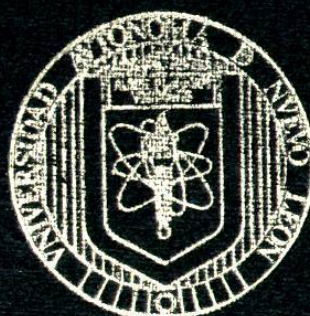


UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



COMPARACION DE CRITERIOS PARA MEDIR EL  
VIGOR HIBRIDO EN RELACION A LA  
PRESELECCION DE HIBRIDOS EXPERIMENTALES  
DE SORGO PARA GRANO  
( *Sorghum bicolor* (L.) Moench ).

POR

ING. RAFAEL GAUNA VEGA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON  
LA ESPECIALIDAD EN PRODUCCION AGRICOLA

MARIN, N. L.

AGOSTO 2000.



TM

SB235

.G38

2000

c.1

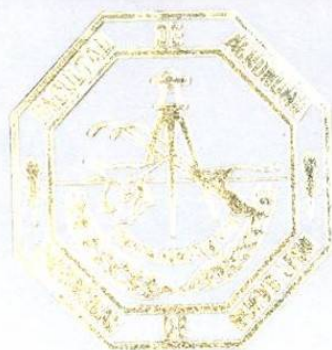


1080095027

# UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA

SUBDIRECCION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



COMPARACION DE CRITERIOS PARA MEDIR EL  
VIGOR HEREDITARIO EN RELACION A LA  
REGRESION DE HIBRIDOS EXPERIMENTALES  
DE SORGO PARA GRANO  
(*Sorghum bicolor* (L.) Moench).

POR

ING. RAFAEL GAUNA VEGA

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS CON  
LA ESPECIALIDAD EN PRODUCCION AGRICOLA



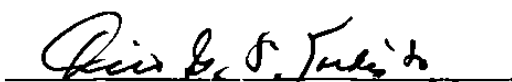


COMPARACION DE CRITERIOS PARA MEDIR EL VIGOR HIBRIDO EN  
RELACION A LA PRESELECCION DE HIBRIDOS EXPERIMENTALES DE SORGO  
PARA GRANO [*Sorghum bicolor* (L.) Moench].

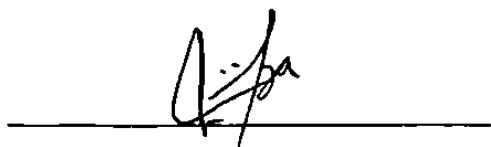
Por Ing. Agr. Fit. Rafael Gauna Vega

Como requisito parcial para optar al grado de Maestro en Ciencias en Producción  
Agrícola.

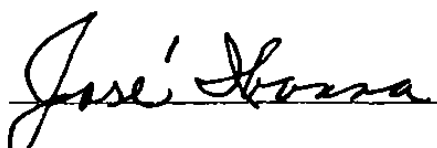
Tesis aprobada por el comité particular:



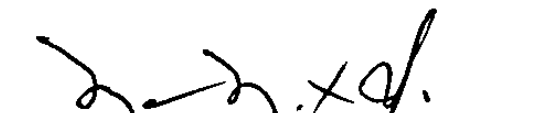
Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano  
Director de la tesis



M. C. Jesús A. Pedroza Flores  
Co-asesor



M. C. José Ibarra Martínez  
Co-asesor



M. C. Maurilio Martínez Rodríguez  
Co-asesor



Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano  
Subdirector de Estudios de Postgrado

## V I T A E

El autor, Rafael Gauna Vega, nació el 28 de octubre de 1949 en la ciudad de Montemorelos, Nuevo León. Cursó sus estudios de primaria y secundaria de 1956 a 1968, en esta misma ciudad. Sus estudios de bachillerato los realizó en la Preparatoria No. 6 de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en este mismo municipio, de 1968 a 1970. De 1970 a 1976 cursó la carrera de Ingeniero Agrónomo Fitotecnista en la Facultad de Agronomía de la UANL en Cd. Universitaria, San Nicolás de los Garza N.L., obteniendo el título respectivo en 1980.

Sus actividades profesionales de 1976 a 1979 las realizó en el Centro de Bachillerato Tecnológico agropecuario (CBTa) No. 20 de la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria, como catedrático impartió las materias de Fruticultura, Fertilidad del Suelo y Fertilizantes, Plagas y Enfermedades de los Cultivos, Seminario Agrícola, Cultivos Básicos y Topografía.

De 1983 a 1987, como catedrático del C B T a No. 73 de la D G E T A, en la Ascención, Aramberri, N. L., impartió las asignaturas de Física I, II y III, Matemáticas V, Horticultura y Riego y Drenaje.

De 1987 a la fecha labora en el C B T a No. 74 del Ejido Tepehuaje, Cadereyta Jiménez, N. L., donde ha sido Jefe del Departamento de Producción y Experimentación, Jefe de la Oficina de Materias Tecnológicas, Jefe de Investigación y Experimentación y actualmente imparte las materias de Riego y Drenaje, Física I, II y III y Horticultura.

## DEDICATORIA

### A MI ESPOSA

María Rodríguez Garza

Con cariño, respeto y amor, por la confianza, comprensión y apoyo que siempre me ha brindado.

### A MIS HIJOS

Rafael, Hugo y José Isidro Gauna Rodríguez

Con cariño y amor.

### A MIS PADRES

Perfecta Vega García (+)

Rafael Gauna Padrón

Con admiración y respeto.

### A MIS HERMANOS

Guadalupe, María Elena, Vidal, Rita, Rogelio, Miguel Angel, Josefina, Héctor Javier, Juan Luis, Gonzalo y David.



## AGRADECIMIENTO

A la Dirección General de Educación Tecnológica Agropecuaria por el apoyo brindado para la realización de esta Maestría.

A la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

En particular al Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo, por el apoyo brindado con el material biológico y realización de todas las actividades de campo.

En especial a la Subdirección de Postgrado de la FAUANL, por su dedicación y empeño en la formación de profesionales de alto nivel.

Al Ph. D. Ciro G. S. Valdés Lozano.

Por su dirección, revisión y corrección de la presente investigación.

A los maestros en ciencias, Jesús A. Pedroza Flores y José Ibarra Martínez.

Por su apoyo y asesoría en el trabajo de campo y análisis estadísticos.

Al M. C. Maurilio Martínez Rodríguez.

Por su asesoría y apoyo en la revisión del escrito del presente trabajo.

Al Ing. Jesús Eduardo Paclan Rodríguez.

Por su apoyo en las primeras impresiones del borrador de este trabajo.

## RESUMEN

Con los objetivos de: 1) comparar cuatro criterios de medición de vigor híbrido y determinar sus implicaciones en la selección preliminar de híbridos experimentales de sorgo para grano, respecto a la selección de los mismos, 2) seleccionar aquellos híbridos experimentales superiores a los testigos, con potencial de ser liberados para la producción comercial, y 3) establecer el manejo de las fechas de siembra de los progenitores para la producción de semilla de los híbridos con potencial de liberarse para la producción, el 20 de Julio de 1998 se estableció un ensayo bajo riego en el Campo Agrícola Experimental de la FAUANL en Marín, N.L. El diseño experimental fue el de bloques completos al azar, con 13 tratamientos en cuatro repeticiones; las parcelas fueron de cuatro surcos de 0.8x5.0 m consistiendo en orden consecutivo de línea B, línea A, F<sub>1</sub> experimental y línea R para cada uno de los ocho híbridos experimentales y de un surco para los cinco híbridos testigos. Los surcos medían 0.80 m de ancho por 5.0 m de largo. Diez y ocho variables fueron analizadas y tres sólo se observaron.

Las comparaciones de medias de tratamientos se realizaron por DMS protegida de Fisher y por rango DMS para heterosis práctica.

El menor número de híbridos seleccionados fue bajo la combinación de los criterios agronómico y de heterosis práctica vs el mejor testigo. Los mejores híbridos experimentales seleccionados bajo estos criterios fueron: 1831x154, 1829x154 y 1831x153. Para producir semilla de 1831x154 los progenitores pueden sembrarse el mismo día, para producir semilla 1829x154 se siembra primero la línea R y tres días después la línea A, y para producir semilla de 1831x153 se siembra primero la línea A seguida de la línea R a los cinco días después, respectivamente.

## SUMMARY

In order to: 1) to compare hybrid vigor measurement criteria and their implications in experimental grain sorghum hybrid preliminar selection, 2) to select experimental hybrids that could be released for production, and 3) to establish the way of planting parents to produce seed of selected hybrids, an experiment was planted under watering in July 20<sup>th</sup> 1998 in the experimental station of FAUANL at Marín, N.L. México. The experiment was a complete randomized block design with 13 treatments and four replicates, plots were four rows 0.8 x 5 m, respectively: B inbred, A inbred, experimental F<sub>1</sub>, and R inbred, for eight experimental hybrids and one row for five commercial hybrid as checks. Eighteen variables were analyzed and three were only described.

Comparisons among treatment means were by Fisher's protected LSD and by LSD practical heterosis rank.

The smallest number of selected hybrids was possible by combining agronomic and practical heterosis vs best check criteria. The best selected experimental hybrids under both criteria were: 1831x154, 1831x153 and 1829x154. To produce 1831x154 seed, both parents can be planted the same day, and to produce the seed of 1831Ax153R, 1831A must be planted first followed by 153R five days after and for 1829Ax154R, 1829A must be planted three days after the planting of 154R.

## CONTENIDO

VITAE	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
RESUMEN	vi
SUMMARY	vii
INDICE	viii
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL TEXTO	xiv
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE	xvii

Capítulo	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Importancia del vigor híbrido en los cultivos	3
2.2. Formas de medir el vigor híbrido	3
2.3. Heterosis en sorgo	5
2.4. Heterobeltiosis en sorgo	9
2.5. Heterosis práctica en sorgo	11
2.6. Hipótesis de trabajo	13



III. MATERIALES Y METODOS	15
3.1. Sitio experimental	15
3.2. Materiales	15
3.3. Diseño experimental, modelo y análisis estadístico	17
3.4. Siembra del experimento y croquis	18
3.5. Variables cuantitativas	18
3.5.1. Rendimiento y sus componentes	20
3.5.1.1. Rendimiento promedio estimado de grano (g) por panícula (12% de humedad)	20
3.5.1.2. Peso de 100 semillas (12% de humedad)	22
3.5.1.3. Número de semillas por panícula	22
3.5.2. Medición del vigor híbrido para el rendimiento y sus componentes	23
3.5.2.1. Heterosis en porciento para el rendimiento de grano (g) por panícula	23
3.5.2.2. Heterobeltiosis en porciento para rendimiento de grano (g) por panícula	23
3.5.2.3. Heterosis práctica en porciento para rendimiento de grano (g) por panícula	24
3.5.2.3.1. Heterosis práctica en porciento respecto al mejor testigo	24

3.5.2.3.2. Heterosis práctica en porciento respecto al promedio de los testigos-----	24
3.5.2.4. Heterosis en porciento para peso de 100 semillas-----	24
3.5.2.5. Heterobeltiosis en porciento para peso de 100 semillas-----	25
3.5.2.6. Heterosis práctica en porciento para peso de 100 semilla-----	25
3.5.2.6.1. Heterosis práctica en porciento respecto al mejor testigo-----	25
3.5.2.6.2. Heterosis práctica en porciento respecto al promedio de los testigos-----	25
3.5.2.7. Heterosis en porciento para número de semillas por panícula---	26
3.5.2.8. Heterobeltiosis en porciento para número de semillas por panícula-----	26
3.5.2.9. Heterosis práctica en porciento para número de semillas por panícula-----	26
3.5.2.9.1. Heterosis práctica en porciento respecto al mejor testigo-----	27
3.5.2.9.2 Heterosis práctica en porciento respecto al promedio de los testigos-----	27
3.5.3. Variables de floración y llenado de grano-----	27
3.5.3.1. Días a embuchamiento-----	27
3.5.3.2. Días a emergencia total de la panícula-----	28
3.5.3.3. Días a inicio de antesis-----	28

3.5.3.4. Días a antesis media	28
3.5.3.5. Días a final de antesis	28
3.5.3.6. Días a madurez fisiológica	29
3.5.3.7. Días a madurez comercial	29
3.5.4. Variables de planta	29
3.5.4.1. Altura de planta (cm).	29
3.5.4.2. Longitud de excursión (cm).	30
3.5.4.3. Longitud de panícula (cm).	30
3.5.4.4. Número de entrenudos	30
3.5.4.5. Longitud de entrenudos (cm)	30
3.5.4.6. Número total de hojas	31
3.5.4.7. Area foliar de la hoja bandera (cm <sup>2</sup> )	31
3.5.4.8. Area foliar total (cm <sup>2</sup> )	31
3.6. Variables cualitativas	31
3.6.1. Color de semilla	32
3.6.2. Tipo de panícula	32
3.6.3. Presencia de enfermedades	32
3.7. Criterios para seleccionar híbridos experimentales	33
3.7.1. Selección de híbridos experimentales por criterio agronómico	33

3.7.2. Selección de híbridos experimentales por heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica para rendimiento de grano (g) por panícula y sus componentes-----	34
3.7.3.Comparación de criterios de selección de híbridos experimentales -----	34
3.7.4.Selección final de los híbridos experimentales-----	35
3.8. Propuesta de producción de semilla híbrida-----	35
IV. RESULTADOS Y DISCUSION-----	36
4.1. Comportamiento agronómica de los híbridos experimentales y testigos---	36
4.1.1. Variables de rendimiento y sus componentes-----	36
4.1.2. Variables de floración y llenado de grano-----	39
4.1.3. Variables de planta-----	42
4.1.4. Variables cualitativas-----	44
4.1.5. Selección agronómica de híbridos experimentales-----	46
4.2.Heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica para rendimiento de grano por panícula-----	47
4.3. Heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica para el peso de 100 semillas-----	50



4.4. Heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica para número de semillas por panícula-----	52
4.5. Comparación de criterios para la selección de híbridos experimentales----	54
4.6. Selección final de los híbridos experimentales-----	58
4.7. Producción de semilla híbrida-----	59
V. CONCLUSIONES-----	61
VI. BIBLIOGRAFIA-----	62
VII. APENDICE-----	69

## INDICE DE CUADROS Y FIGURAS DEL TEXTO

Cuadro		Página
1	Híbridos experimentales de sorgo, líneas A, B y R progenitoras e híbridos comerciales empleados en la evaluación. Ciclo V – O 1998. FAUANL, Marín, N.L.-----	16
2	Comparación de medias de tratamientos por DMS para rendimiento de grano en gramos por panícula al 12 % de humedad y sus componentes, de híbridos experimentales y comerciales de sorgo, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L. -----	38
3	Concentración de resultados de los análisis estadísticos sobre el comportamiento de los híbridos experimentales y testigos de sorgo para grano, en relación a la evaluación de variables de floración y llenado de grano. Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.-----	41
4	Concentración de resultados de los análisis estadísticos sobre el comportamiento de los híbridos experimentales y testigos de sorgo para grano, en relación a la evaluación de las variables de planta. Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L. -----	43

- 5 Comportamiento de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano respecto a tres variables cualitativas que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L. -----45
- 6 Tendencias por comparación numérica de los híbridos experimentales para heterosis práctica vs mejor testigo, heterosis práctica vs promedio de los testigos, heterobeltiosis y heterosis para rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, en % transformado a valores angulares, en ensayo realizado en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L. ----- 48
- 7 Comparación por rango de DMS y numérica de híbridos experimentales para heterosis práctica vs mejor testigo, heterosis práctica vs promedio de los testigos, heterobeltiosis y heterosis, para peso en gramos de 100 semillas en investigación realizada en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L. ----- 51
- 8 Comparación por rangos de DMS y numérica de híbridos experimentales para heterosis práctica vs mejor testigo, heterosis práctica vs promedio de los testigos, heterobeltiosis y heterosis para número de semillas por panícula, en %

transformado a valores angulares. Ciclo V-O 1998. FAUANL,  
Marín, N.L. ----- 53

9 Selección de híbridos experimentales de sorgo para grano, bajo  
cinco criterios. Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L. ----- 55

10 Días a antesis media de las líneas LES A y R, progenitoras de  
los híbridos experimentales de sorgo para grano. Ciclo V – O  
1998. FAUANL, Marín, N.L. -----60

11 Manejo de las fechas de siembra entre machos y hembras de  
los híbridos experimentales seleccionados. Ciclo V – O 1998.  
FAUANL, Marín, N.L.-----60

#### Figura

1 Croquis del experimento donde se evaluó el vigor híbrido en  
sorgo para grano (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de ocho híbridos  
experimentales y sus progenitores y cinco híbridos comerciales  
como testigos. Ciclo V-O de 1998, en la FAUANL, Marín, N.L.-----19



## INDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro		Página
1A	Concentración de datos de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, ajustado al 12 % de humedad de los híbridos experimentales y comerciales ( testigos ). Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	70
2A	Análisis de varianza del rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo, que se evaluaron en el Ciclo V-O de 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	71
3A	Concentración de datos de peso de 100 semillas, ajustados al 12 % de humedad, de los híbridos experimentales y testigos de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León...	72
4A	Análisis de varianza del peso de 100 semillas de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N. L.....	73
5A	Concentración de datos del número de semillas por panícula de los híbridos experimentales y testigos de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V -O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	74
6A	Análisis de varianza del número de semillas por panícula de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V - O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	75
7A	Datos de número de días a embuchamiento de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V - O 1998. FAUANL, Marín, N. L.....	76
8A	Análisis de varianza de número de días a embuchamiento de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	77

9A	Datos de días a emergencia total de panícula de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	78
10A	Análisis de varianza del número de días a emergencia total de panícula de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	79
11A	Datos de número de días a inicio de antesis de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	80
12A	Análisis de varianza de número de días a inicio de antesis de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	81
13A	Datos de número de días a antesis media de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	82
14A	Análisis de varianza de número de días a antesis media de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	83
15A	Datos de número de días a final de antesis de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	84
16A	Análisis de varianza de número de días a final de antesis de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	85
17A	Datos de número de días a madurez fisiológica de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	86

