

UNIVERSIDAD AUTONOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

EFFECTO DE LA COLOCACION DE LA HOJA EN EL RENDIMIENTO EN GRANO DEL MAIZ SUPERENANO br-2 (Zea mays L.) Y ESTUDIO COMPARATIVO ENTRE MAIZ SUPERENANO br-2 Y MAIZ NORMAL

FERNANDO GALVAN CASTILLO

T E S I S

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL GRADO ACADEMICO DE

MAESTRO EN CIENCIAS

ESPECIALIDAD EN FITOMEJORAMIENTO

Buenavista, Saltillo, Coahuila

1 9 7 7

DEDICATORIA

A mi esposa Julia
por su amor y comprensión

A mis hijos Claudia Pa-
tricia y Fernando Simbo
los de dicha y alegría

Con eterna gratitud a mis
padres Natividad y Marcelina

A mis hermanos: Margarito,
Estela, Andrea, Anselmo,
Natividad, Martín y Graciela

A mis maestros con respeto y admiración

A mis compañeros de ramo
por su afecto y amistad

Con especial agradecimiento a mi
consejero Dr. Mario Castro Gil
por sus útiles enseñanzas

CONTENIDO

		Pág.
I	INTRODUCCION -----	1
II	REVISION DE LITERATURA -----	4
III	MATERIALES Y METODOS -----	11
IV	RESULTADOS Y DISCUSION -----	18
	1.- Efecto de la colocación de la hoja ---	18
	2.- Estudio comparativo entre maíz supere-	25
	nano br-2 y maíz normal.-----	
	a).- Dimensiones de la hoja -----	26
	b).- Número de hojas -----	26
	c).- Area foliar -----	27
	d).- Indice de área foliar -----	28
	e).- Angulo de la hoja -----	29
	f).- Días a floración -----	29
	g).- Altura de la mazorca -----	30
	h).- Rendimiento en grano -----	30
V	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES -----	32
	1.- Efecto de la colocación de la hoja ----	32
	2.- Estudio comparativo entre maíz supere-	33
	nano br-2 y maíz normal -----	
VI	RESUMEN -----	35
VII	LITERATURA CITADA -----	38
VIII	APENDICE -----	44

INDICE DE CUADROS

Cuadro	Pág.
1 Rendimiento en grano (ton/ha) del Puebla grupo 1 br-2 sujeto a 4 niveles de penetración de luz a travez de la combinación de 2 niveles de ángulo con 2 niveles de orientación de la hoja en el campo. Roque, Gto. México 1969. -	7
2 Efecto de la colocación de la hoja en el rendimiento en grano, en ton/ha, de 5 híbridos simples de maíz superenano br-2 evaluados bajo 4 tipos de organización del follaje. Invierno 72-73. Jalostoc, Mor. -----	18
3 Efecto de la orientación de las hojas transversalmente al surco, en dirección norte-sur, en el rendimiento en grano (ton/ha) de 5 híbridos de maíz superenano br-2, con variación del ángulo vertical de la hoja. Invierno 72-73. Jalostoc, Mor. -----	21
4 Efecto de la hoja erecta en el rendimiento en grano (ton/ha) de 5 híbridos simples de maíz superenano br-2, con variación de la orientación horizontal de la hoja. Invierno 72-73. - Jalostoc, Mor. -----	23
5 Diferencias morfológicas promedio entre 5 híbridos simples de maíz superenano br-2 y 3 híbridos de maíz normal. Invierno 72-73. Jalostoc, Mor. -----	27
6 Rendimiento en grano, en kg/parcela útil y porcentaje de humedad a la cosecha de los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 tipos de organización del follaje. -----	45
7 Número de plantas cosechadas y rendimiento en grano uniformizado al 15% de humedad (kg/parcela útil) de los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 tipos de organización del follaje. -	46
8 Cálculo del factor de ajuste por plantas cosechadas para uniformizar los rendimientos mostrados en el Cuadro 7 a un total de 24 plantas por parcela. -----	47
9 Rendimiento en grano (kg/parcela útil) al 15%	

	de humedad y ajustado por plantas cosechadas de los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 tipos de organización del follaje.	48
10	Rendimiento en grano (kg), total de las 2 repeticiones, de los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 tipos de organización de follaje.--	49
11	Análisis de varianza de los rendimientos en grano por parcela útil de los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 tipos de organización del follaje. Arreglo combinatorio en bloques al azar. -----	49
12	Comparación de los rendimientos (kg/parcela útil), promedio de los 5 híbridos simples br-2 en los 4 tipos de organización de follaje.-	50
13	Cálculo de los límites de significancia (LS) para comparar las medias de rendimiento obtenidas por los 5 híbridos simples br-2 en los 4 tipos de organización del follaje según la prueba de rangos múltiples (Duncan). -----	50
14	Comparaciones ortogonales de los rendimientos en grano (kg) de los híbridos simples br-2 con hojas orientadas transversalmente al surco (en dirección norte-sur) y con hojas sin orientación. -----	51
15	Comparaciones ortogonales de los rendimientos en grano (kg) de los híbridos simples br-2 con hojas erectas y horizontales. -----	51
16	Comparación de las medias de rendimiento en grano, en kg/parcela útil, de los 5 híbridos simples br-2 con hojas orientadas transversalmente al surco (en dirección norte-sur) y con hojas sin orientación. -----	52
17	Comparación de las medias de rendimiento en grano, en kg/parcela útil, de los 5 híbridos simples br-2 con hojas erectas y horizontales	52
18	Rendimiento en grano (ton/ha), al 15% de humedad y ajustado por fallas, obtenido por los 5 híbridos simples de maíz superenano br-2 y los 3 híbridos comerciales de maíz normal. --	53

Cuadro

Pág..

19	Comparación de las medias de rendimiento en grano y características morfológicas promedio del maíz superenano br-2 y el maíz normal. -----	54
20	Prueba de homogenidad de varianza para las observaciones hechas en el estudio comparativo entre maíz superenano br-2 y maíz normal. -----	57
21	Cálculo de la "t" estimada (prueba de Student) para la comparación de las observaciones promedio entre maíz superenano br-2 y maíz normal con varianza homogenea. -----	58
22	Cálculo de la "t" estimada (prueba de Student) para la comparación de las observaciones promedio entre maíz superenano br-2 y maíz normal con varianza heterogenea. -----	59

INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Distribución de los tratamientos en un arreglo combinatorio en bloques al azar. -----	12
2	Colocación de las hojas del maíz superenano --br-2 en posición horizontal. -----	14
3	Distribución de los híbridos comerciales en un diseño de bloques al azar. -----	15
4	Demostración gráfica de la lectura del ángulo de la hoja. -----	17
5	Representación gráfica de los rendimientos en grano (ton/ha), promedio de 5 híbridos simples de maíz superenano br-2 en 4 niveles de organización del follaje, siembra sin orientación-hojas erectas (N-E) Siembra orientada-hojas erectas (O-E); Siembra orientada-hojas horizontales (O-H); Siembra sin orientación-hojas horizontales (N-H). Invierno 72-73. Jalostoc, Mor. -----	19
6	Representación gráfica de los rendimientos en grano (ton/ha) promedio de 5 híbridos simples br-2 con hojas orientadas de norte a sur (O) y hojas sin orientación (N). Invierno 72-73. Jalostoc, Mor. -----	22
7	Representación gráfica de los rendimientos en grano (ton/ha) promedio de 5 híbridos simples br-2 con hojas erectas (E) y horizontales (H). Invierno 72-73. Jalostoc, Mor. -----	24

I. INTRODUCCION

La posibilidad de un aumento del área bajo cultivo a un costo razonable es actualmente muy limitada, los aumentos en la producción de alimentos tendrán que prevenir necesariamente de una elevación de los rendimientos por unidad de área.

La tendencia del fitomejorador actual, es la obtención de plantas que utilicen eficientemente los factores externos que influyen en su desarrollo (luz, agua, fertilizantes, etc.) y con características que las hacen más económicas y útiles (resistencia a enfermedades, acame, sequía, etc.).

En los últimos años los rendimientos experimentales del cultivo del maíz han sido incrementados considerablemente, sin embargo, -- existe la incognita de cual será el límite de ese avance -- con el actual tipo de planta. Algunos mejoradores piensan -- en la posibilidad de que plantas de maíz con hojas erectas -- deberán aprovechar mejor la energía proporcionada por la -- luz solar. En las plantas con hojas normales, que crecen en surcos estrechos, sus hojas inferiores se desarrollan casi -- en completa obscuridad, dichas hojas en el momento crítico -- de la formación de las estructuras productivas de la planta tendrán poca o ninguna intervención. Esta no es una idea -- nueva, los fitomejoradores japoneses atribuyen sus espectaculares aumentos en los rendimientos del arroz a la creación

de variedades con tipo de hojas erectas.

Por otra parte, desde hace tiempo los mejoradores del maíz están tratando de obtener plantas de crecimiento más corto, utilizando para ello diversos genes de enanismo en variedades e híbridos; de ellos tal vez el más prometedor es el recesivo br-2. En algunos cereales la obtención de plantas enanas ha producido notables incrementos en las utilidades por unidad de área, ejemplos sobresalientes; el trigo y el sorgo.

La obtención recientemente de plantas de maíz br-2 de porte bajo y hojas erectas, con rendimientos superiores a los más sobresalientes de los maíces normales y la importancia que lo anterior pueda tener en el incremento de la producción de alimentos, justifica el estudio e investigación del maíz superenano br-2 para un mejor aprovechamiento de sus propiedades.

Bajo la consideración de que en el maíz de riego con buena fertilidad la luz es la principal limitante en el incremento de los rendimientos por unidad de área y que la combinación de ciertas características morfológicas permiten un aprovechamiento más eficiente de la misma, se planeó el presente experimento cuyos objetivos son estudiar el efecto que la colocación de la hoja (organización horizontal y vertical del follaje) tiene sobre la producción de grano en el maíz superenano br-2 y comparar a este con el maíz normal respecto a algunas características morfológicas impor-

tantes para dicha producción.

II. REVISION DE LITERATURA

El incremento del rendimiento en grano por unidad de área para el cultivo del maíz en los próximos años tendrá que provenir necesariamente de un incremento de la población de plantas por hectárea (34). El aumento del número de plantas por hectárea aumentará los rendimientos más allá de lo que puede lograrse con solo aumentar el potencial genético de cada planta (38).

Sin embargo, los estudios realizados sobre población de plantas en maíz indican que cuando el tipo de planta que actualmente se cultiva es sembrado a densidades muy altas, se desarrolla en un ambiente de competencia tal, que sus rendimientos decrecen (8, 17, 19, 32 y 42).

Entre los factores negativos que produce un exceso de plantas por hectárea se mencionan granos demasiado húmedos a la cosecha, mayor altura de la mazorca y una alta incidencia de plantas quebradas (8); Thompson (43) reportó que por cada incremento de 2489 plantas por hectárea (1000 por acre) arriba de la densidad óptima, la resistencia al rompimiento del tallo decrece 15.785 kg (34.8 lb), el espesor de la corteza disminuye 0.02 mm y el acame del tallo se incrementa en 1.563% en promedio.

Otro factor que reduce considerablemente los rendimientos a densidades altas es la aparición de plantas que no llegan a formar su mazorca, pero el hecho de que el maíz

continúe incrementando su producción de materia seca a densidades increíblemente altas, nos indica que es posible sembrar en surcos a menos distancia y consecuentemente aumentar la población de plantas/ha si los anteriores problemas pudieran resolverse (1).

A medida que se incrementa la población el área foliar por hectárea también se incrementa (12, 18 y 38), pero a índices foliares demasiado altos los rendimientos de clinan rápidamente y muestran una tendencia a bajar. Con un índice foliar alto las hojas superiores sombrean a las inferiores ocasionando una disminución de los rendimientos (16 y 26)'. .

