecológicas en general, las variedades de mayor rendimiento son las de -- 120 a 140 días.

Morfología de la Planta.

Raíz.- El sistema radicular permanente del sorgo que emerge del primer nudo del coleoptilo y de otros foliares que se hayan por encima de éste, está formado por raíces adventicias, las cuales forman numerosas raicillas laterales contribuyendo ésto último a su gran resistencia a la sequía.

Tallo.- Los tallos son cilíndricos, erectos y formados por nudos (de los cuáles emergen las hojas) y los entrenudos, los cuáles determinan la altura de la planta en base a la cantidad y longitud. Estos últimos se encuentran cubiertos por una capa de cera en la parte expuesta pudiendo ser éste otro factor que lo hace resistente a la sequía. La altura del tallo varía de 0.6m. a 4.5m. Cada nudo está provisto de una yema lateral. En algunas de las variedades algunas de las yemas laterales en nudos inferiores se desarrollan para formar macollos, éste factor es deseable. Por lo contrario el desarrollo de yemas laterales en nudos superiores es indeseable por haber desuniformidad en cuanto a maduración entre el grano de la panoja de los ejes principales y el grano de las panojas de los ejes laterales.

Hojas.- Las hojas, siendo éstas alargadas emergen de los nudos se encuentran dispuestas alternamente a los lados del tallo y están formadas por dos partes principales; la vaina y el limbo o lámina. En la unión de ambas está el collar compuesto por dos partes; la lígula y el lóbulo. Las vainas son largas y en las variedades enanas se encuentran superpuestas. La longitud del limbo oscila entre 1.0m. y el ancho entre 1.9 cm. y 63.5 cm.

Flores.- La inflorescencia del sorgo es una panícula, ésta puede ser compacta o abierta. La panoja, está formada por un eje central y éste a su vez, por nudos y entrenudos. Las ramificaciones o ejes laterales aparecen en los nudos. Los ejes laterales se ramifican varias veces hasta dar ramificaciones de tercer orden. Estas dan una o varias espiguillas en las que se encuentran las semillas.

La espiguilla es la unidad de la inflorescencia. Estas pueden ser de dos tipos: sésiles o pediceladas. Las pediceladas generalmente son estériles y las sésiles fértiles. Las cuales contienen las partes funcionales masculinas y femeninas.

El androceo y gineceo se encuentran cubiertas por las glumas dependiendo de la longitud y ancho de éstas y del grano.

Grano.- En cuanto a tamaño del grano puede ser pequeño (8-10 mg.) medianos (12-24mg.) y grandes de (25-35mg). Dependiendo de las variedades, la forma puede ser ovoide, elipsoide ó esférica. El endosperma puede ser blando ó farináceo, duro y muy córneo, ceroso o azucarado. Su color puede ser blanco o amarillo. La pigmentación del pericarpio varía entre blanco, amarillo, rosa salmón y rojo.

Origen Geográfico

Los sorgos se consideran nativos de Africa y Asia, ya que aquí se encontró la mayor diversidad de especies.

El sorgo se conoció en India en tiempos prehistóricos. Parece que el Sorgo llegó de China hasta el siglo XIII, al hemisferio

Occidental hasta el siglo XVIII y, a Estados Unidos la mitad del último siglo.

Origen Citogenético.

Algunas de las especies que se encontraron en África, se citan a continuación con su respectivo número cromosómico.

<u>Sorghum Vulgare</u>	$-2n = 20$
<u>Sorghum versicolor</u>	$-2n = 10$
<u>Sorghum vulgare</u> (Var. sudanese)	$-2n = 20$
<u>Sorghum halapense</u>	$-2n = 40$
<u>Sorghum alnum</u>	$-2n = 40$

Estrechamente relacionado con los sorgos cultivados, se encuentra un número de sorgos silvestres, los de la serie Spontemea tienen $n = 10$ y son considerados por Snowden como los ancestros de las variedades cultivadas.

Importancia Económica Nacional.

Superficie sembrada, rendimiento y producción.

Si tomamos en cuenta que en 1960 se sembraron 38,344 ha con una producción de 65,896 Ton y en 1975 1'117,000 ha con una producción de 2'520,000 Ton. Vemos que la superficie dedicada al cultivo de éste grano, ha crecido en forma por demás acelerada (Cuadro I). Igualmente la producción por hectárea ha crecido, aunque no al ritmo que lo ha hecho la superficie, en los últimos años el incremento en la producción se debe en un 60% al aumento en los rendimientos unitarios.

CUADRO I.- EVOLUCION DE LA SUPERFICIE CULTIVADA, PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE SORGO PARA GRANO.

AÑO	SUPERFICIE (ha)	PRODUCCION (Ton)	RENDIMIENTO (Kg/Ha)
1960+	38,344	65,896	1,764
1965	314,373	746,993	2,376
1969	900,000	2'400,000	2,666
1975	1'117,000	3'520,000	3,151

+. - Censo Agrícola, Ganadero y Ejidal, 1960

Los datos de los otros años tienen por fuente a la Dirección de Economía Agrícola, SAG.

Estos aumentos (28% promedio anual), en la superficie cultivada hicieron que la producción se incrementara rápidamente, sobre todo en los años 1961 a 1968, período en el cual la producción creció al 32% media anual.

Sin embargo, en el ciclo primavera-verano 1977 se tuvo una producción de 2'980,000 Ton., con una superficie sembrada de 986,000 ha. Lo anterior quiere decir que en este ciclo hubo una disminución en la producción de un 15.35% y una disminución en la superficie sembrada de un 11.73% en relación a 1975.

La superficie sembrada y producción para los principales estados productores se encuentra en el cuadro 2 .

La demanda de grano de sorgo proviene fundamentalmente de la industria de alimentos balanceados la que utiliza el sorgo en la fabricación de concentrados para consumo de aves y cerdos principalmente. Los concentrados tienen un alto contenido de grano; en el caso del alimento para aves es de 58%, en el alimento para cerdos es de 70%. En éste aspecto, el sorgo cubre más del 80% de las necesidades de grano.

Para darse una idea de la importancia que ha adquirido éste cultivo en los últimos años, en el Cuadro 3 se hace referencia de la tasa promedio de crecimiento de la demanda anual de granos básicos en México.

El sorgo puede tener otros usos industriales como son la obtención de almidones y maltosas que se utilizan en la elaboración de cerveza y alcohol . La cera de la cubierta del grano

CUADRO 2.- ESTADOS PRODUCTORES EN EL CICLO PRIMAVERA-
VERANO 1977

ESTADO	SUPERFICIE (has)	PRODUCCION (Tons)
Guarajuato	354,118	1'112,959
Jalisco	242,350	823,281
Michoacán	109,172	329,367
Nuevo León	45,856	134,867
Sinaloa	71,366	109,740
Chihuahua	22,747	85,301
Querétaro	10,661	67,377
Morelos	22,221	67,213;
Tamaulipas	42,838	57,189

Fuente: Informe Anual del Banco de México 1977

CUADRO 3 .- TASA PROMEDIO DE CRECIMIENTO DE LA DEMANDA
ANUAL DE GRANOS BASICOS EN MEXICO(ULTIMOS -
CINCO AÑOS.)

CONCEPTO	TASA (%)	TONELADAS
MAIZ	3.0	276000
TRIGO	4.6	108000
FRIJOL	3.1	27000
ARROZ	4.2	11000
SORGO	11.2	273000

Fuente: Comisión Coordinadora del Sector Agropecuario (Citado en
Agrosíntesis, Vol 6 No. 5 1975)

se utiliza en la fabricación de muebles, betún de zapatos, aislantes eléctricos y otros productos.

Otra fuente de demanda podría ser la utilización del sorgo como alimento para el hombre. Sin embargo, en México es casi nula la utilización del grano para éste fin, quizás debido en parte a la tradición del maíz y por otro lado, en que el grano contiene pigmentos que dan color y sabor indeseables a los productos obtenidos a partir de él. (Aunque haya variedades de grano blanco con los que elaboran tortillas muy semejantes a las de maíz, algunas pruebas fueron hechas en éste sentido en el CIAB, hace algunos años.

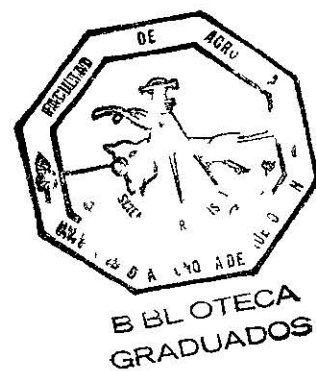
Otro indicador de la importancia del cultivo en cuestión es la utilización de insumos. Según datos de la Dirección General de Economía Agrícola, en el 65% de la superficie sembrada con sorgo se utiliza crédito en el 100% se utiliza maquinaria y en el 87% se fertiliza (Cuadro 4). La producción del sorgo en 1966 fué principalmente controlada por la Conasupo, sin embargo, respetándose en precios de garantía éste control ha ido pasando a particulares y disminuyendo la participación de Conasupo, tal como se vé en el Cuadro 5 .

Esta rápida panorámica sobre el cultivo del sorgo nos permite darnos cuenta de su importancia económica y de sus perspectivas dentro de la estructura de la producción agrícola del país. Además como se puede apreciar en el Cuadro 6, la balanza comercial es deficitaria para éste -

CUADRO 4 .- UTILIZACION DE INSUMOS (1974-74 PRIMAVERA-VERANO)

	MAIZ ha	%	SORGO ha	%	FRIJOL ha	%
Cultivada (encuesta)	7'669,900		905,300		1'647,800	
Fertilizo	4'963,400	53	783,900	86.3	315,700	19.1
No Fertilizo	3'606,000	47	125,400	13.5	1'332,600	80.9
Con crédito	1'867,100	24.3	585,000	64.6	368,200	22.3
Con Semilla Criolla	5'772,100	75.2	-----	-----	-----	-----

Fuente: Dirección de Economía Agrícola, SAG.



CUADRO 5.- INTERVENCION DE CONASUPO EN EL MERCADO NACIONAL DEL SORGO, 1966- 1972

AÑOS	PRODUCCION NACIONAL (1)	COMPRAS CONASUPO (2)	% (2) / (1)
1966	1'411,000	211,302	15.0
1967	1'166,620	406,852	34.9
1968	2'132,600	274,209	12.9
1969	2'455,928	101,319	4.1
1970	2'747,211	188,692	6.9
1971	2'592,778	-----	-----
1972	2'440,772 p/ -	48,637 1/	2.3

Fuente: Dirección General de Economía Agrícola, SAG.

Departamento de Contabilidad, CONASUPO.

p/ preliminar

1/ Dato sujeto a rectificación .

CUADRO 6.- BALANCE NACIONAL PARA LOS CICLOS 1972/73

1976- 77

Ciclo	Exportaciones	Importaciones	Balanza Comercial
		(Miles de Tons)	(Miles de Tons)
72-73	-----	122	-122
73-74	-----	215	-215
74-75	-----	876	-876
75-76	-----	309	-309

Fuente : Dirección General de Economía Agrícola , SAG.

cultivo, por lo que se hace necesario extender la superficie dedicada a éste grano.

Cabe aclarar que la totalidad del hectareaje cultivado con sorgo en la actualidad, se encuentra en alturas menores de 1800 msnm. En lugares con alturas superiores a los 1,800 msnm, los sorgos cultivados actualmente en forma comercial no producen grano.

Sin embargo, con la introducción en 1960 de 3 variedades de sorgo: Magune, Nyundo y Mabere, procedentes de los valles altos de Etiopía, se inician en México los programas de mejoramiento genético de sorgo para valles altos. Ya para 1974 el INIA había logrado formar 10 variedades de sorgo que han producido grano hasta en los 2,400 msnm.

El cultivo del sorgo en valles Altos está siendo contemplado como un sustituto ventajoso del maíz, incluso de la cebada que es utilizada en la meseta central como alimento para el ganado.