18A	Análisis de varianza de número de días a madurez fisiológica de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	87
19A	Datos de número de días a madurez comercial de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	88
20A	Análisis de varianza de número de días a madurez comercial de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	89
21A	Datos de altura de planta de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	90
22A	Análisis de varianza de altura de planta en m de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	91
23A	Datos de longitud de excersión en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	92
24A	Análisis de varianza de la longitud de excersión en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	93
25A	Datos de longitud de panícula en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	94
26A	Análisis de varianza de longitud de panícula en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	95

27A	Datos de número de entrenudos de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	96
28A	Análisis de varianza de número de entrenudos de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	97
29A	Datos de longitud de entrenudos de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	98
30A	Análisis de varianza de longitud entrenudos en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	99
31A	Datos de número total de hojas de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	100
32A	Análisis de varianza del número total de hojas de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	101
33A	Datos de área foliar en cm <sup>2</sup> de la hoja bandera de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	102
34A	Análisis de varianza del área foliar en cm <sup>2</sup> de la hoja bandera de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	103
35A	Datos de área foliar total en cm <sup>2</sup> de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	104



36A	Análisis de varianza del área foliar total en cm <sup>2</sup> de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	105
37A	Valores de heterosis de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León..	106
38A	Análisis de varianza de heterosis con valores angulares de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	107
39A	Valores de heterobeltiosis de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.	108
40A	Análisis de varianza de heterobeltiosis con valores angulares de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, de híbridos experimentales de sorgo para grano evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	109
41A	Valores de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	110
42A	Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, con valores angulares de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	111
43A	Valores de heterosis práctica respecto al mejor testigo, de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	112

44A	Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al mejor testigo, con valores angulares de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	113
45A	Valores de heterosis en peso en gramos de 100 semillas, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	114
46A	Análisis de varianza de heterosis con valores angulares de peso de 100 semillas de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	115
47A	Valores de heterobeltiosis del peso en gramos de 100 semillas, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	116
48A	Análisis de varianza de heterobeltiosis con valores angulares del peso de 100 semillas de híbridos experimentales de sorgo para grano evaluados en el Ciclo V-O 1998, FAUANL, Marín, N.L.....	117
49A	Valores de heterosis práctica del peso en gramos de 100 semillas respecto al promedio de los testigos, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	118
50A	Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, con valores angulares de peso de 100 semillas de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	119
51A	Valores de heterosis práctica del peso en gramos de 100 semillas respecto al mejor testigo, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	120

52A	Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al mejor testigo, con valores angulares del peso de 100 semillas de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	121
53A	Valores de heterosis del número de semillas por panícula determinados en % y transformados a valores angulares de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	122
54A	Análisis de varianza de heterosis con valores angulares del número de semillas por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	123
55A	Valores de heterobeltiosis del número de semillas por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	124
56A	Análisis de varianza de heterobeltiosis con valores angulares del número de semillas por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	125
57A	Valores de heterosis práctica del número de semillas por panícula respecto al promedio de los testigos, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.....	126
58A	Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, con valores angulares del número de semillas por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	127
59A	Valores de heterosis práctica del número de semillas por panícula respecto al mejor testigo, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León..	128
60A	Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al mejor testigo, con valores angulares del número de semillas por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.....	129

## INTRODUCCION

El cultivo de sorgo en el noreste de México es muy importante, ya que anualmente se siembran alrededor de 903 mil hectáreas en Nuevo León y Tamaulipas, lo cual representa el 5.4 % del total de la superficie cultivada con este grano en el territorio nacional ( INEGI, 1994).

Uno de los factores que ha influido en el incremento del rendimiento de grano de sorgo por unidad de superficie, es la utilización de híbridos de este cultivo. En este aspecto, la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, desde 1976 a la fecha, ha venido trabajando en la obtención de líneas e híbridos experimentales de sorgo para grano, de los cuales hay un buen número de ellos con amplias perspectivas para ser liberados como nuevas opciones para la producción comercial, dado que en los experimentos de evaluación han resultado superiores o iguales a los híbridos comerciales usados como testigos ( Valdés, 1987).

La formación de híbridos en sorgo involucra tres líneas que se denominan A, B y R. Las líneas A y B son isogénicas y solo difieren en que la línea A es androestéril y considerada como hembra y la línea B androfértil, mantenedora de la androesterilidad, por lo que la progenie de la cruce A x B es androestéril. La línea R es androfértil, capaz de restaurar la fertilidad en el híbrido de la cruce A x R, por lo que las líneas A y R se seleccionan por su alta capacidad de combinar específicamente para producir progenie

híbrida en la cual se manifieste un alto vigor híbrido para rendimiento y otros caracteres agronómicos deseables ( Rodríguez, 1992 ).

La liberación final de los híbridos se basa en un buen comportamiento para rendimiento de grano; por lo tanto, es muy importante medir el vigor híbrido. Al respecto, hay varias formas de medirlo, las cuales son: heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica. La heterosis es la superioridad en rendimiento del híbrido con respecto al promedio de rendimiento de los progenitores. La heterobeltiosis es la superioridad del híbrido con respecto al progenitor de mayor rendimiento. La heterosis práctica es la superioridad del híbrido experimental con respecto a la variedad comercial mejor adaptada a la región ( Valdés, 1987 ).

Por lo tanto se planteó llevar a cabo este trabajo que consistió en evaluar híbridos experimentales de sorgo, sus líneas progenitoras e híbridos comerciales, para alcanzar los objetivos siguientes:

- 1) Comparar cuatro criterios de medición del vigor híbrido y determinar sus implicaciones en la selección preliminar de híbridos experimentales de sorgo para grano respecto a la selección de los mismos.
- 2) Seleccionar aquellos híbridos experimentales superiores a los testigos, con potencial de ser liberados para la producción comercial.
- 3 ) Establecer el manejo de las fechas de siembra de los progenitores para la producción de semilla de los híbridos con potencial de liberarse para la producción.

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Importancia del vigor híbrido en los cultivos.

El vigor híbrido es un fenómeno que se produce al cruzar dos progenitores con cierto grado de divergencia genética, siendo raras las especies que no manifiestan dicho fenómeno. El vigor híbrido es el aumento de vigor, crecimiento, tamaño, rendimiento o actividad funcional de una progenie híbrida sobre sus progenitores, que resulta al cruzar organismos distintos genéticamente; esta condición o fenómeno genético se ha aprovechado por los fitogenetistas para obtener híbridos con altos rendimientos, tanto en grano como forraje, frutos no secos y raíces ( Brauer 1968 y Poelhman 1987 ).

Se ha demostrado que el vigor híbrido es tanto mayor cuanto menos emparentados están los progenitores implicados en la cruce; esto quiere decir que a mayor divergencia genética se espera un vigor híbrido superior ( Mollet *et al.*, 1962 y Mollet *et al.*, 1965, citados por Rivera, 1977 ).

### 2. 2. Formas de medir o evaluar el vigor híbrido.

Guiragossian y Romero, 1984, mencionan que Reddy estableció que para evaluar la heterosis en los híbridos de sorgo se deben sembrar en forma alternada, tanto los progenitores como el híbrido, disponiéndolo de tal manera que cada híbrido quede flanqueado al lado izquierdo por la línea B y al lado derecho por la línea R. Lo anterior

permite establecer una buena comparación entre el híbrido y sus progenitores.

Posteriormente se cosecha la producción de cada uno de ellos y se aplican las siguientes fórmulas:

a) Para medir heterosis:

$$\text{heterosis} = \frac{F_1}{(P_1 + P_2) / 2} \times 100$$

donde:  $F_1$  = Rendimiento del híbrido ó  $F_1$

$P_1$  = Producción del progenitor de mayor rendimiento

$P_2$  = Producción del progenitor de menor rendimiento

b) Para medir la heterobeltiosis o sobredominancia :

$$\text{heterosis} = \frac{F_1 - \text{mejor progenitor}}{\text{mejor progenitor}} \times 100$$

c) Para medir la heterosis práctica o comparación del híbrido experimental con el mejor híbrido comercial adaptado a la región.

$$\text{heterosis} = \frac{F_1 - \text{mejor híbrido adaptado}}{\text{mejor híbrido adaptado}} \times 100$$

Se considera que para sorgo, un híbrido es bueno cuando muestra una heterosis práctica mayor al 20 % (Vásquez, 1995 ).

La heterosis, la heterobeltiosis y la heterosis práctica que presentan los híbridos experimentales de sorgo para grano, son criterios muy importantes para la selección tanto preliminar como para la liberación final de dichos híbridos experimentales como nuevos híbridos comerciales, ( Valdés, 1990 ).

### **2.3. Heterosis en sorgo.**

Blum 1977 (citado por Vásquez, 1995 ) indica que la heterosis en sorgo se debe a una formación rápida de las ramificaciones primarias y secundarias de la panícula, rápido crecimiento de ésta y a una elongación de la ramificación primaria basal del primordio. Asimismo, señaló que la heterosis para el rendimiento de grano en sorgo se puede atribuir a dos fenómenos morfológicos en la diferenciación del ápice : 1) a un diámetro largo del domo apical en el momento de la iniciación de la ramificación primaria basal; 2) al lapso de tiempo entre la finalización de ramificación acropétala y la iniciación de la espiguilla basipétala. Este lapso de tiempo se obtiene a través de una rápida ramificación en el híbrido y ésto permite más incremento en el tamaño de las ramificaciones antes de la formación de las espiguillas.

Gao (1984) en una investigación sobre heterosis y análisis de correlaciones para caracteres de híbridos de sorgo, encontró que la heterosis para rendimiento de grano



mostró correlaciones positivas con la heterosis para número de días a madurez, altura de planta, área foliar de la planta y número de granos por panícula.

Nayeem y Bapat (1984) efectuaron una evaluación de heterosis y heterobeltiosis para caracteres de desarrollo y panícula en sorgo para grano, analizando ocho características relacionadas con rendimiento; utilizaron ocho líneas A cruzadas con 10 líneas R probadoras, incluyendo variedades indias y extranjeras en tres localidades. Encontraron que la heterosis, especialmente para componentes de panícula fue mayor en todas las cruces de líneas foráneas por hindúes, lo cual coincide con lo encontrado por otros investigadores ( Mollet *et al.*, 1962 y Mollet *et al.*, 1965, citados por Rivera, 1977 ).

Guzhov y Malyuzhenets (1984) realizaron una investigación sobre heterosis y herencia de caracteres económicamente importantes en sorgo para grano, en 36 cruces de variedades, caracterizando los ocho mejores híbridos y sus progenitores, los cuales fueron elegidos y evaluados por 12 características. Los mayores efectos de heterosis para rendimiento de grano fueron obtenidos cuando los híbridos mostraron el mayor peso de grano en la panícula principal y en los macollos productivos. La heterosis bajó en la  $F_2$ , siendo 46 % más baja que en la  $F_1$  para rendimiento de grano, 38 % para peso de grano de la panícula principal, 16 % para retoños productivos, 10 % para índice de rendimiento y 14% para altura de planta.

Kide et al. (1985) llevaron a cabo un estudio sobre heterosis en sorgo para grano, donde los híbridos mostraron un valor heterótico de 54.99% para rendimiento de grano por planta.

Pérez y Miller (1985) con base en estudios para medir la heterosis en híbridos de sorgo, evaluados en cuatro sitios muy dispersos en el estado de Texas, E. U. A., demostraron que en general los híbridos sobrepasaron a sus respectivos progenitores en rendimiento de grano, número de granos por panícula, longitud de panícula, longitud de excursión y peso por hectolitro. También se redujo en tres días la fecha de floración en promedio.

Kulkarni et al. (1985), investigando la heterosis en híbridos de sorgo para grano y sus progenitores, encontraron valores de 65.5 % para rendimiento de grano por planta y un 40.4 % para altura de planta.

De Franca et al. (1986) realizaron un estudio sobre análisis genéticos de algunos caracteres agronómicos en sorgo para grano, donde encontraron que la heterosis promedio para días al 50% de floración y peso de 1000 semillas fue negativo, en dos épocas del año, una lluviosa y otra posterior a las lluvias. El rendimiento por panícula mostró heterosis positiva solo en la estación posterior a las lluvias, indicando que uno de los progenitores era más adaptado a una estación que a la otra. Las líneas androestériles MA3, MA1, 623A y MA2 produjeron híbridos con heterosis positiva para

rendimiento por panícula en la época lluviosa, mientras que MR801 y MR864 fueron más adaptadas a la época posterior a la lluvia.

Patel *et al.* (1987), durante la temporada lluviosa de 1981, evaluaron la heterosis en ambientes múltiples en sorgo para grano, en 110 híbridos de cruce simple entre 22 machos y cinco hembras como progenitores, en cuatro localidades en Guajarat, India, señalando que la heterosis para rendimiento de grano por planta sobre el valor medio de los padres fue de 93% en 64 híbridos. Los análisis de datos sobre seis componentes de rendimiento revelaron que el porcentaje de grano por planta y longitud de la panícula fueron los principales caracteres que contribuyeron a la mayor expresión del rendimiento de grano.

Jebaraj *et al.* (1988), al realizar en la India un estudio comparativo de heterosis en 30 híbridos obtenidos de cruzar seis líneas de androestériles con cinco cultivares locales de sorgo, observaron heterosis en los 30 híbridos para altura de planta, en 23 de ellos hubo heterosis significativa para longitud de la panícula y cinco híbridos mostraron heterosis máxima significativa para rendimiento de grano por planta.

Chhina y Phul (1988) en la India efectuaron estudios de heterosis en sorgo para grano bajo riego y tensión de humedad. El rendimiento de grano y seis componentes de rendimiento fueron evaluados en 40 híbridos, involucrando cinco líneas androestériles y ocho variedades preliminares de sorgo. Se observó heterosis positiva y significativa

para rendimiento de grano, peso de panícula, longitud de panícula, peso de 100 granos y altura de planta bajo ambos ambientes. La línea androestéril IS10446A y el macho progenitor SPV-475 fue la mejor combinación para rendimiento de grano en los dos ambientes.

Salunke y Pawar ( 1996 ) realizaron estudios de heterosis para rendimiento de grano de sorgo en Rahuari, India, determinando una heterosis en rendimiento de grano por planta de 73.2 %, en producción de materia seca de 63.5 % y en el índice de area foliar de un 50 %.

Gite *et al.* (1997), al hacer una evaluación de vigor híbrido para rendimiento de grano en 32 híbridos de sorgo para grano en Akola, India, encontraron un alto grado de heterosis útil para peso de la panícula y rendimiento de grano por planta.

#### **2.4. Heterobeltiosis en sorgo.**

Se ha señalado que híbridos de sorgo han incrementado de un 16 a un 75 % la producción de forraje sobre el progenitor más rendidor y de un 108 a un 115 % de incremento en el rendimiento de grano por planta sobre el progenitor más rendidor (Karper y Quinby, 1946, citados por Poelhman, 1987 ).

Se ha considerado como una manifestación de heterosis cuando la  $F_1$  es superior en

vigor al progenitor más vigoroso, superioridad que generalmente en sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] se presenta por tener una floración temprana, más hijuelos, mayor altura y rendimiento de grano (Vásquez, 1995).

Desai *et al.* (1983), al evaluar la heterosis para rendimiento de grano de sorgo y sus componentes en 81 híbridos F<sub>1</sub> y sus progenitores en Guajarat, India, encontraron una heterobeltiosis de hasta 99.98%. Esta alta heterobeltiosis para rendimiento de grano fue generalmente acompañada por considerable heterobeltiosis para cantidad de ahijamientos primarios y longitud de la panícula.

Nayeen y Bapat (1984) al analizar el rendimiento de 80 híbridos resultantes de cruzar ocho líneas A con 10 líneas R, incluyendo variedades indias y extranjeras en ensayos en tres localidades, encontraron que la heterobeltiosis fue 33.3% para peso de panícula.

Kide *et al.* (1985) encontraron que en híbridos de sorgo para grano se presentó una heterobeltiosis de 52.53 % para rendimiento de grano por planta.

Borgonovi (1985), en híbridos de sorgo para grano y sus progenitores, encontró una heterobeltiosis para rendimiento de grano por planta de 66 %, y observó que los

híbridos fueron más eficientes en producción y acumulación de materia seca, obteniendo un índice de cosecha de 19.6% mayor que el mejor progenitor.

De Franca *et al.* (1986) realizaron un estudio sobre análisis genético de algunos caracteres agronómicos en sorgo para grano y encontraron una heterobeltiosis positiva para altura de planta, longitud de panícula y número de granos por panícula en 99 híbridos derivados de 11 líneas androestériles cruzadas con nueve restauradoras, evaluadas en dos épocas del año, una lluviosa y otra posterior a las lluvias.

Reddy y Joshi (1993), al realizar una evaluación de heterosis y aptitud combinatoria en seis variedades y sus generaciones filiales de  $F_1$  a  $F_4$  de sorgo para grano, en Rajasthan, India, encontraron una heterobeltiosis de 87.5% para rendimiento de grano por planta y una significativa aptitud combinatoria general y específica en todas las generaciones.

## **2.5. Heterosis práctica en sorgo.**

Flores (1980) desarrolló un estudio comparativo de 10 híbridos experimentales de sorgo para grano en el campo experimental de la F.A.U.A.N.L. de Marín, N. L., obteniendo como resultado para la variable rendimiento, que los híbridos ATX398xS-19 y ATX399xS-19, fueron superiores a los testigos Oro y Pionner 866.

Orozco y Mendoza (1983) realizaron un estudio sobre comparación de híbridos de sorgo [ *Sorghum bicolor* (L.) Moench ] y algunos de sus progenitores, involucrando 64 genotipos entre híbridos comerciales, híbridos experimentales y líneas progenitoras, encontrando que en promedio las líneas B tuvieron un rendimiento superior al de las líneas R y algunos de los híbridos experimentales con más alto rendimiento que los híbridos comerciales, produjeron grano de alta calidad.