En híbridos tardíos con índice foliar de 2.5 a 2.6 el rendimiento responde significativamente y en una forma positiva a incrementos del área foliar, con un índice foliar de 4.0 incrementos del área foliar solo aumentan ligeramente los rendimientos, a índices foliares mayores de 4.45 el rendimiento decrece con incrementos del área foliar (39); Lusunov y Lisunova (26) observaron que un híbrido tardío con un área foliar 2.7 veces mayor rindió 1.5 veces más que un híbrido precoz usado como testigo. Sin embargo la producción por m^2 de superficie de hoja, fué muy similar en ambos, 287 gr para el precoz y 285 gr para el tardío. El área foliar del maíz puede ser calculada mediante el procedimiento de Montgomery que consiste en multiplicar largo x ancho x 0.75 (28).

Los maíces precoces cuentan con un número menor -

de hojas, ya que existe una correlación positiva entre el número de hojas y días a floración (7 y 11), esto indica que necesitan sembrarse a poblaciones más densas para uniformizar el área foliar con respecto a los maíces tardíos (19). Por lo tanto, la densidad óptima para materiales con diferentes períodos de maduración puede ser determinada usando poblaciones 20-50% mayores para maíces precoces que para maíces intermedios y tardíos en ese orden (26). Hanway (14) demostró que el rendimiento en materia seca y en grano son directamente proporcionales al peso de las hojas independientemente de su composición química.

Variaciones amplias en rendimiento en materiales con una misma área foliar (10) indican que la posición de la hoja juega también un papel importante en el rendimiento del maíz. Winter (44) manteniendo las hojas mecánicamente erectas incrementó los rendimientos 9.1-14.2% sobre el testigo normal en altas poblaciones; en poblaciones óptimas el maíz con hojas erectas rindió sólomente 0.4-5.8% más que el maíz con follaje normal. El índice foliar óptimo para altos rendimientos subió a 4.3-4.7 % con las hojas erectas. Aumentos en crecimiento, contenido de clorofila, proteína y producción de mazorcas fueron obtenidos por Molotkovskii y Zserchuck (27) como resultado de la colocación de las hojas en posición vertical. Katta (20) reporta incrementos en rendimiento de 0.78 ton/ha con la erección mecánica de las hojas (cuadro 1).

Cuadro 1 Rendimiento en grano (ton/ha) del Puebla grupo 1 br-2 sujeto a 4 niveles de penetración de luz a través de la combinación de 2 niveles de ángulo - con 2 niveles de orientación de la hoja en el campo. Roque, Gto. México 1969.

Tratamientos		Rend.grano (ton/ha)
Siembra normal	hojas horizontales	9.93
Siembra normal	hojas erectas	10.71
Siembra orientada	hojas horizontales	11.10
Siembra orientada	hojas erectas	12.15

Fuente: Report CIMMYT'S training program por Youssef Sulli Kata (20).

Denmead et al (9), observaron que las plantas de maíz en días claros, con su área foliar desarrollada al máximo, intercepta el 75% de la radiación total neta medida encima del cultivo, aproximadamente el 73% de esta luz interceptada ocurre en la mitad superior.

Las hojas erectas no mejoran la productividad de las plantas, simplemente permiten que muestren su real potencial de rendimiento (40). Pendleton et al (35) reportaron que un híbrido simple llevando el gene para hojas erectas produjo 40% más grano que su contraparte pero con hojas normales, además la erección mecánica de las hojas encima de la mazorca de un híbrido comercial les produjo rendimientos en grano por encima de los producidos por el mismo híbrido en su estado normal. Sin embargo, las ventajas que muestran las plantas con hojas erectas aparentemente tienen también un límite con la población, el ángulo de la hoja de

crece a medida que la población aumenta, pero en los maíces altos, aún con hojas erectas, los rendimientos disminuyen en densidades de población altas (15 y 21).

Las plantas normales a altas poblaciones aparentemente no son hábiles para soportar un crecimiento vegetativo rápido y producir grano al mismo tiempo, las plantas compactas bajo esas mismas circunstancias previenen el crecimiento vegetativo mediante la producción de sustancias inhibitoras del crecimiento, lo cual favorece una mejor producción de grano (41). Los maíces semienanos y enanos (con follaje normal) han demostrado rendir igual o más que los maíces normales, combinando altos rendimientos con una mejor resistencia al acame (15, 31 y 33).

Alternando características como, altura reducida, hojas erectas, espiga chica y acortamiento sólo de los nudos inferiores, Castro (6) logró rendimientos en mazorca de 19.9 toneladas por hectárea con una densidad de población de 130 mil plantas por hectárea.

Sin embargo, los maíces enanos con follaje normal tienen densidades óptimas muy similares a las de los maíces altos (36). Las plantas enanas con un área foliar similar a la de las plantas normales tendrán una mayor eficiencia de translocación de los productos dentro de la planta (38).

La productividad de los maíces enanos podría ser incrementada mediante la selección de genotipos que permiten una mejor penetración de la luz; hojas angostas, espiga

chica sin ramificar y entrenudos menos cortos arriba de la mazorca (22).

La importancia de la luz en la productividad de las plantas de maíz, producción de grano y materia seca, ha quedado demostrada en diferentes estudios, los mismos han establecido que la luz, en buenas condiciones de humedad y fertilidad es el mayor factor limitante en la reducción de rendimientos por planta por su intervención determinante en el grado de fotosíntesis (5, 13, 23 v 30).

La iluminación de ambos lados de las hojas incrementan aún más el grado de fotosíntesis (29). Se han logrado incrementos importantes en rendimiento con el uso de materiales reflejantes en el suelo, los mismos han permitido el aprovechamiento de más de 80% de la luz que llega al suelo (3). Las hojas erectas permiten una mejor penetración de la luz y se logra aprovechamiento de la misma por ambos lados (4).

Diversos fitomejoradores han provocado un enanismo drástico en las plantas mediante el uso de gene br-2, el cual es un gene recesivo que ocasiona un acortamiento en los entrenudos localizados debajo de la mazorca sin afectar el número total de hojas, efectos desfavorables hacen necesaria una selección posterior que reduzca o elimine dichos efectos y fije características deseables (6 y 37).

La producción de hojas más anchas que lo normal y el agrupamiento de las mismas en la zona próxima a la mazor

ca ocasiona una mala formación de grano, mermando los rendimientos, lo anterior hace necesario la selección de tipos con tallo corto y hojas más finas y erectas (38).

Anderson y Chow (2) encontraron variaciones fenotípicas asociadas al gene br-2 cuando es transferido al maíz normal, tales como: la altura de mazorca de un híbrido br-2 está correlacionada positivamente con la altura de mazorca del material convertido a br-2; las hojas del material br-2 son más anchas, de un color verde más oscuro y de mayor longevidad; posible asociación con maduración tardía y/o lento secamiento del grano; menor número de hileras de grano por mazorca y más granos por hilera fueron características coincidentes con el gene br-2.

Otro tipo de braquitismo ha sido estudiado, éste afecta los entrenudos arriba de la mazorca, abriéndose la posibilidad a los fitomejoradores de usar este nuevo braquitismo para obtener plantas más bajas sin alterar la altura de mazorca y para desarrollar plantas con un nuevo tipo de follaje para un uso más eficiente en la luz en altas poblaciones (24).

III. MATERIALES Y METODOS

El experimento se efectuó en el campo de Producto ra Nacional de Semilla situado en Jolostoc, Mor. La siembra se realizó en seco el 22 de diciembre de 1972 aplicándose el riego de emergencia el 24 (dos días después), el trabajo de campo concluyó con la cosecha que se efectuó el 29 de ma yo de 1973, totalizando 159 días. Contándose para el efecto con todo el equipo necesario para las labores normales del cultivo de maíz.

Para el estudio del efecto de la colocación de la hoja en el rendimiento se utilizaron 5 híbridos simples -- br-2 de hojas erectas y 4 tipos de organización del follaje, estos últimos obtenidos mediante la variación del ángulo vertical y la organización horizontal de las hojas, se usó un arreglo combinato- rio en bloques al azar con 2 repeticiones. Los tratamientos se describen a continuación:

Factor A Cruzas Simples	Factor B Organización del Follaje
1402 x 1316 (a_1)	Hojas erectas; orientadas (b_1)
1424 x 1316 (a_2)	Hojas erectas; sin orientación (b_2)
1324 x 1316 (a_3)	Hojas horizontales; sin orientación (b_2)
1422 x 1316 (a_4)	Hojas horizontales; orientadas (b_4)
1407 x 1316 (a_5)	

En la figura 1 se muestra la distribución de los tratamientos en el diseño experimental.

Repetición I

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_4b_4	a_2b_4	a_2b_1	a_3b_2	a_3b_1	a_1b_3	a_3b_3	a_4b_2	a_1b_1	a_3b_4
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
a_2b_3	a_5b_2	a_1b_4	a_5b_4	a_4b_3	a_5b_1	a_5b_3	a_2b_2	a_4b_1	a_1b_2

Repetición II

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a_5b_2	a_3b_4	a_1b_2	a_3b_3	a_2b_4	a_1b_4	a_2b_3	a_3b_2	a_2b_2	a_1b_1
20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
a_5b_3	a_4b_1	a_1b_3	a_4b_2	a_4b_4	a_5b_4	a_4b_3	a_2b_1	a_5b_1	a_5b_1

Factor A

- Cruzas Simples
- 1402 x 1316 (a_1)
- 1424 x 1316 (a_2)
- 1324 x 1316 (a_3)
- 1422 x 1316 (a_4)
- 1407 x 1316 (a_5)

Factor B

- Organización del follaje
- hojas erectas; orientadas (b_1)
- hojas erectas; sin orientación (b_2)
- hojas horizontales; sin orientación (b_3)
- hojas horizontales; orientadas (b_4)

Figura 1. Distribución de los tratamientos en un arreglo combinatorio en bloques al azar.

La siembra orientada se obtuvo aprovechando la característica del maíz br-2* de tener sus hojas opuestas en un mismo plano, para ello se colocó la semilla, al tiempo de la siembra, en posición transversal al surco, las plantas que no tuvieron la posición deseada fueron corregidas 15 días después de la emergencia manualmente, habiéndose aplicado un riego ligero con anterioridad. La distancia entre surcos fué de 0.75 m, estos se colocaron de oriente a poniente para obtener una luminosidad uniforme sobre los tratamientos por lo tanto la orientación de las hojas en los niveles b_3 y b_4 fué de norte a sur. La distancia entre plantas fué de 0.16 m, lo que nos dió una densidad aproximada de 83,333 plantas/ha. La parcela experimental fué de 5 surcos (3.75 m) con 10 plantas por surco (1.60 m), la parcela útil estuvo formada por los 3 surcos centrales, eliminando las plantas orilleras, para una área útil de 2.88 m^2 .

Por tratarse de plantas de hojas erectas, los tratamientos de hojas horizontales se lograron colocando sedal tenso al inicio de la floración a través del surco (figura-2). Al frente, entre bloques y al fondo del experimento, se sembró la variedad enana de maíz "Zacatecas-58", para tener una siembra compacta y la planta solo aprovechara la luz encima del experimento.

* Los híbridos simples br-2 fueron cedidos por el programa de mejoramiento genético del maíz en CNIZA que dirigía el Dr. Mario Castro Gil.



Figura 2. Colocación de las hojas del maíz superenano br-2 - en posición horizontal.