Se tienen aproximadamente 1'500,000 de ha en Valles altos distribuidos en Tlaxcala, Puebla, Hidalgo, Sierra de Oaxaca, Sierra de Chihuahua y algunas partes de la meseta Tarasca, Zacatecas y Durango, lugares en donde la precipitación pluvial es escasa y su distribución durante el año, no es de ninguna manera uniforme, por lo que los rendimientos de maíz, (cultivo principal), y los de cebada son raquíticos. En estas condiciones teóricamente el cultivo del sorgo puede sustituir con ventaja al maíz ya que debido a su ciclo más cor

to sus máximas necesidades de agua, coinciden con la época de mayores precipitaciones pluviales y al desarrollar un amplio y profundo sistema radical aprovecha mejor la escasa - precipitación, de aquí que las fluctuaciones en el rendimiento a través de los años sean menos pronunciadas que en el caso del maíz.

Conviene, sin embargo, no olvidar el contexto social en - que se dá el cultivo del maíz, sobre todo el de temporal, se requiere tener éxito en la sustitución de éste cultivo. De otra manera es casi seguro que dicho intento termine en un - rotundo fracaso como cuando se pretendió sustituir con ventaja al maíz por girasol. Es importante recordar, entre otras cosas, que el maíz es parte vital de nuestra cultura, que sirve de alimento tanto al hombre como a sus animales, que no ocupa maquinaria (los sorgos están seleccionados para cosecharse mecánicamente y la tradición de cosecharlos a mano - es mínima en México, en algunas partes de Guanajuato se - cosecha y trilla a mano, sobre todo en superficies pequeñas)., que es resistente a plagas y enfermedades y que no tiene problema de mercadeo .

En lo que respecta a la cebada hay que tener presente que - las heladas y el granizo le causan menos daño que al cultivo del sorgo y que una vez que el temporal se atrasa no queda más alternativa que sembrarla.

En éste sentido cabe señalar que las heladas tempranas en - 1974 y 1975 dañaron totalmente, al menos en ésta área, los cultivos de sorgo temporalero sembrados con fines experi -

mentales.

En relación con todo lo anterior, algunos estudios de la problemática rural señalan que " los intentos hechos para mejorar la situación de los granjeros que producían a nivel de subsistencia, introduciendo sin discriminación cultivos comerciales, han resultado frecuentemente en la sustitución de la " vida de subsistencia " por la " producción de subsistencia" . En algunas partes de América Latina, por ejemplo, los campesinos que producen cultivos comerciales ganarán tan poco que las 3/4 partes, o más de sus ingresos los gastan en alimentos. En realidad, su existencia es más precaria todavía, que la de los granjeros de subsistencia tradicionales, puesto que a los caprichos de la naturaleza se agrega el riesgo de fluctuaciones en el mercado" , además de la preocupación y trabajo adicionales en el proceso de comercialización .

Importancia Económica en Tamaulipas

Antecedentes del cultivo en la región .

En México el cultivo del sorgo empezó a adquirir importancia aproximadamente en 1958 en la zona Norte de Tamaulipas (Río-Bravo), al iniciarse el desplazamiento del cultivo del algodón y de ahí se ha extendido prácticamente a todos los estados del país.

Cuando se inició el cultivo de sorgo para grano en Tamaulipas éste era uno de los principales estados productores, teniendo que en el ciclo primavera-verano 1977 éste estado ocupa el 6° lugar en superficie sembrada y el 9° lugar en producción,

lo cual quiere decir que el rendimiento promedio por unidad de superficie es bastante bajo en la región (1.33 Ton /ha)

La tendencia del cultivo del sorgo en Tamaulipas es a disminuir la superficie sembrada tal como se aprecia en el -

Cuadro 7

Prácticas Culturales en Tamaulipas

Barbecho.-

Se recomienda para la región de Tamaulipas, barbechar a una profundidad de 20 a 30 cm., con ésta labor se incorporan al suelo los residuos de cosecha al ser incorporados al suelo. Igualmente esta práctica permitirá destruir las plagas del suelo, así como aflojar la capa arable, lo que facilitará el desarrollo radicular y la penetración del aire y del agua.

Cuando el barbecho se hace en suelo seco, en la que no hay buena penetración del arado, se sugiere efectuar también una cruz.

Rastreo.-

Deben darse de 1 a 2 pasos de rastra hasta lograr romper y demenuzar los terrenos para favorecer la germinación de la semilla.

Nivelación .

Nivele el terreno para lograr una mejor distribución del agua de riego y de lluvia y evitar encharcamientos.;

Método de siembra :

La siembra debe hacerse en "Tierra venida", depositando la semilla en el fondo del surco a una profundidad de 5 a 7 cm.

CUADRO 7 .- SUPERFICIE SEMBRADA, SUPERFICIE COSECHADA,
Y PRODUCCION EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS.

Ciclo	Superficie sembrada (Has)	Superficie Cose chada . (Has)	Producción (Tons)
Prim-Ver 1970	80,000	80,000	100,000
Prim-Ver 1974	18,100	18,000	17,300
Prim-Ver 1975	62,100	34,000	79,900
Prim-Ver 1977	42,838	42,838	57,189

Fuente : Dirección General de Economía Agrícola, SAG.

con una separación entre surcos de 75 cm.

Se ha experimentado y obtenido magníficos resultados con el sistema de siembra a 3 hileras en cama melonera .

Fechas de Siembra.

Existen 2 fechas de siembra para la región de Tamaulipas :

Ciclo temprano .- 1º Febrero - 31 Marzo

Ciclo Tardío .- Durante Agosto.

Se recomienda hacer fechas de siembra en el ciclo temprano ya que experimentos realizados en la región de Río Bravo Tamaulipas concluyen en que los rendimientos se reducen considerablemente sembrando en ciclo tardío a causa de infestaciones de la mosca del sorgo .

Densidades de siembra.-

El número de plantas óptimo para ésta región, es de 250,000 plantas/ha.

Para fijar una densidad de siembra se debe tomar en cuenta - el factor humedad en el cual vaya a desarrollarse el cultivo.

En siembras de riego use de 10 a 12 Kg./ha de semilla de - buena germinación y en siembras de temporal de 8 a 10 Kg.

Variedades.-

Para siembras tempranas y con buena disponibilidad de agua se recomiendan sorgos tardíos o intermedios y para fechas - retrasadas , con limitada cantidad de agua , sorgos precoces .

A continuación se menciona una lista de sorgos recomendados para la región de Tamaulipas con sus respectivas características.

INIA Purépecha (SHE-1931). Es un híbrido de ciclo tardío que llega a medir hasta 1.75 metros. Su excursión es muy buena, de panojas semiabiertas, el color del grano es amarillo ambar. En el ciclo temprano tiene 66 días a floración y de 105 a 120 días a la cosecha. En el ciclo tardío tiene 57 días a floración y 95 días a la cosecha.

INIA Chichimeca (SHE-1699). Se comporta como tardío en el ciclo temprano y como intermedio en el ciclo tardío. Su altura promedio es de 1.60 metros. Su excursión es buena, con panojas semiabiertas y grano rojo anaranjado. En el ciclo temprano tiene un promedio de 64 días a floración y de 105 a 120 días a la cosecha. Durante el ciclo tardío tiene en promedio 55 días a floración y 95 días a la cosecha.

INIA Olmeca (SHE-1787). Se considera como híbrido tardío y tiene una altura media de 1.64 metros; de excursión buena, panojas semiabiertas y grano rojo pálido. Durante el ciclo temprano tiene 66 días a floración y de 105 a 120 días a la cosecha. En el ciclo tardío tiene 56 días a floración y se cosecha a los 95 días.

INIA Tepehua (SHE-1017). Se clasifica como tardío en el ciclo temprano y como intermedio para el ciclo tardío. Tiene una altura promedio de 1.75 metros y su excursión es buena, con panojas semiabiertas y grano rojo anaranjado. Para el ciclo temprano tiene 65 días a floración y de 103 a 120 días a la cosecha. Durante el ciclo tardío tiene 56 días a floración y 95 días a la cosecha.

Asgrow Jumbo C. Híbrido tardío, tiene en promedio 1.35 metros de altura, su excursión es regular, de panojas semiabiertas y grano rojo anaranjado. Florece a los 64 días y se cosecha de los 115 a 125 días.

Dekalb C - 48 A. Es un sorgo de comportamiento tardío con una altura promedio de 1.40 metros: su excursión es regular, de panojas semiabiertas y grano rojo - anaranjado. En promedio tiene 65 días a floración y de 115 a 125 días a la cosecha.

NK - 227. Híbrido de comportamiento intermedio, tiene una altura promedio de 1.30 metros, excursión regular, panojas semicompactas y grano rojo anaranjado. Florece a los 60 días de la fecha de siembra y se cosecha a los 110 a 120 días.

NK - Savanna. Híbrido con cierta tolerancia al daño de pájaros. Se considera como el más precoz o de ciclo corto dentro de los híbridos recomendados para la región central de Tamaulipas. Las plantas tienen una altura promedio de 1.25 metros, con panojas muy abiertas y grano color café. Tarda 55 días a floración y de 95 a 105 días a la cosecha.

Dekalb DD- 50. Este es un híbrido precoz en los dos ciclos de siembra. Su altura media es de 1.25 metros, su excursión es buena, sus panojas semiabiertas y grano rojo anaranjado. La floración se presenta durante el ciclo temprano, a los 57 días, y se cosecha de los 105 a los 115 días. En el ciclo tardío florece a los 53 días, y se cosecha de los 90 días a 95 días.

Cobesa ACCO - R - 109. Híbrido clasificado para el ciclo temprano como intermedio, y para el ciclo tardío como precoz. Es de porte ba-

jo ya que su altura media es de 1.20 metros. Su excursión es regular-
panoja semiabierta y grano rojo pálido. Durante el ciclo temprano tie-
ne 60 días a floración y de 115 a 125 días a la cosecha. Durante el ciclo
tardío tiene 53 días a floración y 100 días a la cosecha.

WAC - 692. Sorgo que se recomienda como intermedio en el ciclo de -
tardío. Es de porte bajo, con una altura promedio de 1.20 metros. Su
excursión es buena, sus panojas son semiabiertas y el color del grano -
es rojo anaranjado. En el ciclo temprano tiene 59 días a la floración y-
tarda de 112 a 120 días a la cosecha. Durante el ciclo tardío florece a-
los 53 días de la siembra y se cosecha a los 100 días.

Excel - 733. Sorgo que se comporta como intermedio en el ciclo tem,-
prano y como precoz en el tardío. Tiene una altura media de 1.25 me-
tros, excursión buena, panoja abierta y grano anaranjado. En el ciclo-
temprano florece a los 58 días y se cosecha de los 112 a los 120 días. -
Durante el ciclo tardío tiene 53 días a la floración y 105 a la cosecha. -
Oro. Es de ciclo intermedio en los dos ciclos de siembra. Tiene una --
altura de 1.25 metros, excursión buena, panojas abiertas y color del --
grano rojo anaranjado. Durante el ciclo temprano florece a los 59 días-
y se cosecha a los 110 días. Durante el ciclo tardío florece a los 55 -
días y se cosecha a los 105 días.

INIA Otomí (SHE - 2319). Es un híbrido recomendado para los 2 ciclos.
De porte bajo y comportamiento precoz. La altura media de la planta es
de 1.20 metros; excursión buena, panojas semi- compactas y grano ro -
jo anaranjado. En el ciclo temprano se presenta su floración a los 56 --
días y se cosecha de los 105 a los 115 días. En el ciclo tardío florece a-
los 52 días y se cosecha a los 95 días.