Reséndez (1989) en Marín, N. L., evaluó en nueve ensayos, 44 híbridos experimentales de sorgo, del PMMF y S de la F.A.U.A.N.L., identificando como superiores en rendimiento de grano estadísticamente a los híbridos experimentales ATX631xRTX435 y HOO2030.

Valdés y Olivares (1989), en el municipio de Díaz Ordaz, Tamaulipas en el verano de 1989, sembraron un lote de líneas androestériles y restauradoras para su incremento y formación de híbridos, los híbridos resultantes fueron establecidos en seis ensayos. Al obtener los resultados se encontró que 31 híbridos superaron numéricamente en rendimiento al testigo híbrido de mayor rendimiento y de ellos ocho fueron estadísticamente superiores.

Valdés (1990) en el ciclo de primavera de 1990 en el Proyecto de Mejoramiento de Sorgo para el Noreste de México, FAUANL - FAUAT y Regionalización de la

investigación SEP, se evaluaron 77 híbridos experimentales de sorgo de la FAUANL previamente identificados como superiores a los testigos y cinco híbridos experimentales de la UAAAN; se enviaron a 11 localidades del noreste de México para su evaluación, conjuntamente con los híbridos comerciales Pioneer 8244, RB3030 y RB3006. De las 11 localidades sólo en seis se pudo observar el comportamiento agronómico y obtener el rendimiento de grano de los híbridos evaluados, seleccionando 18 híbridos experimentales como superiores a los testigos utilizados.

Flores (1996) realizó un estudio sobre identificación de híbridos experimentales de sorgo para grano, mediante estratificación genética - ambiental en el ciclo ( O - I ) 1990 en San Fernando, Tamaulipas, y encontró que los híbridos experimentales H18311230 y el H0021232 fueron superiores en rendimiento, respecto al testigo de mayor rendimiento Master 911-R.

## **2.6. Hipótesis de trabajo.**

Después de considerar la información anterior, se establecieron las siguientes tres hipótesis de trabajo:

- 1) Al seleccionar preliminarmente híbridos experimentales de sorgo para grano, mediante los diferentes criterios de medición de vigor híbrido y agronómicamente, hay diferencias en los híbridos seleccionados.



2) Al menos uno de los ocho híbridos experimentales de sorgo ensayados son iguales o superiores en rendimiento de grano a los testigos comerciales y por ello con potencial de llevarse a la producción comercial.

3) Hay diferencias en las fechas de floración entre los progenitores de los híbridos experimentales por lo que se requerirá de fechas de siembra particulares para la producción de semilla de aquellos híbridos que se seleccionaron.

### **III. MATERIALES Y METODOS**

#### **3.1. Sitio experimental.**

El presente trabajo se realizó en el ciclo agrícola verano - otoño de 1998, en el Campo Agrícola Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León, ubicada en el Municipio de Marín, N.L. Las coordenadas geográficas del lugar son : 25° 52' de Latitud Norte y 100° 03' de Longitud Oeste con una altitud de 393 msnm. En la región el clima es seco y extremo, donde la temperatura se eleva a más de 40 ° C en el verano y desciende a varios grados bajo cero durante el invierno, la temperatura media anual es de 21° C y la precipitación total anual promedio es alrededor de los 573 mm ( FAUANL, 1982 ).

#### **3. 2. Materiales.**

Los materiales utilizados para llevar a cabo este trabajo fueron los necesarios para realizar las prácticas de preparación del suelo, riego, deshierbe, aplicación de insecticidas y cosecha manual.

El material genético sujeto a evaluación fueron ocho híbridos experimentales de sorgo, obtenidos en el PMMFyS de la FAUANL., así como las líneas A, B y R progenitoras de cada híbrido experimental y como testigos cinco híbridos comerciales Pioneer; estos materiales se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Híbridos experimentales de sorgo, líneas A, B y R progenitoras e híbridos comerciales empleados en la evaluación. Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N. L.

Híbridos experimentales	Líneas A, B	Líneas R	Híbridos comerciales
1823 x 154	1823 A	151 R	P - 8118
1829 x 151	1823 B	153 R	P - 8282
1829 x 154	1829 A	154 R	P - 8310
1829 x 159	1829 B	159 R	P - 8313
1831 x 153	1831 A	1230 R	P - 8428
1831 x 154	1831 B		
1831 x 159			
1831 x 1230			

### 3.3. Diseño experimental, modelo y análisis estadístico.

El diseño experimental utilizado fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 13 tratamientos ( ocho híbridos experimentales y cinco híbridos comerciales ). En cada unidad experimental donde se ubicó cada híbrido experimental se sembraron adyacentemente los progenitores del mismo; a la izquierda la línea A y luego la línea B, y a la derecha, la línea R, los híbridos comerciales se ubicaron sin progenitores.

El modelo estadístico del diseño de bloques completos al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = M + T_i + B_j + E_{ij} \quad \text{donde:}$$

$Y_{ij}$  = Es la observación del tratamiento  $i$  en la repetición  $j$ .

$M$  = Es la media general.

$T_i$  = Es el efecto del  $i$  - ésimo tratamiento.

$B_j$  = Es el efecto del  $j$  -ésimo bloque.

$E_{ij}$  = Es el error experimental.

Los análisis estadísticos fueron efectuados a través del paquete estadístico S A S ( Statistical Analysis System ), versión 6. (Pimienta, 1989). La comparación de medias se efectuó por la D M S ( Diferencia Mínima Significativa ) protegida de Fisher ( Steel y Torrie, 1980 ), y por DMS en rangos de heterosis práctica ( Valdés *et al.*, 1997 ).

### **3.4. Siembra del experimento y croquis.**

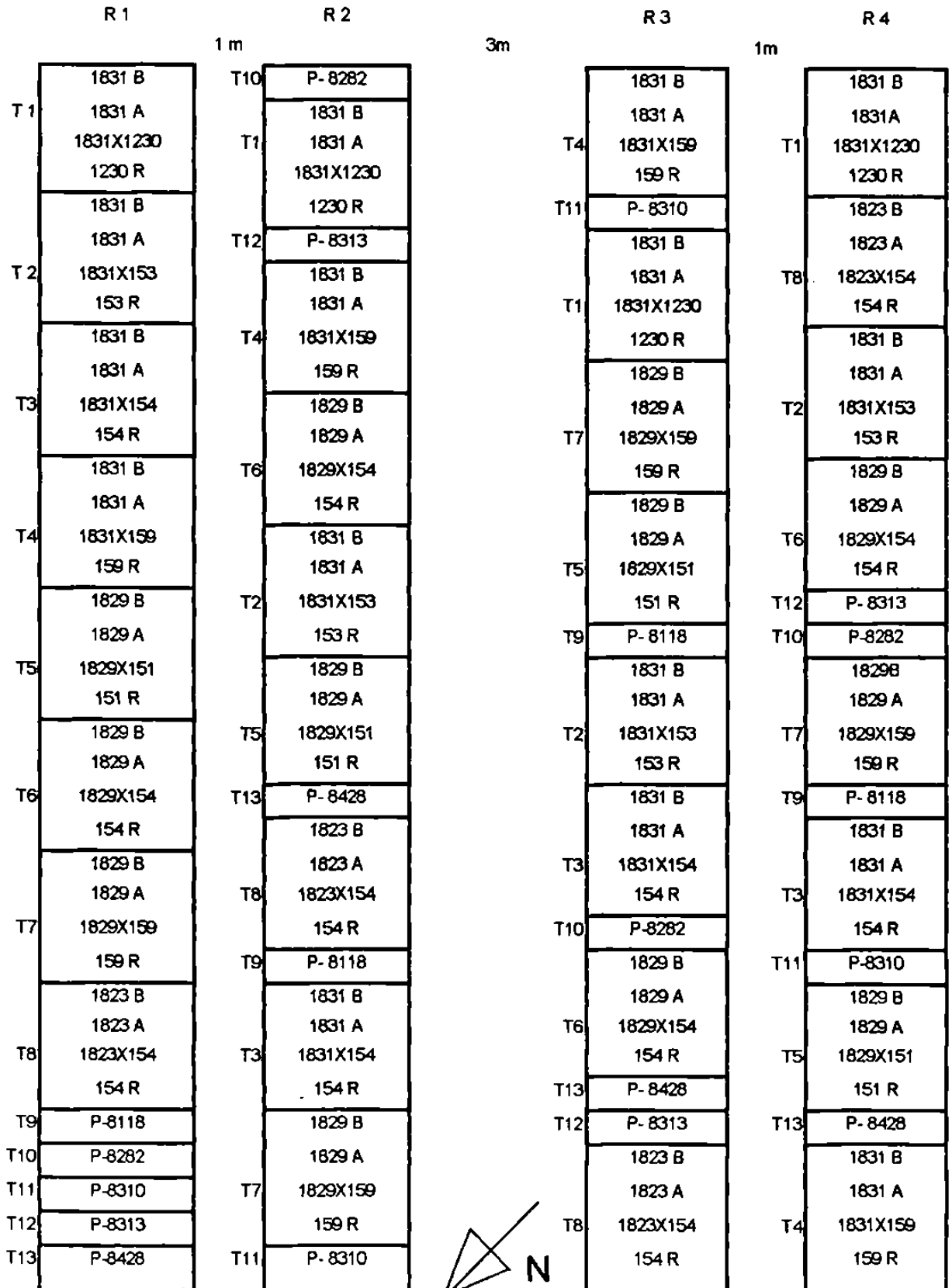
La siembra del experimento se realizó el 20 de julio de 1998, con una sembradora de experimentos de cuatro unidades, en parcelas de cuatro surcos de 5 m de largo y distancia entre surcos de 0.8 m. La siembra se realizó en seco y enseguida se regó. Después de establecido el cultivo, se aclaró, para dejar una densidad de población de aproximadamente 180 mil plantas por hectárea.

La distribución de los tratamientos en el campo se realizó modificando la propuesta de Reddy ( Guiragossian y Romero, 1984 ), colocando en cada unidad experimental cada híbrido experimental de sorgo y sus progenitores en parcelas de cuatro surcos: de izquierda a derecha se ordenaron progresivamente en el surco uno la línea B, en el dos la línea A, en el tres el híbrido experimental y en el cuatro surco la línea R. La siembra en la forma descrita es útil para evaluar la heterosis y la heterobeltiosis. El croquis del experimento se presenta en la Figura 1.

### **3.5. Variables cuantitativas.**

Las variables cuantitativas que se analizaron en este experimento fueron: tres variables de rendimiento de grano y sus componentes ( 3.5.1. ); siete variables de floración y llenado de grano ( 3.5.3. ), y ocho variables de planta ( 3.5.4. ).

Figura 1. Croquis del experimento donde se evaluó el vigor híbrido en sorgo para grano (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) de ocho híbridos experimentales y sus progenitores y cinco híbridos comerciales como testigos. Ciclo V-O de 1998, en la F.A.U.A.N.L., Marín, N.L.



### 3.5.1. Rendimiento y sus componentes.

Las características agronómicas del rendimiento que se analizaron fueron: rendimiento promedio estimado de grano (g) por panícula al 12 % de humedad, peso de 100 semillas (g) al 12 % de humedad y número de semillas por panícula.

#### 3.5.1.1. Rendimiento promedio estimado de grano (g) por panícula (12 % de humedad ).

La cosecha y desgrane de panículas se realizó en forma manual; en seguida se pesó el grano y se le determinó el porcentaje de humedad para ajustar el rendimiento de grano al 12 % de humedad por la fórmula siguiente: ( Avila y Márquez, 1978 ).

$$R C = P g h \times \frac{100 - p h}{88}$$

Donde:

R C = Rendimiento de grano corregido al 12 % de humedad.

P g h = Peso de grano húmedo.

p h = Porcentaje de humedad del grano, ajustada por temperatura ambiental.

Dado que algunas panículas presentaron daño de pájaro, mediante la utilización de panículas sin daño, las cuales se desgranaron en seis secciones del ápice a la base, se

desarrolló un procedimiento para estimar el rendimiento por panícula; a continuación se describe tal procedimiento.

Se seleccionaron panículas completas de todos los híbridos, las cuales se dividieron en seis secciones de igual longitud, se trillaron y se pesó el grano de cada sección ajustando el rendimiento al 12 % de humedad, la suma de las seis secciones fue el rendimiento total. La pérdida de grano de la primer sección del ápice a la basa, representó una pérdida del 16.7%; y para la segunda, tercera, cuarta y quinta secciones las pérdidas fueron del 33.4, 50.0, 66.7 y 83.3% respectivamente. Con el rendimiento remanente, esto es, con el porciento de la longitud de la panícula que quedaba con grano, respectivamente 83.3, 66.6, 50.0, 33.4 y 16.7%, se determinaron las ecuaciones de regresión lineal para estimar el rendimiento total de grano por panícula. Las ecuaciones resultantes para estimar el rendimiento total por panícula con los dos últimos rendimientos remanentes arrojaron coeficientes de determinación ( $R^2$ ) respectivamente de 0.57 y 0.44, por lo que sólo se utilizaron las ecuaciones con  $R^2$  mayores, las cuales a continuación se presentan:

Ecuación 1:  $Y_i = 0.61 + 1.1X_i$ , cuando hay un 16.7 % de la longitud de la panícula sin grano, es decir un 83.3 % de longitud de la panícula con grano.  $R^2 = 99$  %.

Ecuación 2:  $Y_i = 10.43 + 1.22X_i$ , cuando hay un 33.4 % de la longitud de la panícula sin grano, y un 66.6 % de longitud de la panícula con grano.  $R^2 = 88$  %.

Ecuación 3:  $Y_i = 29.4 + 1.36X_i$ , cuando hay un 50 % de longitud de la panícula sin grano, y el otro 50 % con grano.  $R^2 = 74$  %.



En cada unidad experimental se cosecharon cinco panículas procedentes de plantas con competencia completa y para cada panícula se aplicaron estas ecuaciones.

### 3.5.1.2. Peso de 100 semillas ( 12 % de humedad ).

Se determinó el porcentaje de humedad del grano de todas las muestras, en seguida se contaron y pesaron 100 semillas de cada una de las muestras, ajustando el peso al 12 % de humedad ( Avila y Márquez, 1978).

### 3.5.1.3. Número de semillas por panícula.

Con base en el peso de 100 semillas y el peso total de grano por panícula, se determinó el número de semillas por panícula, mediante la siguiente fórmula:

$$X_s = \frac{100 \times \text{PTGP}}{\text{P100 S}}$$

Donde:  $X_s$  = Número total de semillas por panícula.

PTGP = Peso total de grano por panícula.

P 100 S = Peso de 100 semillas.

### **3.5.2. Medición del vigor híbrido para el rendimiento y sus componentes.**

El vigor híbrido se midió en términos de heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica, como se describió en la sección 2.2, para el rendimiento de grano por panícula, como para sus componentes. Para este propósito se utilizó el rendimiento estimado de grano por panícula como fue descrito en la sección 3.5.1.1.

#### **3.5.2.1. Heterosis en porciento para rendimiento de grano (g) por panícula.**

Para evitar valores negativos de heterosis al expresar el rendimiento de grano estimado por panícula de cada híbrido experimental respecto al promedio del rendimiento de grano estimado de sus progenitores, la heterosis se determinó en % y se transformó a valores angulares, mediante la fórmula:

$$\text{Valor angular} = \arcsen \sqrt{\%}, \text{ ( Reyes, 1982 )}.$$

#### **3.5.2.2. Heterobeltiosis en porciento para rendimiento de grano (g) por panícula.**

Con el propósito de no tener valores negativos al expresar el rendimiento de grano estimado por panícula de cada híbrido experimental respecto al progenitor de mayor rendimiento de grano estimado; la heterobeltiosis se determinó en % y se transformó a valores angulares, mediante la fórmula arriba citada (Reyes, 1982).

### **3.5.2.3. Heterosis práctica en porciento para rendimiento de grano (g) por panícula.**

Se utilizaron dos criterios de heterosis práctica, el primero considerando el mejor híbrido comercial en el experimento y el segundo utilizando el promedio de los testigos en el ensayo.

#### **3.5.2.3.1. Heterosis práctica en porciento respecto al mejor testigo.**

Para no tener valores negativos al comparar el rendimiento estimado de grano en gramos por panícula de cada híbrido experimental, respecto al híbrido comercial con el mejor rendimiento de grano estimado en gramos por panícula, la heterosis práctica se expresó en % y se transformó a valores angulares, mediante la fórmula que presenta Reyes (1982).

#### **3.5.2.3.2. Heterosis práctica en porciento respecto al promedio de los testigos.**

Con el fin de evitar el uso de valores negativos al comparar el rendimiento estimado de grano en gramos por panícula de cada híbrido experimental respecto al promedio de los testigos, la heterosis práctica se expresó en % y se transformó a valores angulares con la fórmula que presenta Reyes (1982).

#### **3.5.2.4. Heterosis en porciento para peso de 100 semillas.**

Con base en los datos de peso de 100 semillas de los híbridos experimentales y sus

progenitores, se procedió a determinar el porcentaje total de heterosis el cual se transformó a valores angulares ( Reyes, 1982 ), para su análisis estadístico.

#### **3.5.2.5. Heterobeltiosis en porciento para peso de 100 semillas.**

Con el dato del progenitor de mayor peso de 100 semillas se procedió a determinar el porcentaje de heterobeltiosis, el cual se transformó a valores angulares ( Reyes, 1982 ) para su análisis estadístico.

#### **3.5.2.6. Heterosis práctica en porciento para peso de 100 semillas .**

Se utilizaron dos criterios de heterosis práctica, el primero considerando el mejor híbrido comercial en este ensayo y el segundo utilizando el promedio de los testigos, ésto respecto a la variable de peso de 100 semillas.