Se tomaron datos de rendimiento en grano - en el campo, porcentaje de humedad del grano y -- plantas cosechadas en competencia completa. Se hizo_ análisis estadístico de los rendimientos al 15% de humedad y ajustados por el número de plantas cosechadas por parcela, las comparaciones de las medias de rendimiento se hicieron_ de acuerdo a la prueba de Duncan al 5 y 1% de probabilidad-- des de error.

Para el estudio comparativo se utilizaron los surcos orilleros de los híbridos simples br-2 con siembra normal y hojas erectas y 3 híbridos de maíz normal adaptado a las condiciones ambientales de la localidad, estos fueron -

H-412, H-507 y H-366.

Estos últimos se sembraron en bloques al azar con 2 repeticiones; en la figura 3 se muestra su distribución en el diseño experimental. La siembra fué normal en surcos a 0.75 m, con una separación entre plantas de 0.32 m para una densidad de siembra de 41,667 plantas/ha aproximadamente. La parcela experimental fué de 5 surcos (3.75 m) y 10 plantas por surco (3.20 m). La parcela útil para obtener rendimiento estuvo formada por los 3 surcos centrales para una area útil de 5.76 m².

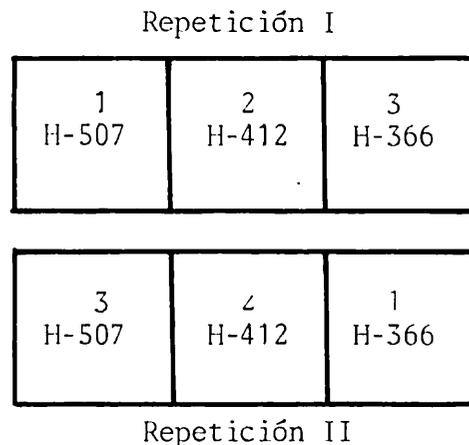


Fig. 3.- Distribución de los híbridos comerciales en un diseño de bloques al azar.

Las comparaciones entre los híbridos altos y enanos fueron para:

- 1.- Rendimiento en grano por hectárea
- 2.- Rendimiento en grano por planta
- 3.- Longitud de la hoja
- 4.- Anchura de la hoja
- 5.- Area foliar por hoja
- 6.- Número de hojas por planta
- 7.- Area foliar por planta
- 8.- Número de hojas por hectárea
- 9.- Índice de área foliar
- 10.- Angulo de la hoja
- 11.- Días a floración
- 12.- Altura de la mazorca

El rendimiento en grano fué uniformizado a 15% de humedad y ajustado por plantas cosechadas por parcela útil.

El area foliar fué aproximada, midiéndose al momento de la floración en la segunda hoja arriba de la mazorca para los br-2 y en la quinta hoja abajo de la mazorca para los normales, ya que se consideró que ahí estaban colocadas las hojas de tamaño promedio. Para el cálculo se utilizó la fórmula de Montgomery (largo x ancho x 0.75).

Para el ángulo de la hoja se tomó el que forma el tallo con la misma hoja a la que se le tomó el área foliar (figura 4). La fecha de floración se determinó al momento

en que el 50% de las plantas de cada parcela estuvieron derramando polen. Las comparaciones se hicieron mediante la prueba de "t" (Student) usándose muestras independientes.



Figura 4. Demostración gráfica de la lectura del ángulo de la hoja.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

1.- Efecto de la colocación de la hoja.

Los rendimientos promedio, en ton/ha, obtenidos con los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 niveles de organización de follaje se presentan en el cuadro 2. Su representación gráfica aparece en la figura 5. El análisis de varianza mostró que hubo diferencias significativas en rendimiento entre niveles de penetración de luz (factor B), a diferencia, los híbridos utilizados (factor A) rindieron estadísticamente igual cuando se promediaron a travez de los tratamientos de luz, así mismo, no hubo interacción entre los dos factores estudiados (cuadro 11).

Cuadro 2 Efecto de la colocación de la hoja en el rendimiento en grano, en ton/ha, de 5 híbridos simples de maíz superenano br-2 evaluados bajo 4 tipos de organización del follaje. Invierno 72-73. Jalostoc, Mor.

Organización del Follaje*	Rend. grano (ton/ha)	Duncan**	
		0.05	0.01
Hojas erectas sin orientación	9.837	a	a
Hojas erectas orientadas	9.823	a	a
Hojas horizontales orientadas	8.059	b	a b
Hojas horizontales sin orientación	7.733	b	b
P r o m e d i o	8.863		

* Hojas erectas-forma natural. Hojas horizontales-modificadas mecánicamente.

** Los tratamientos con la misma letra son estadísticamente iguales.

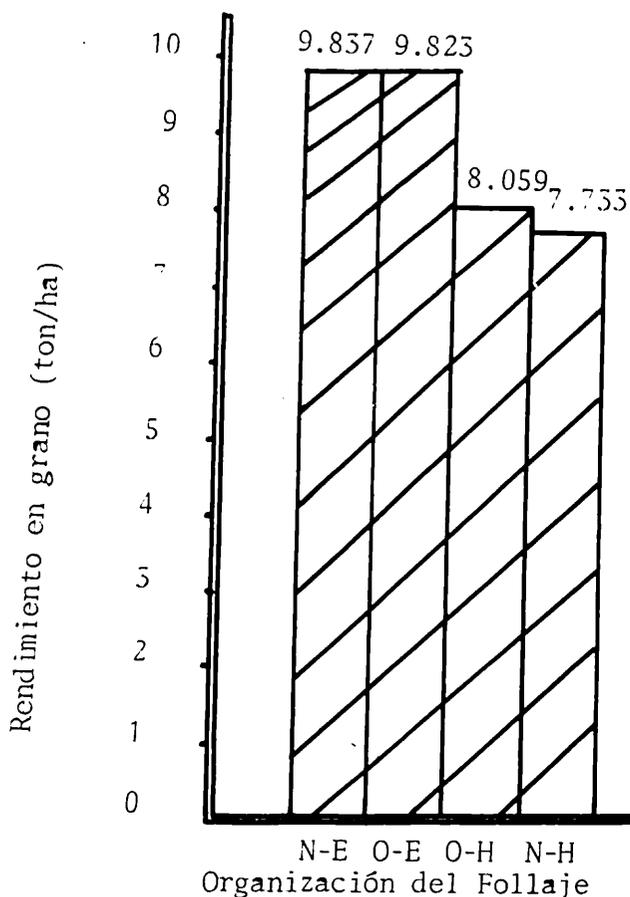


Figura 5 Representación gráfica de los rendimientos en grano (ton/ha), promedio de 5 híbridos simples de maíz superenano br-2 en 4 niveles de organización del follaje, siembra sin orientación-hojas erectas (N-E); siembra orientada-hojas erectas (O-E); siembra orientada-hojas horizontales (O-H); siembra sin orientación-hojas horizontales (N-H). Invierno 72-73. Jalostoc Mor.

Para observar los efectos simples de los niveles de organización del follaje, hojas sin orientación contra orientadas y erectas -

contra horizontales, se hicieron comparaciones ortogonales. Los resultados obtenidos de la primera comparación (Cuadro 3) nos indican que la orientación de las hojas transversalmente al surco, en dirección norte-sur, no mejoró el aprovechamiento de la luz, esta observación se basa en que sus rendimientos fueron estadísticamente iguales a los obtenidos con hojas sin orientación (representación gráfica en la Figura 6). Lo anterior sucedió tanto con hojas erectas como con hojas horizontales, diferenciando de lo obtenido por Katta (20), Cuadro 1, que obtuvo respuesta significativa con la orientación de las hojas.

La causa principal de dicha diferencia es el hecho de que Katta (20) colocó las hojas de oriente a poniente, lo que le permitió eliminar completamente la competencia entre plantas, y pudo estudiar aisladamente la competencia dentro de plantas, mientras que nosotros al orientar las hojas en dirección norte-sur solo conseguimos eliminar parcialmente la competencia entre plantas, pero sin manifestarse en los resultados.

Otras variantes que influenciaron la respuesta de la orientación de las hojas en nuestro experimento fueron las características morfológicas de los híbridos br-2 y la densidad de plantas utilizadas en nuestro experimento. Mientras Katta utilizó híbridos con una altura de mazorca de alrededor de 1.15 m promedio a una densidad crítica de 60,000 plantas/ha, nosotros usamos híbridos con altura de

Cuadro 3. Efecto de la orientación de las hojas transversalmente al surco, en dirección norte-sur, en el rendimiento en grano (ton/ha) de 5 híbridos de maíz superenano br-2, con variación del ángulo vertical de la hoja. Invierno 72-73. Jalisco, Mor.

Colocación de la Hoja	Hojas Erectas	Hojas Horizontales	Promedio
Hojas orientadas	9.823	8.059	8.941
Hojas sin orientación	9,837	7,733	8.785
Diferencia	-0.014 ns	0.326 ns	0.156 ns

ns = iguales estadísticamente

mazorca de 0.30 m promedio a una densidad de 83,333 plantas/ha, la cual tendremos que considerar baja si tomamos en cuenta lo reportado por Castro (6), el cual sembró este mismo tipo de material a razón de 130,000 plantas por hectárea; por lo tanto la penetración de la luz y su aprovechamiento por las hojas inferiores es totalmente diferente en ambos casos.

En base a lo discutido y considerado que las características morfológicas de los híbridos utilizados en nuestro ensayo facilitan la penetración de la luz a las hojas inferiores podemos inferir que son necesarias poblaciones más densas a las utilizadas en nuestro ensayo para provocar condiciones críticas de luz y se manifieste la importancia de la orientación de las hojas de norte a sur en este tipo de materiales. La ligera respuesta obtenida al orientar de norte a sur las hojas horizontales, las cuales

ocasionan menor penetración de luz, nos proporcionan indicios en ese sentido.

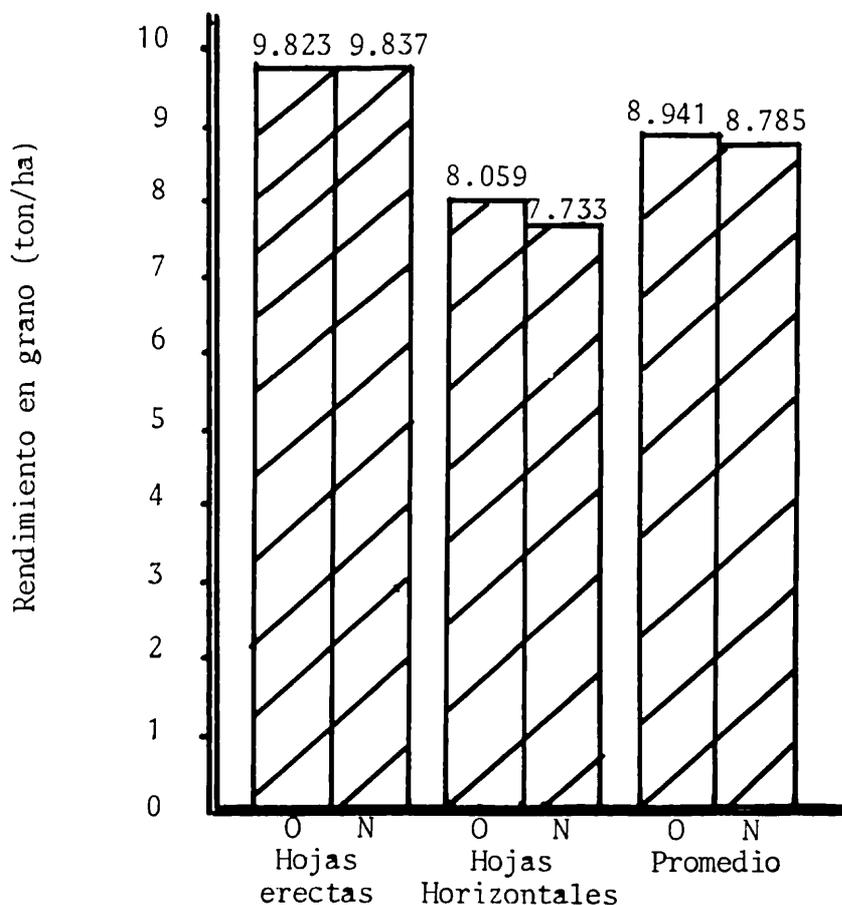


Figura 6 Representación gráfica de los rendimientos en grano (ton/ha) promedio de 5 híbridos simples br-2 con hojas orientadas de norte a sur (O) y hojas sin orientación (N). Invierno 72-73. Jalostoc, Morelos.

