

“EFECTO DE LA DENSIDAD Y DEL DISTANCIAMIENTO ENTRE HILERAS EN EL RENDIMIENTO DE DOS HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO (*Sorghum bicolor*).”

Tesina

del alumno

EUGENIO CALANDRI

Este trabajo ha sido presentado como requisito

para la obtención del título de

INGENIERO AGRÓNOMO

Carrera: Ingeniería Agronómica

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

Pergamino, de de 2010.

“EFECTO DE LA DENSIDAD Y DEL DISTANCIAMIENTO ENTRE HILERAS EN EL RENDIMIENTO DE DOS HÍBRIDOS DE SORGO GRANÍFERO (*Sorghum bicolor*).”

Tesina

del alumno

EUGENIO CALANDRI

Aprobada por el Tribunal Evaluador de Tesina

.....

Director

Ing. Agrónomo Néstor Camilo, González

Co - Director

Ing. Agrónomo Carlos Senigagliesi

Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales.

Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires.

ECANA, Agosto de 2010.

ÍNDICE

Agradecimientos.....	página 5
Introducción.....	página 6
• Importancia del cultivo de sorgo granífero en la Argentina.....	página 6
• Posición del cultivo de sorgo granífero en la Argentina.....	página 6
• Causa del aumento en el área de siembra de sorgo granífero en Argentina...	página 7
• Cultivo de sorgo granífero.....	página 8
• Implantación del cultivo de sorgo granífero	página 9
• Época de siembra.....	página 11
• Densidad de siembra.....	página 12
• Distancia entre surcos.....	página 13
• Factores que interfieren en el rendimiento del cultivo de sorgo granífero.	página 13
• Macollamiento.....	página 13
• Hipótesis y objetivos	página 16
• Materiales y métodos.....	página 17
Resultados	página 25
• Rendimiento.....	página 25
• Peso de panoja.....	página 29

- Peso de mil semillas..... página 32
- Número de semillas por panoja..... página 33
- Semillas por metro cuadrado.....página 34
- Macollamiento.....página 35
- Altura de planta primer muestreo.....página 36
- Altura de planta segundo muestreo..... página 41
- Peso seco de planta primer muestreo.....página 45
- Peso seco y planta segundo muestreo.....página 48
- Curvas de crecimiento..... Página 51
- Análisis de correlación..... Página 52

Discusión.....página 53

Conclusiones.....página 56

Bibliografía..... página 58

Sumario.....página 61

Anexo.....página 62

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar quiero agradecer a los miembros del INTA Pergamino; en especial:

- A los ingenieros Néstor González y Carlos Senigagliesi por el apoyo prestado para la realización de este trabajo, no sólo por la constante asistencia técnica brindada desde un principio, sino también por la amabilidad de compartir conmigo todos sus conocimientos y experiencias de manera desinteresada y atenta.

- A la Señora Catalina Améndola por su colaboración en la confección de los análisis estadísticos.

En segundo lugar quiero agradecer a la Universidad Nacional del Noroeste de la Provincia de Buenos Aires por brindarme la posibilidad de capacitarme en el ámbito de la Ingeniería Agronómica de la mano de profesionales de amplia trayectoria en la materia. Por enseñarme a valorar la oportunidad que la presencia de la Institución representa para la zona y demostrarme el grado de madurez con el que la misma ha enfrentado a lo largo de estos años, la dificultad de ser una Universidad en formación.

Finalmente quiero agradecer a mi familia, que a lo largo de estos años me han acompañado prestando su apoyo incondicional; su afecto y su confianza.

INTRODUCCIÓN

Importancia del cultivo de sorgo granífero en Argentina:

El *Sorghum bicolor* (L.) Moench. es un cultivo que puede crecer tanto en zonas templadas como tropicales. Posee una gran versatilidad para responder, tanto en ambientes fértiles y húmedos como en ambientes marginales para otros cultivos como por ejemplo el maíz. Por lo anterior, el sorgo granífero es un cultivo atractivo para la recuperación de suelos degradados, donde es capaz de responder con mayor productividad en relación al maíz, principalmente por su mayor adaptabilidad y comportamiento bajo condiciones climáticas adversas. El cultivo de sorgo granífero puede ser utilizado en alimentación animal, la producción de biodiesel y la elaboración de harinas libre de gluten, entre otras, y con bajos costos productivos. (Sagpya, 2007)

Posición del cultivo de sorgo granífero en Argentina

A pesar de sus virtudes, la superficie sembrada con este cultivo en la Argentina presenta una tendencia decreciente en el último decenio (ver Figura 1 en anexo). La superficie sembrada disminuyó de 900.000 hectáreas en la campaña 97/98 a valores de 550.000 en la 05/06. La mayor rentabilidad de otros cultivos de verano (como son la soja y el maíz) han prevalecido sobre el excelente potencial que presenta el sorgo granífero para el desarrollo de una agricultura sustentable. En la campaña 2006/07, la tendencia se revirtió, alcanzando las 700.000 hectáreas sembradas (21,3 % de aumento en la superficie con respecto a la campaña anterior; ver anexo tabla 1).

Con respecto a los rendimientos alcanzados por el cultivo, se observa una tendencia creciente de casi 70 kg/ha/año en el último decenio, alcanzando en la actualidad

rendimientos medios que oscilan entre los 4.500 y 5.000 kilogramos/hectárea. (ver figura 1, anexo) (Zamora y Melin, 2007)

En la campaña 2009/10 en Argentina se ha producido y exportado una mayor cantidad de sorgo granífero en comparación a las campañas pasadas (ver anexo, figura 2, 3 y 4).

Causas del aumento del área de siembra del sorgo granífero

La causa principal por la que en Argentina comenzó nuevamente a aumentar el área de siembra del cultivo de sorgo granífero fue, el buen precio a cosecha del cereal y las expectativas exportadoras. (Sagpya, 2007)

Otras de los motivos por lo cual aumentó el área de siembra de dicho cultivo, fue el aumento importante que hubo en cuanto a rendimiento, debido a varias causas, principalmente tecnológicas, ya que, se dispone de un conjunto de tecnologías (genética, siembra, fertilización, protección, cosecha y conservación) que permitieron obtener elevados rendimientos; los mismos pasaron de 3.684 kilogramos por hectárea en la campaña 1996/97 a 4.678 kilogramos por hectárea en la última campaña. Además, al ser el sorgo granífero en nuestro país un cultivo no transgénico (no OGM, organismo genéticamente modificado), ofrece la ventaja de ser buscado por compradores como Japón y países europeos. Otro punto importante es que no posee gluten por lo cual, la harina que con el mismo se produce puede ser consumida por quienes no toleran esta proteína haciendo que el sorgo granífero pueda ingresar al mercado de alimentos para celíacos. Por último, el surgimiento de los biocombustibles hace que dicho cultivo esté muy bien posicionado dada la posibilidad de obtención de etanol a partir de su grano. (Sagpya, 2007)

Un factor importante a considerar es que la superficie sembrada con sorgo granífero fue superior a los incrementos alcanzados por el trigo, la soja, el girasol y el maíz, estando

dentro del grupo que más creció junto a la colza y la cebada. (ver anexo, Tabla 1) (Sagpya, 2007)

Cultivo de sorgo granífero

El sorgo granífero es una especie C4 (lo cual lo hace muy eficiente en la utilización del CO₂, y por lo tanto en el proceso de la fotosíntesis debido a que no poseen el proceso de fotorespiración en comparación con las plantas C3) de días cortos que puede crecer tanto en regiones templadas como tropicales, siendo la mayoría de los cultivares insensibles al fotoperíodo. (Giorda y Cordes, 2008)

Una propiedad importante que tiene el sorgo granífero es que, en los primeros 30 días aproximadamente, el punto de crecimiento de la planta está aún por debajo de la superficie y puede recuperarse (con buenas condiciones de temperatura y humedad) de contingencias climáticas como por ejemplo granizo. Entre los 30 y 60 días de crecimiento, se define el potencial de rendimiento del cultivo por lo cual, es crítico el suministro de nutrientes y humedad. Luego de los 60 días se produce el desarrollo y la madurez fisiológica del cultivo y es en esta etapa de llenado del grano donde se requiere una buena humedad del suelo para su máximo aprovechamiento. (Giorda y Cordes, 2008)

El sorgo granífero puede crecer con un rango de pH que varía entre 5,5 y 8,5 y, dependiendo de la especie y cultivar presenta cierta tolerancia a la alcalinidad y drenaje pobre. Un aspecto a tener en cuenta es que las raíces de algunas especies de sorgo granífero concentran azúcares, las cuales reaccionan con las sales responsables de producir alcalinidad ayudando a reducir el pH del suelo. (Giorda y Cordes, 2008)

En la actualidad, el uso de las tierras con monocultivo de soja produce una importante degradación del suelo. Para contribuir a la sustentabilidad del ambiente, una de las

alternativas es la rotación con cultivos como el sorgo granífero, el cual produce un balance positivo del carbono y preserva la estructura física del suelo. (Giorda y Cordes, 2008)

Implantación del cultivo de sorgo granífero

Uno de los primeros puntos a considerar para la siembra es la densidad de plantas y el distanciamiento entre las hileras. Otros aspectos importantes son: la profundidad de siembra, la fertilización, el control de malezas y plagas para alcanzar rendimientos satisfactorios. El impacto de estas variables es fundamental para lograr un buen establecimiento del cultivo.

Una densidad óptima asegura una menor competencia inter específica y el alcance del índice de área foliar crítico antes del período crítico. Esto determina que el cultivo capture el 95 % de la radiación y produzca suficientes fotoasimilados, para la formación del rendimiento, el cual es función del número y, en menor medida, el peso de los granos.

Durante la siembra se deben lograr tres objetivos básicos:

- **Densidad correcta**, según las recomendaciones para cada cultivar, para cada región y condiciones de cultivo. La sembradora debe entregar una cantidad determinada de semillas por hectárea.
- **Uniformidad en la distancia entre plantas**, separando cada semilla entre sí a una distancia uniforme para lograr una óptima distribución espacial.
- **Uniformidad en la profundidad y firme contacto**, colocando las semillas en el suelo en el ambiente adecuado, a una profundidad uniforme, para que las plantas germinen y emerjan rápida y simultáneamente.

Las semillas de sorgo granífero son de tamaño pequeño, con escasas reservas, tienen un crecimiento inicial lento, son exigentes en las condiciones de suelo para su implantación y las

malezas compiten con ventaja en los primeros estadios. El cultivo de sorgo granífero durante casi todo el ciclo es más eficiente en el uso del agua que el cultivo de maíz. Sin embargo, en el momento de la germinación y primeros estadios necesita igual o más humedad que el maíz. (González y Sheidl, 2008).

Si se produce una germinación y emergencia desuniforme, se dará origen a plantas dominadas y dominantes. Consecuentemente, se complicará el manejo y protección de cultivo, habrá mermas en el rendimiento y problemas en la cosecha. (González y Sheidl, 2008).

En la región pampeana es conveniente sembrar en los días fríos para aprovecharlos en la imbibición de las semillas (independiente de la temperatura), para que posteriormente se inicie la germinación al ir aumentando las temperaturas. De esta forma se disminuye el riesgo de suelo planchado sobre la semilla que va a emerger. (González y Sheidl, 2008).

Es común que los cultivos de sorgo granífero recién instalados muestren fallas importantes en plantas logradas. Es por ello que generalmente los productores y contratistas siembran a mayor densidad que la recomendada para contrarrestar las dificultades de implantación del sorgo granífero. (González y Sheidl, 2008).

La eficiencia de implantación lograda (n° de plántulas logradas / n° de semillas viable), difícilmente supera el 70 %, siendo frecuente valores del 50% o menos especialmente cuando el sorgo granífero se siembra con sembradoras a chorrillo. (González y Sheidl, 2008).

Época de siembra

La época de siembra está condicionada principalmente por la temperatura y la humedad del suelo.

La temperatura óptima para la siembra del sorgo granífero es entre 16 – 18°C a 5 cm de profundidad. Temperaturas inferiores producen una emergencia más lenta y desuniforme.

El sorgo granífero puede germinar con 12°C según el cultivar, pero necesita temperaturas ambientes superiores a 21°C para un buen desarrollo foliar. (Giorda y Cordes, 2008)

Es importante considerar la probabilidad de helada tardías que pueden enfriar el suelo, produciendo malas emergencias o matando las plántulas emergidas. Las heladas tempranas pueden ocurrir cuando los sorgos graníferos tardíos se encuentran en estado de grano lechoso, produciendo la muerte prematura de la planta, y por ende, granos chuzos y livianos. (INTA Anguil, 2007).

De acuerdo a lo anterior, la fecha de siembra óptima para el cultivo de sorgo granífero es principalmente en noviembre en la región pampeana.

En caso de realizarse siembras tardías (segunda quincena de diciembre) se aceleraría el desarrollo de la planta disminuyendo el potencial de rendimiento. (Villar y Cencig, 2007/2008)

Densidad de siembra

Un aspecto a tener en cuenta es que algunos híbridos de sorgo granífero fueron

seleccionados por su escasa capacidad de macollar, esto condiciona la densidad de siembra a utilizar y el distanciamiento entre hileras. Es decir, con densidades muy bajas (menos de 100.000 plantas por hectárea; donde se produciría un déficit en el uso eficiente de la radiación, agua y nutrientes) o muy altas (más de 350.000 plantas por hectárea; donde se produciría una alta competencia intraespecífica) o sembrados en hileras más anchas o angostas a las recomendadas (35 a 52 centímetros entre hileras), en condiciones normales de cultivo, se podría tener un rendimiento menor. Este tipo de híbridos serían comparables con el cultivo de maíz. (INTA Anguil, 2007)

En cambio, otros híbridos de sorgo granífero fueron seleccionados para tener un comportamiento totalmente opuesto al anterior, es decir, con una elevada capacidad para macollar, en la que los distintos macollos presenten una maduración uniforme. Este tipo de híbrido a diferencia del anterior sería comparable con el cultivo del trigo. (INTA Anguil, 2007)

Otro aspecto a considerar es la altura del híbrido, ya que, mientras más altura presente éste, se deberá disminuir proporcionalmente la densidad. Por otra parte si la siembra es muy densa se producirán tallos más finos, panojas de menor tamaño y macollos estériles. En cambio, con siembra muy rala no se aprovechará óptimamente los recursos disponibles, para la producción de granos y habrá una mayor incidencia de las malezas. (INTA Anguil, 2007)

De forma general se puede decir que se recomiendan densidades menores para los ciclos más largos y zonas de baja disponibilidad hídrica; y densidades mayores para híbridos más cortos e intermedios e incluso con menor espaciamiento entre hileras para lograr una rápida cobertura y menor competencia de malezas. (INTA Anguil, 2007)

Distancia entre surcos

De forma general se deberá tener en cuenta que: cuanto menor sea el potencial ambiental a

esperar, mayor debe ser la distancia entre surcos. De este modo ensayos realizados por el INTA Concepción del Uruguay no evidenciaron diferencias en el rendimiento para siembras a 0,7 metros entre surcos respecto de 0,52 y 0,35 con densidades de 260.000 semillas viables por hectárea. (Gange, 2008)

Componentes fisiológicos que intervienen para aumentar potencial de rendimiento

Los fotoasimilados son producidos principalmente por las hojas y utilizados por los órganos de crecimiento, por esto se puede decir que las hojas son denominadas fuentes y los órganos de crecimiento son denominados destinos. (Gange, 2008)

Heslehurst y Wilson (1983) encontraron que el rendimiento tiende a aumentar cuando se disminuye el espaciamiento entre surcos. Bajas densidades y grandes distanciamientos entre surcos a menudo se prefieren para conservar la humedad del suelo, sin embargo, la intercepción de la luz y por lo tanto el potencial de rendimiento se reduce. Las poblaciones más altas pueden tomar mayor ventaja de la humedad acumulada en suelos.

Macollamiento

Los macollos de sorgo granífero pueden producir una nueva camada de panojas si los tallos principales han sido cortados, y este hecho es el principio del sistema de cosechas múltiples en sorgo granífero. Parece razonable, que plantas de poca o ninguna competencia, ya sea como resultado de su densidad o de su arreglo espacial, deben producir más macollos. Blum y Naveh (1976) y Myers y Foale (1980), de acuerdo con esta idea, mostraron que arreglos rectangulares producían menos macollos por planta que, los arreglos cuadrados. Del mismo modo autores como Mann (1965), Karchi y Rudich (1966) y Hegde *et al.* (1976) encontraron que patrones cuadrados a igual densidades de plantas produjeron más macollos por tallo principal.

Otros investigadores han encontrado que a igualdad de espacio entre surcos el macollaje es inversamente proporcional a la densidad de plantas (Atkins, Reich, y Kern. 1968). Mientras que Karchi y Rudich, 1966), encontraron que a iguales densidades, el macollaje suele ser inversamente proporcional a espacio entre surcos. Con la combinación de los dos conjuntos de resultados, el macollaje debiera ser proporcional al espaciado entre plantas adyacentes (ManN, 1965).

Wilson y Eastin (1982) sugirieron que los macollos en surcos estrechos y alta densidad están en una situación de desventaja por la competencia por la luz. Fischer y Wilson (1975) encontraron que para dos densidades de planta iguales, la ventaja inicial de mayor macollaje del arreglo espacial cuadrado sólo existía antes de antesis, aún con condiciones de humedad favorables, ya que posteriormente la mortalidad de macollos en el arreglo cuadrado los reduce a igual número que en el arreglo rectangular.

Wilson y Eastin (1982) también sugirieron, que debido a la competencia, el índice de cosecha de los macollos es menor que el de tallos principales, y por lo tanto, una población sin macollos supera en rendimiento en grano a una población igual con macollos.