INIA Náhuatl (SHE-609). Híbrido precoz para los dos ciclos de siembra. Su altura es en promedio de 1.60 metros, Excursión buena, panojas semiabiertas y grano rojo anaranjado. En el ciclo temprano florece a los 58 días y se cosecha de los 110 a los 120 días. En el ciclo tardío florece a los 52 días y se cosecha a los 100 días.

NK - 265. Es un Híbrido de comportamiento tardío en el ciclo temprano e intermedio en el ciclo tardío. Mide aproximadamente 1.35 metros; su excursión es buena, de panojas semicompactas y grano rojo anaranjado. Durante el ciclo temprano florece a los 62 días y se cosecha de los 107 a los 117 días. En el ciclo tardío tiene 55 días a floración y 100 días a la cosecha.

Fertilización nitrogenada.

La cantidad de nitrógeno que se debe aplicar a un suelo para elevar los rendimientos de grano de sorgo, depende del grado de productividad de cada terreno y tiene relación con la secuencia de cultivos anteriores y las prácticas de manejo a que se haya sometido.

Se recomiendan las cantidades siguientes para éstos tipos de suelos.

Suelos arcillosos	60 Kg./ha. de N.
Suelos de migajón	80 Kg./ha. de N.
Suelos arenosos	100 Kg./ha. de N.

Si el terreno estuvo sembrado de tardío con maíz o sorgo aumente las dosis anteriores a 20 Kg./ha. de N.

Para lograr un buen aprovechamiento del fertilizante nitrogenado por las plantas de sorgo, es de gran importancia la época en que se haga la aplicación.

De acuerdo con los resultados obtenidos en los experimentos de fuente y época de aplicación del fertilizante nitrogenado, tal como se muestran en el cuadro 8. El fertilizante nitrogenado puede aplicarse desde 90 días antes de la siembra hasta 20 días después de nacidas las plantas, sin que ocurra una diferencia significativa en la eficiencia de aprovechamiento del nitrógeno aplicado.

Como puede observarse en el cuadro anterior la diferencia en rendimientos es de 100 Kg./ha. entre los tratamientos, lo cual quiere decir que no hay respuesta significativa en el rendimiento en base a la fecha de aplicación para ésta región.

En suelos arenosos, con el objeto de evitar pérdidas de nitrógeno por lixiviación, es conveniente dividir la aplicación de amoníaco en dos partes, debiéndose aplicar la mitad antes del riego de asiento y la otra mitad antes del primer riego de auxilio.

Fertilización fosfatada.

Por medio de experimentos se ha determinado que en las zonas donde existen deficiencias de éste elemento, se pueden corregir con 40 Kg./ha.

En zonas en las que éste elemento se encuentre en forma suficiente no se han reportado bajos rendimientos (siendo los de la región de 4 Tons./ha. Sin embargo con la aplicación de fósforo si se obtienen rendimientos mayores a la cantidad citada.

Corrección de deficiencias de fierro

La deficiencia de fierro se presenta con frecuencia en lomeríos arenosos y en suelos altos con carbonato de Ca soluble, ésta se presenta en forma de clorosis y el procedimiento mas recomendable para corregir ésta de

CUADRO 8.- FUENTES DE NITROGENO Y EPOCA DE APLICACION EN LAS SIEMBRAS DE SORGO DE CICLO TEMPRANO. (DATOS OBTENIDOS EN TERRENOS DEL CAMPO - - AGRICOLA EXPERIMENTAL DE RIO BRAVO, TAMAULIPAS).

Fuente*	Días antes de la siembra.	Días después de nacidas las puntas.	Humedad aprovechable en el suelo al injectarse - el amoníaco.	Rendimiento en grano - - ton/ha.
Amoniaco Anhidro	90	---	43	4.7
Amoniaco Anhidro	60	---	30	4.8
Amoniaco Anhidro	30	---	18	4.7
Amoniaco Anhidro	0	---	60	4.7
Amoniaco Anhidro	-	10	32	4.7
Amoniaco Anhidro	-	20	30	4.8
Nitrato de Amonio	--	20	--	4.7
Urea	0	--	--	4.8
Urea	--	20	--	4.7
Sin fertilizar	--	--	--	3.3

*.- Se usaron 60 kg. de nitrógeno por hectárea en cada fuente.

deficiencia es por medio de aspersiones foliares de sulfato ferroso al 3% la cual se prepara de la siguiente manera:

Materiales	Cantidades
Sulfato ferroso	8 Kg.
Adhesivo (Detergente)	20 g.
Agua (de canal)	200 lt.

Es importante que las aspersiones se hagan antes de los 45 días de nacidas las plantas, por ser ésta la época de mayor absorción de nutrientes minerales del suelo, indispensables para que las plantas puedan rendir buenas cosechas.

Riegos.

Se recomienda el siguiente calendario de riegos o su equivalente en lluvias

Riegos	Epoca de aplicación	Lámina (cm.)
Presiembra	15 a 20 días antes de la siembra	15
Primer auxilio	35 a 40 días después de nacidas las plantas	10
Segundo auxilio	20 a 25 días después del primero.	10

Los períodos mas críticos de la planta son al inicio de la floración y durante la formación del grano, que coincide con el segundo riego de auxilio. -- Cualquier deficiencia de humedad en éste estado ocasionará una considerable disminución en el rendimiento .

La aplicación de un tercer riego de auxilio, cuando las plantas se aproximan

a la etapa de grano macizo, no produce ningún aumento significativo en el rendimiento.

Cuando sólo se dispone de un total de 2 riegos en el ciclo agrícola del sorgo, éstos deben aplicarse en la forma siguiente:

El de presembrado, a los 15 o 25 días antes de la siembra con una lámina de 15 cm.,

El de auxilio, antes del inicio de la floración de las plantas con una lámina de 12 cm. En estas condiciones de humedad los rendimientos pueden bajar en un 20% en comparación con la aplicación de dos riegos de auxilio recomendados.

Control de la mosquita del sorgo. Contarinia sorghicola (Coquillett), -

Este insecto es considerado como la plaga mas importante del sorgo en esta región; suele presentarse todos los años, observándose con mayor intensidad en siembras tardías.

El adulto es una mosquita de 2 ml. de largo y de cuerpo anaranjado con cabeza obscura. Tiene un día de vida, oviposita de 50 a 100 huevecillos, se le encuentra en las panojas en floración, tiene hábitos gregarios y su ciclo de vida bajo las condiciones climáticas de esta región varía de 12 a 19 días, emergiendo la mayor parte de adultos entre los 14 y los 16 días. Los huevecillos son depositados en las brácteas florales, y para observarlos es necesario abrir las espiguillas; son de forma cilíndrica - incoloros o cristalinos, con pequeñas manchas anaranjadas en el centro. La cantidad de huevecillos por espiguilla es variable y en las primeras infestaciones pueden encontrarse individualmente colocados en las glumas

o en la lema; a fines de temporada es común encontrar 15 o mas huevecillos distribuidos en la espiguilla, en mayor número de las glumas. Los muestreos deben iniciarse al empezar a salir las panojas y es conveniente llevarlos a cabo en las mañanas. Para lo anterior se pueden usar bolsas de polietileno cubriendo y sacudiendo las espigas para detectar su presencia; también puede utilizarse red entomológica aunque tiene el inconveniente que el radar junto con las mosquitas se colectan numerosas partes florales, confundiéndose unas con otras. También se observa directamente en las flores recién abiertas, que es donde oviposita el adulto; es necesario proteger el cultivo durante todo el período de floración. Se sugiere hacer las aplicaciones cuando el 50 % de las panojas han emergido y se detecte la plaga.

Para evitar el incremento de la población de mosquita se sugieren las medidas siguientes:

- 1.- Usar variedades de floración uniforme.
- 2.- Sembrar en la fecha recomendada para que la floración del cultivo se lleve a cabo cuando la temperatura no sea muy favorable para el desarrollo de la plaga.
- 3.- Sembrar al principio las variedades de ciclo largo y al final las precoces con el fin de tener floraciones en fechas aproximadas y evitar al máximo el incremento de poblaciones que emigrarían a las siembras tardías.
- 4.- Destruir las plantas hospederas donde inverna la plaga, principalmente el zacate Johnson y las socas de sorgo.

5.- Buena preparación del terreno, fertilización homogénea y riegos oportunos.

Los materiales y las dosis por hectárea efectivos contra la mosquita del sorgo son:

Diazinón	25%	1.0 lt.
Gusatión etílico	50%	0.75 lt.
Sevín	80%	1.5 kg.
Lorsban	48 %	0.5 lt.
Zolone	35%	1.0 lt.

Control del Gusano Cogollero. Spodoptera frugiperda J.E. Smith. (Lepidoptera: Noctuidae). El gusano cogollero se presenta en el sorgo desde que la planta está pequeña, llegando inclusive hasta cuando empieza a "puntear".

El adulto es una palomilla de aproximadamente 3 cm. con las alas extendidas; es de color café-grisáceo y se le localiza en el follaje y/o en las grietas del suelo. Las hembras ponen sus huevecillos - en el envés de las hojas en grupos de 50 a 100, las cuales se encuentran cubiertos con escamas que se desprenden del cuerpo del insecto.

Las larvas pasan por seis estados lavarios y alcanzan unos 3.5 cm. de longitud; las larvas pequeñas son amarillentas y con la cabeza -

obscura. Los primeros días se alimentan de una misma planta y luego se distribuyen en su alrededor; las larvas grandes son de color café-grisáceo, con 3 líneas dorsales más claras. Cuando van a pupar, las larvas caen al suelo y construyen una celdilla y 7 días después emerge el adulto.

Tanto los huevecillos como las larvas son predadas por la chinche - pirata (Orius sp), chinche ojona (Geocoris spp), chinche nabis (Nabis spp), chinches asesinas (Zelus sp y Sinea sp), crisopas (Chrysopa sp) y catarinitas (Cicloneda sanguínea, Hippodamia convergens, Olla abdominalis).

Las larvas se localizan en el cogollo, en donde se alimentan de las hojas tiernas, las cuales al desarrollarse se observan agujeradas; retrasan el desarrollo del cultivo y con infestaciones fuertes las plantas pequeñas pueden ser eliminadas por esta plaga. Se sugiere hacer las aplicaciones cuando de 100 plantas inspeccionadas se encuentren 20 ó más con larvas.

Los materiales y las dosis por hectárea efectivos contra esta plaga son:

Sevín	5%	8.0 a 10.0 kg.
Sevín	80%	1.0 a 1.5 kg.

Control del pulgón del cogollo Rhopalosiphum maidis.

Es de color verde azulado y se le encuentra en focos de infestación; se les observa en el cogollo y al fructificar la planta emigra a la panoja; por efecto de la plaga las plantas se enmielan y sobre las su-

perficies enmieladas se desarrolla el hongo conocido como "funmagina" que les da a dichas áreas una colocación negruzca. Los pulgones pueden ocasionar un retraso de crecimiento y llegar a afectar el rendimiento. Aplíquese el insecticida cuando se observen focos de infestación.

Los materiales y las dosis por hectárea efectivos para el control de este insecto son:

Dimetoato	40%	0.3 a 0.5 lt.
Metasystox	50%	0.2 a 0.3 lt.
Dimecrón	100 %	0.25 a 0.4 lt.

Carbón cubierto Sphacelotheca sorghi (Link).

Cliton es el agente causal del "carbón cubierto" ó "carbón compacto" del sorgo fué encontrado en la variedad Hegori Blanco Regular, atacando hasta el 20% de las plantas.

Las plantas infestadas alcanzan un desarrollo normal; los síntomas más conspicuos de la enfermedad consisten de agallas de forma cilíndrico-cónica que sustituyen individualmente a los granos en las panículas. Las agallas presentan una cutícula de color gris claro (peridio) membranosa y relativamente resistente formada por micelio del hongo más ó menos compacta. En el interior de la agalla se encuentra una estructura columnar de posición central (columnela) y una masa de esporas de carbón (clamidosporas), características en

este tipo de enfermedades. Las clamidosporas, que son generalmente los propágulos del hongo, tienen forma esférica con abundantes pigmentos oscuros y diminutas ornamentaciones, en la superficie y miden aproximadamente 5-10 micras de diámetro.