##### **3.5.2.6.1. Heterosis práctica en porciento respecto al mejor testigo.**

Para no tener valores negativos al comparar el peso de 100 semillas de cada híbrido experimental respecto al híbrido comercial con el mayor peso de 100 semillas, la heterosis práctica se expresó en porciento y se transformó a valores angulares, con la fórmula que presenta Reyes (1982) .

##### **3.5.2.6.2. Heterosis práctica en porciento respecto al promedio de los testigos.**

Para no tener valores negativos al comparar el peso de 100 semillas de cada híbrido experimental respecto al promedio de peso de 100 semillas de los híbridos comerciales,

la heterosis práctica se expresó en porciento y se transformó a valores angulares ( Reyes, 1982 ).

#### **3.5.2.7. Heterosis en porciento para número de semillas por panícula.**

Con base en los datos de peso de 100 semillas de los híbridos experimentales y sus progenitores, se procedió a determinar el número de semillas por panícula con una regla de tres simple, para evitar el uso de valores negativos, la heterosis de esta variable se expresó en porciento y se transformó a valores angulares mediante la fórmula que presenta Reyes (1982).

#### **3.5.2.8. Heterobeltiosis en porciento para número de semillas por panícula.**

Con el progenitor que tuvo el valor más alto en número de semillas por panícula se procedió a determinar el porcentaje de heterobeltiosis y se transformó a valores angulares ( Reyes, 1982 ).

#### **3.5.2.9. Heterosis práctica en porciento para número de semillas por panícula.**

Se utilizaron dos criterios de heterosis práctica, el primero considerando el mejor híbrido comercial en el experimento y el segundo utilizando el promedio de los testigos en el ensayo.

#### **3.5.2.9.1. Heterosis práctica en porciento respecto al mejor testigo.**

La heterosis práctica se expresó en porciento y se transformó a valores angulares (Reyes, 1982 ).

#### **3.5.2.9.2. Heterosis práctica en porciento respecto al promedio de los testigos.**

La heterosis práctica se expresó en porciento y se transformó a valores angulares ( Reyes, 1982 ).

#### **3.5.3. Variables de floración y llenado de grano.**

Las variables de floración y llenado de grano que se cuantificaron en este experimento fueron: días a embuchamiento, días a emergencia total de la panícula, días a inicio de antesis, días a antesis media, días a final de antesis, días a madurez fisiológica y días a madurez comercial.

##### **3.5.3.1. Días a embuchamiento.**

Esta variable fue el número de días transcurridos desde la fecha en que se dió el primer riego de siembra, hasta cuando el 50 % de las plantas en la parcela presentaron buche.

### **3.5.3.2. Días a emergencia total de la panícula.**

A partir de la fecha del primer riego, se contó el número de días transcurridos hasta que el 50 % de las plantas presentaban la emergencia total de la panícula en cada tratamiento.

### **3.5.3.3. Días a inicio de antesis.**

Esta variable consistió en los días transcurridos desde la fecha del primer riego hasta cuando el 50 % de las plantas en cada parcela presentaban liberación de polen de las flores del primer tercio de la panícula, en cada tratamiento y en cada repetición.

### **3.5.3.4. Días a antesis media.**

Desde la fecha del primer riego se contó el número de días transcurridos hasta cuando se observó liberación de polen en las flores de 2/3 de las panículas del 50 % de las plantas de cada parcela.

### **3.5.3.5. Días a final de antesis.**

Se contó el número de días a partir de la fecha en que se dió el primer riego, hasta que la totalidad de la panícula estuvo en floración en el 50 % de las plantas de cada parcela.

#### **3.5.3.6. Días a madurez fisiológica.**

Se contaron los días transcurridos desde la fecha del primer riego hasta la fecha en que el 50 % de las panículas de cada parcela presentaron granos con capa negra.

#### **3.5.3.7. Días a madurez comercial.**

Se contaron los días transcurridos desde la fecha del primer riego hasta la cosecha de panículas, lo cual se hizo cuando las panículas se desgranaban fácilmente con la mano.

#### **3.5.4. Variables de planta.**

Las variables de planta que se analizaron en este ensayo fueron: altura de planta, longitud de excursión, longitud de panícula, número de entrenudos, longitud de entrenudos, número total de hojas, área foliar de la hoja bandera y área foliar total. La longitud de excursión, de panícula, de entrenudos y altura de planta se midieron con una regla graduada en centímetros.

##### **3.5.4.1. Altura de planta (cm).**

Este carácter se determinó promediando el valor de cinco plantas por parcela útil, midiéndose desde el suelo hasta el ápice de la panícula.



#### **3.5.4.2. Longitud de excursión (cm).**

La longitud de excursión se midió en centímetros desde la lígula de la hoja bandera a la base de la panícula, donde empiezan las primeras ramificaciones de las espiguillas, promediando el valor de cinco plantas con competencia completa por parcela útil.

#### **3.5.4.3. Longitud de panícula (cm).**

Esta variable consistió en medir la distancia entre la base y el ápice de la panícula. Esta medición se realizó en cinco plantas con competencia completa y se obtuvo el promedio para cada parcela útil.

#### **3.5.4.4. Número de entrenudos.**

Se contaron los entrenudos de tres plantas con competencia completa y se obtuvo al promediar sus valores para cada unidad experimental, solamente en dos repeticiones.

#### **3.5.4.5. Longitud de entrenudos (cm).**

Se midió la longitud de los entrenudos en una muestra de tres plantas con competencia completa y se obtuvo el promedio por parcela útil, únicamente en dos repeticiones.

#### **3.5.4.6. Número total de hojas.**

Dentro de la parcela útil se contó el número total de hojas verdes al final de la floración, en una muestra de cinco plantas con competencia completa y se obtuvo el promedio por parcela.

#### **3.5.4.7. Área foliar de la hoja bandera ( $\text{cm}^2$ ).**

El área foliar de la hoja bandera se determinó en  $\text{cm}^2$  en promedio de tres plantas con competencia completa, muestreadas por unidad experimental. Para determinar el área de la hoja bandera ( $AF_{\text{HB}}$ ) se midió la parte más ancha de la hoja y se multiplicó por lo largo de la misma y por el factor 0.75, (PMMF y S, 1982).

#### **3.5.4.8. Área foliar total ( $\text{cm}^2$ ).**

La determinación de área foliar total se realizó en tres plantas con competencia completa en cada parcela útil en dos repeticiones. Esta variable se determinó al momento de madurez fisiológica, estimando el área foliar de cada hoja mediante la multiplicación del largo por el ancho en centímetros por el factor 0.75 y sumando el área de cada una de ellas para obtener el área foliar total.

### **3.6. Variables cualitativas.**

En esta investigación se consideraron tres variables que fueron evaluadas cualitativamente, las cuales fueron: color de la semilla, tipo de panícula y presencia de enfermedades. La importancia de considerar estas variables se basa en que las

primeras dos sirven para caracterizar los materiales genéticos en estudio y la tercera es porque puede condicionar su liberación como nuevas variedades comerciales.

### **3.6.1. Color de semilla.**

La identificación del color de semilla de los genotipos de sorgo involucrados en esta investigación, se basó en la descripción de los colores del grano de sorgo, del Instructivo para la toma de datos en sorgo del Programa de Sorgo del PMMF y S (1982), en el cual se les identifica o agrupa en cinco clases: Blanco, Amarillo, Rojo, Café y Morado.

### **3.6.2. Tipo de panícula.**

La determinación de esta variable se realizó en cinco plantas tomadas al azar dentro de la parcela útil. Esta identificación se efectuó de acuerdo a la clasificación de tipos de panícula de sorgo que se describen en el Instructivo para toma de datos en sorgo del Programa de Sorgo del PMMF y S (1982), en donde se describen 10 tipos de panículas de sorgo para grano.

### **3.6.3. Presencia de enfermedades.**

Cuando el cultivo se encontraba en el estado lechoso – masoso del grano, por la sintomatología de campo se detectó la presencia de dos enfermedades importantes, ergot ( *Claviceps africana* ) y Fusarium ( *Fusarium moniliforme* ). El patógeno causante de ergot infecta al sorgo cuando está en floración, observándose su daño en lo que

sería la etapa de llenado de grano, la cual no se efectúa, dado que se produce la emanación de una mielecilla desde dentro de la florecilla. *Fusarium moniliforme* es un hongo del suelo que ataca al sorgo, subiendo por los haces vasculares del tallo, observándose en un corte longitudinal de los haces vasculares en los entrenudos superiores, un color rojo intenso ó morado, provocando el debilitamiento del tallo y favoreciendo su doblamiento por el viento. La detección de estas enfermedades fue visual y se enviaron muestras de plantas infectadas al Laboratorio de Fitopatología de la FAUANL para su identificación.

### **3.7. Criterios para seleccionar híbridos experimentales.**

Los criterios que se tomaron en cuenta para la selección de los mejores híbridos experimentales de sorgo para grano fueron los siguientes: el criterio agronómico, y la heterosis, la heterobeltiosis, la heterosis práctica respecto al mejor testigo y la heterosis práctica respecto al promedio de los testigos respectivamente. En el criterio agronómico se consideraron todas las variables morfológicas. En el caso de los otros cuatro criterios, se evaluaron tres componentes de rendimiento los cuales fueron: rendimiento estimado de grano (g) por panícula, peso (g) de 100 semillas y número de semillas por panícula.

#### **3.7.1. Selección de híbridos experimentales por criterio agronómico.**

Con base en este criterio se seleccionaron aquellos híbridos experimentales que presentaron menor o igual ciclo vegetativo que los testigos comerciales, menor altura,

mayor longitud de panícula, menor área foliar total y principalmente aquellos que tuvieron rendimiento de grano y fitosanidad igual o superior al de los híbridos comerciales que se utilizaron como testigos.

### **3.7.2. Selección de híbridos experimentales por heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica para rendimiento de grano (g) por panícula y sus componentes.**

Por este criterio se seleccionaron aquellos híbridos experimentales que presentaron los más altos valores de heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica; esta última con respecto al mejor testigo y al promedio de los testigos, todo lo anterior relacionado con la variable de rendimiento de grano (g) por panícula y sus componentes, peso de 100 semillas y número de semillas por panícula.

### **3.7.3. Comparación de criterios de selección de híbridos experimentales.**

Los mejores híbridos experimentales seleccionados bajo el criterio agronómico antes descrito, así como los mejores híbridos experimentales seleccionados bajo los criterios de heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica para rendimiento de grano (g) por panícula y sus componentes, fueron comparados para observar coincidencias y diferencias y definir las implicaciones que se tendrían al seleccionar sólo por los tres últimos criterios.

#### **3.7.4. Selección final de los híbridos experimentales.**

La selección final de los mejores híbridos experimentales de sorgo involucrados en este ensayo se efectuó considerando aquellos de mejor comportamiento agronómico y que a la vez presentaran los valores más altos de heterosis, heterobeliosis y heterosis práctica para rendimiento de grano en gramos por panícula y sus componentes, peso de 100 semillas y número de semillas por panícula.

#### **3.8. Propuesta de producción de semilla híbrida.**

Con los resultados de los días a la antesis media de las líneas A y R que forman los híbridos experimentales seleccionados por su mejor potencial para llevarse a la producción, se propondrá el manejo de las fechas de siembra de éstas líneas para lograr la coincidencia en floración y por tanto lograr la producción de semilla de los híbridos seleccionados.

## **IV. RESULTADOS Y DISCUSION**

### **4. 1. Comportamiento agronómico de los híbridos experimentales y testigos.**

El comportamiento agronómico de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano se evaluó considerando las variables de rendimiento y sus componentes, los días a floración y los días a llenado de grano, así como las variables de planta y las tres variables cualitativas que se describieron en el capítulo anterior. El comportamiento agronómico de los híbridos experimentales y comerciales de este experimento se da a continuación.

#### **4. 1. 1. Variables de rendimiento y sus componentes.**

Los datos de rendimiento de grano estimado en gramos por panícula al 12% de humedad, peso en gramos de 100 semillas y número de semillas por panícula, se presentan en el Apéndice en el Cuadro 1A, Cuadro 3A y Cuadro 5A, respectivamente, los análisis de varianza de estas variables se presentan en el Apéndice en el Cuadro 2A, Cuadro 4A y Cuadro 6A, respectivamente, en los cuales se observa que para rendimiento de grano en gramos por panícula se detectó diferencia estadísticamente significativa entre tratamientos, así como también para peso en gramos de 100 semillas y número de semillas por panícula. Al realizar la comparación de medias por DMS, las cuales se presentan en el Cuadro 2, puede observarse que el híbrido experimental

1831x154 fue el de mayor rendimiento de grano, rindiendo 25.38 g más por panícula, que el mejor testigo, lo cual representa una superioridad estadística del 32.69 % respecto al testigo de mayor valor, el cual fue P – 8118 con 77.65 g. Asimismo se observa que otros tres híbridos experimentales superaron numéricamente al mejor testigo. En términos generales se puede establecer que cuatro híbridos experimentales superaron numéricamente al mejor testigo P –8118 en rendimiento de grano por panícula, en un intervalo de 2.38 a 25.38 gramos, equivalente a una superioridad porcentual entre 3.1 a 32.69 %. Vásquez (1995) consideró que cuando un híbrido experimental supera al mejor testigo en un 20 a 25 % en rendimiento de grano, se puede seleccionar como un híbrido con potencial para liberarse. Al respecto, estos resultados indican que el híbrido 1831x154 al superar en un 32.69 % al mejor testigo, puede ser considerado como de buen potencial para ser liberado. Los híbridos experimentales aquí evaluados, junto con los ocho híbridos experimentales identificados por Valdés y Olivares (1989) en Díaz Ordaz, Tamaulipas, los 18 híbridos experimentales evaluados por Valdés (1990) en el Noreste de México y a los dos híbridos experimentales identificados por Flores (1996) en San Fernando Tamaulipas, fueron obtenidos por el programa de mejoramiento genético del sorgo de la F.A.U.A.N.L.

En el mismo Cuadro 2 se puede observar que en relación al peso en gramos de 100 semillas, el híbrido experimental 1831x1230 fue el de mayor valor con 4.08 gramos, superando en un 7.94 % al P- 8313 que fue el testigo de mayor peso de 100 semillas



Cuadro 2. Comparaciones de medias de tratamientos por DMS para rendimiento de grano en gramos por panícula al 12% de humedad y sus componentes, de híbridos experimentales y comerciales de sorgo, evaluados en el Ciclo V - O de 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	Peso del grano en gramos por panícula, 12 % humed.	Peso en gramos de 100 semillas, 12% humedad.	Número de semillas por panícula.
1831x154	103.03 A	3.33 C D E	3111 A
1831x159	84.90 B	3.03 E F	2728 A B
1831x153	84.28 B	3.05 E F	2768 A B
1829x154	80.03 B C	3.23 C D E	2481 B
P - 8118	77.65 B C D	3.10 D E F	2504 B
1829x151	75.60 B C D	2.75 F	2751 A B
1829x159	72.58 B C D E	3.18 D E	2281 B C D
1831x1230	65.13 C D E F	4.08 A	1777 C D E
P - 8310	61.30 D E F G	3.45 B C D	1764 D E
P - 8428	61.18 D E F G	3.58 B C	1722 D E
1823x154	56.20 E F G	3.15 D E	1357 B C
P - 8282	50.58 F G	3.43 B C D E	1502 E
P - 8313	47.25 G	3.78 A B	1243 E
Significancia (0.05)	**	**	**
D M S	16.83	0.36	581.03
C.V. (%)	16.60	7.66	18.17

con 3.78 gramos, aunque ambos estadísticamente fueron iguales. Asimismo, puede observarse que 1831x154, estadísticamente con el mayor rendimiento de grano en gramos por panícula, fue estadísticamente igual en el peso de 100 semillas a tres de los cinco híbridos comerciales, siendo superado por P-8313. Asimismo, se puede apreciar con respecto al número de semillas por panícula que cuatro híbridos experimentales fueron mejores estadística y numéricamente, que el mejor testigo, y que en general se puede establecer que 4 híbridos experimentales superaron al mejor testigo, desde 224 hasta 607 más semillas por panícula, lo que representa un intervalo de superioridad en porcentaje del 8.95 al 24.24%.

Con base en el análisis de resultados de estos tres componentes de rendimiento de grano en sorgo, se puede concluir que la variable número de semillas por panícula es la que más influyó en el rendimiento de grano, es decir que los mayores rendimientos están dados por el mayor número de semillas, lo cual coincide con los resultados encontrados por Patel et al. (1987) en la India.

#### **4.1.2. Variables de floración y llenado de grano.**

La información correspondiente a las variables aquí consideradas se encuentran en los Cuadros del Apéndice numerados con 7A, 9A, 11A, 13A, 15A, 17A y 19A. Los análisis de varianza de estas variables se indican en los cuadros designados como 8A, 10A, 12A, 14A, 16A, 18A y 20A, del Apéndice, en donde se observa que en todas las variables hubo diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos.

Las comparaciones de tratamientos se presentan en el Cuadro 3, en donde se aprecia en forma general que los híbridos que embucharon y florecieron más temprano, fueron los comerciales. Se observó también, que el híbrido 1829 x 151 que fue el híbrido experimental más precoz con 108.75 días a madurez fisiológica, y resultó ser solamente dos días más tardío que los testigos más precoces, P-8282 y P-8313 y estadísticamente fue igual en precocidad a P-8118 y P-8310. En forma general, se observa que los híbridos que tuvieron el mayor número de días a emergencia total de panícula (DETP) y mayor número de días a final de anthesis (DFA), alcanzaron la madurez fisiológica (DMF) más tarde, a excepción de los híbridos experimentales 1829x151 y 1823x154. Sólo tres híbridos experimentales (1831x159, 1831x153 y 1831x1230) requirieron estadísticamente más días para alcanzar la madurez comercial que el resto de los híbridos experimentales y comerciales. Los otros cinco híbridos experimentales tuvieron estadísticamente el mismo número de días a madurez comercial que los testigos.