Fischer y Wilson (1975) por otra parte encuentran que la mortalidad de macollos resultó en pérdida de materia seca activa. En esta situación el índice de cosecha de plantas debe también ser bajo, ya que no se produce grano en estos macollos.

Para los componentes de rendimiento Bruns y Horrocks (1984), encontraron tanto en los tallos principales como en los macollos, que el número de macollos es inversamente proporcional al número de granos por panoja y al peso de 1000 granos. Este resultado es similar a las conclusiones de Jaiyesimi (1979), Myers y Foale (1980), que el número de macollos es inversamente proporcional a su contribución a la producción de grano. Stickler y

Wearde (1965), sin embargo, encontraron que el mayor rendimiento de hileras estrechas fue un resultado directo de más macollos. Por otro lado Karchi y Rudich (1966), demostraron que los macollos es el componente individual más importante del rendimiento de grano.

Finalmente, se considera que el distanciamiento entre surcos y la densidad de plantas a lograr a cosecha son factores que influyen de manera directa en el rendimiento de sorgo granífero y que a su vez estos factores están influidos por el tipo de siembra que se realice, el ambiente, la humedad, tipo de suelo, fertilidad, híbrido de sorgo granífero (macollador o no macollador) y la zona. Factores que claramente no se han mantenido constantes con el transcurso de los años.

Además, el desarrollo de sembradoras y sistemas de siembra a surcos más estrechos, que así como presentan una importante ventaja en la soja, son también beneficiosos para el sorgo granífero. No se cuenta con mucha información sobre este punto a nivel local (ver distanciamiento entre surcos – introducción). Esta es por lo tanto necesaria, considerando la importancia tanto de la densidad como del espaciamiento entre hileras.

HIPÓTESIS

La densidad de siembra y el arreglo espacial influyen en el rendimiento del cultivo de sorgo granífero según la capacidad de macollaje.

OBJETIVOS

- General:

Generar información para ajustar la densidad de siembra y el espaciamiento entre surcos, según la capacidad de macollaje de dos híbridos de sorgo granífero.

- Específicos:

- * Evaluar la respuesta en el rendimiento y sus componentes a los factores en estudio.

- * Determinar la respuesta en crecimiento del cultivo a los factores en estudio.

MATERIALES Y MÉTODOS

La experiencia se realizó en Pergamino, en la Estación Experimental Agropecuaria de INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria), sobre un suelo Argiudol típico, el cual poseía un pH ácido (5,3), una cantidad de carbono reducida (13,3) y se encontraba bien provisto de fósforo extractable (30,3) (ver análisis de suelo en anexo).

Los híbridos utilizados fueron: 09AD18*RT11(híbrido macollador) y AD-80STA (híbrido no macollador), sembrados a 16, 32, 48 y 64 centímetros de distanciamiento entre plantas y con densidades de 80.000, 120.000, 160.000, 200.000, 240.000 y 280.000 plantas por hectárea haciendo un total de 24 tratamientos distribuidos aleatoriamente en tres (3) bloques (ver cuadro 2). Las unidades experimentales fueron parcelas que tenían un tamaño de 5 metros de largo por 2,4 metros de ancho.

Los 24 tratamientos fueron los siguientes, realizados en ambos híbridos:

Cuadro 2: Tratamientos realizados en cada bloque e híbrido.

Tratamiento (T)	Distanciamiento (centímetros)	Densidad (plantas por hectárea)
1	16	80.000
2	16	120.000
3	16	160.000
4	16	200.000
5	16	240.000
6	16	280.000
7	32	80.000
8	32	120.000
9	32	160.000
10	32	200.000
11	32	240.000
12	32	280.000
13	48	80.000
14	48	120.000
15	48	160.000
16	48	200.000
17	48	240.000
18	48	280.000
19	64	80.000
20	64	120.000
21	64	160.000
22	64	200.000
23	64	240.000
24	64	280.000

Fueron distribuidos de la siguiente forma:

Bloque 1

17	18	18	6	21	23	11	5	3	24	8	19
12	1	10	22	7	20	6	10	19	15	2	12
5	14	9	2	20	17	16	16	22	3	23	8

4	11	13	21	15	7	1	4	14	9	24	13
---	----	----	----	----	---	---	---	----	---	----	----

Bloque 2

Distancia entre hileras	64		48		32		16	
	Plantas por metro cuadrado	Plantas por metro lineal	Plantas por metro cuadrado	Plantas por metro lineal	Plantas por hectárea	Plantas por metro cuadrado	Plantas por metro lineal	Plantas por metro cuadrado
280000	28	17,92	28	13,44	280000	28	17,92	28
240000	24	15,36	24	11,52	240000	24	15,36	24
200000	20	12,8	20	9,6	200000	20	12,8	20
160000	16	10,24	16	7,68	160000	16	10,24	16
120000	12	7,68	12	5,76	120000	12	7,68	12
80000	8	5,12	8	3,84	80000	8	5,12	8

Los diferentes colores de las parcelas indican cómo se sembraron los dos híbridos (color blanco: 09AD18*RT11(híbrido macollador), y color gris: AD-80STA (híbrido no macollador)

La cantidad de plantas en base al distanciamiento entre hileras y las distintas densidades fueron las siguientes:

Cuadro 3: Cantidad de plantas que se obtuvieron en las diferentes densidades y espaciamientos.

En todas las parcelas se sembraron altas densidades (300.000 plantas por hectárea, aproximadamente, con un espaciamiento entre surcos de 16 centímetros) utilizando una sembradora FANKHAUSER de la EEA Pergamino de grano fino con los cuerpos dispuestos a 16 centímetros entre sí, y un ancho de 2,40 metros (15 cuerpos). Luego se ralearon las plantas, cuando las mismas tenían tres hojas completamente expandidas (v3); primero se comenzó raleando hasta alcanzar los distanciamientos entre hileras deseados (16, 32, 48 o

64 centímetros) y luego se raleó para obtener las densidades propuestas (80.000, 120.000, 160.000, 200.000, 240.000 o 280.000 plantas por hectárea).

La siembra se realizó el 15 de noviembre de 2009 y fue una siembra directa en labranza cero. Se realizó una fertilización nitrogenada con UAN, aplicando 120 kilogramos de nitrógeno por hectárea cuando el cultivo estaba en un estado de cinco hojas totalmente expandidas (V5) aproximadamente.

Antes de la siembra se realizó una aplicación de glifosato, con una dosis de 2 litros ha⁻¹ y atrazina con una dosis de 500 cc ha⁻¹.

Durante el ciclo del cultivo se realizaron monitoreos de plagas realizándose una aplicación de dimetoato (400 centímetros cúbicos por hectárea) para el control del pulgón y una aplicación de cipermetrina (100 centímetros cúbicos por hectárea) para control de isocas desfoliadoras.

En cada tratamiento las variables evaluadas fueron:

- Rendimiento en granos
- Peso de panoja
- Peso de mil semillas
- Número de semillas por metro cuadrado
- Número de macollos por planta (macollamiento)
- Altura de planta
- Peso seco de planta

La forma que se utilizó para obtener los datos y así poder estudiar cada variable fue la siguiente:

La forma en que se obtuvieron los datos para estudiar el **rendimiento en granos**, cuando el cultivo se encontraba en madurez fisiológica, fue la siguiente, se cortaron, por medio de tijeras, solo las panojas de medio (1/2) metro cuadrado de plantas de cada tratamiento de cada bloque y se las trilló por medio de una trilladora estacionaria marca Pullman; con los granos así obtenidos se procedió a pesarlos y se les tomó la humedad a través de un humidímetro, para de esta manera restarle la merma de rendimiento en caso de que el tratamiento tenga una humedad de grano mayor o igual a quince, uno por ciento (15,1%), y de esa manera poder calcular el rendimiento que se obtuvo en cada tratamiento de cada bloque.

Para evaluar la variable **peso de panoja**, variable que se analizó cuando el cultivo se encontraba en estado de madurez fisiológica, se procedió a cortar, por medio de tijeras, solo las panojas de medio (1/2) metro cuadrado de plantas de cada tratamiento en cada bloque, con las panojas obtenidas de esta manera se las peso y se obtuvo los datos de peso de panoja.

Con los granos obtenidos de la trilla, se procedió, por medio de una contadora de granos, a contar 250 granos y pesarlos, al valor obtenido se lo multiplico por cuatro (4) y de esa manera se obtuvo el **peso de mil semillas**, pero este procedimiento solo se pudo realizar en el bloque dos (2), debido a que algunas de las muestras de los otros dos bloques fueron alteradas al ser consumidas por roedores.

El número de **semillas por metro cuadrado** se obtuvo cortando solo las panojas de medio (1/2) metro cuadrado de cada tratamiento pero solo en el bloque dos (2), cuando el cultivo se

encontraba en estado de madurez fisiológica, esas panojas fueron pesadas, luego se las trillo por medio de una trilladora estacionaria marca Pullman, los granos obtenidos de esta manera fueron pesados; luego se calculo el número de semillas por panoja a través de la siguiente ecuación: $\text{Peso de planta por panoja} \times \text{mil (1000)} / \text{peso de mil semillas}$; al valor obtenido, se lo dividió por el número de plantas cortadas en cada tratamiento para obtener el número de semillas por metro cuadrado. Al igual que la variable que se explicó anteriormente solo se utilizó el bloque dos (2) porque algunas de las muestras de los otros dos bloques fueron alteradas al ser consumidas por roedores.

El **macollamiento** se evaluó cuando el cultivo poseía 7 hojas completamente expandidas, cortando las plantas, por medio de una pala, al ras del suelo de medio (1/2) metro cuadrado de cada tratamiento en cada bloque, y se dividió la cantidad de macollos obtenidos por el número total de tallos obtenidos en cada tratamiento; de esta manera se determinó la cantidad de macollos. Esta variable solo se analizó en estado vegetativo debido a que el híbrido macollador presentó una gran cantidad de plantas fuera de tipo haciendo que sea en algunos casos muy difícil de muestrear y, debido a esto, esta variable no presentó una distribución normal dificultando su análisis (ver anexo, análisis de normalidad).

Para el caso de **altura de planta**, variable que se analizó cuando el cultivo poseía 7 hojas completamente expandidas y en madurez fisiológica, se realizó el corte, por medio de una pala, al ras del suelo de medio (1/2) metro cuadrado de cada tratamiento en cada bloque y luego se midió, por medio de una cinta métrica, desde la base donde se produjo el corte hasta el extremo opuesto al mismo.

Para obtener los datos y así poder evaluar el **peso seco de planta**, variable que se analizó cuando el cultivo poseía 7 hojas completamente expandidas y en madurez fisiológica, se realizó un corte, por medio de una pala, al ras del suelo de medio (1/2) metro cuadrado de

cada tratamiento en cada bloque. Dichas plantas fueron picadas, a través de una picadora, se las pesó y, se las colocaron en una estufa. Luego de siete (7) días de secado, se las peso nuevamente para obtener el peso seco. Luego se calculó la diferencia entre el peso húmedo (después de haber sido picada la planta) y el peso seco (obtenido una vez que se sacaron las plantas de la secadora).

Finalmente, las variables altura de planta y peso seco de planta fueron evaluadas en dos instancias diferentes (en estado vegetativo y en estado reproductivo) para poder estudiar cómo se modifican dichas variables a través del ciclo del cultivo y poder realizar las curvas de crecimiento del mismo.

En el caso del peso de mil semillas, número de semillas por metro cuadrado y número de semillas por panoja no se pudo realizar el análisis de varianza, ya que las muestras del bloque uno (1) y tres (3) fueron alteradas al ser consumidas por roedores, y por lo tanto, no hay repeticiones mostrándose solo los datos caracterizados en una tabla.

El diseño fue parcelas sub divididas con 3 repeticiones al azar, donde la parcela principal fue el híbrido, la subparcela fue el distanciamiento y la sub – subparcela fue la densidad; aunque, no se realizó una correcta aleatorización de los híbridos, se tuvo en cuenta la parcela principal para los análisis, debido a que los híbridos se encontraban totalmente distribuidos a lo largo de todos los bloques y posicionado de diferente manera en cada uno de los mismos; además los bloques no eran diferentes en cuanto a características edáficas.

Los datos obtenidos se analizaron utilizando el programa estadístico “Infostat” y las variables evaluadas se les realizaron un análisis de varianza.

La prueba de comparación de medias que se utilizó fue la de Duncan con un nivel de significación de $\alpha = 0,05$.

Las condiciones en las cuales se realizó el cultivo fueron buenas, debido a que se registró una gran cantidad de precipitaciones, sin embargo, las mismas ocasionaron problemas a la hora de la siembra y raleo de plantas, retrasando dichas actividades. Además, gracias a la gran humedad se favoreció la proliferación de hongos causantes de diferentes enfermedades. (Ver anexo, figura 5)

RESULTADOS

Rendimiento (kilogramos por hectárea):

En ambos híbridos, es notoria la influencia de la densidad de plantas en el rendimiento. Este aumenta a medida que aumenta la densidad (ver cuadro 4 y figura 6); sin embargo, al evaluar esta misma variable en los diferentes espaciamientos entre surcos se evidenció que éstos no tienen una influencia directa en la determinación del mayor rinde ya que los resultados obtenidos no presentaron diferencias significativas. (ver anexo, análisis de la varianza).

Gracias a la gran disponibilidad hídrica producida durante el ciclo del cultivo (ver anexo, figura 5) no se pudo determinar la densidad en la cual se registre el inicio de la disminución de rendimiento para ambos híbridos. El recurso agua no fue un recurso limitante para el desarrollo del cultivo ya que no provocó una competencia entre plantas por el uso del mismo.

Puede verse en este trabajo, realizado en la localidad de Pergamino bajo un suelo Argiudol típico, que utilizando una densidad de 280.000 plantas por hectárea (ver anexo, análisis de varianza) se alcanzó el mayor rendimiento. Sin embargo, es necesario remarcar la conveniencia de repetir este ensayo durante varios años y en diferentes localidades para lograr encontrar la densidad óptima.

Finalmente, pudo observarse que en el bloque tres tuvo el menor rendimiento, habiendo diferencias significativas entre el bloque uno y dos. Una de las causas que pudo haber influido en este fenómeno fue el efecto de malezas presentes, ya que, en cuanto a propiedades edáficas los tres bloques no presentaban discrepancias. (ver figura 8 y anexo, análisis de varianza).

Estadística descriptiva

densidad	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx
1,00	rendimiento	24	2977,88	588,37	19,76	1551,00	3998,00
2,00	rendimiento	24	3973,33	591,34	14,88	2936,00	5355,00
3,00	rendimiento	24	4848,67	694,60	14,33	3345,00	6696,00
4,00	rendimiento	24	5300,17	629,28	11,87	4302,00	6448,00
5,00	rendimiento	24	5583,29	763,73	13,68	4367,00	7542,00
6,00	rendimiento	24	6119,79	712,94	11,65	4677,00	7153,00

Estadística descriptiva

espaciamento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx
1,00	rendimiento	36	4876,14	1206,73	24,75	2580,00	7153,00
2,00	rendimiento	36	4811,58	1349,04	28,04	1551,00	7149,00
3,00	rendimiento	36	4780,94	1277,90	26,73	1892,00	7542,00
4,00	rendimiento	36	4733,42	1168,46	24,69	2296,00	7008,00

Estadística descriptiva

híbrido	Variable	n	Media	D.E.	CV	Min	Máx
1,00	rendimiento	72	4863,81	1177,44	24,21	1981,00	7542,00
2,00	rendimiento	72	4737,24	1305,36	27,56	1551,00	7153,00

Cuadro 4: Rendimiento en kilogramos de sorgo granífero por hectárea

		Rendimiento (kilogramos/hectárea)						
Espacio entre	Hileras	Distancia entre plantas						Promedio
		1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)	5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
		Híbrido no macollador						
1 (16 centímetros)		3.121	4.212	4.816	5.760	5.601	5.756	4.878
2 (32 centímetros)		2.988	4.281	4.630	5.679	5.622	5.970	4.862
3 (48 centímetros)		3.078	4.435	4.624	4.596	6.373	6.085	4.865
4 (64 centímetros)		3.205	3.799	4.767	5.215	5.916	5.905	4.801
Promedio		3.098 a	4.182 c	4.709 d	5.313 e	5.878 f	5.929 f	4.851
		Híbrido macollador						
1 (16 centímetros)		2.885	3.902	5.074	5.040	5.773	6.577	4.875
2 (32 centímetros)		2.848	3.351	4.556	5.901	4.805	6.808	4.711
3 (48 centímetros)		2.629	3.800	4.751	5.456	5.291	6.254	4.697
4 (64 centímetros)		3.072	3.707	5.572	4.755	5.285	5.604	4.666

Promedio 2.858 a 3.690 b 4.988 d e 5.288 e 5.288 e 6.311 f 4.737

En el análisis de variancia hubo diferencias significativas en las variables bloque y densidad y en la interacción densidad x híbrido. Letras distintas indican diferencias significativas (Test de Duncan $p. \leq 0.05$).