Carbón desnudo Sphaceloteca cruenta (Ruehn).

Potler, causante del "carbón desnudo" carbón descubierto ó carbón volador, fué encontrado en un campo de sorgo tipo Hegari.

Las agallas de Sicruenta, que también substituyen a los granos en la panícula, son de mayor tamaño que los del caso anterior; la membrana que rodea la agalla se rompe desde temprano y desaparece dejando al descubierto la masa de esporas de carbón, que es fácilmente dispersada por el viento. De esta manera la columela central de la agalla queda expuesta de manera prominente. Además las plantas infestadas muestran una notable detención del crecimiento y tendencia a la proliferación de pedúnculos con panículas.

En el caso de sorghí las esporas son liberadas durante la trilla y - otras labores de cosecha, en S. cruenta son acarreados por el viento, el agua ó los distintos animales, y en uno y otro caso la contaminación, de la semilla es el medio principal de propagación de la enfermedad.

Las esporas depositadas sobre la semilla germinan en el suelo, y - dan lugar a otro tipo de esporas, (basidiosporas) que a su vez producen una hifa ó filamento infectivo capaz de penetrar a la plántula

en desarrollo. En ella, el hongo se establece, de manera sistemática y permanece en estado secilátente hasta la formación de la panícula, cuando invade el ovario de las flores y comienza a formar la agalla y una nueva generación de esporas de carbón. De esta manera el parásito completa su ciclo vital.

Para la superficie sembrada con sorgo en la actualidad, los "carbones de la panícula representan una amenaza potencial. Aún cuando ciclo a ciclo se generaliza más la prevención de estas enfermedades — mediante el uso de semilla certificada, existe un gran núcleo de cultivadores de sorgo, temporaleros sobre todo, quienes reservan semilla de la cosecha anterior para sus nuevas siembras y ésta semilla puede estar contaminada con esporas del hongo.

En tales condiciones, las pérdidas de un agricultor en particular, — pueden ser muy severas y que ambos parásitos destruyen por completo los granos de la panícula.

Una medida importante en el combate de *Sphaceloteca* es el uso de — semilla certificada ó bien, de semilla propia fralada con fungicidas. En caso de duda la semilla debe desinfectarse con alguno de los fungicidas protectores disponibles en el comercio de los cuales se anota una lista parcial.

Se han descubierto distintas razas fisiológicas de estos hongos y se supone que los sorgos Hegari Precoces, tienen cierta tolerancia en S. sorghi en tanto que los de tipo Kafir son tolerantes a S. cruenta.

Como la variación racial del hongo, no se conoce en nuestro país ni se ha demostrado la resistencia a *Sphaceloteca* de las distintas variedades que se siembran en escala comercial en Tamaulipas las recomendaciones de selección y desinfestación de la semilla son las más apropiadas.

Producto	Para tratar 10 kg. de semilla
Arasan	12.0 gr.
Panogen 15, líquido	10.0 ml.
Phygon XL	12.5 gr.
Tilantina seca	20.0 gr.
Tilantina "Slurry"	50.0 gr.

Cosecha.-

La cosecha debe realizarse una vez que el grano llegue a su madurez completa y su contenido de humedad sea de 10 a 20%, lo que facilita la trilla.

Cuando se cosecha con segadora (para después trillar) deben hacerse los ajustes necesarios a la cosechadora para efectuar una buena recolección. El ajuste de la cuchilla debe de hacerse a una altura que corte una menor cantidad de hojas, pues éstas tienden a aumentar el contenido de humedad del grano y causan aumentos de temperatura y fermentación en el silo ó en el lugar donde se almacene el grano. El engrane del sorgo debe de dar de 600 a 800 revoluciones efectivas

por minuto. La abertura del cóncavo debe de ser de $3/16$ a $3/8$ de pulgada, ó bien la apropiada para que no quiebre el grano y no deje gramos en la espiga.

La cosecha se puede realizar con una combinada (cosecha y trilla simultáneamente). Procurar no dejar pasar muchos días después de la madurez fisiológica del grano, para evitar desgrane y el quebrado de grano.

METODOS DE MEJORAMIENTO EN PLANTAS AUTOGAMAS

Los principales métodos para crear nuevas variedades de las especies de autofecundación son: a).- Introducción, b).- Selección, -- c).- Hibridación. En la práctica de fitogenetista puede desviarse -- considerablemente de los métodos que se describirán, aún cuando -- los principios sobre los cuales se basan sus procedimientos pueden permanecer inalterados. Una consideración que debe recordarse en el mejoramiento de las especies de autofecundación es que en el -- campo se pueden cultivar un gran número de plantas diferentes gene -- ticamente una al lado de las otras con reproducción natural. Aún -- cuando en los cultivos de autofecundación se presentan diversos grados de polinización, cruzada, ésta en la mayor parte de las especies es tan pequeña que puede considerarse despreciable, desde el punto de vista de mejoramiento genético.

Introducción

Este método de mejoramiento se refiere a la introducción de nuevas plantas (cultivos ó nuevas variedades de cultivos ya existentes), de una región y por medio de ensayos ir conociendo las variedades con mejor adaptación ecológica a cada una de las regiones.

Después de haber introducido grupos de semillas ó de plantas de una especie éstas deben catalogarse, distribuirse a los fitomejoradores interesados en su ensayo y conservarse en condición de viabilidad para que puedan utilizarse nuevamente en el futuro. El mantenimiento de las semillas ó de las plantas en estado viable es extremadamente importante, ya que las colecciones constituyen las mejores reservas de plasma germinal que los fitogenetistas pueden disponer en el futuro.

Las introducciones se pueden utilizar como fuentes de nuevas variedades. Algunas variedades se cultivan en la forma original en que se introdujeron.

Las introducciones pueden utilizarse también como fuente de genes favorables para resistencia a enfermedades y sequía, tolerancia a bajas temperaturas y otras valiosas características que posteriormente pueden incorporarse a las variedades adaptadas recurriendo a la hibridación, ó combinarse en la formación de variedades sintéticas.

A medida que se van creando variedades mejoradas adaptadas a condiciones ecológicas específicas, el número de las variedades introduci

das, superiores a dichas variedades mejoradas locales será menor.

Selección

La selección es el acto de escoger individuos que poseen ciertos ca racteres ó cierto grado de un mismo carácter en común dentro de - una población mezclada para perpetuarlos por reproducción. Con fre cuencia se reconocen dos clases de selección:

Selección natural, que se efectúa automáticamente por la falla en la reproducción (debido a la muerte ó alguna otra causa) de los indivi- duos que no están "adaptados" para pasar las pruebas a que están - sujetos en su medio ecológico (vitalidad, resistencia a enfermedades), rapidez, éxito en su apareamiento y otras).

Selección artificial, la cual lleva a cabo el hombre conscientemente tal como lo hace el criador de animales ó de plantas al escoger los caracteres que son de valor para el hombre y eliminar los que son indeseables.

La eficiencia de la selección depende de la variabilidad genética.

Se dice que ha habido respuesta a la selección cuando se observa - un cambio en la media de los individuos seleccionados.

Se han creado varios métodos de selección y esto en base a la 'for- ma de reproducción de las plantas, la heredabilidad del carácter ó - caracteres por seleccionar, la facilidad de reconocerlos y el efecto de la selección natural.

Se recomienda hacer la selección en la etapa de madurez para que las comparaciones que se hagan de las generaciones sucesivas sean en el mismo punto de madurez. Así también se recomienda hacer la selección en bajas poblaciones para permitir la máxima expresión del genotipo, ó bien es de utilidad aplicar la selección en el ambiente en que se usará la selección resultante.

Entre los atributos de la selección hay 2 especialmente importantes para entender los principios de la mejora:

- 1).- La selección sólo puede actuar sobre diferencias heredables.
- 2).- La selección no puede crear variabilidad sino que actúa solamente sobre la ya existente.

Selección Masal

Consiste en la selección de un grupo de plantas, tomar la semilla de éstas plantas seleccionadas, mezclarla y sembrarla toda junta para formar con ella una nueva población en la cual se vuelve a repetir el proceso. En este caso se ven afectados tanto la media como la varianza genética.

Una selección masal procedente de una especie autofecundada estará compuesta de genotipos más ó menos similares. Una variedad que se crea por selección masal será más ó menos pura para las características físicas que pueden observarse fácilmente a simple vista y que pueden utilizarse como bases de purificación como son la presen-

cia ó ausencia de barbas, los colores ó la precocidad. Sin embargo sus líneas componentes pueden diferir en caracteres cuantitativos, - como rendimiento, tamaño ó calidad, ya que las pequeñas diferencias en caracteres cuantitativos no pueden distinguirse por la simple observación de las plantas.

En la selección en masa las plantas se seleccionan formando como base su fenotipo y mezclando la semilla cosechada sin probar su progenie. El objetivo es superar el nivel general de la población - seleccionando y mezclando los genotipos, sobresalientes ya existentes.

Actualmente existe un método modificado teniendo como resultado la selección masal estratificada. Esta modificación consiste en el control que se hace del medio ambiente. La modificación consiste en - tomar una población de 2,000 a 4,000 plantas, se tomarán en cuenta únicamente las plantas con competencia completa, el lote se subdivide en parcelas pequeñas cuyo tamaño debe estar relacionado con el número de plantas que se incluyan y con la variabilidad del suelo ó medio ambiente, así las plantas se seleccionan de acuerdo con su mayor producción comparada con la media de la parcela en particular.

La selección masal tendrá mejores resultados cuando existe gran variabilidad genética y cuando la heredabilidad de los caracteres con - que se trabaja es alta.

Selección Individual

El método consiste en escoger un gran número de plantas separadamente, comparando su descendencia en ensayos de campo y así el estudio individual de cada descendencia (estas pruebas de progenie proporcionan una estimación del genotipo del progenitor, lo que hace en realidad que se seleccione en definitiva por el genotipo).

La selección individual sólo puede aplicarse sobre una población de plantas autógenas, cuando en ella hay una variación considerable que puede haberse originado por cruzamiento artificial ó natural. Si la selección individual se inicia poco después de que haya habido cruza mientos, los factores hereditarios estarán segregando y recombinándose y entonces la repetición de la selección a través de varias generaciones irá separando individuos cada vez más homocigóticos, hasta establecer líneas puras. Por el contrario, si la selección se aplica a una población de plantas autógamas ya estabilizadas, es de cir, que ya no segregan, lo único que se hará será separar las líneas ya existentes en la primera selección y no se tendrá ventaja alguna en seguir seleccionando en generaciones posteriores.

Selección Familiar

Al estudiar los individuos seleccionados en base a parentezcos se tie nen grupos de individuos directamente relacionados entre sí por descender de un antecesor común, donde dichos individuos no son idénti cos, a estos grupos se les nombra familias.

La selección individual y la familiar suelen aplicarse juntas en métodos de selección, esto da por resultado que la selección familiar se pueda aplicar desde varios puntos de vista, formando con estos los componentes de la selección familiar, el método se puede subdividir en: una componente dentro de familias, es decir, seleccionar los mejores individuos de cada familia, una componente entre familias, es decir, selección de las mejores familias seleccionando los mejores individuos de las mejores familias ó selección combinada, ésta combinación suele aplicarse en las primeras etapas del método genealógico.

No obstante las bondades obtenidas por este tipo de selección en especies alógamas, tendrá poco éxito para aumentar el rendimiento en peso por hectárea de grano de raíces ó de las plantas en general, - pues la selección familiar tiene una tendencia a endogamia que en la mayoría de las plantas alógamas significa una pérdida de vigor por efecto de heterosis.