Considerando los cuatro híbridos experimentales de mayor rendimiento de grano en gramos por panícula respecto al mejor híbrido comercial, estos dos, 1831 x 153 y 1831 x 159 fueron estadísticamente más tardíos que P-8118 con 5.75 y 5.0 días más a madurez fisiológica, en tanto que los mejores híbridos experimentales 1831 x 154 y 1829 x 154 fueron iguales estadísticamente a P-8118 con 121.5, 120 y 120 días a madurez comercial, respectivamente.

Cuadro 3. Concentración de resultados de los análisis estadísticos sobre el comportamiento de los híbridos experimentales y testigos de sorgo para grano, en relación a la evaluación de variables de floración y llenado de grano. Ciclo V – O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	DE	DETP	DIA	DAM	DFA	DMF	DMC
1831x1230	58.00 A	78.75 A	63.75 A	66.75 A	68.75 A	124.00 A	126.00 A
1831x153	56.75 A	70.00 B	59.00 B	63.00 B	65.00 B	118.25 B	123.00 B
1831x154	58.00 A	69.75 B	65.50 A	68.00 A	70.25 A	116.75 B	121.50 C
1831x159	56.75 A	67.75 B	59.75 B	64.75 A	67.50 A	117.50 B	123.00 B
1829x151	56.00 A	68.25 B	62.25 A	64.50 B	66.50 A	108.75 C	120.00 C
1829x154	54.50 B	63.25 C	60.75 B	63.25 B	66.25 B	112.75 C	120.00 C
1829x159	53.75 B	61.50 C	57.75 C	60.75 C	63.50 B	110.75 C	120.00 C
1823x154	55.25 B	67.00 B	60.75 B	63.75 B	66.25 B	111.25 C	120.00 C
P - 8118	55.25 B	65.25 C	62.00 B	64.50 B	66.75 A	112.50 C	120.00 C
P - 8282	49.00 D	60.00 C	55.00 D	57.00 D	59.75 C	107.00 D	120.00 C
P - 8310	51.00 C	58.50 D	55.75 C	58.75 C	62.25 C	108.75 C	120.00 C
P - 8313	51.00 C	59.75 C	56.75 C	59.25 C	62.25 C	107.00 D	120.00 C
P - 8313	50.75 C	60.50 C	59.00 B	62.00 B	61.25 C	108.75 C	120.00 C
Significancia 0.05	**	**	**	**	**	**	**
D M S	2.5	6.72	3.35	3.29	3.78	5.24	2.08
C.V. (%)	3.14	6.91	3.78	3.55	3.94	3.21	1.21

DE = Días a embuchamiento.

DETP = Días a emergencia total de panícula.

DIA = Días a inicio de antesis.

DAM = Días a antesis media.

DFA = Días a final de antesis.

DMF = Días a madurez fisiológica.

DMC = Días a madurez comercial.

\*\* = Diferencia altamente significativa.

### 4.1.3. Variables de planta.

Las información de las variables aquí incluidas se señalan en los Cuadros 21A, 23A, 25A, 27A, 29A, 31A, 33A Y 35A del Apéndice. Los análisis de varianza respectivos se presentan en los Cuadros 22A, 24A, 26A,28A, 30A, 32A, 34A y 36A, del mismo capítulo. En dichos cuadros se observa que excepto para número de entrenudos y área foliar total, en el resto hubo diferencia significativa entre tratamientos, por lo que se realizaron las comparaciones de medias entre tratamientos por DMS.

Los resultados se concentran en el Cuadro 4, donde se observa que cuatro de los híbridos experimentales fueron estadísticamente iguales en altura al híbrido comercial (P-8428) más alto (145.3 cm) y cuatro fueron de menor porte. En excersión, sólo 1831x1230 obtuvo un valor de 0.0 cm y el resto de los híbridos experimentales fueron iguales o superiores en excersión al híbrido comercial de menor excersión que fue P-8313 con 4.4 cm. En cuanto a la longitud de la panícula, se pudo apreciar que seis de los ocho híbridos experimentales fueron estadísticamente iguales al híbrido comercial P-8313 que fue el testigo de mayor longitud de panícula. Los híbridos experimentales 1831x159 y 1829x159 fueron los de menor longitud de panícula.

Se observa también, que seis de los ocho híbridos experimentales mostraron mayor área foliar de la hoja bandera, que dos híbridos comerciales. Respecto a número de entrenudos, no se detectó diferencia significativa, no obstante que numéricamente el rango para esta variable fue de ocho a 11 entrenudos. La longitud de entrenudos (LEN)

Cuadro 4. Concentración de resultados de los análisis estadísticos sobre el comportamiento de los híbridos experimentales y testigos de sorgo para grano, en relación a la evaluación de las variables de planta. Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N. L.

Híbridos	A P	L EX	L P	N E	L EN	N TH	AFHB	A FT
1831x1230	136.5 A	0.0 E	39.3 A	11.0	4.9 B	14.75 A	244.85 B	5200.3
1831x153	125.8 C	3.9 D	35.8 A	10.0	5.0 B	14.25 B	324.68 A	4275.9
1831x154	136.3 A	4.0 D	38.6 A	11.0	4.6 B	15.50 A	322.68 A	4131.2
1831x159	120.0 D	7.9 B	29.9 C	8.0	6.0 A	13.75 B	282.03 A	2444.4
1829x151	132.0 B	6.3 C	35.4 A	10.0	5.9 A	13.50 B	272.85 A	4007.3
1829x154	142.5 A	9.7 A	35.6 A	10.0	4.7 B	14.00 B	264.93 B	4318.1
1829x159	121.8 D	8.2 B	28.1 C	9.5	5.3 A	13.00 C	292.85 A	3219.6
1823x154	142.5 A	10.6 A	39.7 A	9.0	5.0 B	14.25 B	317.45 A	4029.4
P - 8118	136.0 B	7.6 B	32.9 B	11.0	5.8 A	13.25 C	269.53 A	3052.4
P - 8282	140.3 A	9.8 A	32.7 B	8.0	5.9 A	12.00 D	214.73 B	2885.9
P - 8310	139.5 A	11.9A	32.9 B	9.0	6.6 A	12.00 D	200.90 C	3676.8
P - 8313	121.8 D	4.4 D	40.0 A	8.0	4.0 B	12.50 C	279.08 A	3578.8
P - 8428	145.3 A	11.5 A	32.9 B	10.0	6.2 A	13.75 B	323.65 A	4250.1
Significancia 5%	**	**	**	N.S	**	**	**	N.S
D M S	6.71	2.2	4.8	—	1.3	1.1	56.85	—
C.V.(%)	3.78	30.23	6.56	13.67	9.65	5.54	16.45	20.91

A P =Altura de planta en cm.

L EX =Longitud de excursión en cm.

L P = Longitud de panícula en cm.

N E = Número de entrenudos.

L EN = Longitud de entrenudos en cm.

N TH = Número total de hojas.

AFHB = Area foliar de la hoja bandera en cm<sup>2</sup>.

A FT =Area foliar total en cm<sup>2</sup>.

indica que tres de los ocho híbridos experimentales tuvieron mayor valor que el resto de los híbridos en el ensayo. Dos de los ocho híbridos experimentales tuvieron el mayor número total de hojas (NTH) con 14.75 y 15.50 hojas, estos fueron el 1831x1230 y 1831x154, respectivamente.

#### **4.1.4. Variables cualitativas.**

En el Cuadro 5 se presenta el comportamiento de los híbridos experimentales y testigos, en relación a estas variables cualitativas. En dicho Cuadro se observa que en relación a la incidencia de enfermedades, el híbrido comercial P - 8313, fue el único que presentó incidencia tanto de ergot como de fusarium. De los cuatro híbridos experimentales de mayor rendimiento de grano en gramos por panícula ( Cuadro 2 ), solo el 1831x159 presentó incidencia de una enfermedad. Tres de los híbridos experimentales fueron atacados por una o las dos enfermedades, por lo que tres híbridos experimentales deben eliminarse como posibles híbridos de llevarse a la producción.

Cinco de los ocho híbridos experimentales presentaron el tipo de panícula elíptica compacta así como tres de los cinco híbridos comerciales, los restantes híbridos experimentales mostraron panícula tipo elíptica semicompacta, y los dos híbridos comerciales restantes presentaron panícula del tipo semiabierta del ápice. En lo que respecta al color de semilla, el híbrido experimental 1831x1230 presentó un color crema, en el resto de los híbridos experimentales tres resultaron de color rojo, dos de

**Cuadro 5. Comportamiento de los híbridos experimentales de sorgo para grano, respecto a tres variables cualitativas que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N. L.**

Híbridos	Presencia de enfermedades		Color de semilla	Tipo de panícula
	Ergot	Fusarium		
1831x1230	0 %	0 %	Crema	Elíptica semicompacta
1831x153	0 %	0 %	Café	Elíptica semicompacta
1831x154	0 %	0 %	Amarilla	Elíptica compacta
1831x159	9 %	0 %	Rojo	Elíptica smicompacta
1829x151	7 %	7 %	Rojo	Elíptica compacta
1829x154	0 %	0 %	Rojo	Elíptica compacta
1829x159	9 %	11 %	Café	Elíptica compacta
1823x154	0 %	0 %	Amarilla	Elíptica compacta
P - 8118	0 %	0 %	Café	Semi-abierta del ápice
P - 8282	0 %	0 %	Rojo	Elíptica compacta
P - 8310	0 %	0 %	Café	Elíptica compacta
P - 8313	14.7 %	16.5 %	Rojo	Elíptica compacta
P - 8428	0 %	0 %	Rojo	Semi-abierta del ápice



color café y dos de color amarillo. En el caso de los híbridos comerciales, tres resultaron de color rojo y dos de color café.

#### **4.1.5. Selección agronómica de híbridos experimentales.**

Los híbridos experimentales que se seleccionaron en base al criterio agronómico son por su mayor rendimiento de grano en gramos por panícula, el 1831 x 154 como el mejor, le siguen el 1831 x 159, 1831 x153 y 1829 x154, y por último el 1829 x151 y el 1829 x 159, ya que también resultaron estadísticamente iguales al mejor testigo. Por su precocidad, los híbridos 1829 x151, 1829 x159 y 1823 x154. Por longitud de panícula, el 1823 x154, 1831 x1230, 1831 x 154, 1831 x 153, 1829 x 154 y 1829 x151. Por longitud de excursión, los siguientes: 1823 x 154, 1829 x 154, 1829 x 159, 1831 x159, 1829 x151 y 1831 x 154. Por mayor área foliar de la hoja bandera, los siguientes: 1831 x153, 1831 x154, 1823x 154, 1829 x 159, 1831 x 159 y 1829 x 151.

Por menor área foliar total a madurez fisiológica, el 1831 x 159, 1829 x 159, 1829 x151,1823 x 154 y 1831 x 154. Por menor incidencia de ergot y fusarium, los siguientes: 1831 x 153, 1831 x 154, 1829 x 154, 1823 x 154 y 1831 x 1230.

Considerando en conjunto las siete características anteriores, dando prioridad al rendimiento de grano y sanidad, los híbridos experimentales de mayor potencial para llevarlos a la producción, por presentar estas dos características y al menos una más son 1831x154, 1831x153 y 1829x154, no obstante no ser los más precoces.

## **4.2. Heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica para rendimiento de grano por panícula.**

En los Cuadros 37A, 39A, 41A y 43A respectivamente, se concentran los valores de heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica en % transformados a valores angulares del rendimiento de grano por panícula de los híbridos experimentales utilizados en este ensayo. Con los valores angulares se realizaron los análisis de varianza para heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica respecto al mejor testigo y al promedio de los testigos.

Los resultados de dichos análisis se presentan en los Cuadros 38A, 40A, 42A y 44A del Apéndice y en los mismos se aprecia que no hubo diferencia significativa entre tratamientos. Las tendencias en base a comparaciones numéricas de los híbridos experimentales para heterosis práctica vs. el mejor testigo, heterosis práctica vs el promedio de los testigos, heterobeltiosis y heterosis, se concentran en el Cuadro 6.

Con relación a heterosis práctica respecto al mejor testigo se observa que los híbridos experimentales 1831 x 154, 1831 x 153 y 1831 x 159, tienden a presentar los más altos valores, así mismo, se aprecia que estos tres genotipos y el 1829 x 154, también mostraron los más altos valores de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, así como de heterobeltiosis y de heterosis, esto en relación a la variable de rendimiento de grano en gramos por panícula.

**Cuadro 6. Tendencias por comparación numérica de los híbridos experimentales para heterosis práctica vs mejor testigo, heterosis práctica vs promedio de los testigos, heterobeltiosis y heterosis para rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, en % transformado a valores angulares, en ensayo realizado en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N. L.**

Híbridos experimentales	Heterosis prác- vs. mejor testigo	Heterosis práctica vs.		
		promedio testigos	heterobeltiosis	heterosis
1831x154	122.47 *	150.50 *	140.97 *	157.94 *
1831x153	100.71 *	126.31 *	109.03 *	125.28 *
1831x159	97.06 *	123.69 *	110.60 *	116.76 *
M T	90.00			
1829x154	89.34	125.81 *	106.99 *	106.76 *
1829x151	81.00	119.33 *	96.58	106.90 *
1823x154	79.89	106.53 *	89.50	97.09
1831x1230	78.15	110.84 *	101.46 *	94.34
1829x159	75.79	115.30 *	99.39	104.50 *
P T		90.00		
Significancia	N S	N S	N S	N S
C.V.(%)	24.64	19.48	28.06	25.54

M T = Mejor testigo (P-8118, ver Cuadro 2).

P T = Promedio de los testigos (P-8118, P-8282, P-8310, P-8313 y P-8428).

NS = No significativo.

\* = Híbrido experimental superior.

En cuanto a la heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, la tendencia numérica de todos los híbridos experimentales, superan al promedio de los testigo, con valores que van desde 18.37% hasta 67.22%, todo esto en relación a heterosis práctica de la variable de rendimiento de grano en gramos por panícula.

Con respecto a la heterobeltiosis del rendimiento de grano en gramos por panícula, en el Cuadro 6 se puede observar la tendencia a presentarla, cinco de los ocho híbridos experimentales, y que el 1831x154 fue el mejor, con un valor de 160.3% de heterobeltiosis (140.97 valor angular ) en cuyo híbrido el mejor progenitor fue LES 154R. Los presentes resultados se ubican como intermedios respecto a los de otros autores, como Kide *et al.* (1985) señalan valores de heterobeltiosis de 152.53%, mientras que otros como Desai *et al.* (1983), Reddy y Joshi (1993) y Borgonovi (1985), señalan valores mayores que fluctúan desde 166 hasta 199.98% de heterobeltiosis para rendimiento de grano por panícula.

En cuanto a la heterosis se puede observar en el Cuadro 6, la tendencia a mostrarla, seis de los ocho híbridos experimentales, donde 1831x154 el que presentó mayor valor angular (157.94) correspondiente a un valor del 181.6% de heterosis para rendimiento de grano por panícula, siendo este valor superior a los obtenidos por Kide *et al.* (1985) con un 154.9%, Kulkarni *et al.* (1985) con 65.5% y Salunke y Pawar (1996) con un 173.2% de heterosis para rendimiento de grano, aunque menor que el obtenido por Patel *et al.*, (1987) que fue de 193% de heterosis.

En términos generales se puede establecer que los resultados obtenidos en cuanto a heterosis práctica, heterobeltiosis y heterosis para la variable de rendimiento de grano por panícula son aceptables, ya que en algunos resultados de heterobeltiosis y heterosis, superan a los obtenidos por investigadores agrícolas de otros países.

#### **4.3. Heterosis, heterobeltiosis y heterosis práctica para el peso de 100 semillas.**

Los resultados de las presentes variables se concentran en los Cuadros 45A, 47A, 49A y 51A, y los resultados de los análisis estadísticos, se indican en los Cuadros 46A, 48A, 50A y 52A, cuyos resultados se concentra en el Cuadro 7. En dicho Cuadro, se puede observar que el híbrido experimental 1831x1230 fue el que presentó el mayor valor de heterosis práctica, tanto respecto al mejor testigo, como al promedio de los testigos, y aunque no en forma estadística, observó el valor más grande numéricamente de heterobeltiosis y de heterosis. Aunque estadísticamente no hubo diferencia significativa entre los híbridos experimentales con respecto a la heterobeltiosis, se puede apreciar que los híbridos experimentales 1829x159 y 1823x154 presentaron numéricamente los valores más altos, junto con el 1831x1230 que fue el de mayor valor. Con respecto a heterosis, se consigna que los híbridos experimentales 1829x159, 1823x154 y 1831x153 fueron de los que presentaron mayores valores. Se registraron valores positivos de heterosis para peso de 100 semillas, que van desde 1.73% hasta un 21.53% respectivamente. Investigadores como Chhina y Phul (1988) en China, determinaron heterosis positiva en peso de 100 semillas en sorgo para grano.

**Cuadro 7. Comparación por rango de DMS y numérica de híbridos experimentales para heterosis práctica vs mejor testigo, heterosis práctica vs promedio de los testigos, heterobeliosis y heterosis, para peso en gramos de 100 semillas en investigación realizada en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N. L.**

Híbridos Experimentales	Heterosis Prác. vs. Mejor Testigo	Heterosis Práctica vs. Promedio Testigos	Heterobeliosis	Heterosis
1831x1230	103.08 A	114.74 A	104.32	109.38
MT y PT	90.00 B	90.00 B		
1831x154	70.30 C	81.94 B	79.90	84.90
1829x154	67.24 C	75.08 B	83.35	99.58
1831x159	66.96 C	75.34 B	74.86	81.34
1829x159	66.64 C	74.40 C	99.70	103.94
1823x154	64.60 C	77.30 C	94.73	100.26
1831x153	63.72 C	69.98 C	82.75	102.70
1829x151	58.50 C	63.24 C	81.92	91.56
Significancia 0.05	**	**	NS	NS
Rango de DMS	80.49-99.51	74.41-105.59	----	----
C.V.(%)	9.01	13.31	16.18	14.40

Rango D M S; A = Superiores al mejor testigo o al promedio de los testigos.

B = Iguales al mejor testigo o al promedio de los testigos.

C = Inferiores al mejor testigo o al promedio de los testigos.

MT = Mejor testigo (P-8313, ver Cuadro 2).

PT = Promedio de los testigos (P-8118, P-8282, P-8310, P-8313 y P-8428).

\*\* = Diferencias altamente significativas

#### **4.4. Heterosis, heterobeliosis y heterosis práctica para número de semillas por panícula.**

Los porcentajes de heterosis, heterobeliosis y de heterosis práctica para las variables consideradas en los Cuadros 53A, 55A, 57A, y 59A. Los resultados de los análisis de varianza se presentan en los Cuadros 54A, 56A, 58A y 60A. Se realizaron las comparaciones de medias de tratamientos por DMS de los híbridos experimentales, en relación a la variable de número de semillas por panícula, cuyos resultados se concentran en el Cuadro 8, donde se puede observar que los híbridos experimentales 1931 x 154, 1831 x 153 y 1829 x 151, tuvieron los valores más altos de heterosis práctica respecto al mejor testigo. También se puede observar que cinco de los ocho híbridos experimentales mostraron heterosis práctica arriba de 45% respecto al promedio de los testigos. Los híbridos 1831 x 154, 1831 x 153 y 1831 x 159, tuvieron los valores más altos de heterosis y de heterobeliosis en relación a la variable de número de semillas por panícula, aunque esta diferencia no fue significativa en forma estadística.

Los cinco valores más altos de heterosis para esta variable fluctúan desde 17.71% hasta 73.62%. Los altos valores de heterosis de número de semillas por panícula en sorgo para grano indica que esta variable es una de las principales que contribuyen a una mayor expresión del rendimiento de grano, lo que coincide con los resultados obtenidos por Patel *et al.* (1987) en la India.

**Cuadro 8. Comparación por rangos de DMS y numérica de híbridos experimentales para heterosis práctica vs mejor testigo, heterosis práctica vs promedio de los testigos, heterobeltiosis y heterosis para número de semillas por panícula, en % transformado a valores angulares. Ciclo V-O 1998. FAUANL., Marín, N.L.**

Híbridos experimentales	Heterosis prác. vs. mejor testigo	Heterosis práctica vs. promedio testigos	Heterobeltiosis	Heterosis
1831x154	119.40 B	157.30 A	140.79	156.26
1831X153	105.26 B	144.03 A	116.14	122.28
1829X151	101.63 B	140.37 A	100.27	105.94
1831X159	97.59 B	148.51 A	116.65	121.65
M T	90.00 B			
1829X154	89.20 B	130.76 A	98.01	112.36
1823X154	84.87 B	119.16 B	89.46	95.12
1829X159	75.71 B	121.95 B	94.09	98.31
1831X1230	56.88 C	95.71	80.01	97.99
P T		90.00		
Significancia (0.05)	*	**	N S	N S
Rango DMS	57.48-122.52	55.97-124.03	-----	-----
C.V.(%)	24.44	18.29	25.54	23.22

Rango DMS; A = Superiores al mejor testigo o al promedio de los testigos.

B = Iguales al mejor testigo o al promedio de los testigos.

C = Inferiores al mejor testigo o al promedio de los testigos.

M T = Mejor testigo (P-8118, ver Cuadro 2).

P T = Promedio de los testigos (P-8118, P-8282, P-8310, P-8313 y P-8428).

\* = Diferencia significativa.

\*\* = Diferencia altamente significativa



Se observa que de los valores de heterobeltiosis positiva, el más alto es 56.43% y corresponde al híbrido experimental 1831x154. Esta condición de heterobeltiosis positiva para número de granos por panícula, coincide con los resultados obtenidos por de Franca *et al.* (1986).

#### **4.5. Comparación de criterios para la selección de híbridos experimentales.**

Los criterios que se consideraron en esta investigación para la selección de híbridos experimentales de sorgo para grano fueron cinco: 1) El criterio agronómico incluyendo todas las variables, 2) heterosis, 3) heterobeltiosis, 4) heterosis práctica respecto a el mejor testigo y 5) heterosis práctica respecto al promedio de los testigos para rendimiento de grano en gramos por panícula, peso en gramos de 100 semillas y número de semillas por panícula. En el Cuadro 9 se presenta la identificación de híbridos experimentales de sorgo para grano superiores en base a cada uno de los criterios mencionados, observándose que con base en el criterio de heterosis, se seleccionaron los siguientes híbridos experimentales: 1831x154, 1831x153, 1831x159, 1829x154, 1829x151 y 1829x159, los cuales mostraron tendencias de superioridad, con los más altos valores de heterosis para rendimiento de grano en gramos por panícula. Tendencia de superioridad mostraron los tres híbridos experimentales, 1831x153, 1831x1230 y 1829x159, los cuales obtuvieron los valores más altos de heterosis para peso en gramos de 100 semillas. No se detectó diferencias entre los híbridos experimentales para heterosis en el número de semillas por panícula.

Cuadro 9. Selección de híbridos experimentales de sorgo para grano, bajo cinco criterios. Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L

Híbridos	Heterosis Práctica			Heterosis Práctica			Heterobeltiosis			Heterosis		
	V.S			V.S								
	A	Mejor Testigo		Promedio de Testigos								
		1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2
1831x154	*	*	*	*	*		*			*		
1831x153	*	*	*	*	*		*			*	*	
1831x159		*	*	*	*		*			*		
1829x154	*		*	*	*		*			*		
1831x1230		*		*	*		*	*			*	
1829x151			*	*	*					*		
1829x159			*	*	*					*	*	
1823x154			*	*	*							

A = Criterio Agronómico (rendimiento de grano por panícula y fitosanidad), 1=Rendimiento de grano estimado en gramos por panícula, (por mayor tendencia numérica), 2= Peso en gramos de 100 semillas (por mayor tendencia numérica para heterosis y heterobeltiosis), 3 = Número de semillas por panícula (diferencia no significativa para heterosis y heterobeltiosis).

\* = Híbrido superior.

Los híbridos experimentales seleccionados por el criterio de heterobeltiosis por su tendencia debido a valores altos para rendimiento de grano estimado en gramos por panícula, fueron: 1831x154, 1831x153, 1831x159, 1829x154 y 1831x1230. Sólo 1831x1230 tuvo el valor más alto de peso en gramos de 100 semillas. No hubo diferencia entre los híbridos experimentales para heterobeltiosis en el número de semillas por panícula.

Con base en el criterio de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, y por su tendencia debido a valores altos, en relación a la variable de rendimiento de grano estimado en gramos por panícula, se seleccionaron los ocho híbridos experimentales. El híbrido 1831x1230 mostró el valor más alto respecto al promedio de los testigos en peso en gramos de 100 semillas; para la variable del número de semillas por panícula, se seleccionaron cinco híbridos experimentales: 1831x154, 1831x153, 1831x159, 1829x154 y 1829x151, ya que superaron al promedio de los testigos.

Por su tendencia de valores altos, tres híbridos experimentales fueron seleccionados por el criterio de heterosis práctica respecto al mejor testigo (P-8118), en relación a la variable de rendimiento estimado de grano en gramos por panícula, éstos fueron: 1831x154, 1831x153 y 1831x159; bajo este mismo criterio de selección, el híbrido experimental 1831x1230 presentó el mayor valor de peso en gramos de 100 semillas, superando al mejor testigo P-8313, y en relación a la variable número de semillas por panícula, excepto 1831x1230, fueron seleccionados siete de los ocho

híbridos experimentales, los cuales fueron estadísticamente iguales al mejor testigo P-8118.

Los híbridos experimentales de sorgo para grano que se seleccionaron bajo el criterio agronómico fueron aquellos cuatro que mostraron estadísticamente mayor o igual rendimiento de grano por panícula respecto al mejor testigo (Cuadro 2); sin embargo, considerando la fitosanidad, por una menor incidencia de ergot y fusarium (Cuadro 5) los híbridos finalmente seleccionados fueron tres: 1831x154, 1831x153 y 1829x154.

Los resultados anteriores indicaron que los híbridos experimentales seleccionados fueron 6, 5, 8, 3 y 3, respectivamente para los cinco criterios de selección de: 1) heterosis, 2) heterobeltiosis, 3) heterosis práctica vs el promedio de los testigos, 4) heterosis práctica vs el mejor testigo y 5) el criterio agronómico, por lo que estos dos últimos criterios pueden considerarse como los más estrictos, al seleccionar, en base a ellos, el menor número de híbridos.

La selección de híbridos experimentales con base en cualquiera de los cuatro criterios de medir el vigor híbrido para rendimiento y sus componentes, tiene el inconveniente de no considerar otros caracteres importantes para la producción como la fitosanidad, la altura de planta, el ciclo vegetativo, el tipo de panícula, etc; por lo que la selección preliminar de los híbridos experimentales de sorgo para grano, será más conveniente efectuarse mediante la combinación del criterio agronómico y de heterosis práctica vs el mejor testigo para el rendimiento de grano por panícula y sus componentes.

#### 4.6. Selección final de híbridos experimentales.

Tomando en cuenta el comportamiento agronómico y la buena manifestación de vigor híbrido, medido en heterosis práctica vs el mejor testigo, en cuanto a rendimiento y sus componentes, de los ocho híbridos experimentales evaluados en este ensayo, se pudieran seleccionar para la producción de grano, los siguientes: 1831x154, 1831x153 y 1829x 154.

Los híbridos experimentales de sorgo para grano se seleccionaron básicamente por el criterio agronómico y por el criterio de heterosis práctica respecto al mejor testigo, como antes se mencionó, son los criterios de selección más estrictos. Bajo el criterio agronómico para la selección de híbridos experimentales se consideró principalmente el rendimiento de grano en gramos por panícula y la fitosanidad en relación a la incidencia de dos enfermedades: ergot (*Claviceps africana*) y fusarium (*Fusarium moniliforme*).

Bajo el criterio de heterosis práctica respecto al mejor testigo, se consideraron básicamente las variables de rendimiento estimado de grano en gramos por panícula y el número de semillas por panícula. Lo anterior implica que para rendimiento de grano de los tres híbridos seleccionados, 1831x154 fue estadísticamente superior al mejor testigo y 1831x153 y 1829x154, lo igualaron; asimismo, presentaron, aunque sin ser diferentes estadísticamente, los valores numéricos más altos para heterosis práctica para rendimiento estimado de grano por panícula, además, los tres híbridos estuvieron libres de daño de ergot y fusarium.

#### **4.7. Producción de semilla híbrida**

En el Cuadro 10 se presentan los días a antesis media para las líneas A y las líneas R, y después de haber seleccionado los tres mejores híbridos experimentales de sorgo para grano, los cuales fueron: 1831x154, 1831x153 y 1829x154, con los días a antesis media de las líneas 1829 A, 1831A, LES 154R y LES 153R, pudo establecerse la propuesta para el manejo de las fechas de siembra de los progenitores para la producción de semilla de estos híbridos, los cuales se presentaron en el Cuadro 11.

Puede observarse en el Cuadro 11 que el híbrido 1831A x 154R será fácil de producir dado que ambos progenitores pueden sembrarse en la misma fecha de siembra, en tanto que para 1831A x 153R se requiere de sembrar la línea R cinco días después de la línea A, y para 1829A x 154R se debe sembrar la línea A tres días después de la línea R; no obstante lo anterior, aparte de la fecha de siembra diferentes o iguales entre los machos y las hembras, sería conveniente una segunda siembra de la línea R, dos días después de la primera, para asegurar una buena polinización de las líneas hembras y por lo tanto asegurar una buena cosecha de semilla híbrida.

Cuadro 10. Días a antesis media de las líneas LES A y R, progenitoras de los híbridos experimentales de sorgo para grano. Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Líneas LES	Días a antesis media
1831 A	70
1829 A	67
1823 A	66
1230 R	69
151 R	71
153 R	65
154 R	70
159 R	63

Cuadro 11. Manejo de las fechas de siembra entre machos y hembras de los híbridos experimentales seleccionados. Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

	Machos	153 R	154 R
Hembras			
1831 A		SM 5 DD	SS
1829 A		—	SH 3 DD.

SH#DD= Siembra hembra # de días después del macho.

SM#DD= Siembra macho # de días después de la hembra.

SS= Siembra simultánea de macho y hembra.

## V. CONCLUSIONES

1. Se encontró diferencias entre los cinco criterios implicados en la selección de híbridos experimentales de sorgo para grano, por lo que la hipótesis uno de trabajo se acepta, y bajo la misma se establece que el criterio agronómico y el de heterosis práctica respecto al mejor testigo son los más estrictos para la selección preliminar de híbridos experimentales de sorgo para grano y deben de combinarse para este fin.
2. La segunda hipótesis se aceptó, identificándose los híbridos experimentales 1831x154, 1831x153 y 1829x154, como superior el primero e iguales los otros dos al mejor testigo, en rendimiento de grano en gramos por panícula y con alta fitosanidad.
3. Se aceptó la tercera hipótesis de trabajo dado que se encontraron diferencias en los días a antesis media de los progenitores de los híbridos experimentales seleccionados, habiéndose establecido el manejo de las fechas de siembra para cada uno de los progenitores involucrados en estos tres híbridos experimentales finalmente seleccionados.



## VI. BIBLIOGRAFIA

Avila V. A. y F. Márquez S. 1978. Comparación de métodos de ajuste para corrección por fallas en sorgo para grano. *Agrociencia*. 31. 45 - 64.

Borgonovi – R, A. 1985. Heterosis in the biological yield of grain sorghum ( *Sorghum bicolor* ( L.) Moench ). *Brazil Revista - Brasileira-Genética*, 8: 2-431.

Brauer H. O. 1968. *Fitogenética aplicada. Los conocimientos de la herencia vegetal al servicio de la humanidad.* Editorial Limusa - Wiley, S. A. México, D.F.

Chhina – B, S., and P. Phul - S. 1988. Heterosis and combining ability studies in grain sorghum under irrigated and moisture stress environments. *Crop - Improvement*. 15(2): 151 - 155.

PMMF y S. 1982. Instructivo para la toma de datos en sorgo ( *Sorghum bicolor* ( L. ) Moench ). Programa de Sorgo. Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo para las Zonas Bajas del Estado de Nuevo León. Boletín No. 1. FAUANL, Marín, N.L.

C I A B. 1980. Conferencias Técnicas ( Memoria) Ciclo P-V 1980. Campo Agrícola

Experimental " Los Altos de Jalisco ". Centro de Investigaciones Agropecuarias del Bajío. INIA, SARH, Tepatitlán, Jalisco. México.

de Franca –J, G. E., S. Murty – D., D. Nicodemus, and R. House - L. 1986. Genetic

analysis of some agronomic traits in grain sorghum ( *Sorghum bicolor* ( L. ) Moench ). I Heterosis. Revista Brasileira de Genetica. 9 (4): 659 - 678.

Desai – K, B., H. Patel – R., T. Desai – D., T. Desai – R., and K. Parikh - R. 1983.

Heterobeltiosis for grain and its components in sorghum. Sorghum- Newsletter . 26: 88.

FAUANL. 1982. Antecedentes y objetivos de campo.

Boletín desplegable N° 1. Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, N.L. México.

Flores D. N . 1996. Identificación de híbridos experimentales superiores de sorgo para

grano (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) mediante estratificación genética y bases para su producción en el ciclo (O-I) 1990 en San Fernando, Tamaulipas.

Tesis de Maestría en Ciencias en Producción Agrícola. Facultad de Agronomía, U.A.N L. Marín, N.L. México.

- Flores M. F. A. 1980. Estudio comparativo de diez híbridos de sorgo en el Campo Experimental de Marín, N.L., Ciclo P-V 1979. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía U.A.N.L. Marín, N.L. México.
- García H. J. F. 1983. Caracterización agronomica de líneas "R" de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) en dos localidades, Marín y Anáhuac, N.L. Tesis de Licenciatura F.A.U.A.N.L. Marín, N.L México.
- Gao, S. J. 1984 Analysis of correlations and heterosis for characters of F<sub>1</sub> sorghum hybrids. Acta Agronomica Sinica. 10 (2) : 133-136.
- Gite, B. D. 1997. Hybrid vigour for grain yield and its component characters in sorghum (*Sorghum bicolor* ( L. ) Moench ) . Journal of Soils and Crops. 7 (1): 23 - 26.
- Guiragossian V. y L. Romero H. 1984. Mejoramiento genético del sorgo, métodos y procedimientos. ICRISAT. Facultad de Agronomía U. A. N. L. Marín, N. L. , México.
- Guzhov –Yu, L., and S. Malyuzhenets - N. 1984. Heterosis and the inheritance of economically important characteristics in grain sorghum. Biologicheskays. 6: 811 - 822.

- INEGI. 1994. Censo Agropecuario. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática, SPP. México, D.F. P: 217-233.
- Jebaraj, S., K. Sundaram – M., and G. Soundrapandian. 1988. A comparative study of heterosis in hybrids of male sterile lines with indigenous sorghum cultivars. *Maderas Agricultural Journal*. 75: 161 - 163.
- Kide, B. R., L. Bhale – N., and T. Barikar – S. 1985. Study of heterosis in single and threeway crosses in sorghum. *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding* 45 (2): 203 - 208.
- Kulkarni, N., K. Shinde – V., and Narendra – Kulkarni. 1985. Heterosis and inbreeding depression in grain sorghum. *Indian Journal of Agricultural Sciences* 55 (8) 505 – 509.
- Nayeem – K, A., and R. Bapat - D. 1984. Heterosis and heterobeltiosis for grain yield and quality in sorghum. *Indian Journal Agricultural Sciences*. 54 (7) 525 - 529.
- Orozco M. F. de J., and L. E. Mendoza – O. 1983. Comparison of sorghum hybrids (*Sorghum bicolor* ( L. ) Moench ) and some of their progenitors. *Agrociencia* 54 (3): 87 - 98.

- Patel – R, H., B. Desai – K., and S. Desai – M. 1987. Heterosis in multiple environments for grain sorghum. *Indian Journal of Agricultural Sciences*. 57 (1): 1 - 4.
- Pérez – C, G. J., and R. Miller – F. 1985. Combining ability and heterosis studies among newly developed inbreds of sorghum. *Sorghum Newsletter*. 28:22 - 23.
- Pimienta L. R. 1989. Introducción al SAS en microcomputadoras. Versión 6. Monografías y Manuales en Estadística y Cómputo. Vol. 8. Num. 1. Centro de Estadística y Cálculo, Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de México.
- Poelhman J. M. 1987. Mejoramiento genético de las cosechas. Ediciones Ciencia y Técnica, S A. Vol. 2 , México 1987.
- Reddy – J, N., and P. Joshi. 1993. Heterosis, inbreeding depression and combining ability in sorghum ( *Sorghum bicolor* ( L. ) Moench ). *Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*. 53 (2) 138 - 146.
- Reyes C. P. 1982. Diseños experimentales aplicados. Ed. Trillas. México, D.F.
- Resédez L. F. 1989. Formación y evaluación preliminar de híbridos de sorgo [*Sorghum bicolor* ( L . ) Moench ] primavera - verano 1988. Tesis de Licenciatura Marín, Nuevo León, México.

- Rivera F. C. H. 1977. Efecto de la divergencia genética en la heterosis de cruas inter-varietales de maíz. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México.
- Rodríguez V. R. M. 1992. Producción de semillas híbridas de sorgo para grano. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía, UANL., Marín, N. L. México.
- Salunke – C, B., and B. Pawar - B. 1996. Heterosis studies for grain yield and physiological traits in rabi sorghum. Departament of Botany, Post. Graduate Research Farm. Rahuari 403 - 722, India.
- Steel G, D. R., and J. Torrie H. 1980. Principles and procedures of statistics. Ed. McGraw Hill. Inc. USA.
- Valdés L. C. G. S. 1987. Notas de mejoramiento genético de plantas. Material no publicado. Facultad de Agronomía de la U. A. N. L. Marín, N. L., México.
- Valdés L. C. G. S. 1990. Evaluación de híbridos experimentales de sorgo para grano en localidades del Noreste de México ( PMMF y S, Mejoramiento de sorgo para el Noreste de México FAUANL - FAUAT y Regionalización de la Investigación SEP) CIA - FAUANL, 1990. Marín, N. L., México.

Valdés L. C. G. S. y E. Olivares S. 1989. Informe de actividades de investigación del proyecto de mejoramiento de maíz, frijol y sorgo para las partes bajas del estado de Nuevo León. Informe de sorgo. Facultad de Agronomía de la U.A.N.L., Marín, N. L., México.

Valdés – L. C.G.S., I.Gómez – R., and J. A. Pedroza – F. 1997. Practical use of heterosis in sorghum x sudangrass hybrids. In the Genetics and Exploitation of Heterosis in Crops. Book of Abstracts. P – 96. CIMMYT. México.

Vásquez Ch. A. 1995. Prueba de respuesta de líneas androfértiles en genotipos andro- estériles con diferentes tipos de citoplasma y estimación de heterosis en caracteres de la planta de sorgo ( *Sorghum bicolor* ( L. ) Moench. ) en Marín, N. L. Otoño – Invierno 1994 - 1995. Tesis de Licenciatura, Facultad de Agronomía, UANL. Marín, N. L. México.

## VII. APENDICE



Cuadro 1A. Concentración de datos de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, ajustado al 12 % de humedad de los híbridos experimentales y comerciales (testigos). Ciclo V-O 1998. FAUANL. Marín, Nuevo León.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831 x 1230	71.9	87.9	50.7	77.7
1831 x 153	84.4	69.8	94.7	88.2
1831 x 154	109.6	107.2	97.3	98.8
1831 x 159	59.6	98.2	83.2	98.6
1829 x 151	88.8	89.8	59.7	64.1
1829 x 154	83.4	88.8	82.7	65.2
1829 x 159	63.4	102.9	68.7	55.3
1823 x 154	50.8	62.3	53.4	58.3
P - 8118	78.3	94.2	69.9	68.2
P - 8282	48.9	69.5	33.8	50.9
P - 8310	53.1	63.8	80.9	47.4
P - 8313	54.0	61.3	43.1	30.6
P- 8428	58.6	67.3	61.6	57.2

Cuadro 2A. Análisis de varianza del rendimiento promedio estimado de grano, en gramos por panícula de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo, que se evaluaron en el Ciclo V – O de 1998. FAUANL, Marín, N. L.

F de V	GL	SC	CM	F cal	F tab	
					0.05	0.01
TRAT.	12	11875.676	989.640	7.18**	2.04	2.73
BLOQUES	3	2316.371	772.124	5.61**	2.87	4.39
ERROR	36	4959.101	137.753			
TOTAL CORR.	51	19151.148				

C.V. = 16.60 %

Cuadro 3A. Concentración de datos de peso de 100 semillas, ajustados al 12 % de humedad, de los híbridos experimentales y testigos de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V - O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	4.0	3.9	4.2	4.2
1831x153	3.1	3.1	3.0	3.0
1831x154	3.2	3.3	3.3	3.5
1831x159	2.5	3.8	2.7	3.1
1829x151	2.7	2.8	2.6	2.9
1829x154	3.3	3.2	3.2	3.2
1829x159	3.0	3.3	3.1	3.3
1823x154	2.6	3.0	3.7	3.3
P - 8118	3.2	3.1	3.0	3.1
P - 8282	3.3	3.2	3.6	3.6
P - 8310	3.3	3.5	3.7	3.3
P - 8313	4.0	3.8	3.8	3.5
P - 8428	3.5	3.3	4.0	3.5

Cuadro 4A. Análisis de varianza del peso de 100 semillas de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V -O 1998. FAUANL, Marín, N. L.

F. de V.	G . L.	S . C.	C . M .	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	12	5.8477	0.4873	7.55**	2.04	2.73
BLOQUES	3	0.2154	0.0718	1.11	2.87	4.39
ERROR	36	2.3246				
TOTAL CORR.	51	8.3877				

C . V. =7.66 %

Cuadro 5A. Concentración de datos del número de semillas por panícula de los híbridos experimentales y testigos de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V -O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	1798	2254	1207	1850
1831x153	2723	2252	3157	2940
1831x154	3425	3248	2948	2823
1831x159	2064	2584	3081	3181
1829x151	3289	3207	2296	2210
1829x154	2527	2775	2584	2038
1829x159	2113	3118	2216	1676
1823x154	2200	3097	1435	2697
P - 8118	2447	3039	2330	2200
P - 8282	1482	2172	939	1414
P - 8310	1609	1823	2186	1436
P - 8313	1350	1613	1134	874
P - 8428	1674	2039	1540	1634

Cuadro 6A. Análisis de varianza del número de semillas por panícula de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V - O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	12	15707237.73	1308936.48	7.97**	2.04	2.73
BLOQUES	3	1985008.00	661669.33	4.03*	2.87	4.39
ERROR	36	5909577.50	164154.93			
TOTAL CORR.	51	23601823.23				

C. V. = 18.17 %

Cuadro 7A. Datos de número de días a embuchamiento de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V - O 1998. FAUANL, Marín, N. L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	58	60	54	60
1831x153	57	60	54	56
1831x 154	58	56	59	59
1831x159	60	54	59	54
1829x151	56	56	56	56
1829x154	54	54	54	56
1829x159	54	53	54	54
1823x154	57	53	55	56
P - 8118	53	53	59	56
P - 8282	49	49	49	49
P - 8310	49	49	53	53
P - 8313	50	49	52	53
P - 8428	49	49	52	53

Cuadro 8A. Análisis de varianza de número de días a embuchamiento de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	1192.42	33.12	10.41**	1.54	1.84
BLOQUES	3	33.77	11.25	3.54*	2.70	3.99
ERROR	108	343.74	3.18			
TOTAL CORR.	147	1569.92				

C.V. = 3.14%



Cuadro 9A. Datos de días a emergencia total de panícula de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	84	84	63	84
1831x153	77	77	63	63
1831x 154	67	65	70	77
1831x159	70	59	77	65
1829x151	70	70	70	63
1829x154	60	63	63	67
1829x159	63	63	60	60
1823x154	65	63	70	70
P - 8118	63	63	70	65
P - 8282	56	57	70	57
P - 8310	57	56	63	58
P - 8313	59	60	60	60
P - 8428	56	63	60	63

Cuadro 10A. Análisis de varianza del número de días a emergencia total de panícula de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	5389.57	149.71	6.52**	1.54	1.84
BLOQUES	3	164.24	54.75	2.38	2.70	3.99
ERROR	108	2479.51	22.96			
TOTAL CORR.	147	8033.32				

C.V. = 6.91%

Cuadro 11A. Datos de número de días a inicio de antesis de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	64	64	60	67
1831x153	59	59	60	58
1831x 154	65	63	67	67
1831x159	67	56	56	60
1829x151	63	63	63	60
1829x154	58	60	60	65
1829x159	60	56	57	58
1823x154	60	59	61	63
P - 8118	60	60	65	63
P - 8282	56	54	54	56
P - 8310	56	54	57	56
P - 8313	56	56	57	58
P - 8428	56	60	60	60

Cuadro 12A. Análisis de varianza de número de días a inicio de antesis de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	1992.74	55.35	9.67**	1.54	1.84
BLOQUES	3	51.05	17.02	2.97*	2.70	3.99
ERROR	108	618.45	5.73			
TOTAL CORR.	147	2662.24				

C.V. = 3.78%

Cuadro 13A. Datos de número de días a antesis media de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	67	67	63	70
1831x153	63	63	63	63
1831x 154	67	65	70	70
1831x159	70	59	67	63
1829x151	65	65	65	63
1829x154	60	63	63	67
1829x159	63	60	60	60
1823x154	63	63	64	65
P - 8118	63	63	67	65
P - 8282	57	56	57	58
P - 8310	60	56	59	60
P - 8313	59	58	60	60
P - 8428	59	63	63	63

Cuadro 14A. Análisis de varianza de número de días a antesis media de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	1991.24	55.31	10.06**	1.54	1.84
BLOQUES	3	45.86	15.29	2.78*	2.70	3.99
ERROR	108	593.89	5.50			
TOTAL CORR.	147	2630.99				

C.V. = 3.55%

Cuadro 15A. Datos de número de días a final de antesis de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	69	69	65	72
1831x153	65	65	65	65
1831x 154	70	67	72	72
1831x159	72	63	70	65
1829x151	67	67	67	65
1829x154	63	65	67	70
1829x159	65	63	63	63
1823x154	67	65	66	67
P - 8118	65	65	70	67
P - 8282	60	59	60	60
P - 8310	63	60	63	63
P - 8313	63	60	63	63
P - 8428	60	65	55	65

Cuadro 16A. Análisis de varianza de número de días a final de antesis de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	2150.32	59.73	8.20**	1.54	1.84
BLOQUES	3	55.03	18.34	2.54	2.70	3.99
ERROR	108	786.97	7.29			
TOTAL CORR.	147	2992.32				

C.V. = 3.94%



Cuadro 17A. Datos de número de días a madurez fisiológica de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	124	124	124	124
1831x153	114	124	115	120
1831x 154	114	114	115	124
1831x159	124	107	124	115
1829x151	114	107	107	107
1829x154	114	107	115	115
1829x159	107	114	107	115
1823x154	107	107	124	107
P - 8118	107	114	115	114
P - 8282	107	107	107	107
P - 8310	107	107	114	107
P - 8313	107	107	107	107
P - 8428	107	107	107	114

Cuadro 18A. Análisis de varianza de número de días a madurez fisiológica de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	4417.42	122.71	8.78**	1.54	1.84
BLOQUES	3	336.76	112.25	8.04**	2.70	3.99
ERROR	108	1508.74	13.97			
TOTAL CORR.	147	6262.92				

C.V. = 3.21%

Cuadro 19A. Datos de número de días a madurez comercial de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	126	126	126	126
1831x153	126	126	120	120
1831x 154	120	120	120	126
1831x159	126	120	126	120
1829x151	120	120	120	120
1829x154	120	120	120	120
1829x159	120	120	120	120
1823x154	120	120	126	120
P - 8118	120	120	120	120
P - 8282	120	120	120	120
P - 8310	120	120	120	120
P - 8313	120	120	120	120
P - 8428	120	120	120	120

Cuadro 20A. Análisis de varianza de número de días a madurez comercial de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	942.32	26.18	11.93**	1.54	1.84
BLOQUES	3	24.08	8.03	3.66*	2.70	3.99
ERROR	108	236.92	2.19			
TOTAL CORR.	147	1203.32				

C.V. = 1.21%

Cuadro 21A. Datos de altura de planta de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	1.34	1.33	1.38	1.41
1831x153	1.21	1.24	1.28	1.30
1831x 154	1.32	1.38	1.39	1.36
1831x159	1.15	1.18	1.24	1.23
1829x151	1.32	1.33	1.24	1.39
1829x154	1.38	1.43	1.44	1.45
1829x159	1.11	1.29	1.20	1.27
1823x154	1.44	1.46	1.36	1.44
P - 8118	1.40	1.39	1.26	1.39
P - 8282	1.39	1.44	1.39	1.39
P - 8310	1.40	1.37	1.38	1.43
P - 8313	1.29	1.20	1.24	1.14
P - 8428	1.49	1.44	1.41	1.47

Cuadro 22A. Análisis de varianza de altura de planta en m de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	1.657	0.046	20.06**	1.54	1.84
BLOQUES	3	0.080	0.027	11.62**	2.70	3.99
ERROR	108	0.248	0.002			
TOTAL CORR.	147	1.985				

C.V. = 3.78%

Cuadro 23A. Datos de longitud de excersión en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	0	0	0	0
1831x153	2.5	0	3.0	6.2
1831x 154	2.8	5.0	4.0	4.3
1831x159	7.8	7.8	7.0	8.0
1829x151	1.7	5.2	5.7	8.3
1829x154	12.3	6.7	9.5	10.3
1829x159	9.7	4.0	5.7	13.3
1823x154	11.5	11.0	10.0	10.0
P - 8118	8.2	8.3	7.4	6.5
P - 8282	11.2	10.0	6.8	11.0
P - 8310	16.3	8.0	12.0	11.3
P - 8313	4.5	4.0	3.0	6.0
P - 8428	11.3	14.0	8.7	12.0

Cuadro 24A. Análisis de varianza de la longitud de excursión en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	2502.02	69.50	28.21**	1.54	1.84
BLOQUES	3	28.28	9.43	3.83	2.70	3.99
ERROR	108	266.06	2.46			
TOTAL CORR.	147	2796.37				

C.V. = 30.23%



Cuadro 25A. Datos de longitud de panícula en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	41.0	39.0	38.3	38.7
1831x153	34.7	36.3	36.7	35.3
1831x 154	38.0	41.0	37.0	38.3
1831x159	31.8	28.7	28.0	31.0
1829x151	36.8	36.3	35.3	33.3
1829x154	32.7	36.0	37.0	36.7
1829x159	26.7	29.0	29.0	27.7
1823x154	40.7	39.0	40.0	39.0
P - 8118	31.3	32.7	34.7	32.7
P - 8282	31.8	33.7	33.0	32.3
P - 8310	30.0	32.8	36.7	32.0
P - 8313	41.0	40.7	38.0	40.3
P - 8428	31.0	32.8	33.3	34.3

Cuadro 26A. Análisis de varianza de longitud de panícula en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	3006.58	83.52	17.10**	1.54	1.84
BLOQUES	3	5.66	1.89	0.39	2.70	3.99
ERROR	108	527.42	4.88			
TOTAL CORR.	147	3539.67				

C.V. = 6.56%

Cuadro 27A. Datos de número de entrenudos de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s	
	I	IV
1831x1230	11	11
1831x153	10	10
1831x 154	11	11
1831x159	7	9
1829x151	10	10
1829x154	12	9
1829x159	10	9
1823x154	8	10
P - 8118	11	11
P - 8282	9	7
P - 8310	10	8
P - 8313	10	6
P - 8428	11	10

Cuadro 28A. Análisis de varianza de número de entrenudos de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
T R A T.	36	68.78	1.91	1.03	1.73	2.22
BLOQUES	1	0.49	0.49	0.26	4.12	7.41
ERROR	36	66.51	1.85			
TOTAL CORR.	73	135.78				

C.V. = 13.67%

Cuadro 29A. Datos de longitud de entrenudos de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s	
	I	IV
1831x1230	4.59	5.26
1831x153	4.61	5.32
1831x 154	4.44	4.67
1831x159	5.67	6.38
1829x151	5.67	6.22
1829x154	4.51	4.86
1829x159	4.65	6.00
1823x154	5.04	4.94
P - 8118	5.45	6.09
P - 8282	5.65	6.10
P - 8310	5.60	7.57
P - 8313	3.84	4.12
P - 8428	6.18	6.22

Cuadro 30A. Análisis de varianza de longitud entrenudos en cm de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	47.51	1.32	5.72**	1.75	2.22
BLOQUES	1	3.78	3.78	16.40**	4.12	7.41
ERROR	36	8.31	0.23			
TOTAL CORR.	73	59.60				

C.V. = 9.65%

Cuadro 31A. Datos de número total de hojas de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	13	15	16	15
1831x153	14	14	15	14
1831x 154	15	14	17	16
1831x159	13	14	15	13
1829x151	15	14	12	13
1829x154	15	14	14	13
1829x159	13	13	13	13
1823x154	14	14	15	14
P - 8118	14	13	13	13
P - 8282	13	12	11	12
P - 8310	12	12	13	11
P - 8313	13	12	13	12
P - 8428	13	14	14	14

Cuadro 32A. Análisis de varianza del número total de hojas de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	89.73	2.49	4.23**	1.54	1.84
BLOQUES	3	1.43	0.48	0.81	2.70	3.99
ERROR	108	63.57	0.59			
TOTAL CORR.	147	154.73				

C.V. = 5.54%



Cuadro 33A. Datos de área foliar en cm<sup>2</sup> de la hoja bandera de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s			
	I	II	III	IV
1831x1230	297.04	208.43	271.85	202.13
1831x153	363.38	307.13	319.33	308.85
1831x 154	282.59	342.70	303.80	361.58
1831x159	221.20	332.00	252.15	322.70
1829x151	272.75	270.60	234.75	213.30
1829x154	247.95	312.20	274.60	224.88
1829x159	272.63	322.60	350.55	225.63
1823x154	293.40	354.33	306.00	318.13
P - 8118	282.38	273.00	253.70	268.98
P - 8282	215.83	223.20	215.70	204.15
P - 8310	169.70	231.58	198.60	203.73
P - 8313	265.90	330.38	262.65	257.30
P - 8428	285.90	307.18	353.33	348.15

Cuadro 34A. Análisis de varianza del área foliar en cm<sup>2</sup> de la hoja bandera de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	36	333482.38	9263.40	5.62**	1.54	1.84
BLOQUES	3	7897.78	2632.59	1.60	2.70	3.99
ERROR	108	178087.27	1648.96			
TOTAL CORR.	147	519467.44				

C.V. = 16.45%

Cuadro 35A. Datos de área foliar total en cm<sup>2</sup> de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-0 1998. FAUANL, Marín, N.L.

Híbridos	R e p e t i c i o n e s	
	I	III
1831x1230	5585.84	4814.75
1831x153	4538.00	3724.38
1831x 154	4350.88	4201.00
1831x159	2114.50	2774.38
1829x151	4818.00	3196.63
1829x154	3563.88	5072.25
1829x159	3361.75	3077.38
1823x154	3633.75	4425.04
P - 8118	3310.00	2794.88
P - 8282	2618.38	3153.50
P - 8310	2626.63	4726.88
P - 8313	3661.25	3496.38
P - 8428	4075.75	4424.50

Cuadro 36A. Análisis de varianza del área foliar total en cm<sup>2</sup> de los híbridos experimentales y comerciales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

F. de V.	G. L.	S. C.	C. M.	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
T R A T.	36	25661161.37	712810.04	1.26	1.75	2.22
BLOQUES	1	489671.31	489671.31	0.86	4.12	7.41
ERROR	36	20423122.45	567308.96			
TOTAL CORR.	73	46573955.13				

C.V. = 20.91%

Cuadro 37A. Valores de heterosis de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	117.7	114.88	128.5	122.27	94.2	76.06	81.0	64.16
1831x153	134.0	125.67	99.7	86.86	162.2	142.06	169.6	146.54
1831x154	165.6	144.09	175.7	150.47	185.0	157.21	200.0	180.00
1831x159	83.4	65.96	147.2	133.39	151.8	136.03	144.2	131.67
1829x151	141.2	129.93	129.4	122.83	85.2	67.37	109.0	107.46
1829x154	116.0	113.58	130.2	123.34	131.1	123.89	108.8	106.22
1829x159	89.2	71.81	178.3	152.24	127.7	121.51	91.6	73.20
1823x154	186.4	68.36	139.3	128.82	74.6	59.74	143.8	131.44

Cuadro 38A. Análisis de varianza de heterosis con valores angulares de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	7	11517.24	1392.71	1.91NS	2.49	3.64
BLOQUES	3	2409.89	803.30	0.93	3.07	4.87
ERROR	21	18093.81	861.61			
TOTAL CORR.	31	32020.94				

C.V. = 25.54 %

NS = No significativo

Cuadro 39A. Valores de heterobeltiosis de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	107.2	105.56	125.9	120.59	84.1	66.50	115.5	113.19
1831x153	117.4	114.70	81.5	64.52	127.5	121.63	150.5	135.29
1831x154	161.4	141.59	153.4	137.00	160.0	140.77	166.3	144.51
1831x159	77.6	61.80	133.8	125.50	138.9	128.59	135.4	126.51
1829x151	133.3	125.24	119.1	115.92	80.9	64.08	97.6	81.09
1829x154	109.4	107.90	119.8	116.42	124.9	119.93	98.8	83.71
1829x159	73.7	59.10	166.5	144.63	127.0	121.31	91.0	72.54
1823x154	70.1	56.90	130.8	123.71	59.7	50.59	135.9	126.81

Cuadro 40A. Análisis de varianza de heterobeltiosis con valores angulares de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	7	6695.35	956.48	1.06NS	2.49	3.64
BLOQUES	3	2251.50	750.50	0.84	3.07	4.87
ERROR	21	18862.87	898.23			
TOTAL CORR.	31	27809.72				

C.V. = 28.06 %

NS = No significativo



Cuadro 41A. Valores de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	122.7	118.50	123.5	119.00	87.6	69.38	152.7	136.50
1831x153	144.0	131.60	98.0	81.87	163.6	142.89	173.3	148.89
1831x154	187.0	158.87	150.6	135.34	161.8	141.83	194.1	165.94
1831x159	88.1	69.82	137.9	128.00	143.7	131.38	193.7	165.58
1829x151	151.5	135.86	126.1	120.72	103.1	100.14	125.9	120.59
1829x154	142.3	130.57	124.7	119.80	142.8	130.86	128.1	122.01
1829x159	108.2	106.64	144.5	131.84	118.7	115.62	108.6	107.10
1823x154	97.6	81.09	130.5	123.52	90.0	71.56	174.9	149.93
P T	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00

P T = Promedio de los testigos.

Cuadro 42A. Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, con valores angulares de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
T R A T.	8	8759.80	1094.97	2.05NS	2.36	3.36
BLOQUES	3	3007.74	1002.58	1.88	3.01	4.72
ERROR	24	12832.41	534.68			
TOTAL CORR.	35	24599.94				

C.V. = 19.48 %

NS = No significativo

Cuadro 43A. Valores de heterosis práctica respecto al mejor testigo, de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	91.8	73.36	93.3	75.00	62.7	52.36	113.9	111.89
1831x153	107.8	106.22	74.1	59.41	117.1	114.43	129.3	122.77
1831x154	140.0	129.23	113.8	111.81	120.3	116.78	144.9	132.07
1831x159	65.9	54.88	104.2	101.83	102.8	99.63	144.6	131.90
1829x151	113.4	111.47	95.3	77.48	73.8	59.21	94.0	75.82
1829x154	106.5	104.77	94.3	76.19	102.2	98.53	95.6	77.89
1829x159	81.0	64.16	109.2	107.66	84.9	67.13	81.1	64.23
1823x154	73.1	58.79	98.6	83.20	65.6	54.09	130.5	123.52
MT	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00

MT = Mejor Testigo

Cuadro 44A. Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al mejor testigo, con valores angulares de rendimiento promedio estimado de grano en gramos por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	8	6970.47	871.31	1.75NS	2.36	3.36
BLOQUES	3	2081.73	693.91	1.40	3.01	4.72
ERROR	24	11927.30	496.97			
TOTAL CORR.	35	20979.50				

C.V. = 24.64 %

NS = No significativo

Cuadro 45A. Valores de heterosis en peso en gramos de 100 semillas, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	110.2	101.63	108.9	107.36	111.1	109.46	114.1	112.06
1831x153	97.8	81.47	104.0	101.54	104.2	101.83	134.5	125.97
1831x154	92.8	74.44	92.2	74.78	99.1	84.56	108.4	106.80
1831x159	86.2	68.19	111.8	110.09	87.7	69.47	95.4	77.61
1829x151	104.7	102.52	106.5	104.77	94.5	76.44	98.3	82.51
1829x154	108.2	106.64	100.6	94.44	100.6	94.44	104.9	102.79
1829x159	100.0	90.00	114.6	112.46	105.1	103.10	111.9	110.18
1823x154	84.4	66.74	113.2	111.30	116.4	113.89	110.7	109.09

Cuadro 46A. Análisis de varianza de heterosis con valores angulares de peso de 100 semillas de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	7	2686.88	383.84	1.98NS	2.49	3.64
BLOQUES	3	1333.18	444.39	2.29	3.07	4.87
ERROR	21	4073.95	194.00			
TOTAL CORR.	31	8094.01				

C.V. = 14.40 %

NS = No significativo

Cuadro 47A. Valores de heterobeltiosis del peso en gramos de 100 semillas, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	109.6	108.00	105.4	103.44	105.0	102.92	105.0	102.92
1831x153	87.3	69.12	92.5	74.11	89.6	71.19	120.0	116.56
1831x154	84.2	66.58	91.7	73.26	98.5	82.96	101.4	96.80
1831x159	84.7	66.97	102.7	99.46	84.4	66.74	83.8	66.27
1829x151	98.2	82.29	105.7	103.81	83.9	66.34	93.5	75.23
1829x154	97.1	80.19	91.4	72.90	97.0	80.02	103.2	100.31
1829x159	96.8	79.69	111.9	110.18	103.3	100.47	110.0	108.44
1823x154	78.8	62.58	103.4	100.63	108.8	107.26	110.0	108.44

Cuadro 48A. Análisis de varianza de heterobeltiosis con valores angulares del peso de 100 semillas de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	7	3088.25	441.18	2.19NS	2.49	3.64
BLOQUES	3	1835.19	611.73	3.04	3.07	4.87
ERROR	21	4229.17	201.39			
TOTAL CORR.	31	9152.61				

C.V. = 16.18 %

NS = No significativo



Cuadro 49A. Valores de heterosis práctica del peso en gramos de 100 semillas, respecto al promedio de los testigos, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	115.6	113.26	115.4	113.11	116.0	113.58	123.5	119.00
1831x153	89.6	71.19	91.7	73.26	82.9	65.57	88.2	69.91
1831x154	92.5	74.11	97.6	81.09	91.2	72.74	102.9	99.81
1831x159	72.3	58.24	112.4	110.62	74.6	59.74	91.2	72.74
1829x151	78.0	62.03	82.8	65.50	71.8	57.92	85.3	67.50
1829x154	95.4	77.61	94.7	76.69	88.4	70.09	94.1	75.94
1829x159	86.7	68.61	97.6	81.09	85.6	67.70	97.1	80.19
1823x154	75.1	60.07	88.8	70.40	102.2	98.53	97.1	80.19
P T	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00

P T = Promedio de los testigos.

Cuadro 50A. Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, con valores angulares de peso de 100 semillas de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	8	7103.87	887.98	7.78**	2.36	3.36
BLOQUES	3	618.77	206.26	1.81	3.01	4.72
ERROR	24	2738.36	114.10			
TOTAL CORR.	35	10461.00				

C.V. = 13.31 %

\*\* = Diferencia Altamente significativa

Cuadro 51A. Valores de heterosis práctica del peso en gramos de 100 semillas respecto al mejor testigo, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	100.0	90.00	102.6	99.28	110.5	108.90	116.7	114.12
1831x153	77.5	61.68	81.6	64.60	78.9	62.70	83.3	65.88
1831x154	80.0	63.44	86.8	68.70	86.8	68.70	97.2	80.37
1831x159	62.5	52.24	100.0	90.00	71.1	57.48	86.1	68.11
1829x151	67.5	55.24	73.7	59.10	68.4	55.80	80.6	63.87
1829x154	82.5	65.27	84.2	66.58	84.2	66.58	88.9	70.54
1829x159	75.0	60.00	86.8	68.70	81.6	64.60	91.7	73.26
1823x154	65.0	53.73	78.9	62.70	86.8	68.70	91.7	73.26
M T	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00

MT = Mejor Testigo.

Cuadro 52A. Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al mejor testigo, con valores angulares del peso de 100 semillas de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	8	6696.32	837.04	19.70**	2.36	3.36
BLOQUES	3	697.42	232.47	5.47	3.01	4.72
ERROR	24	1019.56	42.48			
TOTAL CORR.	35	8413.30				

C.V. = 9.01 %

\*\* = Diferencia altamente significativa

Cuadro 53A. Valores de heterosis del número de semillas por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	107.1	105.50	117.2	114.50	84.4	66.74	106.9	105.23
1831x153	136.7	127.29	96.8	79.69	155.9	138.39	165.0	143.73
1831x154	176.2	150.80	190.0	161.56	182.0	154.90	185.7	159.78
1831x159	96.4	79.06	131.7	124.27	172.5	148.37	149.8	134.89
1829x151	134.7	126.09	121.3	117.49	89.2	70.81	111.0	109.37
1829x154	106.2	104.42	126.6	121.00	129.3	122.77	103.8	101.24
1829x159	89.5	71.09	155.6	138.22	123.7	119.13	81.9	64.82
1823x154	99.9	88.19	121.3	117.49	62.7	52.36	128.8	122.46

Cuadro 54A. Análisis de varianza de heterosis con valores angulares del número de semillas por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	7	11354.04	1622.01	2.32NS	2.49	3.64
BLOQUES	3	1205.40	401.80	0.58	3.07	4.87
ERROR	21	14651.44	697.69			
TOTAL CORR.	31	27210.88				

C.V. = 23.22 %

NS = No significativo

Cuadro 55A. Valores de heterobeltiosis del número de semillas por panícula, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	98.2	82.29	110.7	109.09	70.8	57.29	89.8	71.37
1831x153	132.7	124.88	87.8	69.56	138.3	128.23	161.9	141.88
1831x154	156.4	138.68	164.7	143.50	155.6	138.22	163.4	142.77
1831x159	89.6	71.19	129.7	123.02	164.6	143.49	139.4	128.88
1829x151	133.3	125.24	110.6	109.00	83.0	65.60	103.8	101.24
1829x154	100.4	93.63	106.6	104.89	118.5	115.48	95.7	78.03
1829x159	76.2	60.80	149.0	134.43	120.4	116.90	81.1	64.23
1823x154	76.8	61.21	104.6	102.39	95.4	77.61	120.1	116.64

Cuadro 56A. Análisis de varianza de heterobeltiosis con valores angulares del número de semillas por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	7	10377.47	1482.50	2.08NS	2.49	3.64
BLOQUES	3	1225.97	408.66	0.57	3.07	4.87
ERROR	21	14935.32	711.21			
TOTAL CORR.	31	26538.75				

C.V. = 25.54 %

NS = No significativo



Cuadro 57A. Valores de heterosis práctica del número de semillas por panícula respecto al promedio de los testigos, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	105.0	102.92	105.5	103.56	72.2	58.18	122.4	118.20
1831x153	159.0	140.18	105.4	103.44	194.2	166.06	194.5	166.44
1831x154	200.0	180.00	152.0	136.10	181.3	154.38	186.8	158.70
1831x159	120.5	116.92	120.9	117.20	189.5	161.09	210.4	198.81
1829x151	192.1	163.68	150.1	135.06	141.2	129.93	146.2	132.82
1829x154	147.6	133.62	129.8	123.09	158.9	140.13	134.8	126.20
1829x159	123.4	118.93	145.9	132.60	136.3	127.00	110.9	109.28
1823x154	128.5	122.27	144.9	132.07	88.3	70.00	178.4	152.31
P T	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00

P T = Promedio de los testigos.

Cuadro 58A. Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al promedio de los testigos, con valores angulares del número de semillas por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
T R A T.	8	17181.35	2147.67	3.95**	2.36	3.36
BLOQUES	3	2180.79	726.93	1.34	3.01	4.72
ERROR	24	13052.52	543.85			
TOTAL CORR.	35	32414.65				

C.V. = 18.29 %

\*\* = Diferencias altamente significativas

Cuadro 59A. Valores de heterosis práctica del número de semillas por panícula respecto al mejor testigo, determinados en % y transformados a valores angulares (V.A) de los híbridos experimentales de sorgo para grano, que se evaluaron en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, Nuevo León.

Híbridos	Repeticiones							
	I		II		III		IV	
	%	V.A	%	V.A	%	V.A	%	V.A
1831x1230	73.5	59.02	74.2	59.47	51.8	46.03	79.4	63.01
1831x153	111.3	109.64	74.1	59.41	135.5	126.57	133.6	125.43
1831x154	140.0	129.23	106.9	105.23	126.5	120.98	128.3	122.14
1831x159	84.3	66.66	85.0	67.21	132.2	124.57	144.6	131.90
1829x151	134.4	125.90	105.5	103.56	98.5	82.96	100.5	94.10
1829x154	103.3	100.47	91.3	72.84	110.9	109.28	92.6	74.21
1829x159	86.4	68.36	102.6	99.28	95.1	77.21	71.9	57.99
1823x154	89.9	71.47	101.9	97.92	61.6	51.71	122.6	118.38
M T	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00	100.0	90.00

M T = Mejor Testigo.

Cuadro 60A. Análisis de varianza de heterosis práctica respecto al mejor testigo, con valores angulares del número de semillas por panícula de híbridos experimentales de sorgo para grano, evaluados en el Ciclo V-O 1998. FAUANL, Marín, N.L.

F de V	G.L	S.C	C.M	F cal.	F tab.	
					0.05	0.01
TRAT.	8	10421.80	1302.72	2.64*	2.36	3.36
BLOQUES	3	843.20	281.07	0.57	3.01	4.72
ERROR	24	11917.14	496.55			
TOTAL CORR.	35	23182.13				

C.V. = 24.44 %

\* = Diferencia significativa

## **FE DE ERRATAS**

En la página 52, en el cuarto renglón del primer párrafo está escrito; las comparaciones de medias de tratamiento por DMS de los híbridos experimentales, lo correcto es; las comparaciones de medias de tratamientos por rangos de DMS y de tendencia numérica de los híbridos experimentales, .