Al comparar la respuesta de la hoja erecta contra la hoja horizontal (Cuadro 4), se encuentran diferencias altamente significativas en rendimiento; los resultados corroboran lo obtenido por Winter (44), Molotkovskii, et al (27), Katta (20) y Pendlenton et al (35) que incrementaron

los rendimientos con la erección mecánica de las hojas.

Cuadro 4 Efecto de la hoja erecta en el rendimiento en grano (ton/ha) de 5 híbridos simples de maíz supere= nano br-2, con variación de la orientación horizontal de la hoja. Invierno 72-73. Jalostoc, Mor.

Colocación de la hoja	Hojas Orientadas	Hojas sin Orientación	Promedio
Hojas erectas	9.823	9.837	9.830
Hojas horizontales	8.059	7.733	7.896
Diferencia	1.764*	2.104**	1.934**

* Estadísticamente diferentes con 5% de probabilidad de error

** Estadísticamente diferentes con 1% de probabilidad de error

La hoja erecta aumenta la producción de grano tanto con hojas orientadas transversalmente al surco, de norte a sur, como con las hojas sin orientación alguna, el hecho de que la respuesta haya sido mayor con estas últimas, diferencias significativas al 1 y 5% de probabilidad de error, nos proporciona una base más amplia para pensar que las hojas sin orientación tienen condiciones más críticas de penetración de luz que las hojas orientadas, lo cual no se manifestó a plenitud en nuestro experimento por la orientación de las hojas en dirección norte-sur y las características de los híbridos utilizados.

Contrariamente podríamos interpretar la menor respuesta de las hojas erectas con orientación de norte a sur, que en este experimento y a diferencia de otros similares -

eran erectas en forma genética, las cuales mostraron diferencia con respecto a las hojas horizontales orientadas sólo al 5% de probabilidad de error, debido a que probablemente requieren, bajo esa condición, de una población mayor a las 83,333 plantas/ha para manifestar su importancia en la penetración de luz y consecuentemente en el rendimiento.

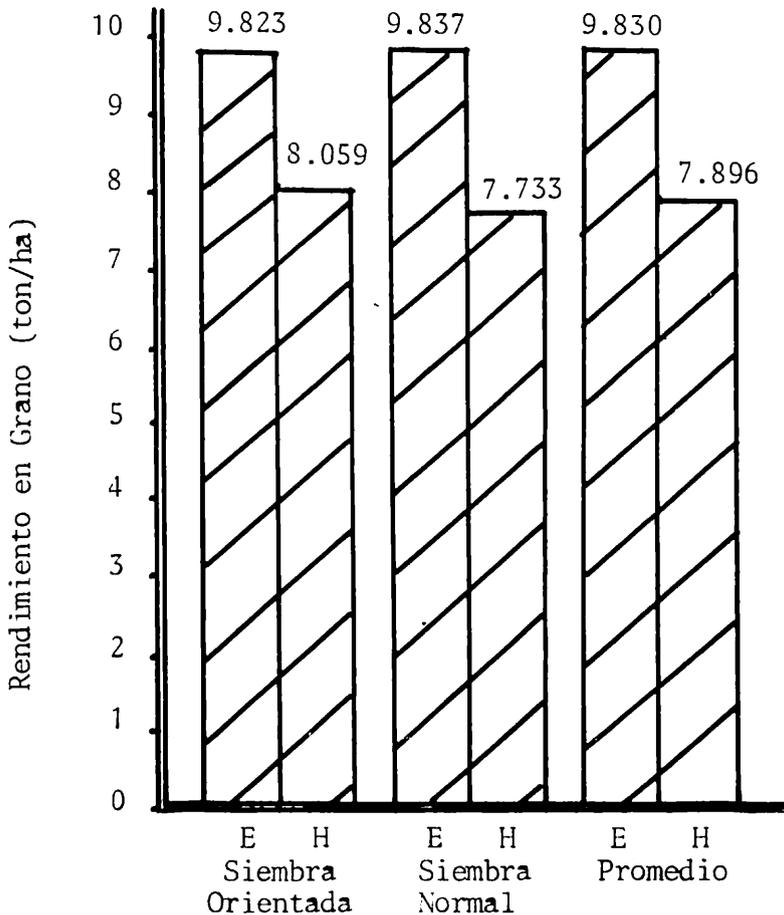


Figura 7 Representación gráfica de los rendimientos en grano (ton/ha) promedio de 5 híbridos simples br-2 con hojas erectas (E) y horizontales (H). Invierno 72-73. Jalostoc, Mor.

La mayor respuesta de las hojas erectas en nues--

tro experimento, incrementos en rendimiento de 22 y 27%, - comparativamente a la obtenida por Katta (20) y Winter (44), entre 8 y 14%, tal vez se deba como este último lo explica al mayor número de plantas/ha en nuestro estudio y hace suponer que a densidades mayores ésta respuesta se incrementará.

En resumen, de acuerdo a lo observado en el presente experimento, la penetración de la luz y consecuentemente el aprovechamiento de una área foliar máxima en la producción de grano en los maíces superenanos br-2 está influenciada principalmente por la posición erecta de las hojas; la siembra con las hojas transversales al surco, en dirección norte-sur, aparentemente no mejora la penetración de la luz a las hojas inferiores, pero una ligera respuesta con las hojas en posición horizontal, y una respuesta mayor de las hojas erectas en siembras sin orientación, hace ver la posibilidad de que en una población más densa de plantas dicha respuesta sea significativa. Lo anterior es válido para densidades aproximadas a las 83,333 plantas/ha.

2.- Estudio comparativo entre maíz superenano br-2 y maíz normal.

Al efectuar la comparación entre los maíces normales y los maíces superenanos br-2 se observaron diferencias altamente significativas entre todas las características tomadas a consideración (Cuadro 5), básicamente lo anterior nos mostró en parte las ventajas que pueden tener maíces superenanos br-2 sobre los tipos de maíz actualmente en uso,

principalmente en lo que se refiere a soportar poblaciones altas de plantas sin reducir la producción de grano, lo cual le permite aumentar los rendimientos independientemente del potencial genético; los resultados obtenidos pueden servir de base para futuras investigaciones que se realicen para aprovechar de una manera más efectiva las características agronómicas de este tipo de maíz. A continuación se discuten las comparaciones efectuadas:

a).- Dimensiones de la hoja-longitud y anchura.

Las hojas de los maíces superenanos br-2 resultaron 1.22 cm más anchas en promedio que las de los maíces normales, coincidiendo con las observaciones hechas por Poey (38) y Anderson y Chow (2), los cuales reportaron que las hojas más anchas iban asociadas al gene br-2 cuando es transferido al maíz normal. En longitud las hojas del maíz normal fueron marcadamente mayores que las hojas del maíz superenano br-2, 91.75 cm del primero por 65.80 cm del último, esto indudablemente reduce la posibilidad de la siembra de los maíces convencionales en surcos estrechos.

b).- Número de hojas por hectárea y por planta.

En el número de hojas por hectárea los maíces superenanos br-2 fueron superiores a los maíces normales, lo anterior estuvo influenciado por la población de plantas por hectárea, ya que en el promedio por planta los maíces

normales tuvieron aproximadamente 3.5 hojas más que el maíz superenano br-2, esto quizás sea consecuencia, independientemente de la composición genética del material, de la correlación entre el número de hojas y días a floración (7 y -11). El número de hojas al igual que el largo y ancho de las mismas afectan al área foliar y consecuentemente los rendimientos como se discutirá más adelante.

Cuadro 5 Diferencias morfológicas promedio entre 5 híbridos simples de maíz superenano br-2 y 3 híbridos de maíz normal. Invierno 72-73. Jalostoc, Mor.

Características morfológicas	Tipo de Maíz		Diferencia
	br-2	Normal	
Longitud de la hoja (cm)	65.80	91.75	-25.95**
Anchura de la hoja (cm)	9.20	7.98	1.22**
Area foliar por hoja (m ²)	0.0455	0.0551	-0.0096**
Hojas por planta	12.4	15.9	-3.5**
Area foliar por planta (m ²)	0.5659	0.8787	-0.3128**
Hojas por hectárea (miles)	1037	662	375**
Índice de área foliar (IAF)	4.72	3.66	1.06**
Angulo de la hoja (grados)	28.6	34.0	-5.4**
Días a floración	75	86	-11**
Altura de la mazorca (cm)	29.84	148.67	-118.83**
Producción de grano (ton/ha)	9.837	7.844	1.933**
Producción de grano (kg/planta)	0.118	0.188	-0.070**

** Estadísticamente diferentes con 1 y 5% de probabilidad de error según la prueba de "t" (Student).

c).- Area foliar por planta y por hoja

El área foliar por hoja fué menor en : 0.0096 m² para los maíces superenanos br-2 compara-

da con la de los maíces normales; aparentemente a pesar de tener hojas anchas, la reducción drástica en longitud en los maíces superenanos br-2 reduce el área foliar por hoja. Al multiplicar este valor por el número de hojas obtenemos el área foliar por planta, la cual consecuentemente es aún más amplia para los maíces normales por su mayor número de hojas, 0.8787 m^2 por 0.5659 m^2 de los superenanos br-2. Esta es probablemente una de las principales limitantes para utilizar altas densidades en los maíces normales, un número excesivo de hojas demasiado largas que se sombrean entre ellas reduciéndose la eficiencia en el aprovechamiento de la luz por planta.

d).- Índice de área foliar-relación hoja por superficie.

El índice de área foliar fué mayor en los maíces superenanos br-2, 4.72 por 3.66 en los maíces normales, aún con una menor área foliar por planta, pero al igual que en el rendimiento en grano y número de hojas por hectárea, el mayor número de plantas por hectárea ocasiona dicha superioridad, pero si bién la población de los superenanos es superior 100% a los normales, el índice foliar es mayor solo 29%. Si consideramos al rendimiento en grano por m^2 de área foliar para ambos tipos de maíz, los cuales son muy similares (209 gr para el superenano br-2 y 204 gr para el normal), obtendremos una idea amplia de la importancia de poder aumentar la población de plantas por encima de los lími

tes establecidos sin decrecer los rendimientos por planta. Lo anterior es posible en los maíces superenanos br-2 debido a características tales como: porte bajo, ángulo de la hoja reducido y pocas hojas y de corta longitud. En los maíces normales, tal y como lo menciona Pucaric (39), a índices foliares mayores de 4.0 solo se logran ligeros aumentos en rendimiento a incrementos del área foliar y a índices foliares por encima de 4.45 los rendimientos decrecen a mayor área foliar.

e).- Angulo de la hoja-arco entre el tallo y la hoja.

El ángulo que forma el tallo con la hoja fué menor 5.40 para los maíces superenanos br-2 que para los maíces normales, debido a que los primeros habían sido sometidos a selección precisamente buscando hojas erectas, estas ayudan a la planta a manifestar su real potencial de rendimiento, como ha quedado plenamente demostrado, gracias a que se logra la iluminación de ambos lados de las hojas y permiten que las hojas inferiores también sean utilizadas en la producción de grano, además hacen posible una mayor cantidad de plantas por hectárea, según lo reportado por diversos autores (20, 27, 35, 40 y 44).

f).- Días a floración-precocidad.