Método Genealógico

Es el sistema de mejora genética, mediante el cual se seleccionan - plantas segregantes (producto de un cruzamiento) tomando en consideración sus buenas características agronómicas y los datos de sus antecesores, familia ó raza, descartando a los individuos que se muestran inferiores y posteriormente rechazando a los que producen descendencias poco productivas.

La selección comienza en una población base segregante, donde los individuos seleccionados serán los que a juicio del mejorador producirán la mejor descendencia (en base a objetivos prefijados). En F_3 cada individuo se siembra en un surco dando así lugar a familias de medios hermanos en alógamas y de hermanos completos en autó-gamas y la selección se hará en base a 2 criterios: entre familias y dentro de familias. Y se continúa con este sistema de selección hasta que se observe alto grado de homocigosis. Tal sea que no se pueda seguir seleccionando dentro de familias y se hará sólo entre familias. Esto ocurre con frecuencia en las generaciones F_4 y F_5 .

Durante las generaciones F_7 y F_8 se efectúan pruebas preeliminares de rendimiento para después de F_9 y F_{10} establecer experimento para evaluar el rendimiento y así poder obtener las mejores familias de las cuales se obtendrán líneas, siendo éstas la meta de los ciclos de selección realizados.

Una de las ventajas que se aprecia de este método es de que se lleva una genealogía de todas las plantas seleccionadas de tal modo que en cualquier momento se podrán obtener datos de la historia de la cruza y la historia de la selección, siendo así posible saber en que momento las generaciones sucesivas dejan de mostrar modificaciones producidas como resultado de la selección. Siendo una desventaja el costo elevado de esta metodología, lo anterior debido a los registros mencionados y al manejo individual de un crecido número de plantas.

Método Masivo ó Poblacional

Consiste en sembrar la progenie de una cruce en forma masal hasta la generación F_6 la progenie se siembra por plantas individuales y se seleccionan de 1,000 a 5,000 plantas que presenten las características agronómicas deseables. Estas plantas se siembran en forma individual por surco (en la F_7) y se seleccionan los surcos sobresalientes, los cuales nuevamente se multiplican en base a pruebas preeliminarias de rendimiento en la F_8 . Se establecen pruebas de rendimiento de la F_9 a la F_{13} . En el décimocuarto año se multiplican las líneas sobresalientes para distribución.

El número de generaciones que se someterán a ensayos de rendimiento dependerá del criterio del fitomejorador.

Este método de mejoramiento es económico y sencillo y requiere menos trabajo durante las primeras generaciones, pero en F_8 es necesario sembrar varios miles de plantas con el propósito de encontrar todos los segregantes deseados dentro de la población masal.

Mejora por Retrocruzamiento

Cuando existe una variedad con características deseables, pero se quiere que dicha variedad tenga una característica en especial se usa el método de retrocruza, por ejemplo, una variedad de sorgo tiene alto rendimiento pero no es resistente a la rolla del tallo, éste último -

caracter se incorpora a la variedad de alto rendimiento por medio de retrocruzamientos y seleccionando en la progenie de estos, los individuos que tengan este caracter y volviendo a retrocruzar. Al final de los retrocruzamientos el gen (ó genes) transferido, a diferencia de todos los otros genes estará en heterocigosis. Para producir la homocigosis se realizarán ciclos de autofecundación hasta que el carácter se presente en forma homocigota y al final se producirá una variedad con la misma capacidad de adaptación, rendimiento y características de calidad del genitor recurrente, pero superior a dicho genitor en el caracter particular para el que se emprendió el programa de mejora.

Para que se produzca una buena variedad por un programa de retrocruzamiento, se tendrán que cumplir las siguientes condiciones: -- 1).- Hay que disponer de un buen genitor recurrente, 2).- Tiene que ser posible conservar el caracter a transferir con bastante intensidad mediante varios retrocruzamientos, y 3).- Hay que realizar los retrocruzamientos suficientes para reconstituír el alto grado el genitor recurrente.

El número de retrocruzamiento es de 6 a 8 regularmente antes de efectuar las fecundaciones.

Formación de Variedades Híbridas

El cultivo del sorgo aún siendo de flores pequeñas difíciles de emascular dispone de muy buena aptitud para dispersar su polen y, con relativa facilidad se pueden obtener líneas androestériles.

La androesterilidad masculina se puede controlar por dos mecanismos hereditarios, el génico y el génico-citoplásmico, el primero es tá considerado como caracter recesivo simple y es poco empleado — mientras que el segundo sistema ha sido de particular utilidad no — sólo para el sorgo, sino para algunas otras especies autógamias cultivadas.

La androesterilidad génico-citoplásmica sólo puede ser usada cuando la fertilidad masculina puede ser restaurada.

Así los híbridos de sorgo están basados en cruzamientos simples en tre líneas de androesterilidad génico-citoplásmica y líneas polinizadoras restauradoras de la androfertilidad.

El procedimiento para la obtención de variedades híbridas en sorgo — está basado en la utilización de 3 tipos de líneas endogámicas. Cabe mencionar que la idea fundamental de utilizar líneas endogámicas en la hibridación es con el objeto de que la herencia sea constante para saber con seguridad que cada vez que se haga la misma hibridación se obtendrá aproximadamente el mismo híbrido con las mismas características generales, mismo tipo agronómico y calidad. Las líneas utilizadas son: una línea androestéril (A), una línea mantenedora de la androesterilidad (B) y una línea restauradora de la androfertilidad (R).

Para la multiplicación de la línea A que será el progenitor femenino es necesario cruzarla con la línea mantenedora de la androesterili—

dad, como el citoplasma proviene del progenitor femenino cada generación de semilla de esa línea es androestéril como su progenitor materno; la relación adecuada para asegurar un mínimo de contaminación y obtener una polinización adecuada es de 4 surcos de líneas A y 4 surcos de línea B. Es importante que las líneas A y B sean lo más similares posible, difiriendo solo en el carácter androesterilidad, ó sea que las líneas sean isogénicas, lo anterior con el motivo de que la línea B, no influya negativamente en ningún carácter de tipo agronómico de la línea A debido a que dicha línea es escogida como progenitor por sus características genotípicas deseables.

El mantenimiento y producción del progenitor masculino no estriba mayor problema que el sembrar una parcela separada; como el progenitor produce su propio polen existe poca contaminación con otro.

La línea A y la línea R una vez multiplicadas se siembran intercaladas a razón de 6 surcos de línea A y 2 surcos de línea R, el polen como ya se ha mencionado es acarreado por el viento y así fecundar el progenitor femenino dando por resultado semilla híbrida de cruce simple; la relación 6 - 2 antes mencionada es recomendada para producciones comerciales, sin embargo, esta relación puede variar dependiendo de la adaptación de las líneas, condiciones climáticas y grado de cleistogamia de la línea R. Las semillas de híbridos experimentales se recomienda producirlas en cantidades suficientes como para hacer siembras de ensayos durante tres ciclos.

MEJORA DEL SORGO POR OBJETIVOS

Rendimiento de Grano

El objetivo del mejorador de plantas es la creación de variedades - de mayor productividad en determinado medio.

Desde el punto de vista genético los caracteres de calidad son: los - que hemos llamado cuantitativos (rendimiento), es decir, dependien- tes de sistemas poligénicos.

El rendimiento de grano tiene gran importancia, ya que determina - los ingresos totales del productor. En el rendimiento influyen todas las condiciones ambientales que afectan al crecimiento de la planta, así como la herencia de la misma.

Componentes de rendimiento.

La capacidad intrínseca de rendimiento puede quedar expresada por características morfológicas de la planta como el amacollamiento, - la longitud y densidad de la panícula, el número de granos por espi- guilla ó el tamaño del grano. Sin embargo, ninguno de estos compo- nentes físicos del rendimiento puede considerarse por sí mismo co- mo un índice de rendimiento. Pueden 2 variedades tener caracteres deseables diferentes y ser ambas con alta capacidad de producción. Se han sugerido que una variedad de una especie de sorgo puede -- considerarse como una caja por lo que respecta a su rendimiento. -

Para representar las 3 dimensiones de dicha caja se pueden usar 3 componentes de: a).- El número de panículas por unidad de superficie, b).- El número de granos por panícula y c).- El peso medio de grano. El volúmen de la caja que representará el rendimiento de la variedad, está determinado por el producto de esas 3 componentes. Un incremento en cualquiera de las 3 determinará un aumento del rendimiento total siempre y cuando no haya disminución correspondiente en las otras 2 componentes. En la práctica a medida que una componente de rendimiento aumenta, las otras tienden a declinar.

Panoja abierta.

Los efectos que tiene esta característica en el aumento del rendimiento son los siguientes:

Cuando la época de lluvias coincide con la época de cosecha ocasiona que en panojas cerradas no haya secado de grano y la consecuente germinación de los granos en la panoja, (reduciéndose lo anterior en alto grado en panojas abiertas). Esto se evita mediante la panoja abierta, además, se reduce el ataque de pájaros ya que las ramas de dicha panoja no soportan el peso del pájaro.

Posición vertical de las hojas.

Con esta característica se ve favorecida la eficiencia fotosintética, ya que existe una mejor captación de luz solar por el área foliar. - Esto último no ocurre en plantas con hojas horizontales, ya que esto produce sombreo entre unas hojas con otras.

Porte bajo de la planta.

Estas variedades al tener los tallos más cortos y más fuertes, se pueden cosechar mecánicamente y además hacen que sean menos susceptibles al acame que las variedades de mayor altura que antes se cultivaban.

Ciclo vegetativo intermedio a tardío.

Las variedades precoces generalmente tienen menor rendimiento, debido a menor duración de la actividad fotosintética.

Excursión larga.

Facilita el secado del grano, teniendo menos pérdidas por pudriciones.

Resistencia a Sequía

El agua es uno de los factores más importantes que afectan la producción de las plantas. En muchos países la precipitación pluvial es la principal fuente de agua para los cultivos. Debido a que la lluvia varía en cantidad y distribución, se presentan períodos de sequía durante el ciclo vegetativo de las plantas, los cuales bajan la producción, incluso en áreas con altos niveles de precipitación; redundando en problemas de producción incluso a nivel mundial.

En México más de cuatro quintas partes del área cultivada depende de las lluvias. En la mayor parte del país se presenta una sequía —

en la parte media del verano "la sequía de la canícula" ó "sequía - intraestival", la cual afecta a las plantas en las etapas próximas a la floración ó durante ésta, que es cuando la sequía reduce más la producción. En lo que hace a la cantidad de lluvia, ésta es limitante en la mayor parte del país.

Además de estos problemas de distribución desfavorable y cantidad - limitante de la lluvia, en los valles altos generalmente se presentan heladas tardías ó tempranas que reducen también la producción.

La resistencia a sequía se considera como el conjunto de respuestas de una planta que le permiten reaccionar mejor que otra a las condi ciones de sequía. En base a la dosificación de Maximov (1929) para las plantas xerófitas; Levitt (1972) ha enfatizado la división de las - respuestas a la sequía en 2 grupos: evasión y tolerancia, las prime ras le permiten a la planta evadir la deshidratación, y las segundas le permiten resistirla.

En el sorgo se han establecido diversos criterios para seleccionar - genotipos resistentes a la sequía. Entre ellos se pueden encontrar - los que a continuación se citan.

Tolerancia al calor.

En los años secos y cálidos se han observado marcadas diferencias en tolerancia al calor como lo indican los informes en maíz de - - Jenkins y Richey (1931) Jenkins (1932) y Sayre (1932).

En este caso, la susceptibilidad al calor ha estado asociada según Tatum y Brooks (1954) a una capacidad limitada de conducción en las regiones de inserción de la hoja y la vaina.

La tolerancia al calor en plántula usando cámaras con circulación de aire caliente se ha investigado con mucha frecuencia.