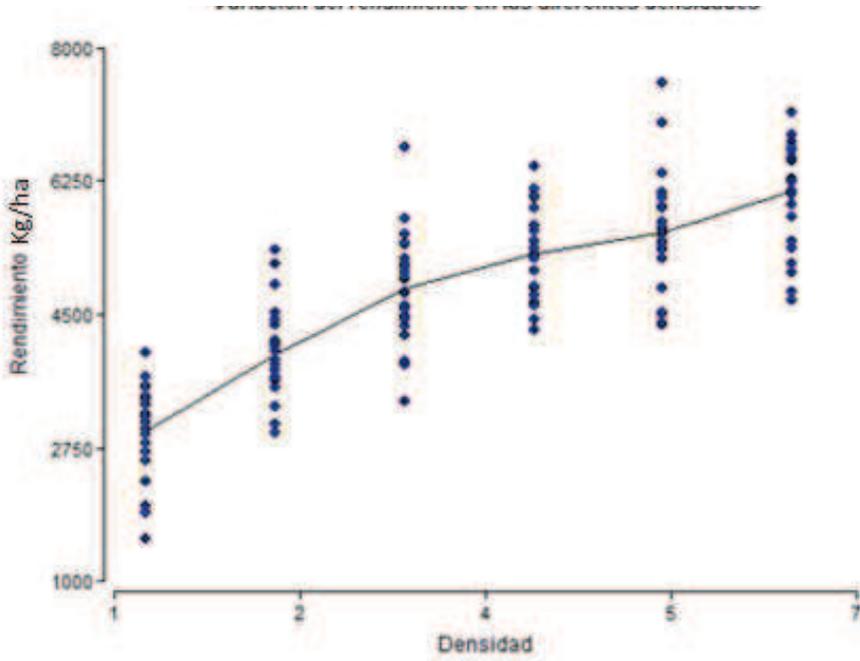


Figura 6: Variación del rendimiento en las diferentes densidades.

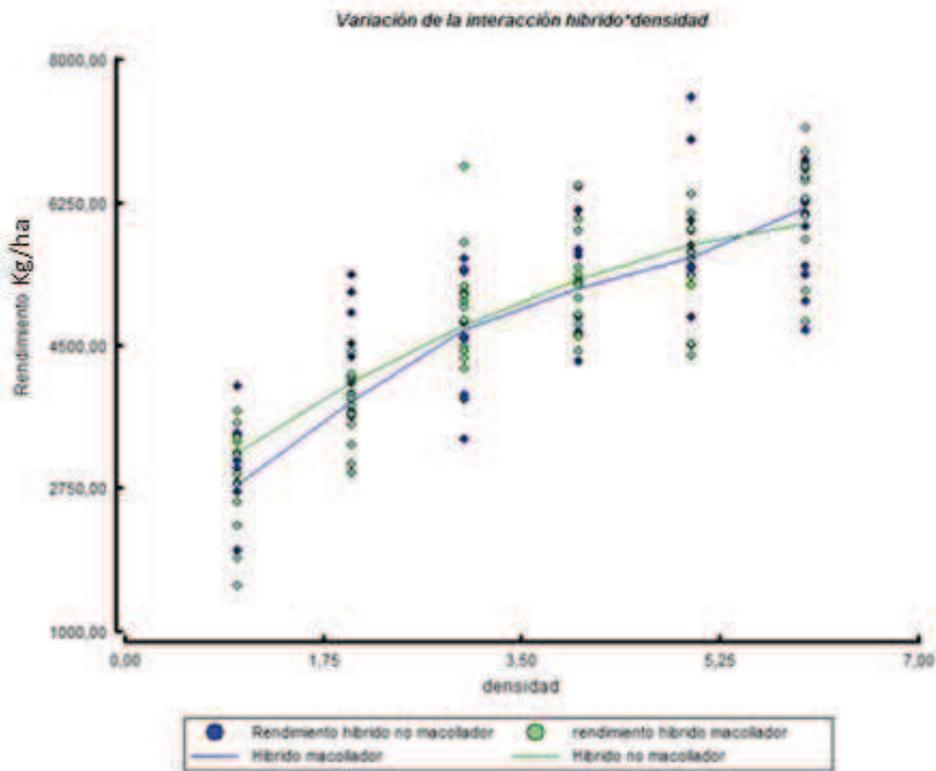


Figura 7: Variación del rendimiento en la interacción densidad*híbrido.

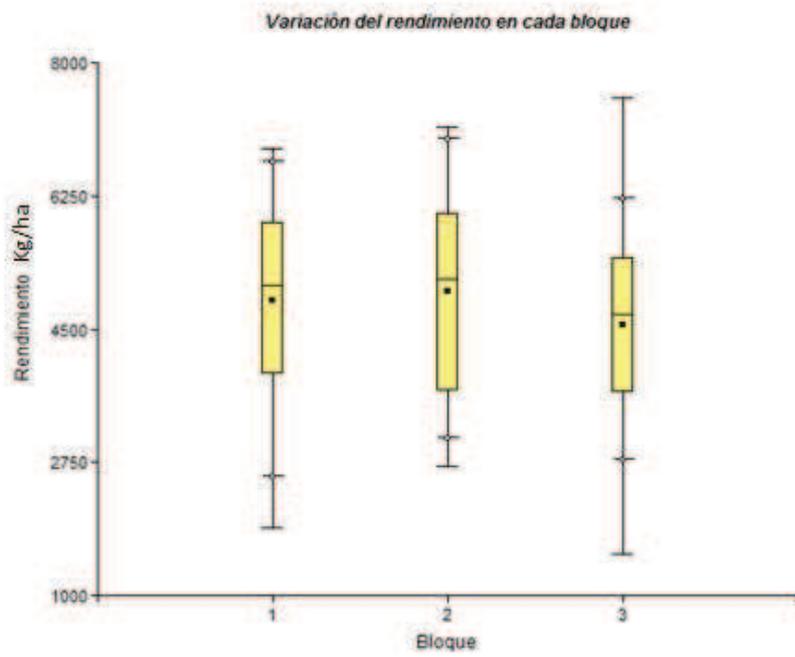


Figura 8: Variación del rendimiento en cada bloque

Peso de panoja (kilogramos por hectárea):

Al observar el cuadro 5 y la figura 10 se evidencia que el peso de la panoja para ambos híbridos de sorgo granífero aumenta a medida que se aumenta la densidad de plantas por hectárea.

El peso de la panoja es mayor en el híbrido de sorgo granífero no macollador (híbrido 1). La causa por la cual se produce este fenómeno, es que dicho híbrido posee una única panoja, es decir, un único destino, por lo que todos los asimilados son dirigidos allí. En cambio, el híbrido de sorgo granífero macollador (híbrido 2), posee varias panojas y por lo tanto varios destinos, es por esto que los asimilados son repartidos entre los distintos destinos haciendo que los mismos sean más chicos. (Ver figura 9 y anexo, análisis de varianza).

El mayor peso de panoja pudo verse en una densidad de 280.000 plantas por hectárea. Esto es probable debido, por un lado, a la forma en que se realizó el muestreo y, por otro, a la mayor cantidad de material no grano muestreado. (ver figura 10 y anexo análisis de varianza).

Estadística descriptiva

densidad	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
1,00	peso panoja	24	8,40	1,99	23,71	4,30	12,60
2,00	peso panoja	24	11,74	3,31	28,16	3,20	19,60
3,00	peso panoja	24	12,76	2,36	18,51	7,00	17,20
4,00	peso panoja	24	14,36	3,95	27,48	6,00	22,80
5,00	peso panoja	24	15,78	3,44	21,79	12,00	27,60
6,00	peso panoja	24	17,98	4,15	23,07	12,60	29,80

Estadística descriptiva

espaciamento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
1,00	peso panoja	36	13,43	4,86	36,23	3,20	24,00
2,00	peso panoja	36	13,69	3,84	28,07	6,00	22,00
3,00	peso panoja	36	13,74	5,21	37,91	6,74	29,80
4,00	peso panoja	36	13,15	3,89	29,61	5,80	20,80

Estadística descriptiva

híbrido	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
1,00	peso panoja	72	14,70	4,46	30,34	6,00	29,80
2,00	peso panoja	72	12,30	4,13	33,61	3,20	24,00

Cuadro 5: Peso de panoja de sorgo granífero en kilogramos por hectárea

Espacio entre Hileras	Respuesta en Peso panoja (Kilogramos por hectárea)						Promedio
	1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)	5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
Híbrido no macollador							
1 (16 centímetros)	9.167	13.453	14.833	20.800	14.300	14.233	14.464,44
2 (32 centímetros)	8.953	14.633	14.567	16.167	16.733	14.312	14.227,55
3 (48 centímetros)	9.753	13.580	11.400	13.467	19.633	22.333	15.027,78
4 (64 centímetros)	8.867	11.800	13.367	14.667	17.833	19.300	14.305,56
Promedio	9.185 a	13.367 c	13.542 c	16.275 de	17.125 e	17.545 e	14.506
Híbrido macollador							
1 (16 centímetros)	5.667	8.733	12.733	11.327	15.733	20.167	12.393,33
2 (32 centímetros)	8.873	10.433	13.333	11.533	15.500	14.567	12.373,33
3 (48 centímetros)	7.180	11.167	10.907	14.067	13.367	18.060	12.457,78
4 (64 centímetros)	7.533	10.100	10.900	12.867	13.087	16.227	11.785,56
Promedio:	7.313 a	10.108 ab	11.968 bc	12.448 bc	14.422 cd	17.255 e	12.252

En el análisis de variancia hubo diferencias significativas en las variables, híbrido y densidad. Letras distintas indican diferencias significativas (Test de Duncan $p. \leq 0.05$).

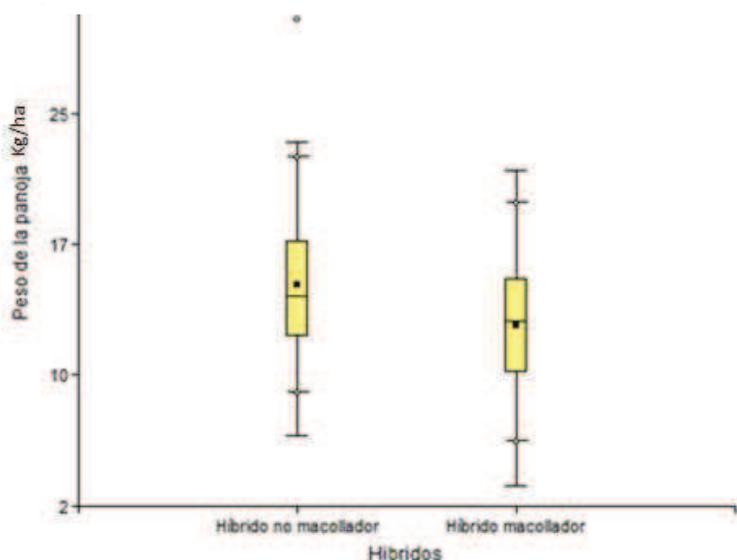


Figura 9: Variación del peso de la panoja en ambos híbridos (macollador y no macollador).

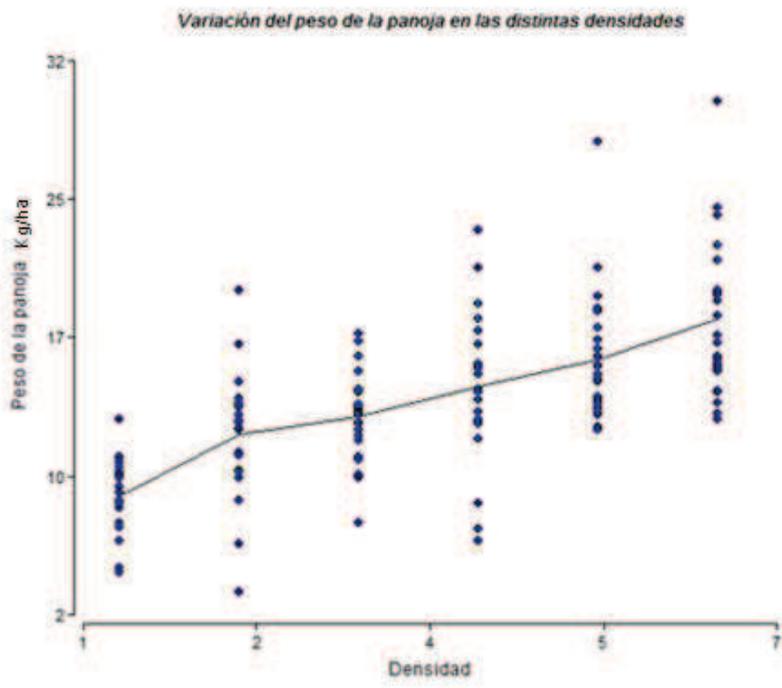


Figura 10: Variación del peso de la panoja en las distintas densidades.

Peso de mil semillas

Cuadro 6: Peso de mil semillas de sorgo granífero en gramos.

Espacio entre Hileras	Peso de mil semillas (gramos)						Promedio
	1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	Distancia entre plantas		5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
			3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)			
Híbrido no macollador							
1 (16 centímetros)	25	32	32	28	32	28	29
2 (32 centímetros)	26	31	30	28	29	28	29
3 (48 centímetros)	28	32	29	29	29	29	29
4 (64 centímetros)	28	30	32	27	30	30	29
Promedio:	27	31	31	28,00	30,00	29	29
Híbrido macollador							
1 (16 centímetros)	21	20	22	21	22	22	21
2 (32 centímetros)	19	22	19	25	22	21	21
3 (48 centímetros)	10	21	20	21	21	23	19
4 (64 centímetros)	21	21	21	22	22	23	22
Promedio:	18	21	20	22	22	22	21

Número de semillas por panoja:

Cuadro 7: Número de granos de sorgo granífero por panoja.

Espacio entre	Número de granos por panoja						Promedio
	1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	Distancia entre plantas		5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
Hileras			3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)			
Híbrido no macollador							
1 (16 centímetros)	4.300	3.438	3.281	3.357	1.719	2.015	3.018
2 (32 centímetros)	3.365	3.925	3.583	2.679	2.098	2.041	2.948
3 (48 centímetros)	4.286	3.542	2.241	2.000	3.966	3.670	3.284
4 (64 centímetros)	2.679	2.611	2.734	2.296	2.111	2.333	2.461
Promedio:	3.657	3.379	2960	2583	2.473	2.515	2.928
Híbrido macollador							
1 (16 centímetros)	2.738	1.333	3.409	1.571	2.841	3.442	2.556
2 (32 centímetros)	6.711	3.106	3.750	1.200	3.030	2.653	3.408
3 (48 centímetros)	5.132	4.206	2.188	3.000	2.937	3.665	3.521
4 (64 centímetros)	4.762	2.302	2.798	1.818	2.273	2.360	2.719
Promedio:	4.835	2.737	3.036	1.897	2.770	3.030	3.051

Semillas por metro cuadrado:

Cuadro 8: Semillas por metro cuadrado de sorgo granífero

Espacio entre Hileras	Semillas por metro cuadrado						Promedio
	1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)	5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
Híbrido no macollador							
1 (16 centímetros)	34.400	41.250	52.500	67.143	41.250	56.429	48.829
2 (32 centímetros)	26.923	47.097	57.333	53.571	50.345	57.143	48.735
3 (48 centímetros)	34.286	42.500	35.862	40.000	95.172	10.2759	58.423
4 (64 centímetros)	21.429	31.333	43.750	45.926	50.667	65.333	43.073
Promedio:	29.259	40.545	47.361	51.660	59.358	70.416	49.767
Híbrido macollador							
1 (16 centímetros)	21.905	16.000	54.545	31.429	68.182	96.364	48.071
2 (32 centímetros)	53.684	37.273	60.000	24.000	72.727	74.286	53.662
3 (48 centímetros)	41.053	50.476	35.000	60.000	70.476	10.2609	59.936
4 (64 centímetros)	38.095	27.619	44.762	36.364	54.545	66.087	44.579
Promedio:	38.684	32.842	48.577	37.948	66.483	84.836	51.562

Macollamiento:

En cuanto al análisis de esta variable se produjo un inconveniente, ya que, el híbrido de sorgo granífero macollador (híbrido 2) presentó una gran cantidad de plantas fuera de tipo, dificultando en gran medida el muestreo. Debido a esto, el macollamiento no presentó una distribución normal dificultando su análisis (ver anexo, análisis de normalidad). Por lo tanto, para lograr obtener datos verídicos, se debería realizar este ensayo utilizando otro híbrido de sorgo macollador (híbrido 2) que no posea dicho problema y realizar este ensayo en diferentes años y localidades.

Cuadro 9: Respuesta en número de macollos por planta.

Espacio entre Hileras	Respuesta en número de macollos por planta						Promedio
	Distancia entre plantas						
	1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)	5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
Híbrido no macollador							
1 (16 centímetros)	1,00	0,94	1,04	1,03	1,03	1,07	1,02
2 (32 centímetros)	1,00	0,89	1,04	1,37	1,03	0,90	1,04
3 (48 centímetros)	1,17	1,22	1,04	1,07	0,94	1,12	1,09
4 (64 centímetros)	1,00	1,06	1,00	1,17	1,19	1,36	1,13
Promedio	1,04	1,03	1,03	1,16	1,05	1,11	1,07
Híbrido macollador							
1 (16 centímetros)	1,58	1,00	1,21	1,10	1,17	0,98	1,17
2 (32 centímetros)	1,17	1,44	1,38	0,97	1,00	1,00	1,16
3 (48 centímetros)	1,17	1,28	1,13	1,07	1,00	1,07	1,12
4 (64 centímetros)	1,42	1,17	0,92	1,17	1,25	1,64	1,26
Promedio	1,33	1,22	1,16	1,08	1,10	1,17	1,18

Altura de planta (primer muestreo: V7)

Se pudo observar que a medida que se aumenta la cantidad de plantas por hectárea, tanto en el híbrido macollador (híbrido 2), como en el no macollador (híbrido 1) de sorgo granífero, la altura tendió a aumentar (ver cuadro 10 y figura 12). La causa por la que esto se produjo podría deberse a que, al aumentar la densidad de plantas, las mismas tienden a competir por la luz y por lo tanto a crecer más.