El maíz superenano br-2 resultó más precoz que el maíz normal en días a floración, aproximadamente 11 días de diferencia, esto tal vez afectó el número de hojas, que

sin embargo fué compensado con el aumento de población como se discutió en el capítulo correspondiente; es notorio en los superenanos br-2, a diferencia de los normales, la mayor longevidad de las hojas, permaneciendo verdes aún después de la maduración de la mazorca, lo cuál también fué reportado por Anderson y Chow (2). Tal vez esta característica pudiera ser aprovechada por aquellos agricultores que siembran maíz con doble propósito, producción de grano y forraje, para lo cual se sugiere estudiar con más detalle dicha característica.

g).- Altura de la mazorca-distancia entre el suelo y la base de la mazorca.

Las diferencias en esta característica fueron bastante claras, 0.30 m en los superenanos br-2 y 1.49 m en los normales, el bajo porte de los primeros es causado principalmente por el gene br-2, lo cual permite su siembra a densidades de plantas muy por encima de los límites establecidos para el maíz normal, sin presentar las consecuencias negativas reportadas por diferentes autores, principalmente incremento en el porcentaje de acame (25, 31 y 33).

h).- Rendimiento en grano-toneladas por hectárea y kg por planta.

El maíz superenano br-2 rindió en promedio 25% más que la media de los híbridos normales, pero observando la producción por planta 0.118 kg para los br-2 y 0.179 kg para los normales, tendremos que atribuirse esa ganancia a

su mayor capacidad para soportar altas densidades de plantas, aumentando el área foliar sin disminuir los rendimientos por m^2 de hoja, esto permitió sembrar 83,333 plantas/ha en los br-2 por 41,667 plantas/ha en los normales; bajo porte, la posición erecta y menor longitud de las hojas y un número menor de estas últimas por planta, son entre otras, algunas de las características que permiten al maíz superenano br-2 dicha capacidad, comprobando lo expresado por Poey (38). Es necesario eliminar de los maíces br-2 por medio de selección, las hojas demasiado anchas, además en los materiales aquí estudiados también fué notoria la presencia de espigas demasiado ramificadas, lo cuál también representa una característica negativa para un buen aprovechamiento de la luz, según lo reportado por Katta y Castro (22).

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en el presente estudio podemos formular las siguientes conclusiones y recomendaciones:

- 1.- Efecto de la colocación de la hoja:
 - a) La orientación de las hojas transversalmente al surco, en dirección norte-sur, no aumenta los rendimientos en grano del maíz superenano br-2, comparativamente a los obtenidos con hojas sin orientación, bajo densidades alrededor de 83,333 plantas/ha.
 - b) La posición erecta de las hojas permite aumentar significativamente los rendimientos en grano del maíz superenano br-2, comparativamente a los obtenidos con hojas en posición horizontal, bajo densidades aproximadas a 83,333 plantas/ha.
 - c) La orientación de las hojas transversalmente al surco, en dirección norte-sur, y su combinación con hojas erectas, posiblemente aumentan los rendimientos de los maíces superenanos br-2 a densidades mayores a las utilizadas en nuestro experimento, 83,333 plantas/ha, por lo cual se sugiere su estudio.
 - d) La orientación de las hojas transversalmente

al surco, en dirección oriente-poniente, representa otra alternativa para mejorar la eficiencia en el aprovechamiento de la luz de las plantas del maíz superenano br-2, por lo que se considera conveniente su estudio a densidades altas.

- e) Se recomienda incorporar genéticamente a variedades e híbridos de maíz las hojas erectas para un mejor aprovechamiento del potencial de rendimiento con densidades altas.

2.- Estudio comparativo entre maíz superenano br-2

y maíz normal:

- a) Los maíces superenanos br-2 evaluados en nuestro trabajo superaron en rendimiento en grano a los híbridos normales por su capacidad a soportar altas densidades de plantas sin mostrar los efectos negativos que ello ocasiona en los maíces normales.
- b) Características tales como: porte bajo, posición erecta y menor longitud de las hojas y un número menor de estas por planta permiten al maíz superenano br-2 aumentos del índice de área foliar por encima de los límites establecidos para el maíz normal sin decrecer los rendimientos.
- c) Hojas demasiado anchas y espigas muy ramificadas fueron aspectos negativos de los maíces su-

perenanos br-2 incluidos en este estudio.

- d) Se recomienda el estudio de la longividad de las hojas del maíz superenano br-2 para su aprovechamiento en la producción de follaje.

VI. SUMMARY

The objective of this study was to observe the effect of the position of the leaves on the efficiency of light utilization by the super-dwarf corn br-2, considering yield capacity. This experiment was located in the field of the Productora Nacional de Semillas (PRONASE) in Jalostoc, Morelos. In addition, the same genetic material was compared in some morphological characteristics considered to affect the efficiency of light utilization with normal corn.

The results show that with the plant density used in this experiment, 83,333 plants/ha, the north-south leaf orientation transversally to the furrow does not increase the yield; however, when the leaves were in an upward position the yield increased an average of 24.5% as compared with that in the plant with an horizontal leaves position. The erect leaves has a grater response in plantings without any given leaf orientation, above 2.104 ton/ha of its similar with horizontal leaves, than with the planting with a north-south leaf orientation, above 1.764 ton/ha of its similar with horizontal leaves.

The yield with the super-dwarf corn br-2 was greater in a 25% average than the obtained with normal corn, this difference is due the capacity of super-dwarf to suport higher plant density; short stem, the upward position of the leaf, shorter leaves and less number of them by plant aparently

were some of the characteristics that permitted this capacity. Leaves with great width and an excessive branching of the spike were among the less favoring factors or characters observed in the br-2 materials evaluated in the present study.

RESUMEN

Con la finalidad de observar el efecto que la colocación de la hoja tiene sobre la eficiencia de la planta del maíz superenano br-2 en el aprovechamiento de la luz y consecuentemente en su capacidad de producción de grano, se desarrolló el presente experimento en el campo de la Productora Nacional de Semillas situado en Jalostoc, Mor. Además se aprovechó el material br-2 para compararlo con el maíz normal en cuanto a características morfológicas que se consideraron importantes para un aprovechamiento eficiente de la luz. Los resultados obtenidos nos indican que a la población usada en nuestro experimento, 83,333 plantas/ha, la orientación de las hojas transversalmente al surco, en dirección norte-sur, no aumenta los rendimientos; pero en cambio, las hojas en posición erecta aumentaron en promedio 24,5% los rendimientos comparativamente a los obtenidos con hojas en posición horizontal, en la siembra con las hojas erectas -- sin orientación la respuesta fué mayor, 2.104 ton/ha sobre su similar con hojas horizontales, que la obtenida en la siembra con hojas erectas orientadas transversalmente al

surco de norte a sur, 1.764 ton/ha sobre su similar con hojas horizontales. El rendimiento en grano del maíz superenano br-2 fué superior en 25% en promedio al obtenido por maíces normales, dicha superioridad fué causada por la mayor capacidad de los maíces superenanos a soportar altas densidades de plantas; porte bajo, la posición erecta y menor longitud de las hojas y un número menor de estas por planta fueron aparentemente las características que le permitieron esa capacidad. Hojas demasiado anchas y un ramificado excesivo de la espiga fueron aspectos negativos observados en los materiales br-2 evaluados en este estudio.

VII. LITERATURA CITADA

- 1.- Anderson, J.C. 1971. Como y para qué se modifican las plantas. Agricultura de las Américas. Año 20, No. 6. pp 26-28.
- 2.- _____ y P.N. Chow. 1963. Phenotypes and grain yield associated with brachytic-2 gene in single cross hybrids of dent corn. Crop Sci. 3: 111-113.
- 3.- Anónimo. 1969. Mininoticias. El Surco. Vol 76, No.6. pp. 10.
- 4.- _____ 1972. Maíz de 35 toneladas por hectárea de grano? Agricultura de las Américas. Año 21, No.11. pp 24-25-35.
- 5.- Barker, O.N. y R.B. Musgrave. 1964. Photosynthesis under field conditions. V. Further plant chamber studies of the effects of light on corn (Zea mays L.). Crop. Sci. Vol 4, No.2. pp 127-131.
- 6.- Castro G. Mario. 1973. Maíces Superenanos para el Bajío. Boletín Técnico. ESAAN, Universidad de Coahuila, México.
- 7.- Chase, S.S. y D.K. Nanda. 1967. Number of leaves and maturity clasification in Zea mays L. Crop. Sci. Vol 7, No.5. pp 431-432.
- 8.- Colville, W.L. y D.P. McGill 1962. Effect of rate and Method planting on several plant characters and yield of irrigated corn. Agronomy Journal. 54: 235-238.

- 9.- Denmead, O.T. Fritschen y R.S. Shaw. 1962. Spatial distribution of net radiation in a corn field. *Agronomy Journal*. 54: 505-510.
- 10.- Duvick, D.N. y S.W. Noble. 1972. Relationships between yield and leaf area index of several corn hybrids and inbreds. *Plant breeding abstracts*. Vol. 42, - No.4. pp 904.
- 11.- Gologan, I. et al. 1969. Growth period studies in some maize hybrids regionally standandized in moldwia. *Plant breeding abstracts*. Vol. 39, No.1. pp 79.
- 12.- Gotlin, J. y A. Pucaric. 1972. The influence of crop density on the yield of some hybrid corns. *Plant breeding abstracts*. Vol. 42, No.4. pp 910.
- 13.- Hageman, R.H., D. Flesher y A. Gitter. 1961. Diurnal variation and other light effects influencing the activity of nitrate reductase and nitrogen metabolism in corn. *Crop. Sci.* 1: 201-204.
- 14.- Hanway, J.J. 1962. Corn growth and composition in relation to soil fertility. I. Growth of diferent plant parts and relation between leaf weight and grain yield. *Agronomy Journal*. 54: 145-148.
- 15.- Hicks, D.R. y R. Stucker. 1972. Plant density effect on grain yield of corn hybrids diverse in leaf orientation. *Agronomy Journal*. Vol. 64, No.4. pp. 484-487.
- 16.- Hoyt, P. y R. Bradfield 1962. Effect of varying leaf

area by partial defoliation and plant density on dry matter production in corn. *Agronomy Journal*. 54: 523-525.