La estabilidad de la clorofila al tratar los tejidos con calor ha sido introducida por Kaloyereas (1958) como otro principio para seleccionar por resistencia a sequía.

Tolerancia a las heladas.

Para seleccionar por tolerancia a heladas se sugieren tratamientos a temperaturas abajo de 0°C en estado de plántula (Levitt, 1951, 1956, 1972). Usando cámaras expresamente diseñadas, se han realizado evaluaciones y estudios de los efectos del frío. Se han encontrado varias evidencias de que la tolerancia a sequía, al calor y a las heladas están íntimamente relacionadas (Levitt, 1951, 1956, 1972) lo cual implica que seleccionando para tolerancia a calor ó heladas se puede ganar resistencia a sequía.

Muñoz y Ortíz (1971), al frente al modelo genético fisiológico, que proponen para mejorar la producción bajo sequía, explican la situación anterior indicando que los métodos indirectos ó de laboratorio para seleccionar por tolerancia a sequía no necesariamente implican una mejoría en los genes directamente involucrados en el rendimien-

to. Otro aspecto básico en relación a estas técnicas es que evalúan el comportamiento global de las plantas pero no definen ni los factores fisiológicos involucrados ni su papel en la resistencia a la sequía.

El uso de antitranspirantes.

Con el advenimiento de los antitranspirantes, se vislumbró la posibilidad de controlar artificialmente y mediante sustancias químicas el cierre estomatal y con ello mejorar la resistencia a la sequía. Se han hecho muchos intentos usando particularmente el acetato de fenil mercúrico (PMA) sin embargo, no ha sido posible tener éxito. Fundamentalmente la falta de éxito se ha debido a que el antitranspirante si bien cierra el estoma y reduce la transpiración, a la vez daña el sistema fotosintético. Zelitch y Waggoner (1962) demostraron la acción del antitranspirante sobre la reducción de la fotosíntesis y la transpiración, mediante la teoría de difusión a través del estoma, basada en la primera ley de difusión de Fick aplicada inicialmente por Brown y Scombe (1900), cuya teoría fué perfeccionada por Penman y Schofield (1951) y demostrada objetivamente en los trabajos de Gastra (1959) quien usó cámaras de asimilación, para estudiar el intercambio gaseoso.

Acido abscísico.

Se ha visto que este ácido se encuentra 4 veces más concentrado en plantas bajo condiciones de sequía que en plantas bajo condiciones

de riego. La importancia que tiene la presencia de este ácido es el cierre estomatal disminuyendo la transpiración.

Relación raíz-follaje.

Esta deberá ser alta, el efecto es de que si se explora más superficie en busca de agua y se tiene un área foliar reducida (lo que produce una menor transpiración) la planta resistirá más a condiciones deficitarias de humedad.

Afinación de los estudios de resistencia a sequía.

Con el perfeccionamiento del equipo para el estudio de las relaciones agua-planta, las investigaciones sobre resistencia a la sequía se han facilitado y afinado considerablemente.

Un nuevo diseño de una cámara de asimilación para la hoja con un sistema de circulación de aire de alta velocidad ha permitido el estudio de plantas bajo sequía sin los problemas anteriores derivados del aumento de la temperatura de la hoja, asociado con el cierre estomatal. El uso de pares termoeléctricos de alambre fino ha aumentado la exactitud de las medidas de la temperatura de la hoja y el cálculo de las resistencias involucradas en el intercambio gaseoso. El higrómetro de punto de rocío con pares termoeléctricos ha permitido registrar in situ el potencial hídrico de la hoja. Los métodos previos para determinar el potencial hídrico han usado fragmentos de los tejidos. Este nuevo equipo ha sido usado en varios estudios sobre relaciones agua-planta y resistencia a sequía.

Importancia de la "Mosquita del Sorgo".

El cultivo del sorgo va en constante aumento en México, se está — popularizando gracias a los altos rendimientos logrados a través de mejores prácticas culturales y del conocimiento cada vez mejor que tiene el agricultor en este cultivo.

Un problema serio en la producción de sorgo es la mosquita de la — panoja (Contarinia sorghicola). Esta pequeña mosquita de color anaranjado y de una longitud de 2 a 3 milímetros, y está considerada — como el insecto más perjudicial de los sorgos. Las pérdidas en el Sur de Estados Unidos y en el Noreste de México ascienden cada — año a varios millones de pesos.

La mosquita inverna en pequeños números y aumenta su población — en el verano. Sus plantas hospederas son: el zacate Johnson y los zacates nativos. El sorgo que se siembra y florea temprano escapa a daños severos. Sin embargo las variedades ó las siembras que — florecen alrededor ó después del 15 de Julio son atacadas por poblaciones grandes de mosquitos y consecuentemente sufren daños mayores.

Estudios de mejoramiento sobre la mosquita del sorgo.

En la estación experimental de la Compañía Dekalb en Lubbock, Te — xas, se está trabajando en esta plaga desde 1961. Se tienen varias parcelas de mejoramiento para el desarrollo de nuevos y mejores — híbridos sobre una amplia zona. En estas parcelas los genetistas —

incorporan muchas características deseables a los nuevos híbridos, antes de su venta a los agricultores. Los investigadores tratan de producir variedades resistentes a la mosquita aunque esto es muy difícil. El objetivo es hacer que la planta sea menos atractiva a la mosquita, con la incorporación de olores indeseables ó eliminando olores que atraen a las mosquitas. Hasta la fecha todos los esfuerzos que se han hecho para obtener una variedad resistente a la mosquita han sido infructuosos.

Una de las técnicas que se han usado para evitar daños serios, es recurrir a variedades extremadamente precoces. Sin resistencia a la mosca del sorgo la producción de esta especie en los Estados del Sureste sería muy limitada. Las nuevas introducciones que tengan flores que no se abran durante la época de la polinización, pueden ser útiles para la creación de variedades resistentes a la mosca, ya que el adulto no ovipositará en la flor del sorgo en el momento de floración.

El descubrimiento de líneas resistentes a la mosca del sorgo crea interés para determinar el mecanismo responsable para la resistencia a la mosca del sorgo. Tal resistencia fué observada en 4 diferentes líneas de sorgo.

El presente estudio de estos mecanismos, empezó en el verano de 1976. Uno de los objetivos en el primer año de estudio fué determinar el nivel de resistencia a la mosca que poseían cada una de las

líneas previamente mencionadas como líneas resistentes.

Se realizaron 2 experimentos y estos fueron dirigidos por College Station Texas.

Los mecanismos de resistencia.

En estudios que realizó Painter (1941) con referencia a la resistencia de las plantas a los insectos; encontró que este fenómeno de resistencia se podrá dividir en 3 mecanismos y que alguno ó varios - de estos mecanismos se encuentran presentes en las variedades resistentes. A continuación se mencionan dichos mecanismos:

Preferencia (ó no preferencia) (para oviposición, alimento ó abrigo).

Se usa para definir el grupo de características de las plantas y las respuestas de los insectos que guían ó repelen a estos hacia la utilización de una planta determinada ó un grupo de variedades.

Ciertos factores pueden modificar el comportamiento de los insectos y/o en el crecimiento de ciertas variedades. La mosca del tallo del higo tiene la tendencia a poner más huevecillos a altas temperaturas. La resistencia de las variedades de alfalfa al pulgón del chícharo — en el otoño se ha correlacionado con las condiciones alimenticias — desfavorables que resultan de las reacciones bioquímicas de la planta a bajas temperaturas y a una humedad deficiente. Bajo estas condiciones la acidez de la planta aumenta y provoca la formación de — pentodas; la lignina se deposita en las paredes celulares del pericilo,

produciendo un endurecimiento de los tejidos que impide que los pulgones se alimenten en estos (Emery 1946).

Antibiosis (efecto adverso de la planta sobre la biología del insecto)

Es la tendencia a disminuir, dañar ó destruir la vida de un insecto.

Dethier (1951) subdivide la antibiosis en 2 fases:

- a).- Plantas que son deficientes en nutrientes requeridos.
- b).- Plantas con sustancias tóxicas.

En algunas variedades la antibiosis es el caracter más deseable en la selección de variedades resistentes, pero en muchas variedades - de plantas otros mecanismos son tan importantes como la antibiosis. En la resistencia de algunos cultivos a los insectos generalmente se postula una combinación de mecanismos; un ejemplo típico lo encontramos en el estudio de la resistencia de las variedades de sorgo al pulgón de la hoja del maíz Rhopalosiphum maidis, para el cual se - indican los seis siguientes procesos de resistencia (Cartier y Painter 1956).

- 1.- Falta de atracción (repelencia) para pulgones alados
- 2.- Falta ó inhibición del estímulo para el nacimiento de ninfas.
- 3.- Reducción del número de ninfas nacidas
- 4.- Falta ó inhibición del estímulo alimenticio
- 5.- Reducción en el peso de los adultos producidos.
- 6.- Inhibición total ó parcial de la formación de alas en las progenies de hembras ápteras.

Tolerancia (reparación de tejidos, recuperación ó habilidad para soportar infestación de insectos).

Es el mecanismo de resistencia por medio del cual la planta muestra una habilidad para crecer y reproducirse, ya sea reparando en parte el daño causado por el insecto ó bien no dando señales de pérdida de vigor, a pesar de soportar una población de la plaga comparable a la que daña un huésped susceptible (Painter 1951).

Se conoce poco del proceso de tolerancia que tienen las plantas para tolerar un daño regular de insectos sin disminuir su vigor. Se cree que el vigor híbrido aumenta la tolerancia, la capacidad de recuperación y la proporción de área foliar, en relación con el número de insectos que atacan a la planta en un momento dado.

DESARROLLO DEL METODO DE MEJORAMIENTO POR OBJETIVOS

Materiales

Para llevar a efecto el mejoramiento del sorgo para los caracteres antes mencionados se deberá contar con los siguientes materiales: bolsas de papel, clips, lápices, crayones, libros de campo, mandriles tijeras, pinzas de disección, etiquetas, cintas plásticas y herramienta de campo.

El material biológico consistirá en el lote de progenitores, el cual estará formado por un conjunto de líneas B y R las cuales deberán reunir características afines con los objetivos de rendimiento de -- grano, resistencia a sequía y a la mosca de la panoja. O bien se - podrá utilizar material F_2 proveniente de híbridos comerciales de - sorgo, los cuales solamente permitirán la formación de líneas R con los caracteres de alto rendimiento, resistencia a sequía y a la mosca de la panoja siempre que los híbridos comerciales lleven genes - para los caracteres ya mencionados.

Criterios de Selección

La selección resistencia a sequía y rendimiento de grano se hará en base al rendimiento de grano bajo condiciones de sequía seleccionándose entre aquellas, las plantas que sobrevivan bajo estas condiciones.

Cuando las condiciones de campo no son adecuadas para la aplicación de este criterio de selección se podrán usar las siguientes alternativas:

Peso de las raíces

Relación raíz-follaje

Determinación del ácido abscísico (ABA)

Índice estomatal (No. de estomas por unidad de área dividido entre el número de estomas por unidad de área más número de células epidérmicas por unidad de superficie).

Permeabilidad de las hojas al agua, urea y glicerina y sensibilidad estomática.

Método

Se harán cruces por separado entre los materiales B y R que reúnan los caracteres señalados, se siembran en un lote para obtener semilla F_2 que se utilizará para la posterior selección de plantas en el siguiente ciclo.

Se usarán 2 lotes de selección, en uno de los lotes se seleccionará en base a resistencia a sequía y en el otro lote en base a resistencia a la mosca del sorgo. Las plantas seleccionadas se siembran en surcos de 5 m. volviéndose a seleccionar en base a 2 criterios, dentro y entre familias. Se continúa con la misma técnica de selección en F_4 , F_5 y F_6 ó hasta que se presente cierto grado de homogeneidad de tal modo que ya no existan diferencias detectables vi-

sualmente dentro de familias, y dado esto, sólo se seleccione entre familias (se sugiere en F_6 , dado que esta es una generación avanzada de autofecundación. En la práctica obviamente se seguirá este criterio hasta la generación donde se presente tal homogeneidad).