En este primer muestreo, realizado en V7, el híbrido no macollador (híbrido 1) de sorgo granífero presentó mayor altura que el híbrido macollador (híbrido 2). Probablemente por causas genéticas (ver figura 11 y anexo, análisis de varianza).

La variable altura de planta estuvo fuertemente influenciada tanto por la densidad de plantas como por el distanciamiento entre surcos, lográndose la mayor altura utilizando distanciamientos de 32, 48 y 64 centímetros entre hileras y densidades que varían de 200.000 a 280.000 plantas por hectárea. (ver figura 13 y anexo, análisis de varianza). Esto ocurrió probablemente porque para esas densidades y espaciamentos propuestos, la competencia por luz fue elevada y por lo tanto se alcanzó la mayor altura.

En cuanto a los bloques la mayor altura quedó determinada en el bloque tres, ya que, al estar más enmalezado que el bloque uno y dos, la competencia por el recurso de la luz fue mayor. Lo cual obligó a las plantas a crecer aún más (ver figura 14 y anexo, análisis de varianza).

Por último al analizar la interacción híbrido*bloque se demostró que la mayor altura se obtuvo en el bloque dos (2) y tres (3) para el híbrido no macollador (híbrido 1) y en el bloque 3 para

el híbrido macollador (híbrido 2); habiendo diferencias significativas entre híbridos, donde el híbrido no macollador (híbrido 1) alcanzó una mayor altura que el macollador (híbrido 2). (ver figura 15 y anexo, análisis de varianza)

Estadística descriptiva

densidad	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
1,00	altura (cm)	24	1,28	0,07	5,86	1,10	1,40
2,00	altura (cm)	24	1,31	0,08	6,34	1,16	1,56
3,00	altura (cm)	24	1,32	0,08	5,69	1,20	1,45
4,00	altura (cm)	24	1,37	0,10	7,36	1,15	1,54
5,00	altura (cm)	24	1,39	0,08	5,79	1,23	1,50
6,00	altura (cm)	24	1,39	0,10	7,31	1,20	1,55

Estadística descriptiva

espaciamento	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
1,00	altura (cm)	36	1,31	0,09	6,64	1,15	1,50
2,00	altura (cm)	36	1,36	0,10	7,54	1,10	1,56
3,00	altura (cm)	36	1,36	0,09	6,55	1,10	1,55
4,00	altura (cm)	36	1,36	0,10	7,35	1,16	1,54

Estadística descriptiva

híbrido	Variable	n	Media	D.E.	CV	Mín	Máx
1,00	altura (cm)	72	1,38	0,10	7,13	1,16	1,56
2,00	altura (cm)	72	1,31	0,08	6,22	1,10	1,50

Cuadro 10: Altura de planta en metros (primer muestreo)

Espacio entre Hileras	Respuesta en altura de planta (metros)						Promedio
	1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)	5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
Híbrido no macollador							
1 (16 centímetros)	1,27	1,28	1,31	1,32	1,39	1,41	1,33 a
2 (32 centímetros)	1,30	1,41	1,29	1,40	1,43	1,51	1,39 b
3 (48 centímetros)	1,31	1,35	1,33	1,45	1,43	1,44	1,39 b
4 (64 centímetros)	1,30	1,33	1,39	1,48	1,46	1,46	1,40 b
Promedio:	1,30 abc	1,34 bc	1,33 bc	1,41 d	1,43 d	1,46 d	1,38
Híbrido macollador							
1 (16 centímetros)	1,29	1,25	1,29	1,26	1,29	1,35	1,29 a
2 (32 centímetros)	1,23	1,30	1,29	1,36	1,42	1,33	1,32 a
3 (48 centímetros)	1,22	1,30	1,31	1,39	1,37	1,35	1,32 a
4 (64 centímetros)	1,31	1,28	1,30	1,32	1,35	1,28	1,30 a
Promedio:	1,26 a	1,28 ab	1,95 abc	1,33 bc	1,36 c	1,33 bc	1,31

En el análisis de variancia hubo diferencias significativas en las variables bloque, híbrido, espaciamento y densidad y en la interacción bloque x híbrido. Letras distintas indican diferencias significativas (Test de Duncan $p. \leq 0.05$).

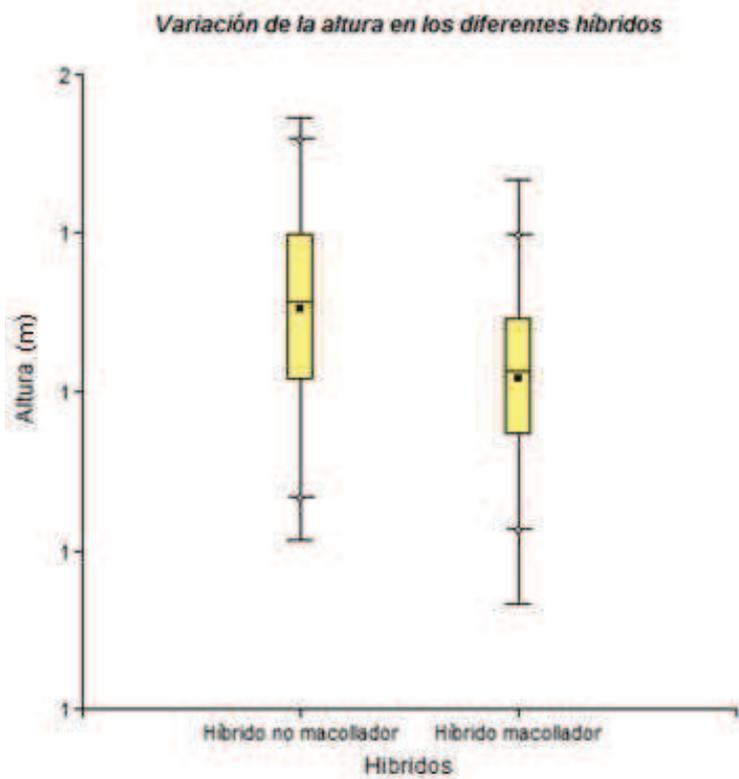


Figura 11: Variación de la altura en los dos híbridos de sorgo granífero (no macollador y macollador)

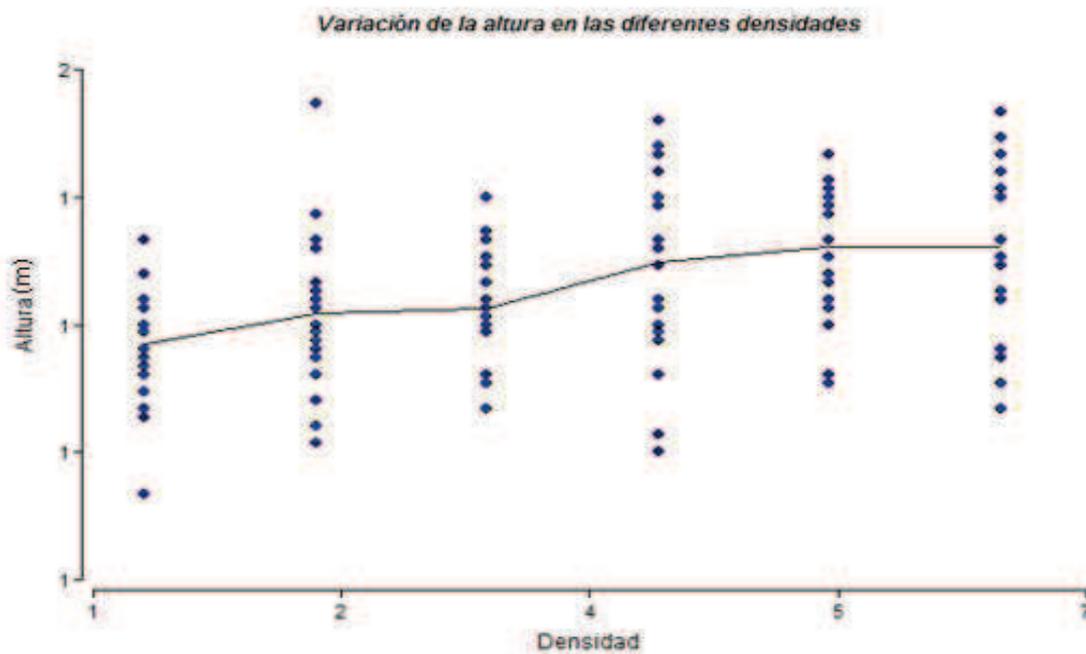


Figura 12: Variación de la altura en las diferentes densidades

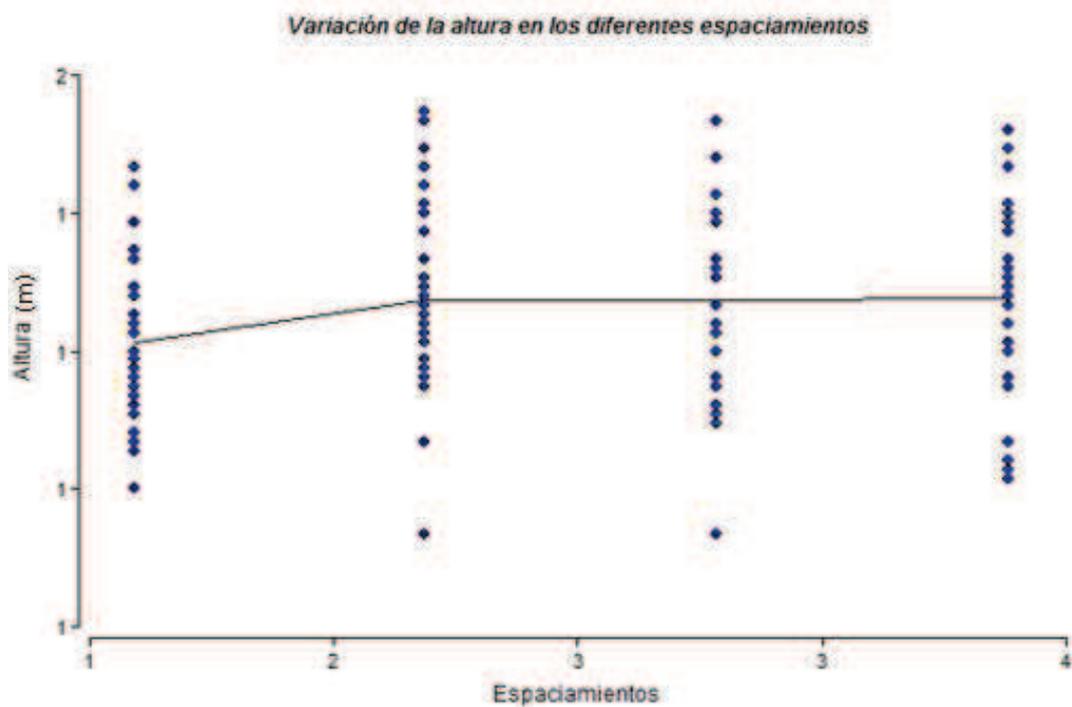


Figura 13: Variación de la altura en los diferentes espaciamientos

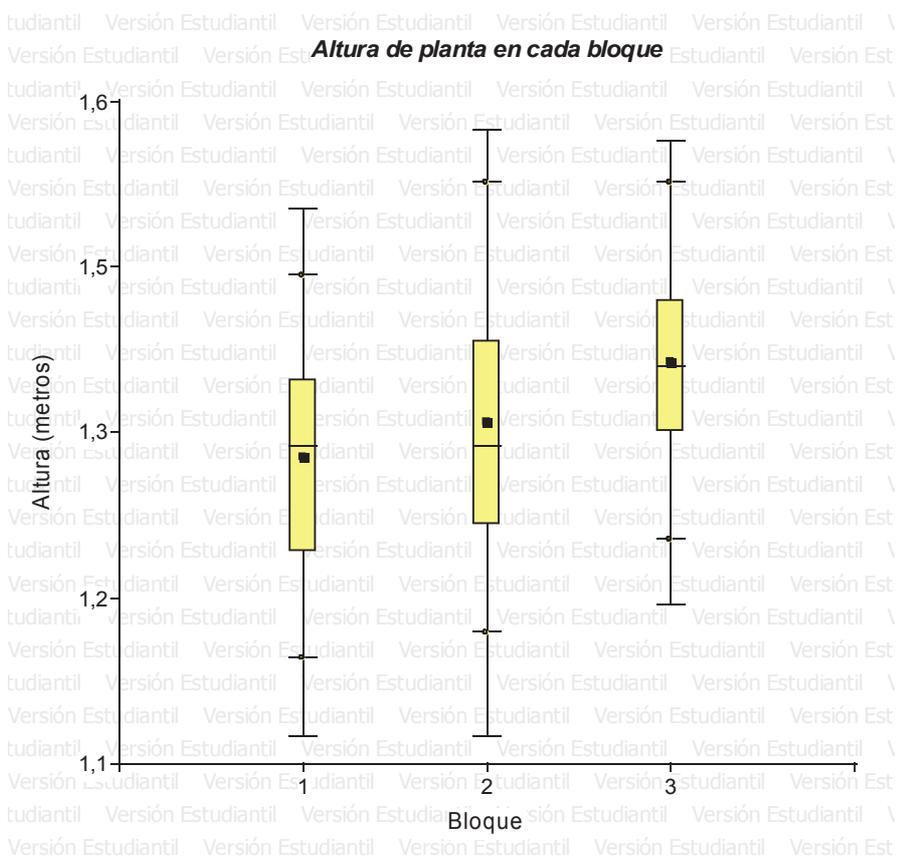


Figura 14: Variación de la altura de planta en los distintos bloques

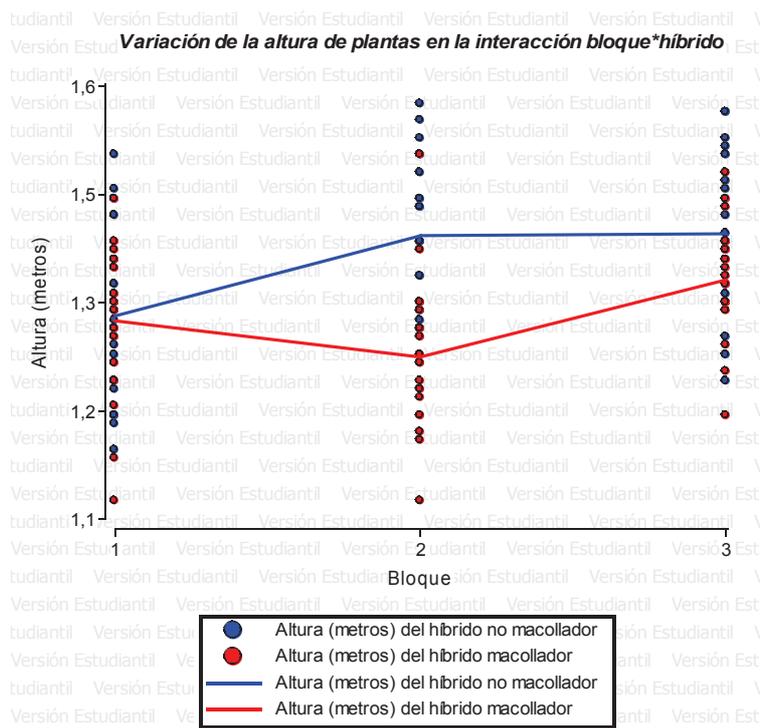


Figura 15: Variación de la altura de planta en la interacción bloque*híbrido

Altura de planta (segundo muestreo – madurez fisiológica):

En el segundo muestreo realizado en la etapa de madurez fisiológica, se observó que a medida que aumenta la cantidad de plantas por hectárea, tanto en el híbrido macollador (híbrido 2), como el no macollador (híbrido 1), de sorgo granífero, la altura tendió a aumentar. (ver cuadro 11). La causa por lo que se produjo esto puede deberse a que al aumentar la densidad de plantas, las mismas tienden a competir por la luz y por lo tanto a crecer más. Debe agregarse que la altura fue mayor en todos los tratamientos al compararlo con el primer muestreo (ver cuadros 11 y 12).

No se lograron encontrar diferencias significativas entre ambos híbridos. (ver anexo, análisis de varianza).

La variable altura de planta estuvo fuertemente influenciada tanto por la densidad como por el distanciamiento entre surcos, lográndose, en este segundo muestreo, la mayor altura utilizando distanciamientos de 16 y 48 centímetros entre hileras. Sin embargo, el distanciamiento de 48 centímetros entre hileras no presentó diferencias significativas con ninguno de los demás espaciamientos (ver figura número 17 y anexo, análisis de varianza). En cuanto a la densidad, se obtuvo la mayor altura utilizando densidades que varían de 160.000 a 280.000 plantas por hectárea. (ver figura 16 y anexo, análisis de varianza); ya que para esas densidades y espaciamientos propuestos la competencia por luz fue elevada y por lo tanto se alcanzó la mayor altura.

En cuanto a los bloques la mayor altura puso verse en los bloques dos y tres, ya que, al estar más enmalezados, la competencia por el recurso de la luz fue más evidente obligando a las plantas a crecer aún más (ver figura 19 y anexo, análisis de varianza).