- 17.- Huerta R. 1970. Importancia de la densidad de población, distancia entre surcos y dosis de nitrógeno sobre el rendimiento de algunas variedades de maíz. *Agronomía en Sinaloa*. Año 4, No.6, U.A.S.
- 18.- Hussien, T.A. 1969. Effect of various factors on size of leaf surface and on grain yield of Maize. *Field crop abstracts*. Vol. 22, No.3. pp. 250.
- 19.- Kamprath, E.J. et al. 1974. Nitrogen management, plant population and row width studies with corn. *Plant breeding abstract*. Vol.44, No.1. pp. 52.
- 20.- Katta, Y.S. 1970. Effect of leaf angle and field orientation of plants on grain yields in a brachytic-2 variety of corn (Zea mays L.). Report CIMMYT's maize training program. pp 5-26.
- 21.- _____ Gain from selection for erect leaves and its effect on yield under varying plant densities. Report CIMMYT's maize training program. pp 27-56.
- 22.- _____ y M. Castro Gil. 1970. Some reason for depressed yields in dwarf corns. *Maize Genetics Newsletter*.
- 23.- Knipmeyer, J.W. et al. 1962. Effect of light intensity on certain metabolites of the corn plant (Zea

- mays L.). Crop Sci. 2:1-5.
- 24.- Legg, J.G. y A.A.Fleming. 1973. Inheritance of a new Brachytism in corn, Zea mays L. Crop Sci. Vol. 13.No.3. pp 322-324.
- 25.- Leveck, H.H. 1969. 80th annual report of the Mississippi Agricultural Experiment Station, fiscal year ending June 30, 1967. Plant breeding abstracts. Vol. 39. No.2. pp 275.
- 26.- Lusunov, I.K. y V.A. Lisunova. 1974. Contribution of the leaves to yield in various maize hybrids. Plant breeding abstracts. Vol. 44. No.1. pp 51.
- 27.- Molotkovskii, G.H. y I.S. Zserchuck. 1974. Effect of leaf orientation on growth, development and sexuality of the tissues of the three line maize hybrid dnepr 98 and its parental forms. Plant breeding abstracts. Vol. 44. No.1. pp 51.
- 28.- Montgomery, E.G. 1911. Correlation studies of corn. Nebraska Agr. Exp. Sta. 24th Ann. Rpt.
- 29.- Moss, D.N. 1964. Optimum lighting of leaves. Crop Sci. 4:No.2. pp 131-136.
- 30.- _____, R.B. Musgrave y E.R. Lemon. 1961. Photosynthesis under field conditions. III. Some effects of light, carbon dioxide, temperature, and soil moisture on photosynthesis, respiration and transpiration of corn. Crop Sci. 1: 83-87.
- 31.- Muresan T. et al. 1969. Experimental results with dwarf maize double hybrids at the Fundulea Research Institute for Cereals and Industrial Crop. Plant

- breeding abstracts. Vol. 39, No.3. pp 633.
- 32.- Ordaz, O.F. y R.M. Dahme. 1968. Efecto del espaciamiento entre matas de maíz y rendimiento bajo diferentes niveles de fertilidad del suelo. Agricultura Técnica en México. Vol II, No.9. INIA-SAG.
- 33.- Paradi, L. 1969. Prospects of the dwarf hybrid maize - (Zea mays L.) in Hungary. Plant breeding abstracts. Vol. 39, No.1. pp 73.
- 34.- Pendleton, J.W. y Smith, G.E. 1967. The corn plant of the future. Crops and Soils. Vol. 19, No.8. pp 9.
- 35.- _____ et al. 1968. Field investigation of relationships of leaf angle in corn (Zea mays L.) to grain yield and apparent photosynthesis. Agronomy Journal. 60: 422-424.
- 36.- _____ y R.D. Seif. 1961. Plant population and row spacing studies with brachytic-2 dwarf corns. Crop Sci. 1: 433-435.
- 37.- Poey D., Federico. 1973. Las características del maíz son como las del ganado: se heredan. Agricultura de las Américas. Año 22, No.11. pp 8-10.
- 38.- _____ Otra jornada en la revolución verde ó maíces enanos en México. Agricultura de las Américas. Año 22, No.3.
- 39.- Pucaric, A. 1972. Leaf area index and other components of growth and yield in various inbred lines and single crosses as effected by population density.

Plant breeding abstracts. Vol. 42, No.1, pp 18.

- 40.- Sinclair, T.R. et al. 1972. Productivity of the normal leaf and erect-leaf isogene of a corn hybrid.
Plant breeding abstracts. Vol. 42, No.4. pp 901.
- 41.- Sowell, W.F. 1960. Factors contributing the superior yielding ability of compact senidwarf maize at high population. Diss. Abstracts. Vol. 20, No.7 pp 2476.
- 42.- Stratula, V., M.C. María e I. Popa. 1974. Study of the relations between maize hybrids, density of sowing and fertilizers on brownish-red forest soil at Ien farm, Dolj. Plant breeding abstracts Vol. 14, No.1. pp 53.
- 43.- Thompson, D.L. 1964. Comparative strength of corn stalk internodes. Crop Sci. 4: 384-386.
- 44.- Winter, S.R. 1973. Leaf angle, Source Sink, and detasseling studies with corn and studies on increased reproductive growth period of soybeans. Field crop abstracts. Vol. 26, No.7. pp 333.

VIII. APENDICE

Cuadro 6 Rendimiento en grano, en kilogramos por parcela - útil y porcentaje de humedad a la cosecha de los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 tipos de orientación del follaje.

Tratamientos	Repetición 1		Repetición 2	
	Peso de Campo	% de Humedad	Peso de Campo	% de Humedad
A ₁ B ₁	2.420	15.60	2.220	15.49
A ₁ B ₂	2.340	15.21	2.320	15.60
A ₁ B ₃	1.820	15.38	2.620	16.64
A ₁ B ₄	2.720	15.02	2.120	17.28
A ₂ B ₁	3.200	14.78	2.740	13.34
A ₂ B ₂	3.130	16.19	2.520	13.46
A ₂ B ₃	2.720	14.73	1.620	13.94
A ₂ B ₄	2.900	13.70	1.620	14.13
A ₃ B ₁	3.020	14.06	2.320	11.11
A ₃ B ₂	3.080	13.58	1.920	12.64
A ₃ B ₃	2.220	11.62	1.020	14.01
A ₃ B ₄	1.220	14.66	2.160	13.94
A ₄ B ₁	2.480	11.91	2.220	13.34
A ₄ B ₂	2.820	12.30	2.780	12.47
A ₄ B ₃	2.360	11.11	2.260	10.57
A ₄ B ₄	2.020	10.21	2.340	11.11
A ₅ B ₁	2.620	16.64	3.520	16.73
A ₅ B ₂	3.120	16.18	3.060	15.26
A ₅ B ₃	2.120	15.60	1.520	14.01
A ₅ B ₄	0.920	13.46	2.450	12.64

Cuadro 7 Número de plantas cosechadas y rendimiento en grano uniformizado al 15% de humedad (kg/parcela útil) de los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 tipos de organización del follaje.

Tratamientos		Repetición 1		Repetición 2	
		Plantas cosechadas	Peso 15% Humedad	Plantas cosechadas	Peso 15% Humedad
A ₁	B ₁	24	2.405	21	2.209
A ₁	B ₂	24	2.335	19	2.306
A ₁	B ₃	22	1.813	24	2.577
A ₁	B ₄	20	2.719	18	2.072
A ₂	B ₁	24	3.207	24	2.785
A ₂	B ₂	24	3.093	24	2.558
A ₂	B ₃	24	2.727	20	1.637
A ₂	B ₄	24	2.937	19	1.634
A ₃	B ₁	21	3.048	21	2.230
A ₃	B ₂	24	3.123	19	1.965
A ₃	B ₃	24	2.295	19	1.030
A ₃	B ₄	15	1.224	24	2.182
A ₄	B ₁	24	2.556	21	2.257
A ₄	B ₂	23	2.896	24	2.850
A ₄	B ₃	24	2.451	24	2.360
A ₄	B ₄	24	2.117	24	2.431
A ₅	B ₁	20	2.577	22	3.459
A ₅	B ₂	22	3.083	24	3.052
A ₅	B ₃	20	2.108	13	1.535
A ₅	B ₄	11	0.934	24	2.507

Cuadro 8 Cálculo del factor de ajuste por plantas cosechadas para uniformizar los rendimientos mostrados - en el Cuadro 7 a un total de 24 plantas por parcela.

A Plantas Cosechadas	B Follaje	C 24-0.3 (Fallas)	D Factor de Corrección C/A
24	0	24.0	1.000
23	1	23.7	1.030
22	2	23.4	1.064
21	3	23.1	1.100
20	4	22.8	1.140
19	5	22.5	1.184
18	6	22.2	1.233
17	7	21.9	1.288
16	8	21.6	1.350
15	9	21.3	1.420
14	10	21.0	1.500
13	11	20.7	1.592
12	12	20.4	1.700
11	13	20.1	1.827

Cuadro 9 Rendimiento en grano (kg/parcela útil) al 15% de humedad y ajustado por plantas cosechadas de los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 tipos de organización del follaje.

Tratamientos	Repetición		Suma	Promedio
	1	2		
A ₁ B ₁	2.405	2.430	4.835	2.418
A ₁ B ₂	2.335	2.730	5.065	2.533
A ₁ B ₃	1.929	2.257	4.506	2.253
A ₁ B ₄	3.100	2.555	5.655	2.828
A ₂ B ₁	3.207	2.785	5.992	2.996
A ₂ B ₂	3.093	2.558	5.651	2.826
A ₂ B ₃	2.727	1.866	4.593	2.297
A ₂ B ₄	2.937	1.935	4.872	2.436
A ₃ B ₁	3.353	2.453	5.806	2.903
A ₃ B ₂	3.123	2.327	5.450	2.725
A ₃ B ₃	2.295	1.220	3.515	1.758
A ₃ B ₄	1.738	2.182	3.920	1.960
A ₄ B ₁	2.556	2.483	5.039	2.520
A ₄ B ₂	2.983	2.850	5.833	2.917
A ₄ B ₃	2.451	2.360	4.811	2.406
A ₄ B ₄	2.117	2.431	4.548	2.274
A ₅ B ₁	2.938	3.680	6.618	3.309
A ₅ B ₂	3.280	3.052	6.332	3.166
A ₅ B ₃	2.403	2.444	4.847	2.424
A ₅ B ₄	1.706	2.507	4.213	2.107
Suma	52.676	49.425	102.101	2.553

Cuadro 10 Rendimiento en grano (kg), total de las 2 repeticiones, de los 5 híbridos simples br-2 bajo los 4 tipos de organización del follaje.

Tratamientos	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	Suma	Prom.
A ₁	4.835	5.065	4.506	5.655	20.061	2.508
A ₂	5.992	5.651	4.593	4.872	21.108	2.639
A ₃	5.806	5.450	3.515	3.920	18.691	2.336
A ₄	5.039	5.833	4.811	4.548	20.231	2.529
A ₅	6.618	6.332	4.847	4.213	22.010	2.751
Suma	28.290	28.331	22.272	23.208	102.101	-
Promedio	2.829	2.833	2.227	2.321	-	2.553

Cuadro 11 Análisis de varianza de los rendimientos en grano por parcela útil de los 5 híbridos simples br-2 - bajo los 4 tipos de organización del follaje. Arreglo combinatorio en bloques al azar.

Causas de Variación	GL	SC	CM	F.Calc	F 0.05	F 0.01
Total	39	9.761568				
Repeticiones	1	0.264225	0.264225	1.49NS	4.38	8.18
Híbridos (A)	4	0.769436	0.192359	1.09NS	2.90	4.50
Tipo Follaje (B)	3	3.146936	1.048979	5.93**	3.13	5.01
Interacción A x B	12	2.217539	0.184795	1.04NS	2.31	3.30
Error	19	3.363432	0.177023			

Cuadro 12 Comparación de los rendimientos (kg/parcela útil), promedio de los 5 híbridos simples br-2 en los 4 tipos de organización del follaje.

Organización del Follaje	Prom.	Duncan 0.05 *	Duncan 0.01 *
Hojas erectas sin orientación	2.833	a	a
Hojas erectas orientadas	2.829	a	a
Hojas horizontales sin orientación	2.321	b	a b
Hojas horizontales sin orientación	2.227	b	b

* Los tratamientos unidos con la misma letra son estadísticamente iguales.

CV = 16.48%

Cuadro 13 Cálculo de los límites de significancia (LS) para comparar las medias de rendimiento obtenidas por 5 híbridos simples br-2 en los 4 tipos de organización del follaje según la prueba de rangos múltiples (Duncan).

	Número de Medias		
	2	3	4
r0.05	2.960	3.110	3.190
LS0.05	0.394	0.414	0.424
r0.01	4.050	4.240	4.350
LS0.01	0.539	0.564	0.579

$S\bar{X} = .133$

Cuadro 14 Comparaciones ortogonales de los rendimientos en grano (kg) de los híbridos simples br-2 con hojas orientadas transversalmente al surco (en dirección norte-sur) y con hojas sin orientación.