En las dos siguientes generaciones (suponiendo que en F_6 existen características muy homogéneas entre las plantas) ó sea F_7 y F_8 se seleccionará en base a ensayos preeliminarios de rendimiento bajo condiciones de sequía para lo cual se utilizará un diseño experimental. Siguiendo F_8 y F_9 en base a ensayos de rendimiento, finalmente se obtienen líneas de alto rendimiento y con resistencia a sequía y a insectos. La semilla de éstas líneas se siembra y se guarda para experimentos posteriores y para la formación de híbridos experimentales.

Dado que en el sorgo con frecuencia se presenta alto porcentaje de entrecruzamiento, se deberá asegurar la autofecundación y para el efecto se cubrirán las panojas con las bolsas.

Una vez obtenidas las líneas (para los dos objetivos) se tratará de incorporar el carácter de una línea en la otra. Dado que el rendimiento tiene un tipo de herencia poligénica, será más fácil introducir el carácter de resistencia a la mosca del sorgo (que está determinada por pocos pares de genes) a las líneas con resistencia a la sequía. Para efectuar lo anterior se podrá usar el sistema de retrocruzamiento.

Existen 3 variables del método de mejoramiento de retrocruza, lo anterior es en base al tipo de herencia que tenga el caracter y también a la acción génica ó sea si la herencia es poligénica ó determinada por un par de genes y si el caracter está determinado por genes dominantes ó recesivos.

Para usar el sistema de retrocruza más indicado se tendrá que hacer un ensayo para determinar el tipo de herencia que tiene el caracter de resistencia a la mosca y su acción génica.

Si no se hace tal ensayo podrá utilizarse la retrocruza californiana - pues combina la selección bajo condiciones de campo. Al final de este proceso se obtienen líneas con las dos características. Este esquema deberá trabajarse por separado con líneas B y R.

El método que se puede seguir para la identificación de las líneas B ó R es cruzando estas líneas con líneas A y sembrando las progenies de estas cruza. Si las plantas produjeron grano la línea progenitora que se cruzó con la línea A, es una línea R y si sucede lo contrario se tratará de una línea B.

Como el objetivo de este programa es la formación de híbridos, las líneas resultantes (conteniendo ambas características) se cruzan con líneas A. Los híbridos resultantes se llevarán a ensayos de rendimiento en condiciones de sequía e incidencia de la mosca del sorgo, pudiéndose así identificar los mejores híbridos.

Las líneas isogénicas A y B serán adquiridas en cooperación con otros programas de mejoramiento en los cuales se persiguen objetivos comunes. La adquisición de líneas B, es fundamentalmente con el propósito de producción y mantenimiento de líneas A, ó bien estas se forman mediante el método de surcos apareados (que es una modificación del método genealógico) y la retrocruza durante el avance generacional utilizando para ello las líneas B previamente formadas que reúnen los caracteres indicados.

Los híbridos experimentales luego son sometidos a ensayos regionales bajo las condiciones de sequía e incidencia de mosca de la panoja, para así seleccionar aquellas que sean superiores bajo estas condiciones.

La producción comercial de estos híbridos involucra la producción de las líneas A, B y R que permiten que los caracteres de alto rendimiento, resistencia a sequía y a mosca de la panoja se reúnan en el híbrido.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Allard, R.W. 1967. Principios de la Mejora Genética de las Plantas. Ed. Omega, S.A. Barcelona, España.
- 2.- Brauer, O.H. 1969. Fitogenética Aplicada. Ed. Limusa Wiley, S.A. México.
- 3.- De la Loma, J.L. 1963. Genética General y Aplicada. UTEHA. 3a. Ed. México.
- 4.- Garcidueñas, R. 1972. Fisiología Vegetal Ed. Mc Graw - Hill. México.
- 5.- Poehlman, J.M. 1973. Mejoramiento Genético de las Cosechas. Ed. Limusa Wiley, S.A. México.
- 6.- Robles, S.R. 1975. Producción de Granos y Forrajes. Ed. - Limusa Wiley, S.A. México.

Fig. 1. METODO DE HIBRIDACION Y SELECCION POR PEDIGREE

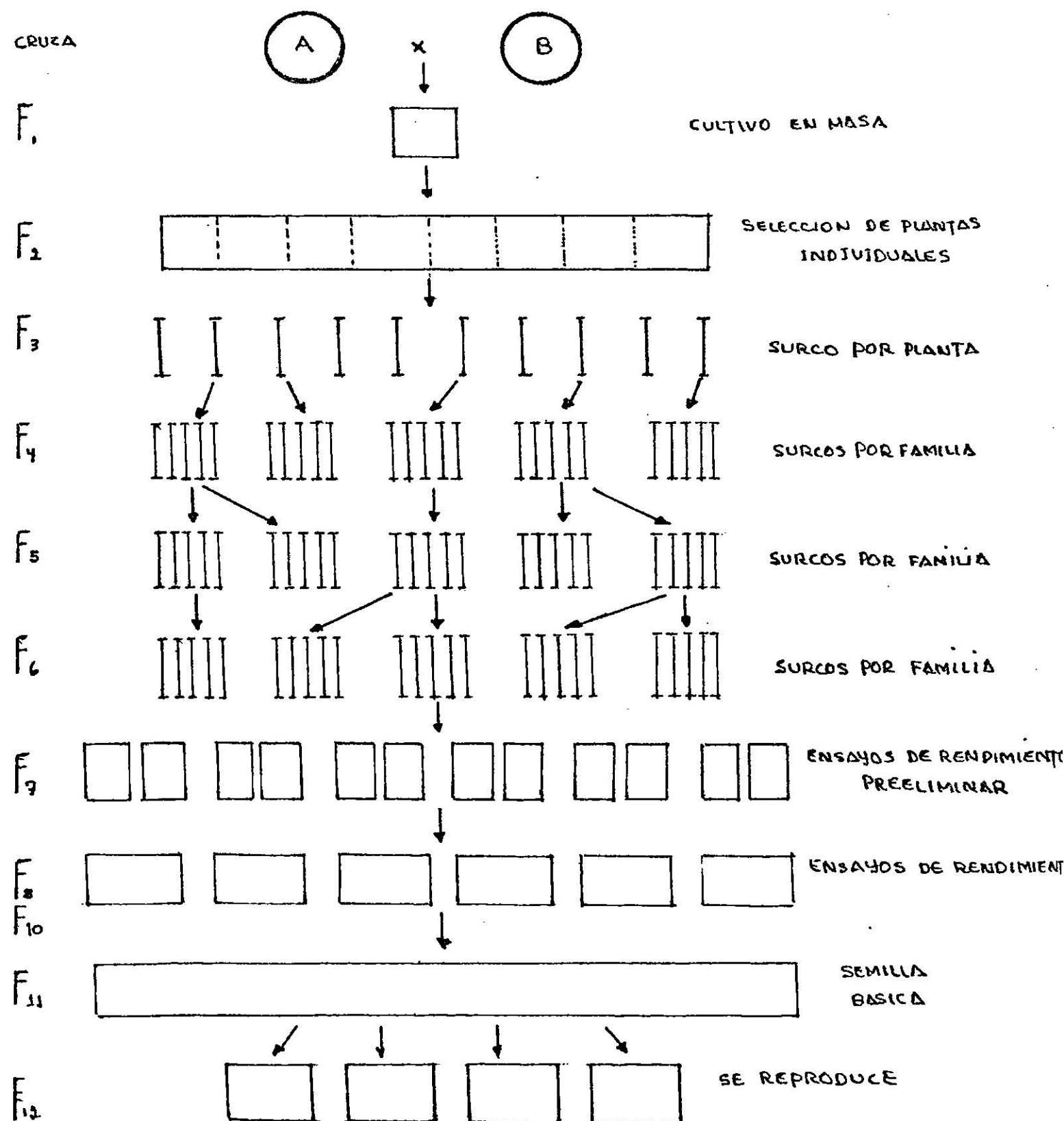
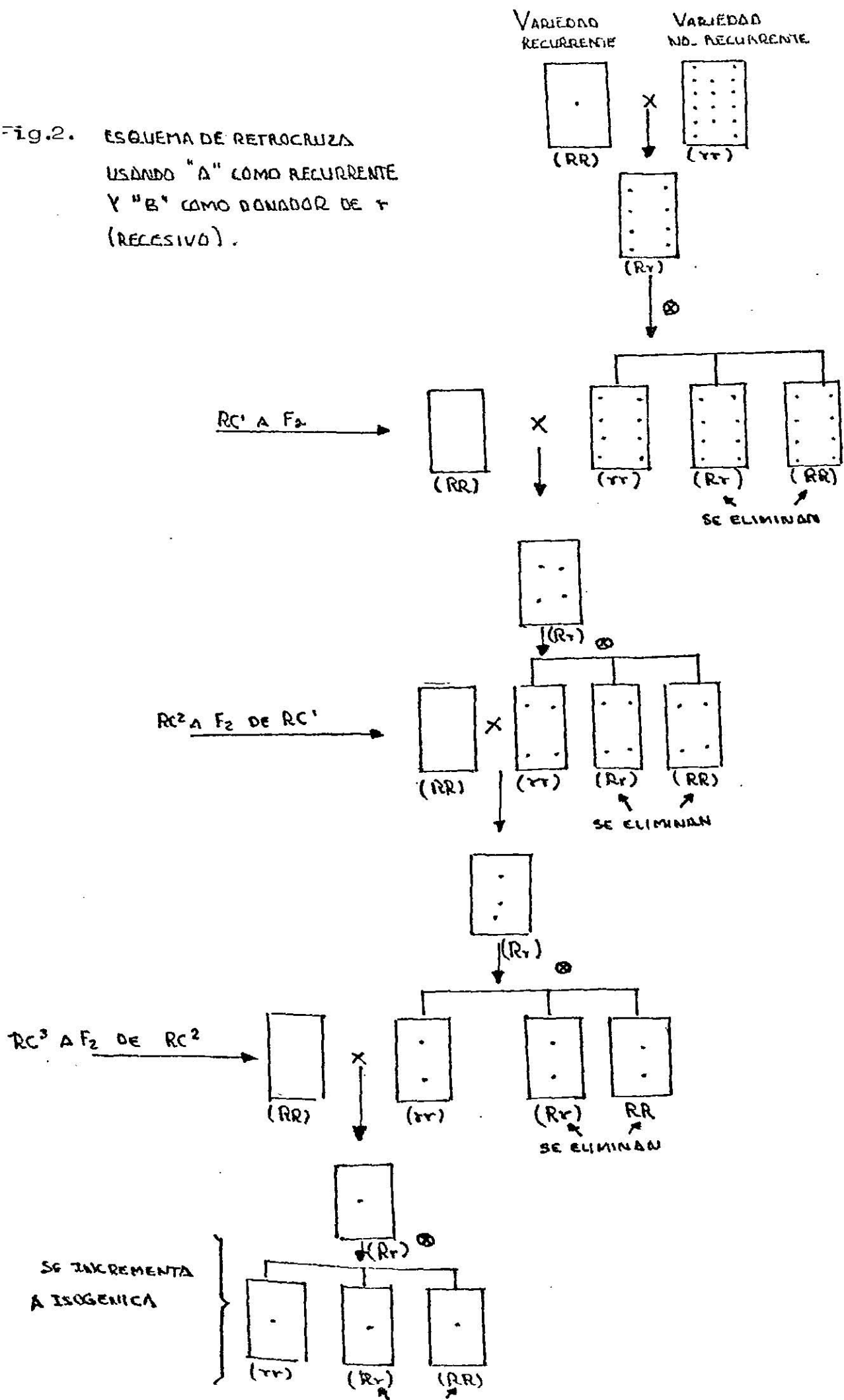
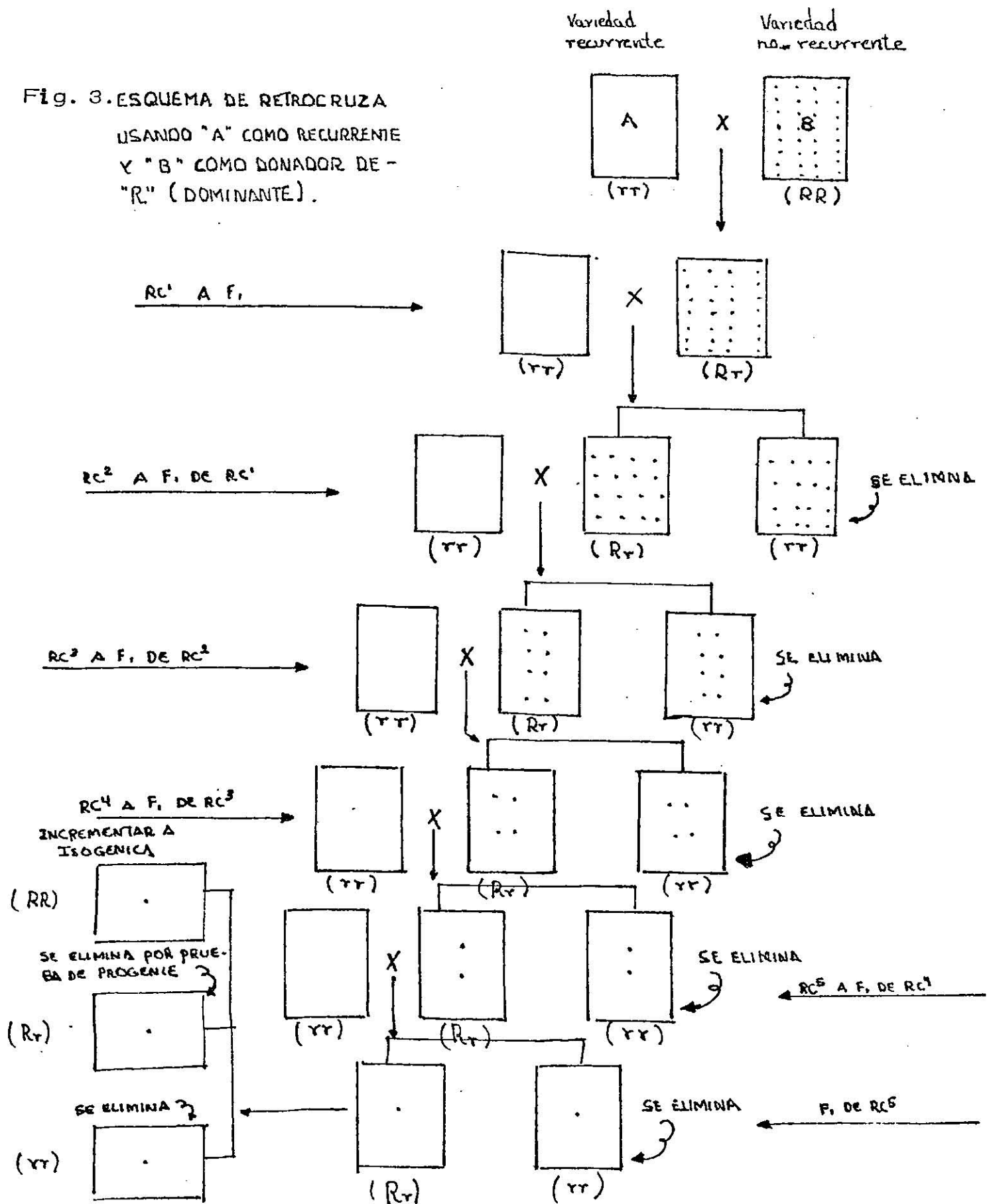


Fig.2. ESQUEMA DE RETROCRUZA
USANDO "A" COMO RECURRENTE
Y "B" COMO DONADOR DE r
(RECESIVO).





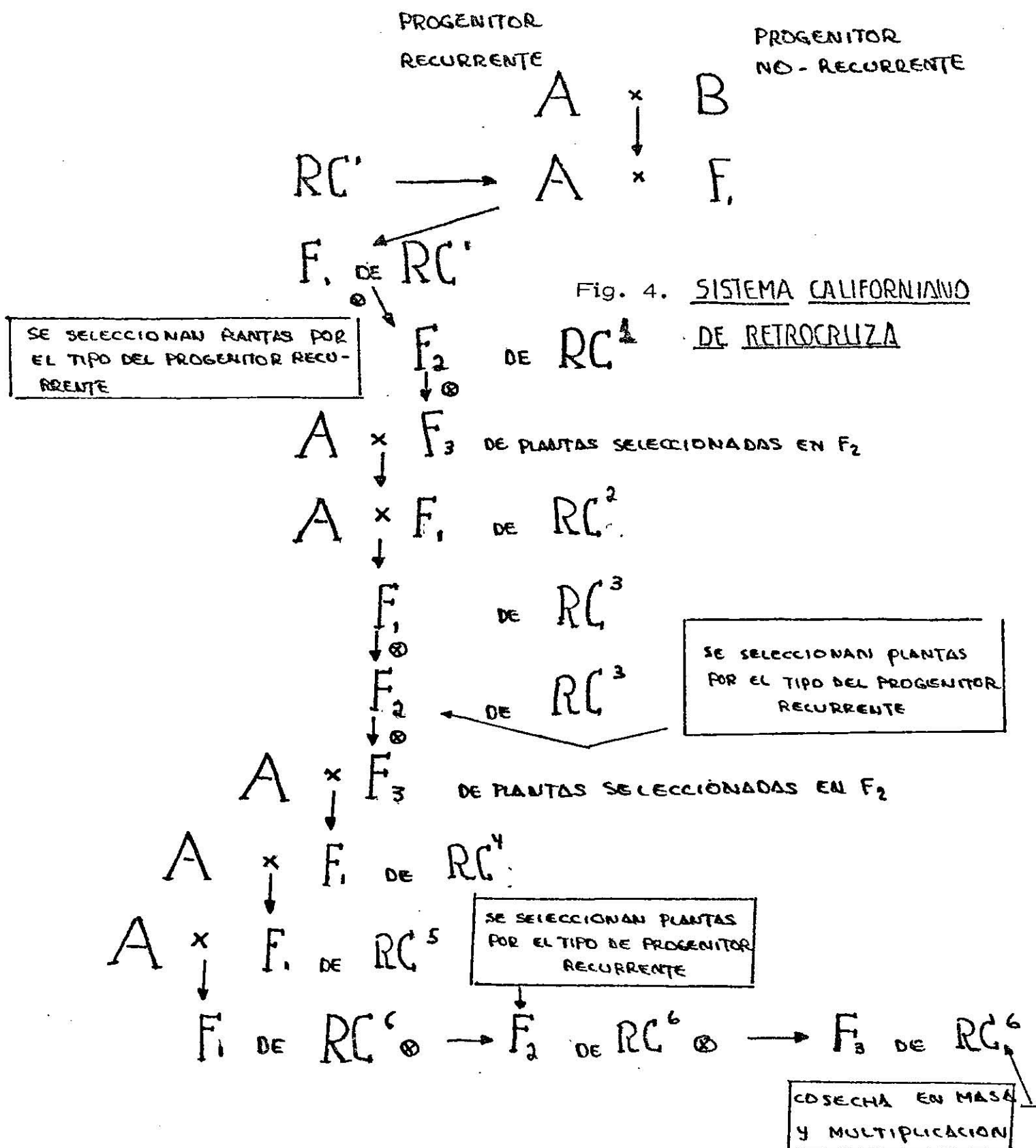
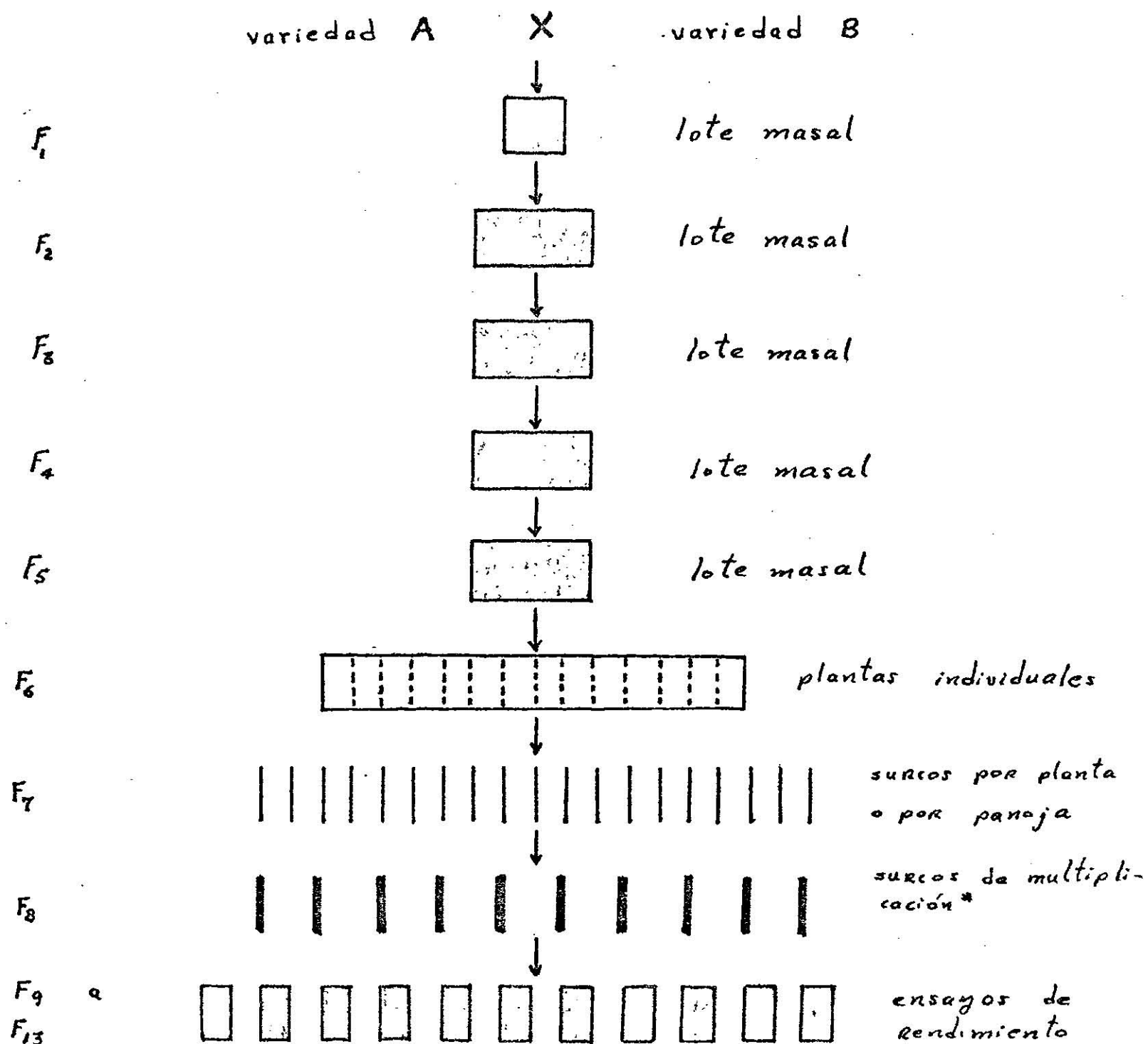


Fig. 5. Método de Selección Masal



* o pruebas preliminares de rendimiento