Estadística descriptiva

densidad	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1,00	altura	24	1,42	0,09	1,24	1,65
2,00	altura	24	1,51	0,15	1,30	1,83
3,00	altura	24	1,54	0,08	1,42	1,70
4,00	altura	24	1,62	0,10	1,37	1,83
5,00	altura	24	1,65	0,10	1,47	1,83
6,00	altura	24	1,65	0,08	1,47	1,80

Estadística descriptiva

espaciamento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1,00	altura	36	1,52	0,13	1,30	1,78
2,00	altura	36	1,58	0,14	1,30	1,83
3,00	altura	36	1,56	0,14	1,24	1,83
4,00	altura	36	1,59	0,12	1,27	1,80

Estadística descriptiva

hibrido	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1,00	altura	72	1,55	0,14	1,24	1,83
2,00	altura	72	1,58	0,12	1,32	1,83

Cuadro 11: Altura de planta en metros (segundo muestreo)

Espacio entre	Respuesta en altura de planta (metros)						Promedio
	1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)	5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
Híbrido no macollador							
1 (16 centímetros)	1,42	1,31	1,53	1,52	1,62	1,70	1,52 a
2 (32 centímetros)	1,34	1,51	1,57	1,62	1,63	1,57	1,54 ab
3 (48 centímetros)	1,31	1,56	1,55	1,63	1,59	1,66	1,55 ab
4 (64 centímetros)	1,36	1,52	1,58	1,65	1,67	1,68	1,58 ab
Promedio:	1,36 a	1,47 b	1,56 cde	1,60 def	1,63 ef	1,65 f	1,55
Híbrido macollador							
1 (16 centímetros)	1,43	1,50	1,48	1,57	1,59	1,59	1,53 a
2 (32 centímetros)	1,43	1,63	1,50	1,71	1,75	1,54	1,59 b
3 (48 centímetros)	1,53	1,43	1,61	1,66	1,61	1,64	1,58 ab
4 (64 centímetros)	1,48	1,62	1,48	1,61	1,69	1,70	1,60 b
Promedio:	1,47 b	1,55 bcd	1,52 bc	1,64 ef	1,66 f	1,62 def	1,57

En el análisis de variancia hubo diferencias significativas en las variables bloque, espaciamento y densidad y en la interacción densidad x híbrido. Letras distintas indican diferencias significativas (Test de Duncan $p. \leq 0.05$).

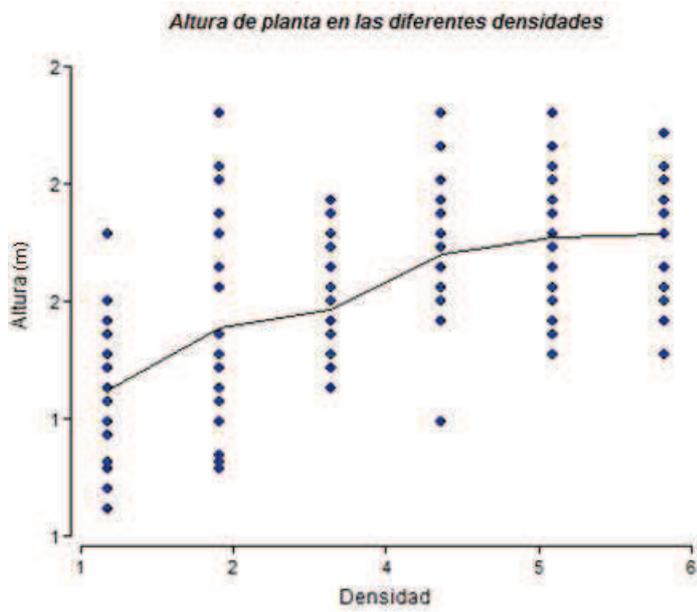


Figura 16: altura de planta en las diferentes densidades (segundo muestreo)

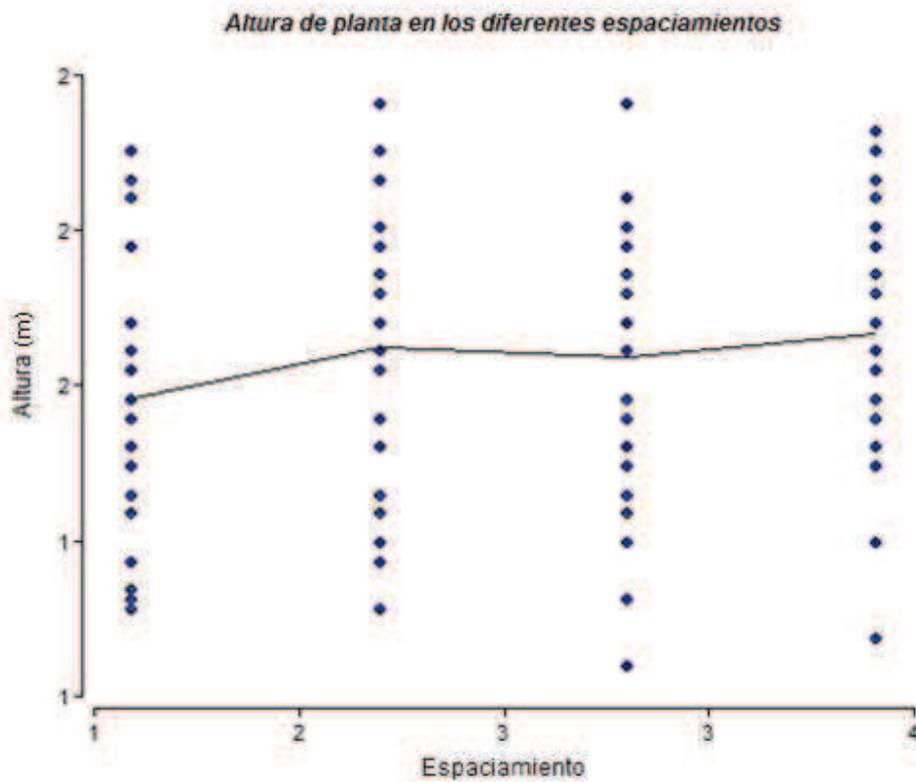


Figura 17: Altura de planta en los diferentes espaciamentos entre surcos (segundo muestreo).

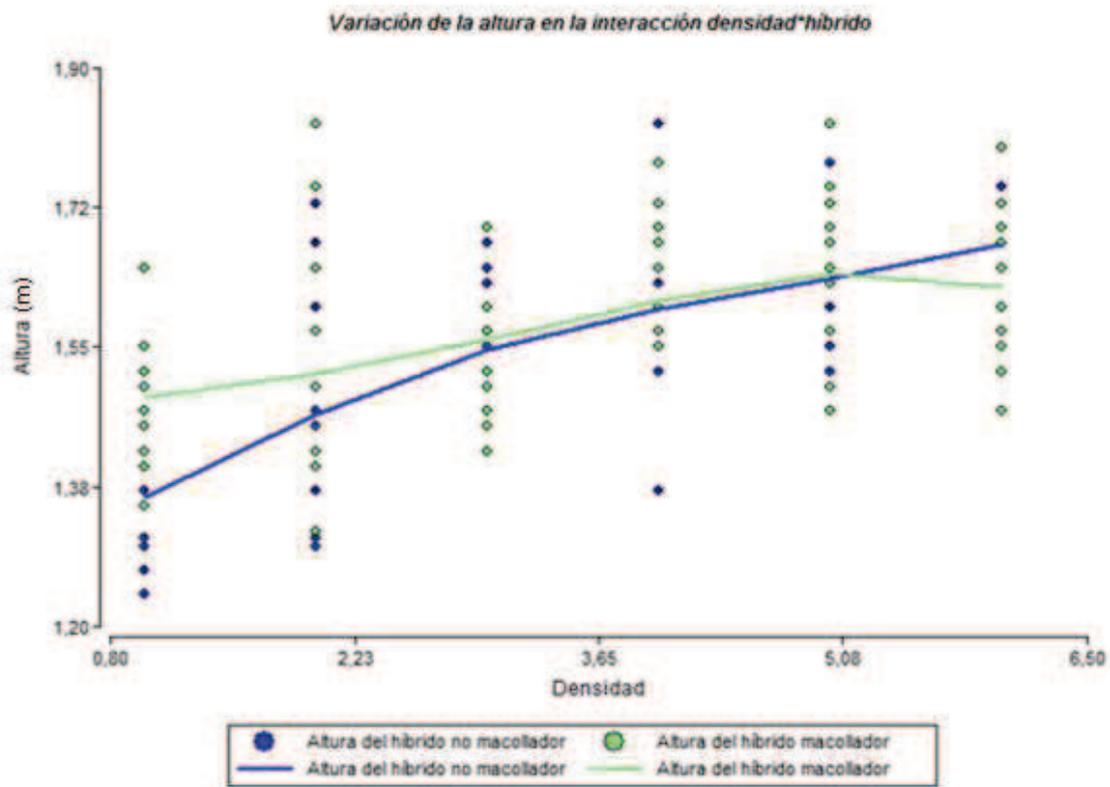


Figura 18: Variación de la altura en la interacción densidad*híbrido

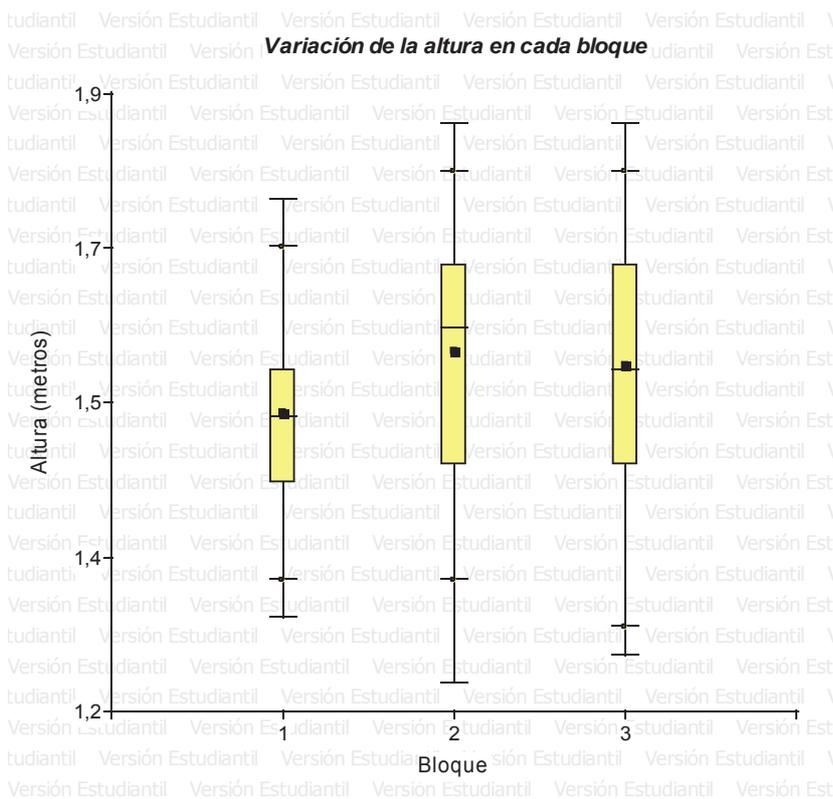


Figura 19: Variación de la altura en cada bloque

Peso seco (primer muestreo V7):

El peso seco tendió a aumentar a medida que se aumentaba la densidad de plantas para ambos híbridos de sorgo granífero. Esto sucede, ya que, al aumentar la densidad aumentaba también la cantidad de materia seca por hectárea, como consecuencia de un aumento en la cantidad de plantas (ver cuadro 12). De acuerdo con lo anterior, se demostró que el mayor peso seco de planta se logró utilizando densidades que varían de 200.000 a 280.000 plantas por hectárea. (ver figura 20 y anexo, análisis de varianza).

El híbrido no macollador (híbrido 1) presentó un mayor peso seco de planta que el híbrido macollador (híbrido 2). La causa de esto, puede deberse a que el híbrido no macollador (híbrido 1), presentaba un tallo más desarrollado que el híbrido macollador (híbrido 2) haciendo que su peso fuera más elevado. (ver figura 21 y anexo, análisis de varianza)

El distanciamiento entre hileras no fue una variable que tenga un impacto directo en el peso seco de planta por hectárea al no demostrarse diferencias significativas en los distintos espaciamientos evaluados. (ver anexo, análisis de varianza).

Estadística descriptiva

densidad	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1,00	peso seco (kg/ha)	24	4306,67	1444,82	1360,00	7480,00
2,00	peso seco (kg/ha)	24	6757,50	1508,29	4080,00	9860,00
3,00	peso seco (kg/ha)	24	8117,50	2040,77	5100,00	11560,00
4,00	peso seco (kg/ha)	24	10384,17	2241,85	7480,00	15980,00
5,00	peso seco (kg/ha)	24	10625,00	2961,08	5780,00	19040,00
6,00	peso seco (kg/ha)	24	11297,92	2516,51	4420,00	15300,00

Estadística descriptiva

espaciamiento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1,00	peso seco (kg/ha)	36	8462,22	3010,24	3060,00	14280,00
2,00	peso seco (kg/ha)	36	8783,33	3148,31	2720,00	14620,00
3,00	peso seco (kg/ha)	36	8641,67	3774,18	1360,00	19040,00
4,00	peso seco (kg/ha)	36	8438,61	3262,22	3400,00	15640,00

Estadística descriptiva

hibrido	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1,00	peso seco (kg/ha)	72	9286,25	3478,87	3400,00	19040,00
2,00	peso seco (kg/ha)	72	7876,67	2924,23	1360,00	13940,00

Cuadro 12: Peso seco de planta de sorgo granífero en kilogramos por hectárea (primer muestreo)

Respuesta en Peso seco de planta
(kilogramos por hectárea)

Espacio entre Hileras	Distancia entre plantas						Promedio
	1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)	5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
Híbrido no macollador							
1 (16 centímetros)	4.873	7.253	8.840	9.633	11.900	11.560	9.010
2 (32 centímetros)	5.893	6.687	7.253	11.900	9.747	13.940	9.237
3 (48 centímetros)	5.440	6.913	7.593	11.560	14.847	11.333	9.614
4 (64 centímetros)	3.967	7.027	10.200	10.313	13.033	12.637	9.529
Promedio	5.043 ab	6.970 cd	8.472 def	10.852 gh	12.382 h	12.368 h	9.348
Híbrido macollador							
1 (16 centímetros)	3.400	6.120	9.067	9.067	10.427	10.880	8.160

centímetros)							
2 (32							
centímetros)	3.173	6.800	8.953	10.200	9.860	10.993	8.330
3 (48							
centímetros)	7.027	6.573	5.667	10.313	8.953	11.560	8.349
4 (64							
centímetros)	4.760	6.687	5.327	10.087	7.707	7.480	7.008
Promedio	4.590 a	6.545 bc	7.253 cde	9.917 fg	9.237 efg	10.228 fg	7.962

En el análisis de variancia hubo diferencias significativas en las variables híbrido y densidad. Letras distintas indican diferencias significativas (Test de Duncan $p. \leq 0.05$).

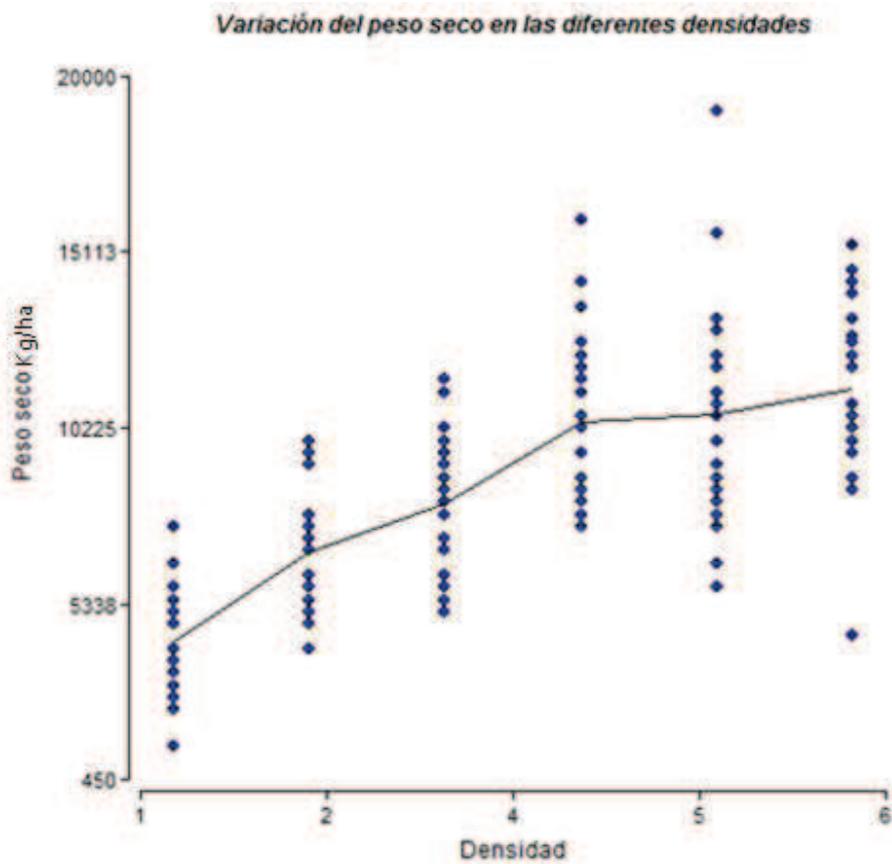


Figura 20: Variación del peso seco en las diferentes densidades (primer muestreo)

Variación del peso seco en ambos híbridos

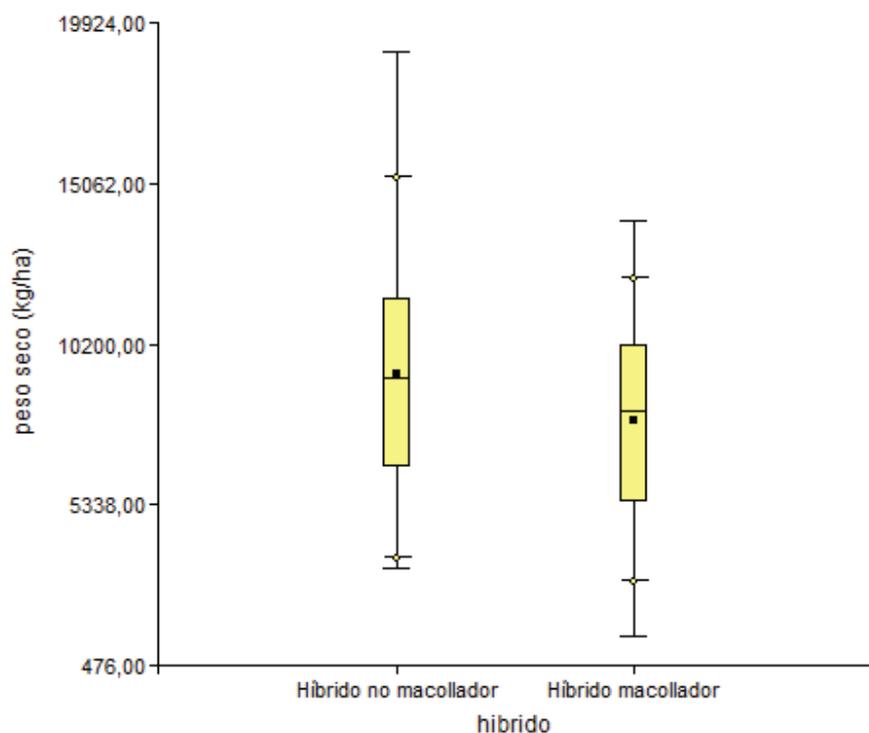


Figura 21: Variación del peso seco en ambos híbridos de sorgo granífero (primer muestreo).