Rend.	Hoja orientada		Hoja sin orient.		Ø	Kr	CM	F.Calc.	F 0.05	F 0.01
	E	H	E	H						
C ₁	+1	+1	-1	-1	0.895	40	0.022375	0.13 NS	4.38	8.18
C ₂	-1	0	+1	0	0.041	20	0.002050	0.01 NS	4.38	8.18
C ₃	0	+1	0	-1	0.936	20	0.046800	0.26 NS	4.38	8.18

E.- Hojas erecta

H.- Hojas horizontales

Cuadro 15 Comparaciones ortogonales de los rendimientos en grano (kg) de los híbridos simples br-2 con hojas erectas y horizontales.

Rend.	Hojas erectas		Hojas horizontales		Ø	Kr	CM	F. Calc.	F 0.05	F 0.01
	O	N	O	N						
C ₁	+1	+1	-1	-1	11.141	40	3.111408	17.58**	4.38	8.18
C ₂	0	+1	0	-1	6.059	20	1.835574	10.37**	4.38	8.18
C ₃	+1	0	-1	0	5.082	20	1.291336	7.29*	4.38	8.18

O.- Hojas orientadas

N.- Hojas sin orientación

Cuadro 16 Comparación de las medias de rendimiento en grano, en kilogramos por parcela útil, de los 5 híbridos Simples br-2 con hojas orientadas transversalmente al surco (en dirección norte-sur) y con hojas sin orientación

Colocación de la Hoja	Hojas Erectas	Hojas Horizontales	Promedio
Hojas orientadas	2.829	2.321	2.575
Hojas sin orientación	2.833	2.227	2.530
Diferencia	-0.004 NS	0.094 NS	0.045NS

NS.- No significativa con 1 y 5% de probabilidades de error

Cuadro 17 Comparación de las medias de rendimiento en grano, en kg/parcela útil, de los 5 híbridos simples br-2 con hojas erectas y horizontales.

Colocación de la Hoja	Hojas Orientadas	Hojas sin Orientación	Promedio
Hojas erectas	2.829	2.833	2.831
Hojas horizontales	2.321	2.227	2.274
Diferencia	0.508*	0.606**	0.557**

* Significativa al 5% de probabilidad de error

** Significativa al 1% de probabilidad de error

Cuadro 18 Rendimiento en grano (ton/ha), al 15% de humedad y ajustado por fallas, obtenido por los 5 híbridos simples de maíz superenano br-2 y los 3 híbridos comerciales de maíz normal.

Maíz Normal	Rep.	Peso de Campo	% de Humedad	Peso correg. (15% humedad)	Plantas Cosech.	Peso Correg. (24 plantas)	Rend. (ton/ha)
H-507	I	5.610	22.15	5.208	24	5.208	9.042
	II	4.520	22.31	4.190	23	4.316	7.493
H-412	I	4.830	13.46	4.904	24	4.904	8.514
	II	3.630	13.46	3.685	24	3.685	6.398
H-366	I	4.750	16.43	4.682	24	4.682	8.128
	II	4.490	18.95	4.312	24	4.312	7.486
Maíz br-2							
1402 x 1316	I	2.340	15.21	2.335"	24	2.335	8.108
	II	2.320	15.60	2.306	19	2.730	9.479
1424 x 1316	I	3.130	16.19	3.093	24	3.093	10.740
	II	2.520	13.46	2.558	24	2.558	8.882
1324 x 1316	I	3.080	13.58	3.123	24	3.123	10.844
	II	1.920	12.64	1.965	19	2.327	8.080
1422 x 1316	I	2.820	12.30	2.896	23	2.983	10.358
	II	2.780	12.47	2.850	24	2.850	9.896
1407 x 1316	I	3.120	16.18	3.083	22	3.280	11.389
	II	3.060	15.26	3.052	24	3.052	10.597

Cuadro 19 Comparación de las medias de rendimiento en grano y características morfológicas promedio del maíz superenano br-2 y el maíz normal.

A.-Rendimiento Grano (ton/ha)		B.-Rendimiento Grano (kg/planta)		C.-Long. Hoja (cm)		D.-Anchura Hoja (cm)		
n	br-2	Normal	br-2	Normal	br-2	Normal	br-2	Normal
1	8.108	9.042	0.097	0.217	74.5	96.4	9.7	8.5
2	9.479	7.493	0.114	0.180	69.7	93.4	9.4	8.2
3	10.740	8.514	0.126	0.204	68.2	84.4	8.9	7.5
4	8.882	6.398	0.107	0.154	66.6	87.2	8.6	8.0
5	10.844	8.128	0.130	0.195	64.9	95.1	9.9	7.9
6	8.080	7.486	0.097	0.180	68.3	94.0	9.7	7.8
7	10.358		0.124		58.5		9.1	
8	9.896		0.119		56.8		9.0	
9	11.389		0.137		63.6		8.4	
10	10.597		0.127		66.9		9.3	
S	98.373	47.061	1.178	1.130	658.0	550.5	92.0	47.9
M	9.837	7.844	0.118	0.188	65.8	91.7	9.2	7.98
D	1.933**		0.070**		25.9 **		1.22**	

S = Suma

M = Media

D = Diferencia

Continúa

Continuación Cuadro 19

n	E.-Area Foliar/Hoja (m ²)		F.-Hoja/Planta Prom.		G.-Area Foliar/Planta (m ²)		H.-Hojas/ha (miles)	
	br-2	Normal	Br-2	Normal	br-2	Normal	br-2	Normal
1	.0542	.0615	12.4	17.3	0.6721	1.0640	1033	721
2	.0492	.0575	12.7	16.0	0.6248	0.9200	1058	667
3	.0456	.0475	12.0	14.1	0.5472	0.6698	1000	588
4	.0430	.0523	13.3	15.1	0.5719	0.7897	1108	629
5	.0482	.0563	11.8	16.3	0.5688	0.9177	983	679
6	.0497	.0552	12.5	16.5	0.6213	0.9108	1042	688
7	.0400		12.2		0.4880		1017	
8	.0384		12.7		0.4877		1058	
9	.0401		12.3		0.4932		1025	
10	.0467		12.5		0.5838		1042	
S	0.4551	0.3303	124.4	95.3	5.6588	5.272	10366	3972
M	0.0455	0.0551	12.4	15.9	0.5659	0.8787	1037	662
D	0.0096**		3.5**		0.3128**		375**	

S = Suma M = Media D = Diferencia

Continúa

Continuación Cuadro 19

I.-Índice Área Foliar (Promedio)			J.-Ángulo Hoja Prom.		K.-Días a Floración (Promedio)		L.-Alt. Mazorca (cm)	
n	br-2	Normal	br-2	Normal	br-2	Normal	br-2	Normal
1	5.60	4.43	28.0	28.0	80	74	28.7	151.1
2	5.21	3.83	26.0	34.5	80	82	21.1	159.5
3	4.56	2.79	25.0	35.0	76	90	35.2	126.5
4	4.77	3.29	29.5	32.5	72	92	34.9	144.4
5	4.74	3.82	32.0	36.0	78	89	22.5	156.1
6	5.18	3.80	31.5	38.0	78	89	28.9	154.4
7	4.07		29.5		68		32.7	
8	4.06		30.0		70		30.4	
9	4.11		25.0		78		34.5	
10	4.87		29.5		74		29.5	
S	47.17	21.96	286.0	204.0	754	516	298.4	892.0
M	4.72	3.66	28.6	34.0	75	86	29.84	148.67
D	1.06**		5.4**		11**		118.83**	

S = Suma

M = Media

D = Diferencia

** Estadísticamente diferentes al 1% de probabilidades de error

Cuadro 20 Prueba de homogeneidad de varianza para las observaciones hechas en el estudio comparativo entre maíz superenano br-2 y maíz normal.

Observaciones	Maíz	GL	SC	S ²	F Calc,	F 0.01	F 0.05	Varianza																																																																																																																																										
Rend. grano (ton/ha)	br-2	9	12.207362	1.356374	1.57NS	4.78	10.15	homogenea																																																																																																																																										
	Normal	5	4.307040	0.861408					Rend. grano (kg/planta)	br-2	9	0.001706	0.000190	2.56NS	3.48	6.06	"	Normal	5	0.002429	0.000486	Long. hoja (cm)	br-2	9	244.700	27.188889	1.18NS	4.78	10.15	"	Normal	5	115.355	23.071000	Anchura hoja (cm)	br-2	9	2.180000	0.242222	2.06NS	4.78	10.15	"	Normal	5	0.588333	0.117667	Area foliar/hoja (m ²)	br-2	9	0.000232	0.000026	1.13NS	4.78	10.15	"	Normal	5	0.000114	0.000023	Hojas/planta	br-2	9	1.564000	0.173778	7.33**	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	6.368333	1.273667	Area foliar/planta (m ²)	br-2	9	0.036000	0.004000	4.51*	3.48	6.06	"	Normal	5	0.090153	0.018031	Hojas/ha	br-2	9	10816.40	1201.82	1.84NS	3.48	6.06	homogenea	Normal	5	11036.00	2207.20	Indice de área foliar	br-2	9	2.507210	0.278579	1.12NS	3.48	6.06	"	Normal	5	1.560800	0.312160	Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"	Normal	5	59.5000	11.900000	Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06
Rend. grano (kg/planta)	br-2	9	0.001706	0.000190	2.56NS	3.48	6.06	"																																																																																																																																										
	Normal	5	0.002429	0.000486					Long. hoja (cm)	br-2	9	244.700	27.188889	1.18NS	4.78	10.15	"	Normal	5	115.355	23.071000	Anchura hoja (cm)	br-2	9	2.180000	0.242222	2.06NS	4.78	10.15	"	Normal	5	0.588333	0.117667	Area foliar/hoja (m ²)	br-2	9	0.000232	0.000026	1.13NS	4.78	10.15	"	Normal	5	0.000114	0.000023	Hojas/planta	br-2	9	1.564000	0.173778	7.33**	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	6.368333	1.273667	Area foliar/planta (m ²)	br-2	9	0.036000	0.004000	4.51*	3.48	6.06	"	Normal	5	0.090153	0.018031	Hojas/ha	br-2	9	10816.40	1201.82	1.84NS	3.48	6.06	homogenea	Normal	5	11036.00	2207.20	Indice de área foliar	br-2	9	2.507210	0.278579	1.12NS	3.48	6.06	"	Normal	5	1.560800	0.312160	Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"	Normal	5	59.5000	11.900000	Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667								
Long. hoja (cm)	br-2	9	244.700	27.188889	1.18NS	4.78	10.15	"																																																																																																																																										
	Normal	5	115.355	23.071000					Anchura hoja (cm)	br-2	9	2.180000	0.242222	2.06NS	4.78	10.15	"	Normal	5	0.588333	0.117667	Area foliar/hoja (m ²)	br-2	9	0.000232	0.000026	1.13NS	4.78	10.15	"	Normal	5	0.000114	0.000023	Hojas/planta	br-2	9	1.564000	0.173778	7.33**	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	6.368333	1.273667	Area foliar/planta (m ²)	br-2	9	0.036000	0.004000	4.51*	3.48	6.06	"	Normal	5	0.090153	0.018031	Hojas/ha	br-2	9	10816.40	1201.82	1.84NS	3.48	6.06	homogenea	Normal	5	11036.00	2207.20	Indice de área foliar	br-2	9	2.507210	0.278579	1.12NS	3.48	6.06	"	Normal	5	1.560800	0.312160	Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"	Normal	5	59.5000	11.900000	Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667																					
Anchura hoja (cm)	br-2	9	2.180000	0.242222	2.06NS	4.78	10.15	"																																																																																																																																										
	Normal	5	0.588333	0.117667					Area foliar/hoja (m ²)	br-2	9	0.000232	0.000026	1.13NS	4.78	10.15	"	Normal	5	0.000114	0.000023	Hojas/planta	br-2	9	1.564000	0.173778	7.33**	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	6.368333	1.273667	Area foliar/planta (m ²)	br-2	9	0.036000	0.004000	4.51*	3.48	6.06	"	Normal	5	0.090153	0.018031	Hojas/ha	br-2	9	10816.40	1201.82	1.84NS	3.48	6.06	homogenea	Normal	5	11036.00	2207.20	Indice de área foliar	br-2	9	2.507210	0.278579	1.12NS	3.48	6.06	"	Normal	5	1.560800	0.312160	Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"	Normal	5	59.5000	11.900000	Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667																																		
Area foliar/hoja (m ²)	br-2	9	0.000232	0.000026	1.13NS	4.78	10.15	"																																																																																																																																										
	Normal	5	0.000114	0.000023					Hojas/planta	br-2	9	1.564000	0.173778	7.33**	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	6.368333	1.273667	Area foliar/planta (m ²)	br-2	9	0.036000	0.004000	4.51*	3.48	6.06	"	Normal	5	0.090153	0.018031	Hojas/ha	br-2	9	10816.40	1201.82	1.84NS	3.48	6.06	homogenea	Normal	5	11036.00	2207.20	Indice de área foliar	br-2	9	2.507210	0.278579	1.12NS	3.48	6.06	"	Normal	5	1.560800	0.312160	Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"	Normal	5	59.5000	11.900000	Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667																																															
Hojas/planta	br-2	9	1.564000	0.173778	7.33**	3.48	6.06	heterogenea																																																																																																																																										
	Normal	5	6.368333	1.273667					Area foliar/planta (m ²)	br-2	9	0.036000	0.004000	4.51*	3.48	6.06	"	Normal	5	0.090153	0.018031	Hojas/ha	br-2	9	10816.40	1201.82	1.84NS	3.48	6.06	homogenea	Normal	5	11036.00	2207.20	Indice de área foliar	br-2	9	2.507210	0.278579	1.12NS	3.48	6.06	"	Normal	5	1.560800	0.312160	Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"	Normal	5	59.5000	11.900000	Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667																																																												
Area foliar/planta (m ²)	br-2	9	0.036000	0.004000	4.51*	3.48	6.06	"																																																																																																																																										
	Normal	5	0.090153	0.018031					Hojas/ha	br-2	9	10816.40	1201.82	1.84NS	3.48	6.06	homogenea	Normal	5	11036.00	2207.20	Indice de área foliar	br-2	9	2.507210	0.278579	1.12NS	3.48	6.06	"	Normal	5	1.560800	0.312160	Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"	Normal	5	59.5000	11.900000	Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667																																																																									
Hojas/ha	br-2	9	10816.40	1201.82	1.84NS	3.48	6.06	homogenea																																																																																																																																										
	Normal	5	11036.00	2207.20					Indice de área foliar	br-2	9	2.507210	0.278579	1.12NS	3.48	6.06	"	Normal	5	1.560800	0.312160	Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"	Normal	5	59.5000	11.900000	Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667																																																																																						
Indice de área foliar	br-2	9	2.507210	0.278579	1.12NS	3.48	6.06	"																																																																																																																																										
	Normal	5	1.560800	0.312160					Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"	Normal	5	59.5000	11.900000	Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667																																																																																																			
Angulo de la hoja	br-2	9	57.4000	6.377778	1.87NS	3.48	6.06	"																																																																																																																																										
	Normal	5	59.5000	11.900000					Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"	Normal	5	230.000	46.000000	Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667																																																																																																																
Días a floración	br-2	9	106.400	17.822222	2.58NS	3.48	6.06	"																																																																																																																																										
	Normal	5	230.000	46.000000					Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea	Normal	5	720.9733	144.194667																																																																																																																													
Altura mazorca (cm)	br-2	9	217.1040	24.122667	5.98*	3.48	6.06	heterogenea																																																																																																																																										
	Normal	5	720.9733	144.194667																																																																																																																																														

NS=Iguales estadísticamente **=Diferentes al 1% de probabilidades de error *=Diferentes al 5% de probabilidades de error

Cuadro 21 Cálculo de la "t" estimada (prueba de Student) para la comparación de las observaciones promedio entre maíz superenano br-2 y maíz normal con varianza homogénea

Características	Maíz	Media	GL	Varianza	$\overline{S\bar{X}A} - \bar{X}B$	t Calc.	t 0.05	t 0.01																																																																																										
Rend. grano (ton/ha)	br-2	9.837	9	1.179600	0.560857	3.553**	2.145	2.977																																																																																										
	Normal	7.844	5						Rend. grano (kg/planta)	br-2	0.118	9	0.000295	0.008875	7.888**	2.145	2.977	Normal	0.188	5	Long. hoja (cm)	br-2	65.80	9	25.718214	6.858190	3.784**	2.145	2.977	Normal	91.75	5	Anchura hoja (cm)	br-2	9.20	9	0.197738	0.229630	5.313**	2.145	2.977	Normal	7.98	5	Area foliar/hoja (m ²)	br-2	0.0455	9	0.000025	0.002567	3.739**	2.145	2.977	Normal	0.0551	5	Hojas/ha (miles)	br-2	1037.000	9	1560.8857	20.401867	18.381**	2.145	2.977	Normal	662.000	5	Indice área foliar	br-2	4.717	9	0.290572	.278363	3.797**	2.145	2.977	Normal	3.66	5	Angulo de la hoja	br-2	28.6	9	8.350000	1.492202	3.619**	2.145	2.977	Normal	34.0	5	Días a floración	br-2	75.4	9	27.885714	2.726938
Rend. grano (kg/planta)	br-2	0.118	9	0.000295	0.008875	7.888**	2.145	2.977																																																																																										
	Normal	0.188	5						Long. hoja (cm)	br-2	65.80	9	25.718214	6.858190	3.784**	2.145	2.977	Normal	91.75	5	Anchura hoja (cm)	br-2	9.20	9	0.197738	0.229630	5.313**	2.145	2.977	Normal	7.98	5	Area foliar/hoja (m ²)	br-2	0.0455	9	0.000025	0.002567	3.739**	2.145	2.977	Normal	0.0551	5	Hojas/ha (miles)	br-2	1037.000	9	1560.8857	20.401867	18.381**	2.145	2.977	Normal	662.000	5	Indice área foliar	br-2	4.717	9	0.290572	.278363	3.797**	2.145	2.977	Normal	3.66	5	Angulo de la hoja	br-2	28.6	9	8.350000	1.492202	3.619**	2.145	2.977	Normal	34.0	5	Días a floración	br-2	75.4	9	27.885714	2.726938	3.887**	2.145	2.977	Normal	86.0	5						
Long. hoja (cm)	br-2	65.80	9	25.718214	6.858190	3.784**	2.145	2.977																																																																																										
	Normal	91.75	5						Anchura hoja (cm)	br-2	9.20	9	0.197738	0.229630	5.313**	2.145	2.977	Normal	7.98	5	Area foliar/hoja (m ²)	br-2	0.0455	9	0.000025	0.002567	3.739**	2.145	2.977	Normal	0.0551	5	Hojas/ha (miles)	br-2	1037.000	9	1560.8857	20.401867	18.381**	2.145	2.977	Normal	662.000	5	Indice área foliar	br-2	4.717	9	0.290572	.278363	3.797**	2.145	2.977	Normal	3.66	5	Angulo de la hoja	br-2	28.6	9	8.350000	1.492202	3.619**	2.145	2.977	Normal	34.0	5	Días a floración	br-2	75.4	9	27.885714	2.726938	3.887**	2.145	2.977	Normal	86.0	5																		
Anchura hoja (cm)	br-2	9.20	9	0.197738	0.229630	5.313**	2.145	2.977																																																																																										
	Normal	7.98	5						Area foliar/hoja (m ²)	br-2	0.0455	9	0.000025	0.002567	3.739**	2.145	2.977	Normal	0.0551	5	Hojas/ha (miles)	br-2	1037.000	9	1560.8857	20.401867	18.381**	2.145	2.977	Normal	662.000	5	Indice área foliar	br-2	4.717	9	0.290572	.278363	3.797**	2.145	2.977	Normal	3.66	5	Angulo de la hoja	br-2	28.6	9	8.350000	1.492202	3.619**	2.145	2.977	Normal	34.0	5	Días a floración	br-2	75.4	9	27.885714	2.726938	3.887**	2.145	2.977	Normal	86.0	5																														
Area foliar/hoja (m ²)	br-2	0.0455	9	0.000025	0.002567	3.739**	2.145	2.977																																																																																										
	Normal	0.0551	5						Hojas/ha (miles)	br-2	1037.000	9	1560.8857	20.401867	18.381**	2.145	2.977	Normal	662.000	5	Indice área foliar	br-2	4.717	9	0.290572	.278363	3.797**	2.145	2.977	Normal	3.66	5	Angulo de la hoja	br-2	28.6	9	8.350000	1.492202	3.619**	2.145	2.977	Normal	34.0	5	Días a floración	br-2	75.4	9	27.885714	2.726938	3.887**	2.145	2.977	Normal	86.0	5																																										
Hojas/ha (miles)	br-2	1037.000	9	1560.8857	20.401867	18.381**	2.145	2.977																																																																																										
	Normal	662.000	5						Indice área foliar	br-2	4.717	9	0.290572	.278363	3.797**	2.145	2.977	Normal	3.66	5	Angulo de la hoja	br-2	28.6	9	8.350000	1.492202	3.619**	2.145	2.977	Normal	34.0	5	Días a floración	br-2	75.4	9	27.885714	2.726938	3.887**	2.145	2.977	Normal	86.0	5																																																						
Indice área foliar	br-2	4.717	9	0.290572	.278363	3.797**	2.145	2.977																																																																																										
	Normal	3.66	5						Angulo de la hoja	br-2	28.6	9	8.350000	1.492202	3.619**	2.145	2.977	Normal	34.0	5	Días a floración	br-2	75.4	9	27.885714	2.726938	3.887**	2.145	2.977	Normal	86.0	5																																																																		
Angulo de la hoja	br-2	28.6	9	8.350000	1.492202	3.619**	2.145	2.977																																																																																										
	Normal	34.0	5						Días a floración	br-2	75.4	9	27.885714	2.726938	3.887**	2.145	2.977	Normal	86.0	5																																																																														
Días a floración	br-2	75.4	9	27.885714	2.726938	3.887**	2.145	2.977																																																																																										
	Normal	86.0	5																																																																																															

** = Diferentes al 1% de probabilidades de error

* = Diferentes al 5% de probabilidades de error

Cuadro 22 Cálculo de la "t" estimada (prueba de Student) para la comparación de las observaciones promedio entre maíz superenano br-2 y maíz normal con varianza heterogenea.

Características	Maíz	Media	GL	W	$\overline{SXA} - \overline{XB}$	t Calc.	t 0.05	t 0.01	t promedio	
									0.05	0.01
Hojas/planta	br-2	12.4	9	0.017378	0.479224	7.303**	2.262	3.250	2.548	3.973
	Normal	15.9	5	0.212278						
Area foliar/planta (m ²)	br-2	0.5659	9	0.000400	0.058354	5.360**	2.262	3.250	2.535	3.940
	Normal	0.8787	5	0.003005						
Altura mazorca (cm)	br-2	29.84	9	2.412267	5.142442	23.108**	2.262	3.250	2.543	3.961
	Normal	148.67	5	24.032445						

** = Diferentes al 1% de probabilidades de error

* = Diferentes al 5% de probabilidades de error