Peso seco (segundo muestreo – madurez fisiológica):

La variable peso seco tendió a aumentar a medida que se aumentaba la densidad de plantas para ambos híbridos de sorgo granífero. Esto sucede, ya que, al aumentar la densidad había una mayor cantidad de materia seca por hectárea como consecuencia de un aumento en la cantidad de plantas. (ver cuadro 13). De acuerdo con lo anterior, se demostró que el mayor peso seco de planta se logró utilizando la densidad de 280.000 plantas por hectárea. (ver figura 22 y anexo, análisis de varianza).

El híbrido no macollador (híbrido 1) presentó un mayor peso seco de planta que el híbrido macollador (híbrido 2). La causa de esto, puede deberse a que el híbrido no macollador (híbrido 1) presentaba un tallo más desarrollado que el híbrido macollador (híbrido 2) haciendo que su peso fuera más elevado. (ver figura 23 y anexo, análisis de varianza)

El distanciamiento entre hileras no fue una variable que tenga un impacto directo en el peso seco de planta por hectárea al no demostrarse diferencias significativas en los distintos espaciamientos evaluados. (ver anexo, análisis de varianza).

Estadística descriptiva

densidad	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1,00	peso seco	24	12470,83	3682,90	4100,00	19680,00
2,00	peso seco	24	16049,79	5730,91	1025,00	24600,00
3,00	peso seco	24	20807,50	3844,72	12300,00	27880,00
4,00	peso seco	24	26103,33	5167,31	13120,00	37720,00
5,00	peso seco	24	27094,17	4308,46	19680,00	40180,00
6,00	peso seco	24	30135,00	5332,06	19680,00	43460,00

Estadística descriptiva

espaciamiento	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1,00	peso seco	36	21177,64	8730,73	1025,00	37720,00
2,00	peso seco	36	22367,78	7066,45	2460,00	34440,00
3,00	peso seco	36	23028,33	8254,58	9840,00	43460,00
4,00	peso seco	36	21866,67	7391,71	8200,00	37720,00

Estadística descriptiva

hibrido	Variable	n	Media	D.E.	Mín	Máx
1,00	peso seco	72	23287,43	8168,37	1025,00	43460,00
2,00	peso seco	72	20932,78	7356,19	4100,00	37720,00

Cuadro 13: Peso seco de la planta de sorgo granífero en kilogramos

Respuesta en Peso seco de planta (Kilogramos)

Espacio entre Hileras	Distancia entre plantas						Promedio
	1 (8 plantas por metro cuadrado)	2 (12 plantas por metro cuadrado)	3 (16 plantas por metro cuadrado)	4 (20 plantas por metro cuadrado)	5 (24 plantas por metro cuadrado)	6 (28 plantas por metro cuadrado)	
Híbrido no macollador							
1 (16 centímetros)	13.667	20.090	25.420	33.620	22.960	26.240	23.666
2 (32 centímetros)	14.487	12.847	23.507	27.333	28.700	22.715	21.598
3 (48 centímetros)	13.940	20.227	18.587	25.693	32.527	36.900	24.646
4 (64 centímetros)	13.393	18.313	20.500	24.873	28.153	31.980	22.869
Promedio	13.872 ab	17.869 bc	22.003 de	27.880 fgh	28.085 fgh	29.459 h	23.195
Híbrido macollador							
1 (16 centímetros)	7.927	14.487	18.587	21.320	28.153	28.153	19.771
2 (32 centímetros)	13.940	16.127	22.413	23.780	27.060	26.787	21.684
3 (48 centímetros)	11.207	17.767	18.040	28.427	24.327	28.700	21.411

centímetros)							
4 (64							
centímetros)	9.567	15.033	19.407	23.780	24.873	30.887	20.591
Promedio:	10.660 a	15.853 bc	19.612 cd	24.327 ef	26.103 fg	28.632 gh	20.864

En el análisis de variancia hubo diferencias significativas en las variables híbrido y densidad. Letras distintas indican diferencias significativas (Test de Duncan $p. \leq 0.05$).

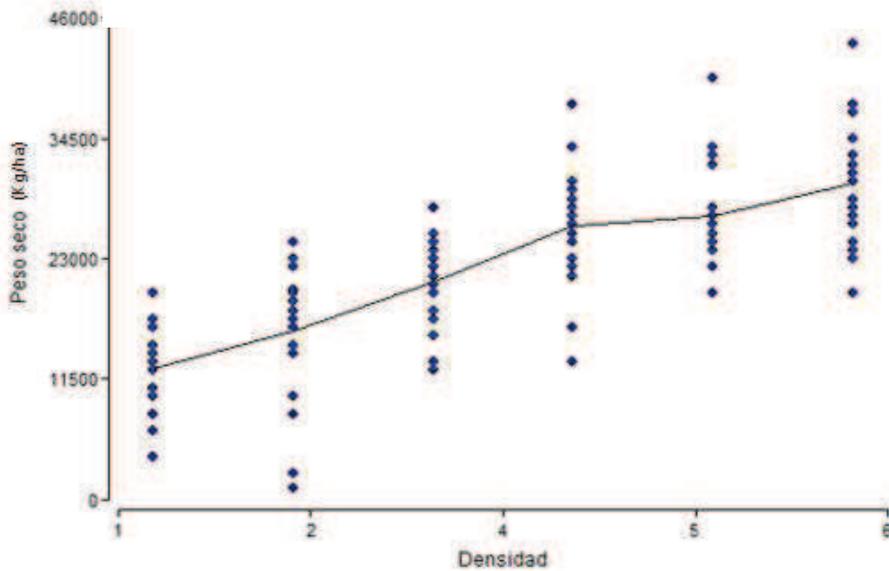


Figura 22: Variación del peso seco de sorgo granífero en las diferentes densidades (segundo muestreo).

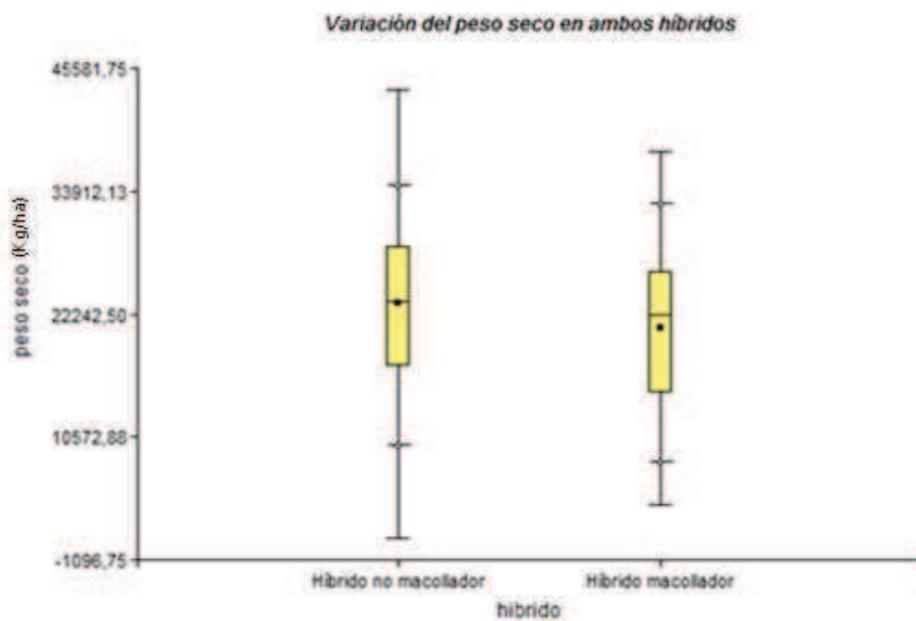


Figura 23: Variación del peso seco en ambos híbridos de sorgo granífero.

Curvas de crecimiento del cultivo:

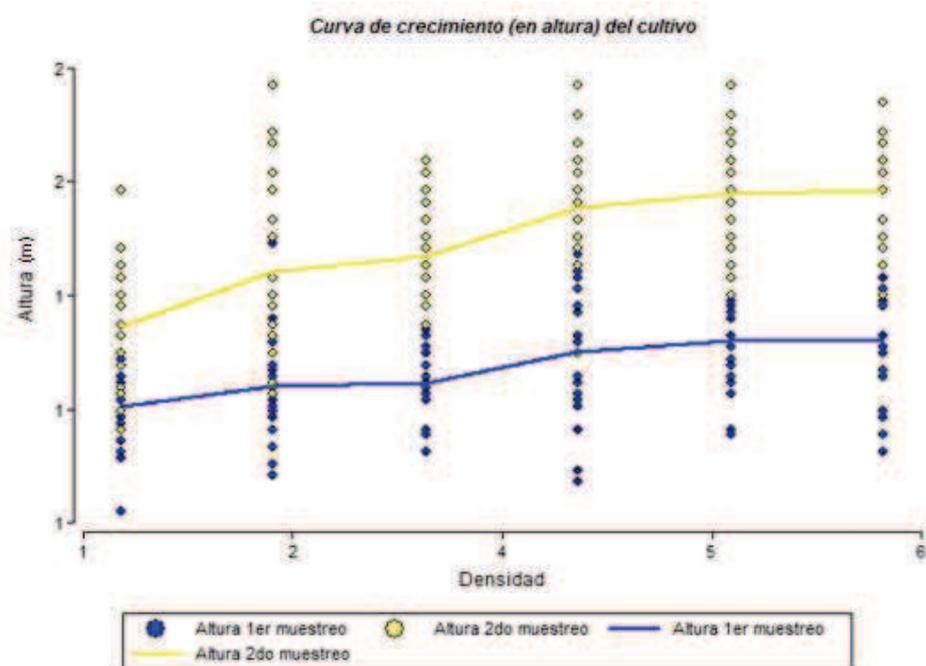


Figura 24: Curva de crecimiento (en altura) del cultivo de sorgo granífero.

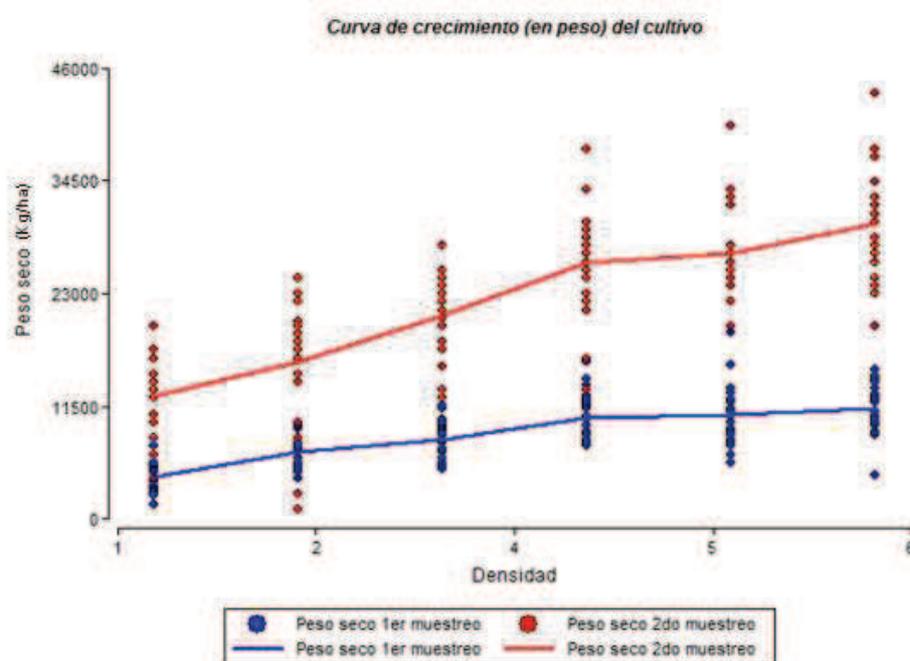


Figura 25: Curva de crecimiento (en peso seco) del cultivo de sorgo granífero.

Análisis de correlación (ver anexo, análisis de correlación):

El rendimiento estaría influenciado por las 3 variables evaluadas en el análisis de correlación (peso seco, peso de panoja y altura), siendo la altura la variable que menos influye en el mismo. Sin embargo, no se pudo evaluar como estaría influenciado el rendimiento por las variables: número de granos por metro cuadrado, peso de mil granos y números de granos por panoja.

DISCUSIÓN

Willingham (1965), demostró que el rendimiento disminuye a medida que se aumenta la densidad y se incrementa el distanciamiento entre hileras.

Cocimano y Severina (1997), evaluaron las densidades óptimas a utilizar en una siembra convencional utilizando un distanciamiento entre hileras de 70 centímetros, para híbridos de ciclo corto, medio y largo.

Conley (2003), demostró que el número de granos como así también el número de panojas por planta tienden a disminuir a medida que se aumenta la densidad. También evidenció que el rendimiento aumenta a medida que se aumenta la cantidad de plantas por hectárea y se disminuye el espaciado entre surcos.

Cordes y Giorda (2008), evidenciaron cuales son las densidades óptimas, en un modelo de siembra directa, en diferentes regiones y utilizando híbridos de ciclo corto, medio y largo en cada una de las regiones.

González y Scheidl (2008), mostraron cuales son las densidades óptimas para los distanciamientos de 0,35, 0,52 y 0,70 metros.

Al igual que Willingham (1987) y Conley (2003) el rendimiento se incrementó a medida que se aumentaba la densidad de plantas por hectárea.

El mayor rendimiento se alcanzó con el híbrido macollador (híbrido 2) mediante la utilización de 280.000 plantas por hectárea y con el híbrido no macollador (híbrido 1) mediante la utilización de 240.000 y 280.000 plantas por hectárea, no habiendo diferencias significativas entre estos tratamientos; estando en desacuerdo con lo mostrado en el ensayo realizado por Cordes y Giorda (2008); quienes establecieron que con una densidad de 180.000 plantas por hectárea y un distanciamiento de 0,35 a 0,70 centímetros, se alcanza el mayor rendimiento. Además estudios realizados por González y Scheidl (2008), demostraron que con una

densidad de 182.000 plantas por hectárea y un espaciamiento de 0,35 hasta 0,70 centímetros, variando la cantidad de plantas por metro lineal según el distanciamiento que se utilice, se obtiene el mayor rendimiento (ver anexo, análisis de varianza y ver resultados, figura número 7).

Se realizaron muestreos en dos etapas diferentes (V7 y madurez fisiológica) para poder analizar el crecimiento del cultivo y como evolucionaban las variables a lo largo del ciclo del cultivo de sorgo granífero.

En cuanto a la altura, al igual que en el primer muestreo realizado en V7, en el segundo muestreo realizado en madurez fisiológica, se observó que a medida que se aumenta la cantidad de plantas por hectárea, tanto en el híbrido macollador (híbrido 2), como el no macollador (híbrido 1) de sorgo granífero, la altura tendió a aumentar. (ver cuadro 11). La causa por lo que se produjo esto puede deberse a que, al aumentar la densidad de plantas, las mismas tienden a competir por la luz y por lo tanto a crecer más. Además se evidenció que la altura fue mayor en todos los tratamientos al compararlo con el primer muestreo (ver cuadros 11 y 12).

A diferencia del primer muestreo, realizado en V7, en el segundo, realizado en madurez fisiológica, no se lograron encontrar diferencias significativas entre ambos híbridos. (ver anexo, análisis de varianza).

La variable altura de planta estuvo fuertemente influenciada tanto por la densidad de plantas como por el distanciamiento entre surcos, lográndose, en este segundo muestreo, la mayor altura utilizando distanciamientos de 16 y 48 centímetros entre hileras, sin embargo, el distanciamiento de 48 centímetros entre hileras no presentó diferencias significativas con ninguno de los demás espaciamientos (ver figura número 17 y anexo, análisis de varianza).

En cuanto a la densidad, a diferencia del primer muestreo, se pudo obtener la mayor altura utilizando densidades que varían de 160.000 a 280.000 plantas por hectárea. (ver figura 16 y anexo, análisis de varianza); ya que para esas densidades y espaciamientos propuestos la competencia por luz fue elevada permitiendo que se alcance la mayor altura.

Teniendo en cuenta el peso de plantas, al igual que en el primer muestreo esta variable tendió a aumentar a medida que se aumentaba la densidad de plantas para ambos híbridos de sorgo granífero. Esto sucede, ya que, al aumentar la densidad había una mayor cantidad de materia seca por hectárea como consecuencia de un aumento en la cantidad de plantas. (ver cuadro 12 y 13). De acuerdo con lo anterior, y a diferencia del primer muestreo en el cual se demostró que el mayor peso seco de planta se logró utilizando densidades que varían de 200.000 a 280.000 plantas por hectárea; en el segundo muestreo el mayor peso seco de planta se obtuvo únicamente para la densidad de 280.000 plantas por hectárea. (ver figura 20 y 22 y anexo, análisis de varianza)

El híbrido no macollador (híbrido 1) presentó un mayor peso seco de planta que el híbrido macollador (híbrido 2). La causa de esto, puede deberse a que el híbrido no macollador (híbrido 1) presentaba un tallo más desarrollado que el híbrido macollador (híbrido 2), haciendo que su peso fuera más elevado. (ver figura 23 y anexo, análisis de varianza)

El distanciamiento entre hileras no fue una variable que tenga un impacto directo en el peso seco de planta por hectárea al no demostrarse diferencias significativas en los distintos espaciamientos evaluados (ver anexo, análisis de varianza), fenómeno que se pudo observar en ambos muestreos.

CONCLUSIONES

1. El problema planteado en la introducción, referido a la necesidad de establecer la densidad y distanciamiento óptimo para el cultivo de sorgo granífero, los resultados obtenidos en el presente estudio, a nivel local, podrían contribuir a futuro a la solución de dicho problema. Pudiendo de esta manera confirmar la hipótesis ya que se ha podido encontrar las densidades y distanciamientos adecuados para cada híbrido. Sin embargo, es prudente aclarar que el rendimiento máximo obtenido no es un rendimiento óptimo para la zona donde se realizó el ensayo, las causas por las cuales no se pudo obtener un rendimiento aún mayor fueron debido a la falta de fertilización fosforada y azufrada, en algunos casos por problemas de malezas principalmente *Cynodon dactylon*, por la incidencia de enfermedades causadas por el complejo de hongos de suelo en la raíz y el tallo y por el germoplasma, debido a que en el híbrido macollador había muchas plantas fuera de tipo.
2. Los distanciamientos entre hileras evaluados, no presentaron un efecto importante en los rendimientos en granos obtenidos, para ambos híbridos, en el presente estudio.
3. No se encontró la densidad en la cual el rendimiento comienza a disminuir, probablemente debido a la gran cantidad de precipitaciones que se produjeron durante el ciclo del cultivo y, por lo tanto, no se originó una gran competencia por el recurso agua entre las plantas.
4. No existen diferencias en cuanto al comportamiento entre los dos híbridos, aumentando ambos el rendimiento al aumentar la densidad.
5. Por último, se puede observar que el rendimiento estaría determinado principalmente por el peso seco de la planta y de la panoja y en menor grado por la altura de la planta, por lo tanto, todos estos factores intervinieron en el rendimiento esperado.

Quedaría pendiente realizar este análisis con las variables peso de mil semillas y el número de semillas por panoja, para poder demostrar en qué medida estas variables intervendrían en la formación de rendimiento. (ver anexo, análisis de correlación)

BIBLIOGRAFIA

- ATKINS, R.E., V.H. REICH, and J.J KERN, 1968. "Performance of short stature grain sorghum hybrids at different row and plant spacings". Agron. J. 60: 515-518.
- BLUM, A., and M. NAVEH, 1976. "Improved water-use efficiency in dryland grain sorghum by promoted plant competition". Agron, J. 68: 125-133.
- BRUNS, H.A., and R.D. HORROCKS, 1984. "Relationship of yield components of main culms and tillers of grain sorghum". Field Crops Res. 8: 125-133.
- CLEGG, M.D, 1972. "Light and yield related aspects of sorghum canopies". Pp, 279-301. IN N.G. RAO and L.R. HOUSE (ed.) Sorghum in the Seventies, vol. 1.Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.
- COCIMANO M. y E. SEVERINA, 1997. "Sorgo, una alternativa necesaria".
- CONLEY, S. P., 2003. "Grain Sorghum Response to Row Spacing, Plant Density, and Planter Skips".
- COURETOT L., G. FERRARIS y F. MOUSEGNE. 2010, "Evaluación de diferentes estrategias de control de enfermedades de fin de ciclo en soja. Respuestas a la aplicación de fungicidas foliares en variedades de diferente comportamiento frente a mancha ojo de rana". Pp: 3
- FISCHER, K.S., y G. L WILSON, 1975, "Studies of grain production in Sorghum bicolor" (L, Moench), V, "Effect of planting density on growth and yield". Aust. J. Agric. Res. 26: 31-41.
- GANGE, M. 2008. INTA Concepción del Uruguay. Disponible en <http://www.elsitioagricola.com/articulos/gange/sorgo-granifero.asp>
- GIORDA, L. y G. G. CORDES. Actualización 2008 "Sorgo, un cultivo que se impone". EEA INTA Manfredi – Córdoba. Disponible en <http://www.todoagro.com.ar/todoagro2/nota.asp?id=8425>

- GÓNZALEZ, N C y G. E. SHEIDL, 2008. "La implantación del cultivo de Sorgo". INTA Pergamino. Pp 1- 2 - 3
- HESLEHURST, 1983. "Effect of population density and planting pattern on yield response of grain sorghum". Field Crops Res. 7: 213-222.
- HEGDE, B.R, D.J, MAJOR, D.B. WILSON, y K.K KROGMAN. 1976. "Effects of row spacing and population density on grain sorghum production in southern". Alberta. Can. J. Plant Sci. 56: 31-37.
- INTA ANGUIL, 2007. "Consideraciones para el cultivo de sorgo granífero". Disponible en <http://www.engormix.com/MA-agricultura/pasturas/articulos/consideraciones-cultivo-sorgo-granifero-t1688/089-p0.htm>
- JAIYESIMI, S. T. 1979. "Yield and tillering response of grain sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) hybrids to planting date and density". Ph. D. dissertation, Kansas State University.
- KARCHI, Z., y Y. RUDICH, 1966. "Effects of row width and seedling spacing on yield and its components in grain sorghum grown under dryland conditions". Agron. J. 58: 602-604.
- LAING, D. 1991. "Sorgo para el futuro". SEMINARIO INTERNACIONAL SOBRE EL CULTIVO DEL SORGO - Cali, Colombia. pp 35 - 36.
- MANN, H.O. 1965, "Effects of rates of seeding and row widths on grain sorghum grown under dryland conditions". Agron. J. 57: 173-176.
- MYERS, R.J.K, y M. A. FOALE, 1980. "Row spacing and population density in Australian grain sorghum production". J. Aust. Inst. Agric. Sci. 1980: 214-220.
- SAGPYA, 2007. "Perfil del mercado del sorgo junio 2007". Disponible en: <http://www.sagpya.mecon.gov.ar>
- STICKLER, F.C, y N. S. WEARDE, 1965. "Yield and yield components of grain sorghum as affected by row width and stand density". Agron. J. 57: 564-567.

- VILLAR, J. y G. CENCIG, 2008. “Comportamiento de cultivares de sorgo granífero”. INTA EEA Rafaela.
- WILSON, G.L., y J. D. EASTIN, 1982. “The plant and its environment”. Pp. 101-119. In N.G.P. Rao and L.R. House (ed.) Sorghum in the Eighties, vol 2.Oxford and IBH Publishing Co., New Delhi.
- WILLINGHAM, J. M, B. S. 1987 “Effects of row spacing and plant population density on the yield of dryland grain sorghum”.
- ZAMORA, M. S. y MELIN, A. A, 2007 “SORGO EN EL SUR”. Chacra Experimental Integrada Barrow (INTA-MAA) - Chacra Experimental Cnel. Suárez-Pasman (MAA) - Proyecto Regional Desarrollo de Sistemas Mixtos Agrícola-ganaderos en el Área del CERBAS.
- PÁGINAS DE INTERNET : www.maizar.org.ar ; www.sagpya.mecon.gov.ar ; www.elsitioagricola.com ; www.todoagro.com.ar ; www.engormix.com

SUMARIO

Se realizó una evaluación de dos híbridos de sorgo granífero (09AD18*RT11 y AD-80STA) y se utilizó el diseño de parcelas divididas al azar. El objetivo general de la evaluación fue generar información para ajustar la densidad de siembra y el espaciamiento entre surcos según la capacidad de macollaje de cultivares de sorgo granífero. El ensayo se realizó en el Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Pergamino, con las siguientes condiciones: suelo argiudol típico de pH 5,3. La fecha de siembra fue el 15 de noviembre de 2009.

Entre otras variables se consideraron: rendimiento en kilogramos por hectárea, número de semillas por metro cuadrado, peso de mil semillas en gramos; peso de panoja en kilogramos, altura de plantas en centímetros y peso seco de plantas en kilogramos.

Se concluye que a una densidad de 280.000 plantas para el híbrido macollador sería la recomendada para alcanzar el mayor rendimiento y de 240.000 y 280.000 plantas para el híbrido no macollador, sin haber diferencias significativas entre los diferentes distanciamientos entre hileras.

ANEXO



Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria

Estación Experimental Pergamino
Laboratorio de Gestión ambiental de Suelos y Aguas

Nombre solicitante: Gustavo Ferraris
Dirección:
TE: FAX: E-mail: nferraris@pergamino.inta.gov.ar
Establecimiento: Ubicación:
Fecha arribo: 04/12/2009 Fecha emisión: 15/12/2009

Identificación	Pico			
Prof cm	0-20	20-40		
Muestras N°	11725	11726		
pH	5,3			
CE	0,06			
C	13,3			
Pe	30,3			
N-NO3	6	5		

Identificación	Pico			
pH Agua (1:2,5)	Fuertemente ácido			
CE dS m ⁻¹	Baja			
C g kg ⁻¹	Pobrememente provisto			
Pe mg kg ⁻¹	Muy bien provisto			
N-NO ₃ mgkg ⁻¹				

--	--	--	--	--

Propiedad	Denominación	Método
pH	pH actual	Potenciométrico, Suelo/Agua 1:2,5
CE	Conductividad eléctrica del suelo	Potenciométrico, Suelo/Agua 1:2,5
C	Carbono orgánico	Combustión húmeda
Pe	P extractable	pH < 7 Bray y Kurtz N°1 pH > 7 Olsen
N-NO ₃	N de nitratos	Acido fenoldisulfónico

Av. Frondizi Km. 4,5 B2700WAA, Pergamino - Buenos Aires - Argentina
Tel: 54 - 2477 - 439029 439063 Fax: 54 - 2477 - 439000/47
E - mail: andriulo@pergamino.inta.gov.ar Internet: http://pergamino.inta.gov.ar

Análisis del suelo donde se realizo el ensayo.

Tabla 1: Superficie sembrada de los principales cultivos en las últimas dos campañas (Fuente: Sagpya, 2007)

Cultivo	2005/06	2006/07	Variación %
	Miles de has		
Soja	15329	16100	+ 5
Girasol	2260	2440	+ 8
Colza	7	11	+ 57
Trigo	5212	5600	+ 7,4
Cebada	273	339	+ 24,2
Avena	1023	1067	+ 4,3
Maíz	3190	3570	+ 11,9
Sorgo	577	700	+ 21,3

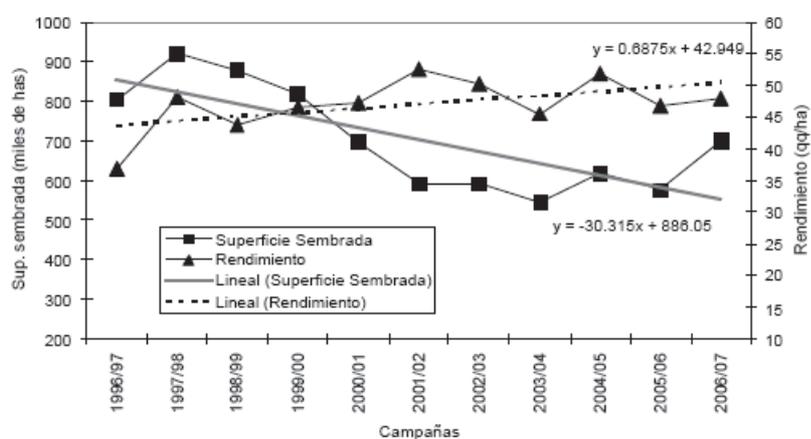


Figura 1: evolución de la superficie sembrada y rendimiento de sorgo en Argentina (Fuente: Sagpya, 2007).

Tabla 1: Superficie sembrada de los principales cultivos en las campañas 2005/06 y 2006/07 (SAGPYA 2007)

Figura 1: Evolución de la superficie sembrada y rendimiento de sorgo en Argentina (SAGPYA 2007)



Figura número 2: Exportaciones de sorgo por campaña (Página de internet: www.maizar.org.ar, 2010)

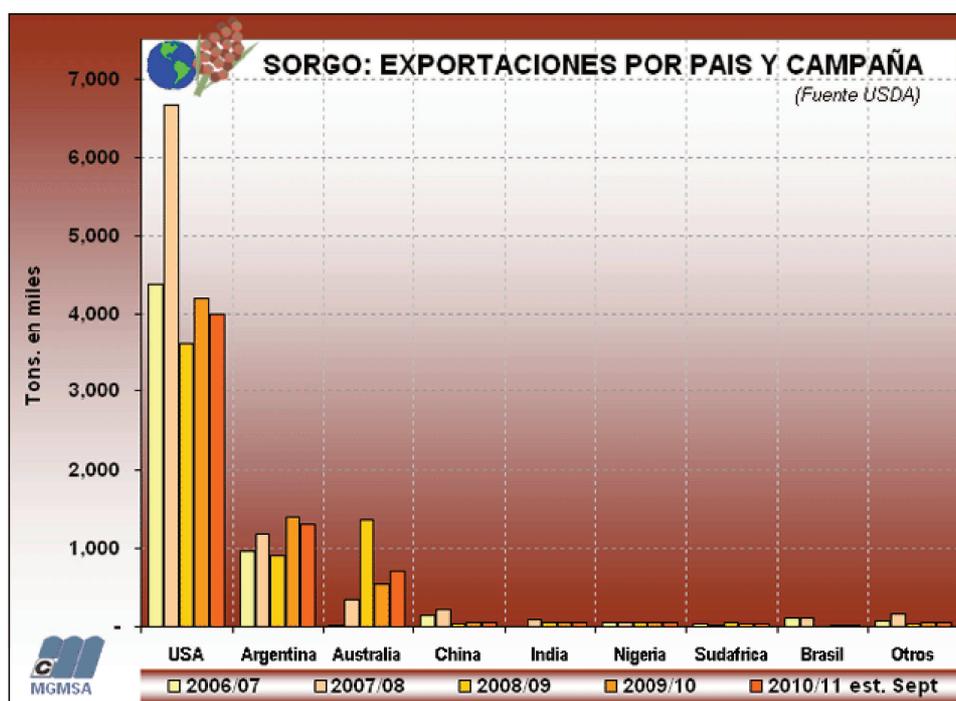


Figura 3: Exportaciones por país y campaña (Página de internet: www.maizar.org.ar, 2010)

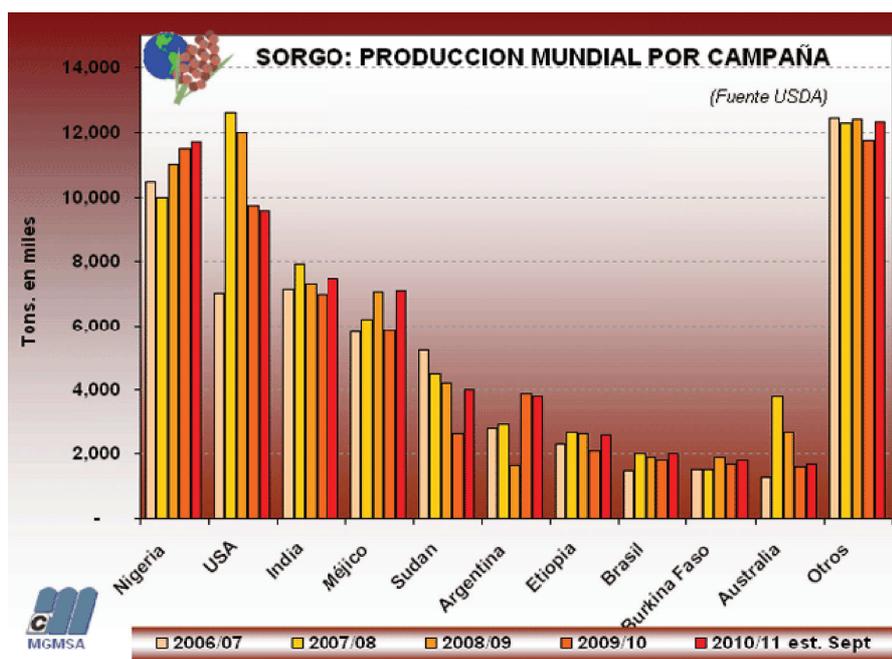


Figura número 4: Producción mundial por campaña (Página de internet: www.maizar.org.ar, 2010)

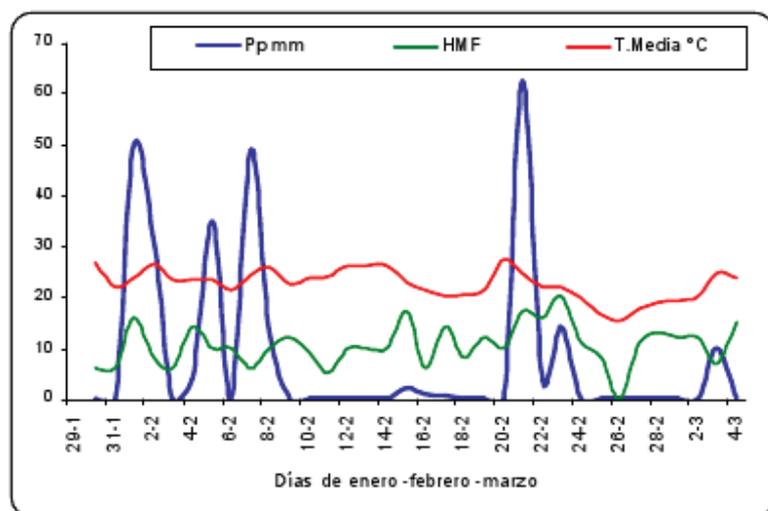


Figura número 5: precipitaciones expresadas en milímetros (Pp mm), horas de mojado foliar (HMF) y temperaturas medias (T Medias) durante fines de enero, febrero y principios de marzo en Pergamino, Buenos Aires, campaña 2009/10 (Couretot Lucrecia, Ferraris Gustavo y Mousegne Fernando, 2010).

Análisis estadísticos:

1- Rendimiento:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
rendimiento	144	0,94	0,82	11,00

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	207442999,21	98	2116765,30	7,59	<0,0001
bloque	4823310,79	2	2411655,40	8,65	0,0007
hibrido	576713,67	1	576713,67	2,07	0,1573
espaciamiento	386160,24	3	128720,08	0,46	0,7105
densidad	158674720,40	5	31734944,08	113,81	<0,0001
bloque*hibrido	899147,68	2	449573,84	1,61	0,2107
bloque*espaciamiento	2860466,99	6	476744,50	1,71	0,1407
bloque*densidad	2844575,12	10	284457,51	1,02	0,4421
hibrido*espaciamiento	204531,08	3	68177,03	0,24	0,8648
hibrido*densidad	5125545,12	5	1025109,02	3,68	0,0071
espaciamiento*densidad	6636089,80	15	442405,99	1,59	0,1162
bloque*hibrido*espaciamiento	1633861,99	6	272310,33	0,98	0,4521
bloque*hibrido*densidad	2865522,90	10	286552,29	1,03	0,4363
bloque*hibrido*espaciamiento*densidad	19912353,43	30	663745,11	2,38	0,0041
Error	12547350,73	45	278830,02		
Total	219990349,94	143			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 278830,0162 gl: 45

bloque	Medias	n	E.E.	
3,00	4551,63	48	76,22	A
1,00	4863,48	48	76,22	B
2,00	4986,46	48	76,22	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 278830,0162 gl: 45

densidad	Medias	n	E.E.	
1,00	2977,88	24	107,79	A
2,00	3973,33	24	107,79	B
3,00	4848,67	24	107,79	C
4,00	5300,17	24	107,79	D
5,00	5583,29	24	107,79	D
6,00	6119,79	24	107,79	E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 278830,0162 gl: 45

hibrido	densidad	Medias	n	E.E.	
2,00	1,00	2858,42	12	152,43	A
1,00	1,00	3097,33	12	152,43	A
2,00	2,00	3690,00	12	152,43	B
1,00	2,00	4256,67	12	152,43	C
1,00	3,00	4709,17	12	152,43	D
2,00	3,00	4988,17	12	152,43	D
2,00	4,00	5287,83	12	152,43	E
2,00	5,00	5288,33	12	152,43	E
1,00	4,00	5312,50	12	152,43	E
1,00	5,00	5878,25	12	152,43	F
1,00	6,00	5928,92	12	152,43	F
2,00	6,00	6310,67	12	152,43	F

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Análisis de la varianza

hibrido	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,00	rendimiento	72	0,72	0,70	13,37

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo	70534090,11	5	14106818,02	33,37	<0,0001
densidad	70534090,11	5	14106818,02	33,37	<0,0001
Error	27898283,17	66	422701,26		
Total	98432373,28	71			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 422701,2601 gl: 66

densidad	Medias	n	E.E.		
1,00	3097,33	12	187,68	A	
2,00	4256,67	12	187,68		B
3,00	4709,17	12	187,68		B
4,00	5312,50	12	187,68		C
5,00	5878,25	12	187,68		D
6,00	5928,92	12	187,68		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

hibrido	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,00	rendimiento	72	0,77	0,75	13,68

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo	93266175,40	5	18653235,08	44,42	<0,0001
densidad	93266175,40	5	18653235,08	44,42	<0,0001
Error	27715087,58	66	419925,57		
Total	120981262,99	71			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 419925,5694 gl: 66

densidad	Medias	n	E.E.		
1,00	2858,42	12	187,07	A	
2,00	3690,00	12	187,07		B
3,00	4988,17	12	187,07		C
4,00	5287,83	12	187,07		C
5,00	5288,33	12	187,07		C
6,00	6310,67	12	187,07		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

2- Peso Panoja:

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso panoja	144	0,83	0,44	24,57

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2338,29	98	23,86	2,17	0,0023
bloque	24,03	2	12,01	1,09	0,3444
hibrido	207,65	1	207,65	18,86	0,0001
espaciamiento	7,97	3	2,66	0,24	0,8670
densidad	1336,99	5	267,40	24,29	<0,0001
bloque*hibrido	43,88	2	21,94	1,99	0,1481
bloque*espaciamiento	112,66	6	18,78	1,71	0,1417
bloque*densidad	223,55	10	22,35	2,03	0,0521
hibrido*espaciamiento	1,73	3	0,58	0,05	0,9840
hibrido*densidad	30,96	5	6,19	0,56	0,7282
espaciamiento*densidad	118,40	15	7,89	0,72	0,7544
bloque*hibrido*espaciamiento	14,64	6	2,44	0,22	0,9678
bloque*hibrido*densidad	74,82	10	7,48	0,68	0,7372
bloque*hibrido*espaciamiento*densidad	141,01	30	4,70	0,43	0,9921
Error	495,36	45	11,01		
Total	2833,65	143			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 11,0079 gl: 45

hibrido	Medias	n	E.E.
2,00	12,30	72	0,39 A
1,00	14,70	72	0,39 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 11,0079 gl: 45

densidad	Medias	n	E.E.
1,00	8,40	24	0,68 A
2,00	11,74	24	0,68 B
3,00	12,76	24	0,68 B C
4,00	14,36	24	0,68 C D
5,00	15,78	24	0,68 D
6,00	17,98	24	0,68 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p < 0,05$)

3- Altura de planta (primer muestreo, V7):

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura	144	0,85	0,52	4,92

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1,11	98	0,01	2,60	0,0003
bloque	0,12	2	0,06	14,11	<0,0001
hibrido	0,15	1	0,15	35,37	<0,0001
espaciamiento	0,06	3	0,02	4,35	0,0090
densidad	0,27	5	0,05	12,39	<0,0001
bloque*hibrido	0,11	2	0,06	12,75	<0,0001
bloque*espaciamiento	0,02	6	2,7E-03	0,62	0,7157
bloque*densidad	0,02	10	1,6E-03	0,37	0,9528
hibrido*espaciamiento	0,01	3	3,2E-03	0,74	0,5359
hibrido*densidad	0,05	5	0,01	2,10	0,0832
espaciamiento*densidad	0,09	15	0,01	1,34	0,2197
bloque*hibrido*espaciamien..	0,01	6	2,1E-03	0,48	0,8221
bloque*hibrido*densidad	0,04	10	3,5E-03	0,81	0,6191
bloque*hibrido*espaciamien..	0,17	30	0,01	1,32	0,1981
Error	0,20	45	4,4E-03		
Total	1,31	143			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0044 gl: 45

bloque	Medias	n	E.E.
1,00	1,31	48	0,01 A
2,00	1,34	48	0,01 A
3,00	1,38	48	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0044 gl: 45

hibrido	Medias	n	E.E.
2,00	1,31	72	0,01 A
1,00	1,38	72	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0044 gl: 45

espaciamiento	Medias	n	E.E.
1,00	1,31	36	0,01 A
2,00	1,36	36	0,01 B
3,00	1,36	36	0,01 B
4,00	1,36	36	0,01 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0044 gl: 45

densidad	Medias	n	E.E.		
1,00	1,28	24	0,01	A	
2,00	1,31	24	0,01	A	B
3,00	1,32	24	0,01		B
4,00	1,37	24	0,01		C
6,00	1,39	24	0,01		C
5,00	1,39	24	0,01		C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0044 gl: 45

bloque	hibrido	Medias	n	E.E.		
2,00	2,00	1,27	24	0,01	A	
1,00	2,00	1,31	24	0,01		B
1,00	1,00	1,31	24	0,01		B
3,00	2,00	1,36	24	0,01		C
2,00	1,00	1,41	24	0,01		D
3,00	1,00	1,41	24	0,01		D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Análisis de la varianza

hibrido	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,00	altura	72	0,21	0,18	6,44

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,14	2	0,07	8,98	0,0003
bloque	0,14	2	0,07	8,98	0,0003
Error	0,54	69	0,01		
Total	0,68	71			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0079 gl: 69

bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	1,31	24	0,02	A
2,00	1,41	24	0,02	B
3,00	1,41	24	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

hibrido	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,00	altura	72	0,20	0,18	5,65

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0,09	2	0,05	8,54	0,0005
bloque	0,09	2	0,05	8,54	0,0005
Error	0,38	69	0,01		
Total	0,47	71			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0055 gl: 69

bloque	Medias	n	E.E.	
2,00	1,27	24	0,02	A
1,00	1,31	24	0,02	A
3,00	1,36	24	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

4- Altura de planta (Segundo muestreo madurez fisiológica):

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
altura	144	0,82	0,43	6,39

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2,04	98	0,02	2,09	0,0035
bloque	0,11	2	0,05	5,46	0,0075
hibrido	0,02	1	0,02	2,18	0,1467
espaciamiento	0,09	3	0,03	3,03	0,0388
densidad	1,02	5	0,20	20,38	<0,0001
bloque*hibrido	0,02	2	0,01	1,21	0,3081
bloque*espaciamiento	0,03	6	0,01	0,53	0,7853
bloque*densidad	0,05	10	0,01	0,54	0,8540
hibrido*espaciamiento	4,3E-03	3	1,4E-03	0,14	0,9332
hibrido*densidad	0,14	5	0,03	2,82	0,0266
espaciamiento*densidad	0,15	15	0,01	1,04	0,4389
bloque*hibrido*espaciamen..	0,05	6	0,01	0,85	0,5361
bloque*hibrido*densidad	0,16	10	0,02	1,56	0,1493
bloque*hibrido*espaciamen..	0,19	30	0,01	0,62	0,9116
Error	0,45	45	0,01		
Total	2,49	143			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0100 gl: 45

bloque	Medias	n	E.E.	
1,00	1,53	48	0,01	A
3,00	1,57	48	0,01	B
2,00	1,59	48	0,01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0100 gl: 45

espaciamiento	Medias	n	E.E.	
1,00	1,52	36	0,02	A
3,00	1,56	36	0,02	A B
2,00	1,58	36	0,02	B
4,00	1,59	36	0,02	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0100 gl: 45

densidad	Medias	n	E.E.	
1,00	1,42	24	0,02	A
2,00	1,51	24	0,02	B
3,00	1,54	24	0,02	B
4,00	1,62	24	0,02	C
5,00	1,65	24	0,02	C
6,00	1,65	24	0,02	C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes(p<= 0,05)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0100 gl: 45

hibrido	densidad	Medias	n	E.E.					
1,00	1,00	1,36	12	0,03	A				
1,00	2,00	1,47	12	0,03		B			
2,00	1,00	1,48	12	0,03		B			
2,00	3,00	1,52	12	0,03		B	C		
2,00	2,00	1,55	12	0,03		B	C	D	
1,00	3,00	1,56	12	0,03		B	C	D	
1,00	4,00	1,60	12	0,03			C	D	E
2,00	6,00	1,62	12	0,03				D	E
1,00	5,00	1,63	12	0,03				D	E
2,00	4,00	1,64	12	0,03				D	E
2,00	5,00	1,66	12	0,03					E
1,00	6,00	1,68	12	0,03					E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Análisis de la varianza

hibrido	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
1,00	altura	72	0,57	0,54	6,28

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo	0,83	5	0,17	17,50	<0,0001
densidad	0,83	5	0,17	17,50	<0,0001
Error	0,63	66	0,01		
Total	1,45	71			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0095 gl: 66

densidad	Medias	n	E.E.				
1,00	1,36	12	0,03	A			
2,00	1,47	12	0,03		B		
3,00	1,56	12	0,03			C	
4,00	1,60	12	0,03			C	D
5,00	1,63	12	0,03			C	D
6,00	1,68	12	0,03				D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

hibrido	Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
2,00	altura	72	0,32	0,27	6,47

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	ql	CM	F	p-valor
Modelo	0,33	5	0,07	6,31	0,0001
densidad	0,33	5	0,07	6,31	0,0001
Error	0,69	66	0,01		
Total	1,01	71			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 0,0104 gl: 66

densidad	Medias	n	E.E.				
1,00	1,48	12	0,03	A			
3,00	1,52	12	0,03	A			
2,00	1,55	12	0,03	A	B		
6,00	1,62	12	0,03		B	C	
4,00	1,64	12	0,03			C	
5,00	1,66	12	0,03			C	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

5- Peso seco (primer muestreo V7):

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso seco (kg/ha)	144	0,84	0,48	27,50

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1287289087,50	98	13135602,93	2,36	0,0009
bloque	1475104,17	2	737552,08	0,13	0,8763
hibrido	71529306,25	1	71529306,25	12,84	0,0008
espaciamiento	2844040,97	3	948013,66	0,17	0,9160
densidad	878901381,25	5	175780276,25	31,56	<0,0001
bloque*hibrido	3180204,17	2	1590102,08	0,29	0,7530
bloque*espaciamiento	28145790,28	6	4690965,05	0,84	0,5442
bloque*densidad	36535620,83	10	3653562,08	0,66	0,7580
hibrido*espaciamiento	16060974,31	3	5353658,10	0,96	0,4193
hibrido*densidad	24549947,92	5	4909989,58	0,88	0,5013
espaciamiento*densidad	61081554,86	15	4072103,66	0,73	0,7407
bloque*hibrido*espaciamien..	13050356,94	6	2175059,49	0,39	0,8813
bloque*hibrido*densidad	33857554,17	10	3385755,42	0,61	0,7988
bloque*hibrido*espaciamien..	116077251,39	30	3869241,71	0,69	0,8526
Error	250651506,25	45	5570033,47		
Total	1537940593,75	143			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 5570033,4722 gl: 45

hibrido	Medias	n	E.E.
2,00	7876,67	72	278,14 A
1,00	9286,25	72	278,14 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 5570033,4722 gl: 45

densidad	Medias	n	E.E.
1,00	4306,67	24	481,75 A
2,00	6757,50	24	481,75 B
3,00	8117,50	24	481,75 B
4,00	10384,17	24	481,75 C
5,00	10625,00	24	481,75 C
6,00	11297,92	24	481,75 C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$)

6- Peso seco (segundo muestreo – madurez fisiológica):

Análisis de la varianza

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
peso seco	144	0,89	0,64	21,38

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	7773204905,21	98	79318417,40	3,55	<0,0001
bloque	100210363,54	2	50105181,77	2,24	0,1180
hibrido	199598029,34	1	199598029,34	8,93	0,0045
espaciamiento	66178576,91	3	22059525,64	0,99	0,4074
densidad	5676610049,48	5	1135322009,90	50,80	<0,0001
bloque*hibrido	38933244,10	2	19466622,05	0,87	0,4255
bloque*espaciamiento	280141568,40	6	46690261,40	2,09	0,0733
bloque*densidad	185836301,04	10	18583630,10	0,83	0,6010
hibrido*espaciamiento	18746360,24	3	6248786,75	0,28	0,8398
hibrido*densidad	36304055,03	5	7260811,01	0,32	0,8954
espaciamiento*densidad	319279976,22	15	21285331,75	0,95	0,5173
bloque*hibrido*espaciamen..	70646943,40	6	11774490,57	0,53	0,7849
bloque*hibrido*densidad	163343587,15	10	16334358,72	0,73	0,6916
bloque*hibrido*espaciamen..	617375850,35	30	20579195,01	0,92	0,5882
Error	1005730918,23	45	22349575,96		
Total	8778935823,44	143			

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 22349575,9606 gl: 45

hibrido	Medias	n	E.E.
2,00	20932,78	72	557,15 A
1,00	23287,43	72	557,15 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

Test:Duncan Alfa=0,05

Error: 22349575,9606 gl: 45

densidad	Medias	n	E.E.
1,00	12470,83	24	965,00 A
2,00	16049,79	24	965,00 B
3,00	20807,50	24	965,00 C
4,00	26103,33	24	965,00 D
5,00	27094,17	24	965,00 D
6,00	30135,00	24	965,00 E

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p<= 0,05)

7- Análisis de correlación:

Coefficientes de correlación

Correlación de Pearson: coeficientes\probabilidades

	altura	peso seco	peso panoja	rendimiento
altura	1,00	9,3E-09	4,4E-04	2,2E-08
peso seco	0,46	1,00	0,00	0,00
peso panoja	0,29	0,82	1,00	0,00
rendimiento	0,45	0,74	0,66	1,00

8- Test de normalidad:

Shapiro-Wilks (modificado)

Variable	n	Media	D.E.	W*	p (una cola)
numero de macollos	144	0,14	0,23	0,67	<0,0001

Trilladora:

