

**UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

**RESPUESTA A LA POBLACIÓN DE DOS HÍBRIDOS DE SORGO  
GRANIFERO. ZONA CENTRO**

**por**

**Enzo BENTANCOR CALLABA  
Pablo BENTANCOR CÁCERES**

**TESIS presentada como uno  
de los requisitos para obtener el  
título de Ingeniero Agrónomo.**

**MONTEVIDEO  
URUGUAY  
2010**

Tesis aprobada por:

Director: -----  
Ing. Agr. Oswaldo Ernst

-----  
Ing. Agr. Guillermo Siri Prieto

-----  
Ing. Agr. Juan Diego Cano

Fecha: 30 de Junio de 2010

Autores: -----  
Enzo Bentancor Callaba

-----  
Pablo Bentancor Cáceres

## **AGRADECIMIENTOS**

A nuestras familias por el apoyo brindado durante la elaboración de este trabajo.

Al Ing. Agr. Oswaldo Ernst, por su orientación y apoyo en el desarrollo de nuestro trabajo.

A la empresa Rutilán S.A por facilitarnos la semilla y al Ing. Agr Juan Diego Cano por su colaboración durante el ciclo del cultivo.

A la Sociedad Fomento Rural La Casilla por brindar el predio utilizado para poder realizar el trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
PAGINA DE APROBACION.....	II
AGRADECIMIENTOS.....	III
LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES.....	VI
1. <u>INTRODUCCION</u> .....	1
2. <u>REVISION BIBLIOGRÁFICA</u> .....	2
2.1. INTRODUCCIÓN.....	2
2.2. ORIGEN HISTÓRICO DEL SORGO.....	2
2.3. GRUPOS DE SORGOS GRANÍFEROS.....	4
2.4. CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO.....	6
2.4.1. <u>Ubicación taxonómica</u> .....	6
2.4.2. <u>Características</u> .....	7
2.5. APTITUD CLIMATICA DEL URUGUAY.....	10
2.6. FERTILIDAD DEL SUELO .....	11
2.6.1. <u>Macronutrientes</u> .....	12
2.6.2. <u>Micronutrientes</u> .....	12
2.6.3. <u>Descripción de los principales nutrientes</u> .....	13
2.6.3.1. Fósforo.....	14
2.6.3.2. Potasio.....	15
2.6.3.3. Nitrógeno.....	15
2.7. POBLACIÓN.....	18
2.7.1. <u>Componentes del rendimiento (Población)</u> .....	19
3. <u>MATERIALES Y METODOS</u> ..	23
3.1. TRATAMIENTOS.....	23
3.2. DETERMINACIONES .....	24
3.2.1. <u>Parámetros de desarrollo</u> .....	24
3.2.2. <u>Rendimiento y componentes</u> .....	25
3.2.3. <u>Materia seca</u> .....	26
3.3. ANALISIS ESTADISTICO.....	26
4. <u>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</u> .....	28
4.1. CONDICIONES GENERALES DEL AÑO Y DEL CULTIVO.....	28
4.2. RESPUESTA A LA POBLACIÓN.....	30
4.2.1. <u>Rendimiento en grano</u> .....	31

4.2.1.1. Componentes de rendimiento.....	32
4.2.2. <u>Producción y distribución de Materia seca (MS) por híbrido según población</u> .....	39
4.2.3. <u>Parámetros de desarrollo</u> .....	44
4.2.3.1. Parámetros foliares .....	45
5. <u>CONCLUSIONES</u> .....	49
6. <u>RESUMEN</u> .....	50
7. <u>SUMMARY</u> .....	51
8. <u>BIBLIOGRAFIA</u> .....	52
9. <u>APÉNDICES</u> .....	57

## LISTA DE CUADROS E ILUSTRACIONES

Cuadro No.	Página
1. Pérdida porcentual de rendimiento por déficit hídrico.....	9
2. Función de cada Nutriente.....	13
3. Cosecha de nutrientes por el cultivo.....	13
4. Características de los macronutrientes primarios.....	14
5. Respuesta esperable a la fertilización según cantidad de fósforo asimilable en el suelo.....	15
6. Fertilizantes Nitrogenados, Tipo y concentración.....	16
7. Contribución relativa y absoluta a la respuesta de rendimiento que se produce al pasar de 100 a 500 mil plantas há <sup>-1</sup> (Ghisellini y Holtz, 1984)...	19
8. Descripción de los tratamientos del ensayo.....	24
9. Principales características de los híbridos MS 102 y MS 109, evaluados en Estanduela durante la zafra 2006/2007, para siembra de segunda.....	24
10. Precipitaciones según estadio de crecimiento.....	29
11. Valores medios de: Plantas m <sup>-2</sup> , Tallos y panojas por planta y Panojas m <sup>-2</sup> por estrato de población según híbrido .....	32

Figura No.

1. Zonas del mundo donde se cultiva el sorgo.....	3
2. Distintos tipos de panojas de sorgos.....	6
3. Requerimiento hídrico del sorgo.....	8
4. Temperaturas a tener en cuenta para el cultivo.....	9
5. PH óptimo para el crecimiento del cultivo.....	10
6. Registro promedio de Precipitaciones 1961-1990 y 2007-2008.....	28
7. Temperaturas medias para la serie histórica (1980 a 2006) y zafra 07/08 localidad de Trinidad.....	29
8. Porcentaje de plantas logradas según densidad de siembra (semilla há <sup>-1</sup> )..	30
9. Rendimiento (kg grano ha <sup>-1</sup> ) en respuesta al aumento de población, para los híbridos MS 102 y MS 109.....	31
10. No. de tallos m <sup>-2</sup> , Panojas m <sup>-2</sup> en los distintos niveles de población, para los híbridos MS 102 y MS 109 (línea 1:1).....	33
11. Evolución del número de panojas por planta en respuesta a la población..	34
12. Rendimiento por Panoja en respuesta a la población para los híbridos MS 102 y MS 109.....	35
13. NGP para ambos cultivares (MS 102, MS 109) según estrato de población.....	36
14. PMG para ambos híbridos (MS 102, MS 109) según estratos de población.....	37
15. Coeficiente de sendero de los componentes del rendimiento en función del número de plantas logradas.....	38
16. Producción de biomasa a la cosecha (kg MS ha <sup>-1</sup> ) de ambos híbridos en	

respuesta al incremento del número de plantas $m^{-2}$ .....	39
17. Evolución de la biomasa (kg MS) por hectárea para el híbrido MS 102 (arriba) y MS 109 (abajo) según días post emergencia del cultivo para los tres estratos de población (bajo, medio y alto).....	40
18. Producción de Biomasa por planta (g Ms) a la cosecha de ambos híbridos en respuesta al incremento del número de plantas $m^{-2}$ .....	41
19. Evolución de materia seca por planta ( $g\ pl^{-1}$ ), para ambos híbridos ( MS 102 arriba y MS 109 abajo) según estrato de población.....	42
20. Índice de cosecha de ambos híbridos en respuesta al incremento del número de plantas $m^{-2}$ .....	43
21. Altura de planta según población para el híbrido MS 102 y MS 109.....	44
22. Excursión de panoja en función de la población para los híbridos MS 102 y MS 109.....	44
23. Evolución del área foliar ( $cm^2\ planta^{-1}$ ) para cada estrato de población para el MS 102 (arriba) y el MS 109 (abajo) según días post emergencia (Dpe) .....	46
24. Evolución del IAF para el Híbrido MS 102 (arriba) y el MS 109 (abajo) medido por estrato según días post emergencia (Dpe).....	47

## **1. INTRODUCCION**

A nivel mundial se producen unas 58 millones de toneladas de grano con una tendencia a aumentar su superficie, siendo EUA y Nigeria los principales productores de grano de sorgo con un 34% (Sánchez, 1996).

Se utiliza con dos destinos principales, producción animal a través del consumo directo del grano o elaboración de raciones y el consumo humano directo.

El sorgo es uno de los cultivos de verano más promisorios por su rusticidad y potencial de rendimiento, gracias a la misma se obtiene rendimientos promedio en seco que llegan aproximadamente a la mitad de su potencial a diferencia de otros cultivos de verano que no alcanzan estos valores como es el caso del maíz.

Se encuentra como principal limitante para alcanzar el 100 % del potencial de rendimiento en el país el déficit hídrico en el momento de mayor requerimiento del cultivo.

Como contrapartida, Uruguay ha tenido a lo largo de los años una tendencia a la baja en lo que se refiere a él área de producción de sorgo, teniendo su pico máximo a mediados de los setenta. Sin embargo el área de cultivos de verano en los últimos años ah aumentado debido principalmente al cultivo de soja, desplazando a el sorgo y a los demás cultivos de verano.

En el Uruguay los principales destinos de la producción de sorgo son: para la elaboración de raciones para las aves y el ganado. Es un producto que no se exporta directamente. Recientemente se ha generado la expectativa de incremento de la producción con destino a la producción de alcohol carburante.

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar el comportamiento en rendimiento de 2 cultivares de sorgo granífero manejando diferentes poblaciones.

## **2. REVISION BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1 INTRODUCCIÓN**

El sorgo es relativamente nuevo en el país como cultivo granífero, presentando buen potencial de desarrollo en nuestras condiciones dada su rusticidad y potencial de rendimiento en seco, poco superior al resto de los cultivos de verano.

El potencial de rendimiento ha ido aumentando en los últimos años debido a la implementación de tecnología: manejo del cultivo (56%), preparación de suelo y material genético (44%), es el cultivo que más responde a la evolución tecnológica (Díaz, citado por Algorta y Carcabelos , 2007).

### **2.2 ORIGEN HISTÓRICO DEL SORGO**

Los primeros informes muestran que el sorgo existió en India en el siglo I d. C. Esculturas que lo describen se hallaron en ruinas asirias de 700 años a. C. Sin embargo, el sorgo quizás sea originario de África Central -Etiopía o Sudán-, pues es allí donde se encuentra la mayor diversidad de tipos. Esta diversidad disminuye hacia el norte de África y Asia. Existen sin embargo, ciertas evidencias de que surgió en forma independiente tanto en África como en la India (Sánchez, 1996).

Los tipos salvajes encontrados en África Central y del Este no son aconsejables para usar en la agricultura actual, pero los fitogenetistas continúan buscándolos para crear nuevos germoplasmas, con el objeto de incorporar características deseables dentro de las líneas genéticas actuales.

El sorgo como cultivo doméstico llegó a Europa aproximadamente hacia el año 60 d. C. pero nunca se extendió mucho en este continente. No se sabe cuándo se introdujo la planta por primera vez en América. Las primeras semillas probablemente se llevaron al hemisferio Occidental en barcos de esclavos procedentes de África.

Los primeros sorgos dejaban mucho que desear como cultivo granífero. Eran muy altos y, por lo tanto, susceptibles al vuelco y difíciles de cosechar. Además maduraban muy tardíamente. Los tipos Kafir y Milo fueron seleccionados como productores de granos por los primeros colonos en las grandes planicies debido a que su tolerancia a la sequía es mayor que la del maíz (Sánchez, 1996).

Con el advenimiento de las máquinas cosechadoras se hicieron selecciones a partir de los materiales originales, obteniendo tipos más precoces y algo más bajos. Sin embargo, fue la combinación de "tipos" de sorgo granífero, iniciada por John B. Seiglinger de Oklahoma, lo que hizo posible cultivarlos utilizando la cosecha mecanizada.

El desarrollo posterior de los tipos precoces, así como de variedades resistentes a enfermedades e insectos, junto con el mejoramiento de otras prácticas de producción, estableció firmemente el sorgo granífero como un importante cultivo.

Pero el proceso más trascendental, sin embargo, aún no había llegado. Como resultado de las investigaciones de Quinby y Stephens de Texas, los híbridos se hicieron realidad hacia 1950 y actualmente los rendimientos alcanzan a más de 13.440 kg/ha en los sorgos graníferos híbridos.



Figura No.1. Zonas del mundo donde se cultiva el sorgo

Los sorgos graníferos se cultivan generalmente en áreas demasiado secas o cálidas para la producción exitosa de maíz. Se originaron en los trópicos, pero ahora están adaptados a Zonas Norte y Sur, tan alejadas como las latitudes de 45 grados (Siri, 2004).

Se los cultiva extensivamente en África, India, Manchuria, Argentina y EE.UU. Algunos sorgos también crecen en otras partes de Asia, Europa, América Central y del Sur. Están adaptados a los climas más áridos debido a:

- Sistema radical.
- Dormancia.

- Enrollamiento de las hojas.
- Baja relación de transpiración.
- Cubierta cerosa gruesa.
- Estomas más pequeños que maíz pero el doble más numerosos, le permite un mejor control atmosférico.

Además de su tendencia a reanudar el crecimiento cuando se alivia del stress hídrico, la planta de sorgo produce también nuevas cañas cuando se rompe la humedad si la sequía no fue prolongada.

Los sorgos graníferos tienen granos relativamente grandes que se separan fácilmente de las glumas. El tallo no es dulce. Los colores de los granos son blancos, amarillentos, rojos o rosa, pero entre los Kaoliangs y en los antipájaros predomina el color castaño, con pericarpio y testa coloreados, lo que indica presencia de tanino (Sánchez, 2005).

### **2.3 GRUPOS DE SORGOS GRANÍFEROS**

Existen variedades consideradas clásicas, que pueden englobarse en una serie típica de las diversas zonas del mundo en donde se ha cultivado el sorgo desde hace varios milenios.

#### Kafir

Originario de África Tropical desde donde se ha extendido por todo el mundo. Se caracteriza por poseer buena excursión de la panoja (compacta), por ser buen forrajero (plantas de 1,3 a 2,7 m de alto, tallo fuerte y de 12 a 15 hojas verde oscuro) y por su resistencia a la sequía.

#### Kaoliang

Constituye uno de los cultivos más antiguos de China. Está adaptado a zonas más frías. Posee poca excursión de la panoja, es poco macollador, con 7 a 10 hojas verde oscuro y cortas. El grano tiene tanino que le confiere un color castaño y propiedades antipájaro.

### Shallu

Procede de la India. También del tipo antipájaro pero en este caso debido a la gran flexibilidad de sus panojas. Es un sorgo de abundante macollaje, con 7 a 10 hojas verde claro, panojas erectas cónicas y muy laxas. El grano es pequeño, vítreo, duro, de color blanco amarillento.

Este grupo predomina en la Argentina, aunque tiene problemas de vuelco y mildew.

### Durra

Esta variedad está intensamente cultivada en el norte de África, sudoeste de Asia y en la India. Antipájaro por poseer panoja compacta y dura. Es un sorgo susceptible a la sequía. Tiene raquis, glumas y ramas de la panoja pubescentes, hojas oscuras y excursión de la panoja pobre. Hay dos tipos de Durras:

- a) de grano blanco aristado y
- b) de grano oscuro místico.

### Feterita

Procede de Sudán, su característica principal es la precocidad. Es intermedio entre Durra y Milo; tiene 8-9 hojas verde claro y buena excursión de panoja, la que es compacta y puntiaguda en el ápice. El grano, es color blanco tiza con testa marrón.

### Milo

Originario de África, es una variedad importante pues ha sido base de numerosas hibridaciones; es macollador, tiene 8-10 hojas verde oscuro con nervadura blanca, panoja oval, corta y compacta, con excursión pobre. El grano es blanco, amarillento o marrón y tiene embrión grande.

### Hegary

Da origen a los sorgos sensibles al fotoperíodo. Es resistente a sequía por detención del crecimiento. Tiene abundante macollaje, forraje y tallos

jugosos, lo que lo hace muy apto para pastoreo. La panoja es elíptica, semicompacta con aspecto de ramillete y el grano es blanco-azulado.

Las diversas variedades de sorgo, antes descritas, fueron cultivadas con sus métodos tradicionales en sus países de origen, y pueden sistematizarse en dos grandes grupos, el de los sorgos chinos, que comprendían al tipo Kaoliang y el de los africanos y de Sudasia, correspondientes a zonas más cálidas que la variedad anterior y que comprende a las variedades Durra, Kafir, Milo, Hegary y Feterita.

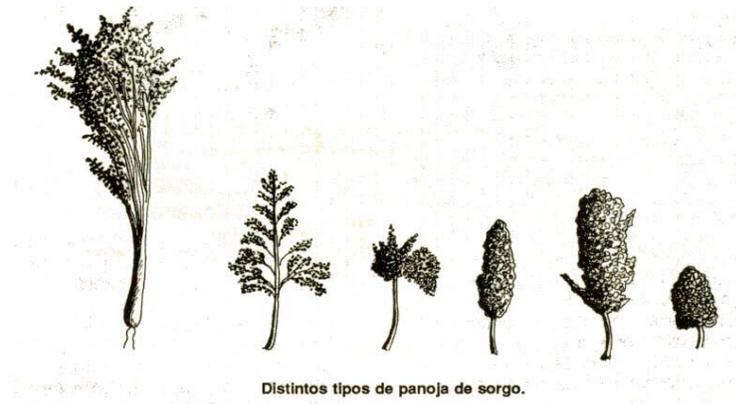


Figura No. 2. Distintos tipos de panojas de sorgos

Los grupos Hegary y Kafir tienen dormancia, o sea que no florecen hasta que existan condiciones apropiadas de humedad, siendo resistentes a la sequía. En cambio hay otros grupos que mediante su precocidad eluden a la sequía, como el Milo (Alloatti, 1995).

## 2.4 CARACTERÍSTICAS DEL CULTIVO

### 2.4.1 Ubicación taxonómica

Botánicamente el sorgo se ubica en la familia GRAMINEA, subfamilia PANICOIDEAE, tribu ANDROPOGONEAE y genero SORGHUM, y su nombre científico es *Sorghum bicolor*<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Ernst, O. 2008. Com. personal.

## **2.4.2 Características**

### **Suelo**

Se comporta mejor en suelos franco-limosos, franco-arcillo-limosos, preferentemente no calcáreo; sin embargo, si el drenaje es bueno se da en casi cualquier suelo. Se da bien en suelos poco fértiles; pero los rendimientos aumentan a veces en forma espectacular bajo un régimen adecuado de fertilización con nitrógeno, fósforo, potasio y azufre. Aparentemente, es un cultivo muy agotador del suelo, en esto supera al maíz, tanto en humedad como en nutrientes, en especial nitrógeno.

Esto se observa en los rendimientos de los cultivos que lo siguen en el mismo terreno. Por ello se considera oportuno que siga un período de barbecho al cultivo del sorgo, se siembren leguminosas inoculadas o se proceda a una abundante fertilización con nitrógeno orgánico e inorgánico.

### **Necesidades hídricas**

El sorgo tolera mejor la sequía y el exceso de humedad en el suelo que la mayoría de los cereales y crece bien bajo una amplia gama de condiciones en el suelo.

Responde favorablemente a la irrigación, lográndose excelentes resultados bajo riego. Requiere un mínimo de 250 mm durante su ciclo para llegar a producir grano y pueden obtenerse buenos rendimientos con 350 mm, Pero, para lograr altas producciones, el requerimiento de agua varía entre 450 y 600 mm, dependiendo del ciclo del híbrido elegido y las condiciones ambientales.

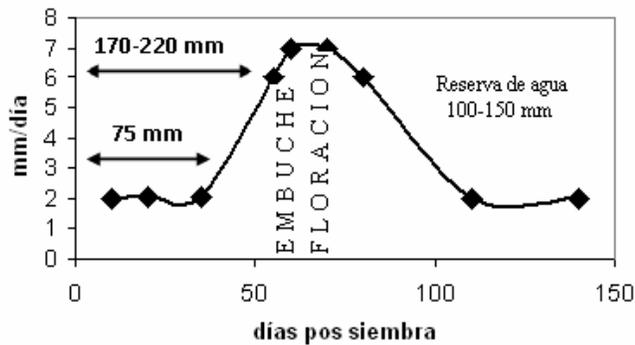


Figura No. 3. Requerimiento hídrico del sorgo

Las mayores exigencias en agua comienzan unos 30 días después de la emergencia y continúan hasta el llenado de los granos, siendo las etapas más críticas las de panojamiento y floración, puesto que deficiencias hídricas en estos momentos producen importantes mermas en los rendimientos.

Los mayores rendimientos se lograrán cuando el uso de agua esté disponible durante toda la estación de cultivo.

A pesar de que el sorgo tiene la capacidad de permanecer latente durante la sequía, para volver luego a crecer en períodos favorables, las situaciones de stress modifican su comportamiento: el inicial conduce generalmente a una prolongación del ciclo de cultivo, mientras que el stress tardío acelera la madurez.

La siembra debe coincidir con el inicio de las lluvias de primavera para que el sistema radicular se desarrolle y establezca bien antes de que se inicien los períodos secos estacionales.

Cuadro No.1. Pérdida porcentual de rendimiento por déficit hídrico

	SORGO	MAIZ
Potencial (kg/há)	8070	8100
DEFICIT		
Vegetativo	26	25
Floración	29	50
Llenado	32	23
Todo el ciclo	43	100

Es fundamental que el suelo tenga una adecuada humedad a la siembra para lograr una emergencia rápida y uniforme y una buena implantación del cultivo.<sup>1</sup>

### Temperatura

Por ser una especie de origen tropical, el sorgo requiere temperaturas altas para su desarrollo normal, siendo por lo tanto más sensible a las bajas temperaturas que otros cultivos.

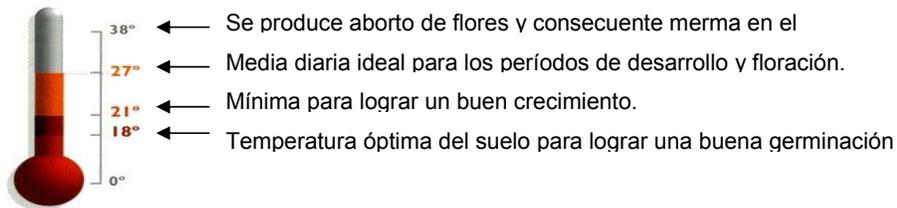


Figura No. 4. Temperaturas a tener en cuenta para el cultivo

Para una buena germinación, el suelo, a 5 cm de profundidad, debe tener una temperatura no inferior a los 18 °C., durante tres o más días.

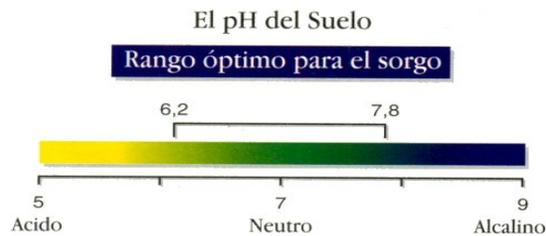


Figura No. 5. PH óptimo para el crecimiento del cultivo

### Ph

El sorgo tiene un amplio rango de adaptación, tanto a la acidez como a la alcalinidad (6,2-7,8), y es también un cultivo bastante tolerante a la salinidad, mejor que el maíz (Sánchez, 2005).

### **2.5 APTITUD CLIMATICA DEL URUGUAY**

La temperatura mínima para la germinación es de 10 °C, siendo la óptima 18 – 21°C. Para los 35° de longitud, la temperatura mínima del suelo se alcanza entre el 10 y el 22 de septiembre, lográndose la óptima recién a principios de noviembre.

En el país no existen limitantes en cuanto a temperaturas, el rango de temperaturas predominantes en verano se encuentra dentro de la zona de máxima respuesta biológica. Existe una diferencia en temperatura entre el norte y el sur observándose acortamiento del ciclo en el norte por altas temperaturas, se acorta desde iniciación floral hasta emergencia de la panoja. Si la temperatura es el único factor que afecta el rendimiento potencial de sorgo, en la zona norte del país sería mayor (Carrasco, 1989).

La radiación es un factor importante por dos aspectos: por la condición de especie C4 y por que el rendimiento en grano depende en última instancia de la fotosíntesis durante el llenado del grano. La radiación es un factor bien disponible en el Uruguay teniendo la máxima radiación compatible con la agricultura de secano.

El Uruguay se encuentra en la zona donde se reportan las mayores respuestas del cultivo al factor población, en esta zona hay una alta eficiencia en el aprovechamiento de la radiación, lo que permite el manejo a altas poblaciones, la adecuada capacidad del sorgo para captar la radiación puede ser explicada por que sus hojas tienen un arreglo opuesto con un bajo ángulo de inserción, características que se asocian a una mayor capacidad de captación de luz (Carrasco, 1989).

Si se planteara una mejor utilización de la luz por parte del cultivo, el manejo debería tender al uso de altas poblaciones y bajas distribuciones (distancia entre hileras). Por lo contrario si el recurso a optimizar fuera el agua la tendencia sería a aumentar el volumen de suelo a explorar por cada planta con el consiguiente uso de bajas poblaciones. Esto último estaría explicando por que en veranos secos se produce una menor respuesta al factor densidad (Carrasco, 1989).

En Uruguay el promedio de precipitaciones es 100mm. por mes (régimen isohigro) por lo que en todo el ciclo del cultivo se pueden esperar 400mm. de precipitaciones y sumado a un suelo que almacene aproximadamente 100mm. da para cubrir los requerimientos del cultivo. Esto está sujeto a una gran variabilidad interanual lo que dificulta establecer un manejo.

Las condiciones climáticas del país llevan a que el momento de llenado del grano, coincidan en general con los períodos de mayor temperatura del aire y mayor probabilidad de ocurrencia de déficit hídricos. Para éstas condiciones sería más apropiado una menor área foliar por planta utilizando materiales de ciclo corto y altas poblaciones. Quizás estas condiciones permiten que los niveles de población que se manejan sean los mayores reportados. Asimismo los cultivares de ciclo corto se adaptan muy bien a las condiciones del Uruguay.

## **2.6 FERTILIDAD DEL SUELO**

El rendimiento del sorgo es severamente reducido por la baja fertilidad de los suelos, así como también por problemas en su condición física. Las condiciones de humedad y aireación son importantes en ese sentido, como sus características químicas.

La mayoría de los nutrientes están accesibles a un pH entre 6,0 y 7,0 aunque no es éste el único factor que influencia su disponibilidad, particularmente en el caso del nitrógeno (N), donde es afectado por el nivel de acción microbiana del suelo.<sup>1</sup>

### **2.6.1 Macronutrientes**

Los macronutrientes llamados primarios son el Nitrógeno, Fósforo y Potasio.

Las principales deficiencias que puede presentarse en los suelos de la mayoría de las regiones sorgueras argentinas son las relacionadas con el Nitrógeno y el Fósforo. La deficiencia de Nitrógeno durante el período que va desde 30 días después de la emergencia hasta la floración, puede causar del 16 al 30% de aborto de flores en la panoja. En cambio, si se presenta después de la floración, el grano tendrá un menor contenido de proteína.

Por otra parte, en suelos deficientes en Nitrógeno las plantas desarrollan un sistema radicular más pobre.

Los macronutrientes denominados secundarios son el Calcio, el Magnesio y el Azufre.<sup>1</sup>

### **2.6.2 Micronutrientes**

Son: el Boro, Molibdeno, Cloro, Cobre, Hierro, Manganeseo y Zinc. Su disponibilidad y aún sus deficiencias suelen estar asociadas al pH y contenido de materia orgánica del suelo.

El más importante de los micronutrientes, para el sorgo, es el hierro. Su deficiencia produce clorosis (amarillamiento). Las mayores carencias de este elemento se observan en suelos con altos contenidos de carbonatos de Ca y con alta proporción de sodio. Es muy importante un balance adecuado de nutrientes, ya que la deficiencia de unos o varios de ellos puede afectar la respuesta de otros. Por ejemplo una deficiencia de P no corregida limitaría la respuesta a la fertilización nitrogenada (Manfredi, 1998).

Cuadro No. 2. Función de cada Nutriente

<b>NUTRIENTE</b>	<b>FUNCION</b>
Nitrógeno (N)	Formación de la clorofila, proteínas, vitaminas y fuentes de energía: buen desarrollo del sistema radicular
Fósforo (P)	Crecimiento de la planta; desarrollo de raíces; rendimiento de granos.
Potasio (K)	Crecimiento inicial de la planta; formación de hojas grandes; formación de tallos y sistemas radiculares fuertes.

### 2.6.3 Descripción de los principales nutrientes

La disponibilidad de nutrientes para el cultivo depende de distintos factores entre los que se incluyen tipos de suelo, rotaciones, cultivo antecesor, sistemas de labranza y condiciones ambientales.

Es necesario evaluar, o hacer evaluar por un profesional competente, la calidad del suelo tanto en su aspecto químico como físico.

Esto incluye, fundamentalmente, la dotación de nitrógeno (N), de fósforo (P) y, según la zona de que se trate, de potasio (K). Los elementos menores están, en la generalidad de los casos, presentes en cantidades suficientes para el cultivo del sorgo pero, de tener algún indicio previo de alguna carencia en la zona, es conveniente tenerlos en cuenta en el análisis. El laboratorio que haga el análisis o el profesional que lo interprete dará las recomendaciones exactas de los elementos a agregar y sus dosis (Manfredi, 1998).

Una buena cosecha de sorgo extrae del suelo, entre grano y rastrojo, una considerable cantidad de nutrientes.

Cuadro No. 3. Cosecha de nutrientes por el cultivo

<b>Nutriente extraído</b>	<b>Cantidad extraída</b>	<b>Grano de Sorgo producido</b>
<b>Nitrógeno (N)</b>	<b>153 kg./ha</b>	<b>6.000 kg/ha</b>
<b>Fósforo (P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)</b>	<b>66 kg/ha</b>	
<b>Potasio (K<sub>2</sub>O)</b>	<b>213 kg/ha</b>	

Pueden aplicarse fertilizantes de un solo elemento o en mezclas de varios. Su elección dependerá de los resultados del análisis del suelo, que debe ser

hecho e interpretado por un profesional, de los objetivos de rendimiento, la relación fertilizante-rendimiento-ganancia neta y de su disponibilidad en el mercado.

Al fertilizar, debe cuidarse que los fertilizantes no se coloquen en contacto directo con la semilla, especialmente los más solubles, para evitar daños a la plántula por fitotoxicidad.

Cuadro No. 4. Características de los macronutrientes primarios

<b>Nutriente</b>	<b>Solubilidad</b>	<b>Momento ideal de aplicación</b>
Nitrógeno	<b>Alta</b>	<b>Dosis baja: en la siembra y hasta 5-6 hojas.</b> <b>Dosis alta: ½ en la siembra y ½ a las 5-6 hojas.</b>
Fósforo	<b>Baja</b>	<b>En la Siembra</b>
Potasio	<b>Baja</b>	<b>En la Siembra</b>

### 2.6.3.1 Fósforo

La mayoría de los suelos de la región donde el cultivo de sorgo tiene mayor difusión, están medianamente a bien provistos de fósforo, excepto la zona norte de Santa Fe, abarcando desde Margarita hacia el norte se nota una marcada deficiencia de P. Sin embargo, en otras zonas, el progresivo deterioro físico-químico de los suelos, ha provocado una marcada disminución del P disponible, ocasionando deficiencias y necesidades de fertilización (Manfredi, 1998).

A diferencia del N, tiene escasa movilidad en el suelo, por su baja solubilidad. La determinación en laboratorio de P asimilable, en muestras tomadas de la capa arable, previa a la siembra, es un elemento válido para el diagnóstico de fertilización fosfatada. El método de análisis más empleado (Bray) considera los siguientes niveles:

Cuadro No. 5. Respuesta esperable a la fertilización según cantidad de fósforo asimilable en el suelo

Fósforo asimilable ppm	Calificación
0 – 5	<u>Escasamente provisto</u> : Muy alta probabilidad de la respuesta a la fertilización.
5 – 10	<u>Poco provisto</u> : Alta probabilidad de respuesta.
Más de 20	<u>Bien provisto</u> : Baja probabilidad de respuesta.

Para una adecuada eficiencia, el fertilizante debe aplicarse a la siembra, cerca de la semilla, preferentemente por debajo y al costado. La aplicación conjunta de fósforo y nitrógeno, sobre todo amoniacal, mejora la absorción del primero. Es por ello que los fosfatos amónicos constituyen un excelente fertilizante, especialmente en sistemas de labranza mínima o siembra directa (Alcoz et al., 1988).

### 2.6.3.2 Potasio

Este nutriente es muy necesario para el crecimiento temprano y el desarrollo de las hojas. Es poco móvil por su fijación a las arcillas del suelo. En general, los suelos de la región pampeana están bien provistos de potasio. En caso de tener menos de 50 ppm disponible, se debe fertilizar siguiendo las recomendaciones del laboratorio, realizando la aplicación en forma total al momento de la siembra.

### 2.6.3.3 Nitrógeno

El nitrógeno es el nutriente cuya deficiencia es más frecuente en las regiones sorgueras. Su restitución al suelo se puede regular mediante rotaciones con leguminosas y/o con el agregado de fertilizantes (Alcoz et al., 1988).

La principal característica del N disponible aportado por el suelo o fertilizante, es su alta solubilidad en el agua del suelo. Las mayores respuestas a la fertilización nitrogenada se dan en suelos con coberturas de rastrojo de gramíneas, húmedos y pobres en materia orgánica y estructura.

En suelos manejados en sistemas de siembra directa el proceso de nitrificación es menor, por lo que se han observado también muy buenas

respuestas a la fertilización nitrogenada. Los requerimientos del cultivo son muy bajos en los primeros 20 días posteriores a la emergencia, pero a partir de los 25 a 35 días, las necesidades de N aumentan mucho (Alcoz et al., 1988).

Cuadro No. 6. Fertilizantes nitrogenados, tipo y concentración

<b>Principales Fertilizantes nitrogenados</b>		
Tipo	Fertilizante	Contenido de Nitrógeno
	Urea	46 %
Sólidos	Nitrato de Amonio	28 al 32 %
	Fosfato diamónico	18 %
	Fosfato monoamónico	11 %
Líquidos	UAN	30 % en peso
Gaseosos	Amoníaco anhídrido	82 %

Deficiencias a partir de ese periodo afectan no sólo al rendimiento y sino también a la calidad de grano por disminución del contenido de proteína.

Si los requerimientos totales de N no fueran muy elevados (hasta 50-60 kg/ha) se puede realizar una sola fertilización al sembrar, a unos 5 cm de profundidad y a un costado de la semilla, o hasta que el cultivo tenga de 5 ó 6 hojas (30 a 40 cm de altura), o sea, unos 25 días después de la emergencia.

La forma de aplicación variará según el tipo: si el fertilizante es sólido, será incorporado en banda lateral a la hilera. El fertilizante gaseoso (Amoníaco anhídrido) se inyecta y el líquido (UAN) puede aplicarse en superficie o inyectarse. Si las necesidades de fertilización son grandes, conviene realizar un fraccionamiento, aplicando a la siembra un 30 - 50% del total y el resto al estado de 5 - 6 hojas.

Las principales ventajas de la aplicación al estado de 5 - 6 hojas es que se reduce el riesgo de pérdidas del nutriente, especialmente por lixiviación. Por otro lado, en ese momento se tiene una mejor visión de la potencialidad del cultivo (stand de plantas, estado general, etc.)

En general, el efecto de la aplicación de nitrógeno aumenta bastante el rendimiento pero influye poco en la calidad del grano, y no se encuentra interacción entre variedad y la aplicación de nitrógeno.

La aplicación de nitrógeno, incrementa el rendimiento del grano y del rastrojo, la concentración del nitrógeno en el grano, la densidad verdadera del grano, la absorción del nitrógeno y la altura de la planta, mientras que aceleró la madurez y redujo el Uso Eficiente del Nitrógeno (UEN) de la biomasa (Ruth, 1998).

El incremento en la densidad verdadera (índice que expresa la proporción de endospermo corneo y harinoso en el grano), densidades con un rango de 1,2 a 1,4 g/cc son normales en el grano de sorgo (Awika et al., 2002) se debe al aumento de la concentración de la proteína en el grano lo cual ocurre con las aplicaciones de nitrógeno (Hanson et al. 1988, Kamoshita et al. 1998).

Por otra parte, García et al. (2003), reportaron que en el sorgo, las secuencias de cultivos y las enmiendas en el suelo que incrementan el NO<sub>3</sub>-N aumentan ligeramente el peso del grano y la densidad verdadera del grano, y también aumentan el remanente TADD substancialmente.

Pineda y Vanegas (2004), reportaron diferencias varietales en el rendimiento del grano y el Uso Eficiente del Nitrógeno (UEN) con bajos niveles de fertilización en variedades sensibles al fotoperíodo. Los autores encontraron una alta respuesta al UEN en la variedad ICSVLM-90520, lo que generó la recomendación de sólo una aplicación de nitrógeno de 47 kg/ha. García et al. (2003) documentaron la respuesta en variedades insensibles al fotoperíodo y encontraron pequeñas diferencias, menores de las que han sido reportadas para variedades sensibles (Pineda y Vanegas, 2004).

Resultados similares fueron reportados en Africa (Bationo y Vlek, 1998), Estados Unidos de América (Younquist et al., 1992) y Australia (Muchow y Sinclair, 1994). El rendimiento del grano de sorgo se incrementó con la aplicación de fertilizante, pero la respuesta al nitrógeno varió con el nivel de aplicación (Pineda y Vanegas, 2004), los cultivos previos (Peterson y Varvel, 1989), y la dosis de nitrógeno en el suelo (Bagayoko et al., 1992). La eficiencia del uso de nitrógeno, generalmente declina con el incremento de los niveles de nitrógeno (Buah et al., 1998).

Estudios de fertilización han demostrado incrementos en la concentración de nitrógeno en el grano con el incremento en los niveles de nitrógeno aplicados (Younquist et al., 1992). Johnson (2005), analizó muestras de grano de sorgo provenientes de Texas, Kansas y Nebraska encontró que el grano de sorgo es más duro y rinde menos cuando se produce bajo condiciones de alta temperatura y sequía lo cual había ocurrido en Texas; ésto se debe a la deposición del almidón que se ve restringida durante el llenado del grano

cuando las temperaturas son elevadas, lo cual hace que se incremente la temperatura de gelatinización del almidón y la entalpía (Younquist et al., 1992).

García et al. (2003), encontraron que las secuencias de los cultivos de sorgo en monocultivo y asocio con maíz y las enmiendas de fertilizantes, incrementan el contenido de N03-N en el suelo, aumentando ligeramente el peso del grano y la densidad verdadera del grano de sorgo, pero al descortezar el grano, se disminuye significativamente el contenido de nitrógeno al expresarse en un gran aumento lo que queda del remanente TADD (afrecho de sorgo o corteza).

## **2.7 POBLACIÓN**

Cuando el cultivo se ubica en regímenes con precipitaciones significativas el consumo inicial de agua provocado por incremento de población no significa un deterioro de la producción de grano y la eficiencia del uso del agua se logra con un rápido incremento del IAF.

El manejo de la densidad aisladamente topea la posibilidad de alcanzar los mayores rendimientos, por lo tanto se recomienda manejarla conjuntamente con la distribución, de forma tal que el espacio disponible se reparta entre cada planta de la manera más apropiada, minimizando la competencia entre ellas. De ésta forma se potencia el desarrollo individual de la panoja, que sumado al mayor número de panojas garantiza los mayores rendimientos (Antelo et al., 1988).

Se encontró respuesta a la población hasta la 400 mil plantas/ha, nunca hubieron respuestas negativas en todo el rango evaluado (100 – 500 mil) y en todas las situaciones ensayadas (Ghisellini y Holtz, 1985).

La mayor respuesta a la densidad se encontró al pasar de una población de 100 a 300 mil pl/ha. De 300 a 500 mil pl/ha es significativa pero de menor magnitud, y hay otros factores interactuando como híbrido, control de malezas y fertilización (Ghisellini y Holtz, 1985).

Resultados obtenidos con laboreo convencional de diferentes zonas del país permiten asegurar que el nivel óptimo de plantas se ubican por encima de las 300.000 plantas/há. En general se considera que el riesgo de ubicarse en los niveles óptimos de población radicaría en el comportamiento de los años secos (Ernst, citado por Siri, 2004).

Antelo et al. (1988) comprobaron que la respuesta en rendimiento, al incremento en la población, se noto al pasar de densidades menores a 125.000 pl/há, a densidades del orden de las 210.000 pl/há. En éste rango el

rendimiento varió en un aumento del 23%, pasando de 4334 kg a 5316 kg/há. Por encima de las 210.000 pl/há, el rendimiento siguió respondiendo al aumento de la densidad aunque no en forma tan marcada, no apreciándose ninguna respuesta negativa dentro del espectro de densidades encontradas en el muestreo.

Dentro del rango de repuesta, incrementar el número de plantas/m<sup>2</sup> es la forma más segura de aumentar la producción de materia seca. La producción de MS a macollaje no presenta diferencia con las diferentes densidades, pero sí a floración en el híbrido de ciclo largo, porque en ésta etapa la competencia tiene efecto con altas densidades reduciendo la producción de MS/pl.

En los cultivares de ciclo largo al acercar las hileras aumenta la MS total hasta cierto punto y después cae. En cultivares de ciclo corto el aumento es sostenido, a su vez aumentan las panojas fértiles y el porcentaje de esterilidad (Ghisellini y Holtz, 1985).

### **2.7.1 Componentes del rendimiento (población)**

Las diferentes poblaciones muestran diferencia significativa en: rendimiento, panojas/m, plantas/m, panoja/pl, granos/panoja, P1000 granos, MS total, peso panoja e IC (Ghisellini y Holtz, 1985).

La respuesta a la población, es el resultado final de la “compensación de los componentes del rendimiento”, es decir la adecuación de los distintos componentes a una mayor competencia provocada por el aumento en la densidad de plantas (Donald, citado por Siri, 2004).

El nivel de población que separa una situación de la otra, puede ubicarse en un rango de 120 a 170 mil plantas/ha (150 mil en promedio) que fue obtenido bajo condiciones ambientales, culturales y genéticas variables, lo cual le otorga validez (Robinson et al. 1964, Alcoz et al. 1988). Se observó que el macollaje esta inversamente asociado al número de plantas por ha. (Carrasco, 1985).

El rendimiento en grano aumenta por una mayor producción de materia seca total sin variar la proporción de grano (se mantiene el índice de cosecha). (Ghisellini y Holtz 1985, coinciden con Alcoz et al. 1988).

Cuadro No. 7. Contribución relativa y absoluta a la respuesta de rendimiento que se produce al pasar de 100 a 500 mil plantas há<sup>-1</sup> (Ghisellini y Holtz, 1984)

Efecto en kg/há		Importancia(%)	
var MS	var IC	MS	IC
822	105	100	—

El rendimiento del sorgo es una resultante directa del número de panojas, número de granos/panoja y peso de 1000 granos. Como los dos primeros componentes varían en sentido inverso e influyen de manera importante sobre el rendimiento, interesa saber los factores que los afectan y de que forma se puede actuar sobre cada uno de ellos para disminuir los efectos de la competencia (Langlet et al., citados por Siri, 2004).

Hasta determinada densidad de siembra, en que comienzan a incidir problemas de competencia para cada nivel de población, el rendimiento está determinado por el número de panojas que se obtiene en cada planta. Con siembras muy densas o semillas muy juntas esto no se cumple, debido a una mayor competencia por humedad y a un más rápido esparcimiento de enfermedades a la siembra (Porter et al. 1960, Alcoz et al. 1988).

El número de panojas conjuntamente con el peso de las mismas son dos de los componentes fundamentales del rendimiento, de ahí la cantidad de panojas obtenida en cada planta y su relación con los distintos niveles de población, existiendo una relación lineal y negativa entre rendimiento y NGP.

El número potencial de granos por panoja, se define al momento de la iniciación floral, siendo el producto directo de la competencia impuesta en dicho período (Myers y Foale 1981, Alcoz et al. 1988).

Cualquier factor que afecte la competencia al momento de iniciación floral y hasta emergencia de la panoja, afectará el número de granos por panoja.

De los componentes del peso de panoja, el número de granos por panoja es el principal responsable de las respuestas a las variaciones en densidad, siendo de poca importancia el peso de 1000 granos (Robinson et al. 1964, Alcolz et al. 1988).

Para Antelo et al. (1988) hasta las 210.000 pl/há aumenta el NGP, no variando sustancialmente el peso de los 1000 granos. Mayor número de plantas debido a mayor cantidad de plantas genera que el NGP caiga significativamente (pasa de 1084 a 866), cayendo el número total de granos por unidad de

superficie, y no variando significativamente el peso de 1000 granos, disminuyendo la respuesta en rendimiento.

La reducción del peso de panoja por aumento de la densidad de siembra, es el mecanismo de compensación más importante que presenta el sorgo en su respuesta a la población; o aumentando el peso de las panojas; principal factor en igualar el rendimiento a bajas densidades de siembra (Porter et al. 1960, Alcolz et al. 1988).

Las respuestas en rendimientos dependen de las magnitudes relativas entre ganancias por aumentos del número de panojas y pérdidas por disminución de su peso.

Porter et al. (1960), Alcolz et al. (1988), expresan claramente este concepto estableciendo que a densidades altas la competencia inter-planta es muy alta en una etapa temprana de crecimiento y por lo tanto el número de primordios florales es menor que a bajas densidades. Luego la competencia intra-planta disminuye lo que lleva a que se produzca un mayor peso de los granos formados.

El peso de 1000 granos se ve muy afectado por las condiciones ambientales durante la maduración, lo cual es muy difícil de controlar además de ser muy sensible a la deficiencia hídrica sobre todo en las primeras etapas de llenado de grano. Sin embargo el número de granos por panoja es dependiente de las densidades, por lo cual es muy importante tenerlo en cuenta.

Ayala et al. (1988) realizaron el análisis de regresión utilizando modelos lineal y cuadrático. En ambos casos existe un descenso marcado del peso de 1000 granos con el aumento de la población.

Blum (1970), Ghisellini y Holtz (1985), Ayala et al. (1988) reportan que un aumento inicial de la densidad lleva a un menor número de granos por panoja y peso de 1000 granos, pero al seguir descendiendo el número de granos por panoja disminuirán los sitios de acumulación de carbohidratos y por lo tanto se producirá un nuevo incremento en el peso de 1000 granos.

El rendimiento está determinado más por el aumento en el número de plantas que por la disminución que opera en el rendimiento por panoja (Alcoz et al., 1988).

Cuanto más plantas/m el rendimiento por panoja y NGP cae en ambos híbridos, habiendo diferencias en la magnitud de la caída. Éstas diferencias se

deben al largo del ciclo y la forma de compensación de los dos híbridos (Alcoz et al., 1988).

El efecto de la población sobre el rendimiento en grano es debido a un mayor número de panojas cosechadas. De 100 a 300 mil pl/há hay un descenso del NGP y del peso de los granos. Existiendo competencia inter-planta. De 300 a 500 mil pl há<sup>-1</sup> disminuye el NGP y aumenta el peso de grano, generando una competencia intra-planta (Blue 1970, Ghisellini y Holtz 1985).

Esta comprobado que al aumentar la población la cantidad de panojas por planta disminuye (Hume y Kebede 1981, Alcoz et al. 1988). Esta disminución en la prolificidad tiene dos causantes: en una primera etapa la disminución del macollaje hasta su desaparición inclusive y con aumentos de población sucesivos comienzan los problemas de esterilidad (Alcoz et al., 1988).

Dado que la esterilidad de plantas es responsable de la no linealidad entre plantas y panojas y contribuye a reducir el número de granos de las panojas que se obtienen, el manejo deberá tender a reducir su incidencia. Como la esterilidad de plantas es el resultado de la competencia dentro de la fila, la reducción de la distancia entre surcos reduce su número por metro lineal. En menor grado se da competencia entre plantas de distintas hileras.

Al aumentar el IAF disminuye el rendimiento/panoja y el NGP.

A poblaciones bajas el híbrido de ciclo largo y por consiguiente de más tamaño logra mayor IAF. A poblaciones altas es mejor el híbrido de ciclo corto porque compite menos tiempo; son plantas con menos requerimientos.

Con altas densidades de siembra las hojas son más angostas y largas, erguidas y las plantas son más altas. Éstas características de la canopia, son más favorables a la penetración de la luz por unidad de área foliar (Newton y Blackman 1970, Alcoz et al. 1988). Una canopia en la cual la radiación disponible se distribuye uniformemente hasta un nivel bajo sobre una gran área foliar, resulta más productiva que una en la cual la intercepción se hace por una menor cantidad de hojas a un nivel más alto. Como resultado, se obtiene un mayor tamaño de fosa metabólica, lo que equivale a un mayor rendimiento en grano (Alcoz et al., 1988).

### 3. MATERIALES Y METODOS

El experimento se realizó en el Departamento de Flores, a 4 Km de la ciudad de Trinidad, en la intersección de las rutas 3 y 23 durante el año agrícola 2007-2008. El suelo corresponde a un Vertisol Rupticos Luvicos de la Unidad Trinidad (Apéndice No.1).

Eliminado: , sobre los suelos

Eliminado: es

Eliminado: y Brunosoles Eutrícos Típicos

Eliminado: La chacra fue proporcionada por la Sociedad Fomento Rural "La Casilla" de Flores, así como también las labores necesarias durante el cultivo.

Eliminado: ts

Eliminado: t

La etapa de barbecho se inició con la aplicación de 5 litros de herbicida (Glifosato) + un corrector del agua a fines de agosto, luego en setiembre se realizó un laboreo con disquera. En diciembre, antes de la siembra, se realizó una segunda aplicación de Glifosato (2 litros), Atrazina (1.7 l/ha) y Alfa Metolaclor (1 l/ha).

La siembra se realizó el 4/12/07 utilizando una sembradora de siembra directa SEMEATO SH11, con una distancia entre hileras de 50 centímetros, a una profundidad de siembra de 3 cm.

La fertilización se hizo con 150 kg  $ha^{-1}$  de 18-46-46-0 a la siembra y se realizó una refertilización con 46 kg  $ha^{-1}$  de N en forma de urea, aplicada al voleo al estadio V6. En ese momento la disponibilidad de  $N-NO_3^-$  en los primeros 20 cm del perfil era de 10 ppm según análisis de suelo.

Eliminado: K

El cultivo se desarrolló sin presencia de malezas y en buen estado sanitario.

Independientemente de las diferencias de largo de ciclo, ambos híbridos fueron cosechados el 4 de abril con destino a silo de grano húmedo, con una humedad promedio de 32 % para el ciclo corto MS 102 y 35 % para el ciclo intermedio MS 109 (Apéndice No. 2).

#### 3.1 TRATAMIENTOS

Los tratamientos consistieron en un factorial de tres niveles de plantas por metro (9, 14 y 20), por dos híbridos de sorgo granífero de características agronómicas contrastantes (Cuadro No. 9), dispuesto en parcelas al azar, con tres repeticiones. El tamaño de las parcelas fue de 440 m<sup>2</sup> (6 hileras a 50 cm entre ellas por 145 metros de largo). El déficit hídrico del año determinó una muy baja implantación, por lo que las poblaciones reales obtenidas fueron menores a las poblaciones objetivo, lo que se presenta en el Cuadro No. 8.

Cuadro No. 8. Descripción de los tratamientos del ensayo

Experimento	Híbrido	Población objetivo (plantas ha <sup>-1</sup> )	Plantas/m lineal Objetivo	Plantas/m lineal Logradas	Población lograda (plantas ha <sup>-1</sup> )
1	MS102	180000	9	2.7	53333
2	MS102	280000	14	9.4	188667
3	MS102	400000	20	10.2	204000
4	MS109	180000	9	1.2	24000
5	MS109	280000	14	6.0	119333
6	MS109	400000	20	8.6	171333

En el siguiente cuadro se presentan las características principales de los dos híbridos utilizados.

Cuadro No. 9. Principales características de los híbridos MS 102 y MS 109, evaluados en Estanzuela durante la zafra 2006/2007, para siembra de segunda

Híbrido	Ciclo (días)*	Altura (cm)	Color grano	Excursión (cm)	Tipo de panoja	Rend (kg ha <sup>-1</sup> )	Rend. Relativo (%)
MS 102	61	135 b	Rojo	16	semicompacta	6286 a	111
MS 109	64	160 a	Marrón	16	semicompacta	4524 b	93

\* Ciclo en días desde emergencia a 50% floración, EELE 2ª fecha de siembra.  
Nota: Valores seguidos por diferentes letras dentro de columnas difieren entre sí dentro de híbrido  $p \leq 0,05$ .

La emergencia se produjo a los 14 días de la siembra, luego de una lluvia de 21 mm.

**Eliminado:** Debido a que la distancia entre hileras siempre fue la misma, la variante de la población objetivo fue la cantidad de plantas en la línea

**Eliminado:** dio

**Eliminado:** debido a la escasa humedad que presentaba el suelo, esto determino una muy baja implantación con lo cual no se llevo a la población objetivo planteada en el experimento.

### 3.2. DETERMINACIONES

#### 3.2.1. Parámetros de desarrollo

Durante el desarrollo del cultivo se tomaron las siguientes medidas:

-Densidad de plantas: se estimó el número de plantas emergidas e implantadas por parcela mediante un muestreo que constó de un conteo en 10 metros lineales por parcela. Las fechas en que se realizaron los muestreos fueron: a los 14 días de sembrado (emergencia), a los 24 días pos-siembra (implantación) y a los 36 días pos-siembra (implantación).

-Altura de planta: a la cosecha se midió la altura de 20 plantas consecutivas por parcela, tomando la longitud entre la base del tallo y el ápice de la panoja.

-Excursión de panoja: en las mismas plantas, se midió la excursión de las panojas, tomando la distancia que hay entre la base de la hoja bandera y la base de la panoja.

-Área foliar (AF): como estimador del AF, se evaluó la superficie de la totalidad de las hojas de 10 plantas consecutivas por parcela, en los estadios de desarrollo: V3, V6, embuche, floración y medio grano. Para el cálculo, se registró el largo total de las hojas y el ancho máximo, utilizando el factor 0,75 para transformar el producto de largo por ancho en superficie foliar. A partir de esta variable y del número de plantas por metro cuadrado se obtuvo la estimación del índice de área foliar (IAF).

### **3.2.2. Rendimiento y componentes**

Para poder determinar los principales componentes del rendimiento se contabilizaron las panojas por parcela, para lo cual se realizó 5 muestreos por parcela en 10 metros lineales y se realizó un promedio de panojas por parcela. El valor de éstas puede o no coincidir con el valor de plantas por parcela dado que en las menores densidades de plantas, algunas de estas presentaron más de una panoja como resultado del macollaje.

Se realizó cosecha manual de 10 metros lineales de panojas que estuvieran a una altura cosechable (base de panoja a más de 50 cm de altura desde el suelo). La trilla se realizó con una cosechadora estática experimental de Facultad de Agronomía. Luego se realizó una limpieza mediante zaranda y viento que permitió obtener el peso de grano limpio, y por último se corrigió llevando a una estándar de humedad del 14%.

El rendimiento por panoja se obtuvo relacionando el peso del grano limpio trillado con el número de panojas cosechadas; a su vez el número de granos por panoja se calculó a partir del rendimiento de panoja y el peso de 1000 granos. Para obtener el peso promedio de 1000 granos de cada parcela, se realizó un promedio de tres muestras de 100 granos, se midió la humedad sacando una muestra del lote total y se corrigió a 14% de humedad.

### **3.2.3. Materia seca**

Las determinaciones de materia seca (MS), fueron realizadas a partir de las 10 plantas consecutivas por parcela utilizadas en la determinación del área foliar, en los estadios de desarrollo: V3, V6, embuche, floración y medio grano.

A cosecha se realizó medición de peso fresco, correspondientes a 10 metros lineales de plantas cortadas a ras del suelo en cada parcela. Estas muestras fueron pesadas frescas y luego se estimó el contenido de humedad a partir de una sub-muestra de 6 plantas (sin panojas) de cada tratamiento perteneciente al Bloque I. La MS del resto de los tratamientos se determinó a partir de las sub-muestras, calculándose también la MS de panojas por separado, a los efectos de obtener el índice de cosecha (IC).

El secado de las plantas se realizó en el laboratorio de Facultad de Agronomía en estufa a 40-60 °C y en horno de cocina a 45-50 °C (V3 y V6) hasta obtener peso constante.

### **3.3. ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Como la población real difirió de la objetivo y existió variabilidad en la implantación efectiva dentro de tratamientos, el análisis estadístico de los resultados se realizó utilizando el modelos de regresión lineal.

Las evoluciones de biomasa ( $MS\ planta^{-1}$  y  $MS\ ha^{-1}$ ), área foliar ( $AF\ planta^{-1}$ ) e Índice de área foliar (IAF), fueron analizadas por análisis de varianza, en función de tres estratos ( $pl\ m^{-2}$ ) de población (baja, media y alta) para cada híbrido. Los estratos varían según el híbrido, para el MS 102 el estrato bajo va de 4.6 – 5.4, el medio, 13 - 19.8, y el alto 21 – 27.4; para el MS 109 los estratos son: el bajo 1.8 – 3.2, el medio 11 - 12.6 y el alto 15 – 19.6.

En cambio la altura de planta, excursión, tallos  $pl^{-1}$ , panojas  $pl^{-1}$ , plantas  $m^{-2}$ , panojas  $m^{-2}$ , rendimiento  $ha^{-1}$ , rendimiento panoja $^{-1}$ , granos panoja $^{-1}$ , granos  $m^{-2}$ , esterilidad, PMG e IC también fueron analizados por análisis de regresión utilizando los mismos estratos para comparar dentro de cada híbrido.

Las relaciones directas e indirectas entre rendimiento en grano y sus componentes, se estudiaron a través de ecuaciones estructurales (coeficientes de sendero), usando el procedimiento CALIS del sistema Statistical Analysis Systems (ver 6.11, SAS Institute, 1996). Las variables involucradas en dicho análisis fueron número de plantas, de tallos y panojas por unidad de superficie; número de granos/panoja y peso de 1000 granos, rendimiento por panoja y rendimiento  $ha^{-1}$ .

En un capítulo aparte los híbridos fueron comparados entre sí mediante análisis de regresión, tomando un promedio de la población para cada híbrido, para el MS 102 fue de 15 pl m<sup>-2</sup> y para el MS 109 de 10.4 pl m<sup>-2</sup>. Las variables comparadas en este sentido fueron, altura de planta, excursión, panojas m<sup>-2</sup>, rendimiento ha<sup>-1</sup>, rendimiento/panoja, granos/panojas, granos m<sup>-2</sup>, PMG e Índice de cosecha.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. CONDICIONES GENERALES DEL AÑO Y DEL CULTIVO

Las precipitaciones ocurridas desde un mes antes de la siembra del cultivo hasta el mes de cosecha inclusive (noviembre 2007 - abril 2008), totalizaron 280 milímetros, representando un 44 % del promedio histórico (634 milímetros) para la serie 1961-1990 considerando el mismo periodo (noviembre-abril) (Apéndice No. 3). En base a lo anterior se lo considera como un periodo seco.

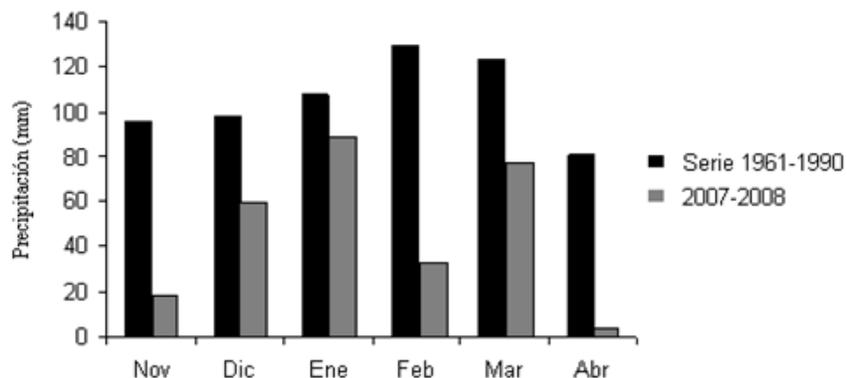


Figura No. 6 . Registro promedio de Precipitaciones 1961-1990 y 2007-2008

Las precipitaciones totales durante el ciclo del cultivo fueron de 262 mm, representando un déficit hídrico de 188 mm con relación a un óptimo de de 450 mm durante todo el ciclo (Lazo, 1980).

Eliminado: considerando que es necesario

Eliminado: un mínimo

Cuadro No.10. Precipitaciones según estadio de crecimiento

Estadio	Precipitaciones (mm)
Siembra-Emergencia	0
Emergencia-V3	59
V3-V6	28
V6-Embuche	61
Embuche-Floración	30
Floración-Medio Grano	80
Medio Grano-Cosecha	4
Total	262

La falta de humedad disponible en el suelo y de precipitaciones retrasó la emergencia hasta los 14 días pos siembra, luego de una lluvia de 21 mm. En las siguientes etapas se puede destacar las precipitaciones ocurridas en Floración, las cuales fueron óptimas permitiendo concretar un buen rendimiento a pesar de la baja disponibilidad hídrica total para todo el ciclo.

**Eliminado:** Según los registros anteriores es importante mencionar que debido a la

**Eliminado:** falta de precipitaciones entre la Siembra del cultivo y la emergencia del mismo, ésta se vio perjudicada ya que solamente dispuso del agua del suelo para germinar e implantarse. Como consecuencia, la implantación fue baja y no se lograron las poblaciones objetivo.

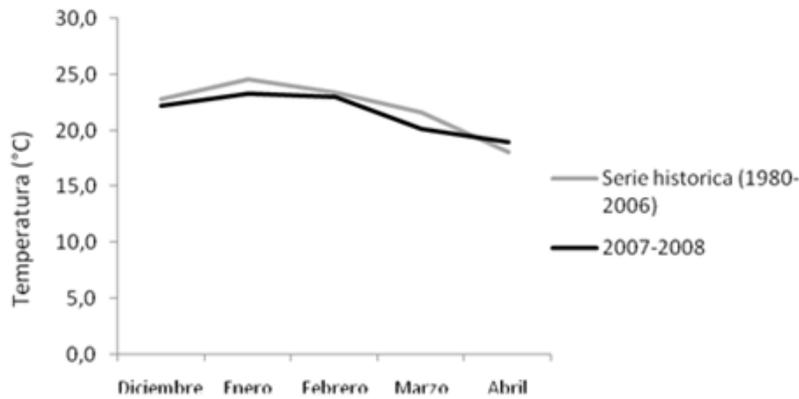


Figura No. 7. Temperaturas medias para la serie histórica (1980 a 2006) y zafra 07/08 localidad de Trinidad

La temperatura media durante el ciclo del cultivo registró valores por debajo de la media histórica.

El rendimiento promedio en grano a nivel de chacra del Híbrido MS 102 y del Híbrido MS 109 corregido a un 14% de humedad fue de 5836 y 5780 kg ha<sup>-1</sup> respectivamente (Apéndice No.4).

## 4.2. RESPUESTA A LA POBLACIÓN

Las poblaciones logradas en ambos híbridos fueron de media a baja ( en promedio 127000 plantas  $ha^{-1}$ ), no lográndose el objetivo de alta población (mayor a 350000 plantas  $ha^{-1}$ ).

Para el MS 102 la población estuvo en el rango 46000 a 274.000 plantas  $ha^{-1}$  (Apéndice No. 5) y para el híbrido MS 109 el rango logrado se ubico entre 18.000 y 196000 plantas  $ha^{-1}$  (Apéndice No. 5) lográndose con el límite superior la población media objetivo.

La implantación fue del 49 % en el híbrido MS 102, mostrando respuesta significativa ante el aumento de la población (Apéndice No. 6), mientras que para el MS 109 fue de 33 %, no presentando respuesta significativa con el aumento de la población (Apéndice No. 7).

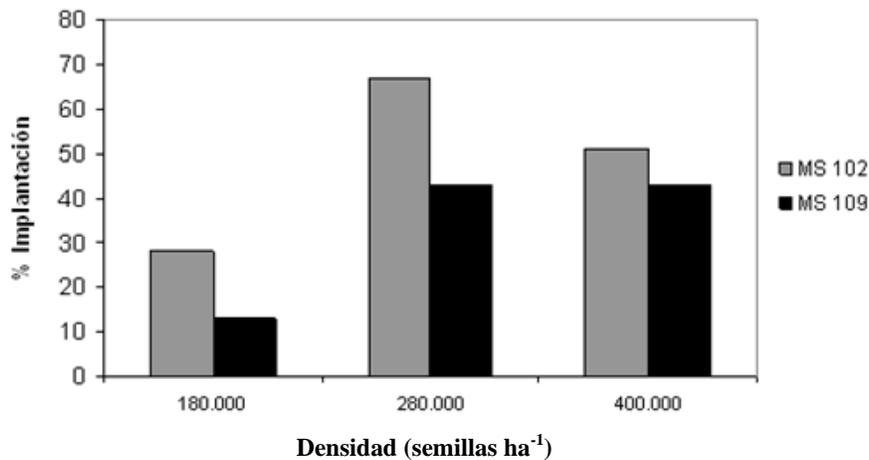


Figura No. 8. Porcentaje de plantas logradas según densidad de siembra (semillas  $ha^{-1}$ )

El resultado es atribuido a las malas condiciones de siembra (suelo seco),

Eliminado: Una de las causas que determino poblaciones por debajo del objetivo fue el déficit hídrico existente en la implantación del cultivo

Eliminado: para

Eliminado: uando

Eliminado: a

Eliminado: Las bajas implantaciones obtenidas en ambos híbridos

Eliminado: se atribuyen

Eliminado: ), por lo cual la emergencia se produjo a los 14 días pos-siembra, 5 días después de una lluvia de 21 mm.

#### 4.2.1. Rendimiento en grano

En la Figura No. 12 se presenta la respuesta en rendimiento al incremento en la población lograda para los híbridos MS 102 y MS 109.

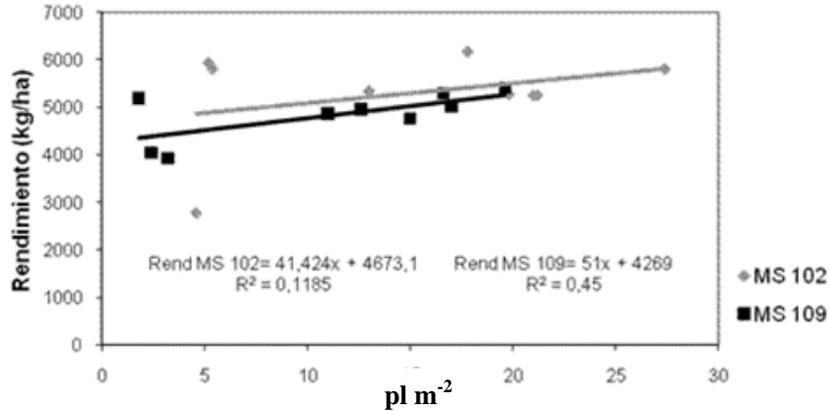


Figura No. 9. Rendimiento (kg grano ha<sup>-1</sup>) en respuesta al aumento de población, para los híbridos MS 102 y MS 109.

No existió respuesta significativa en rendimiento al aumento en la población lograda en ninguno de los dos híbridos (Apéndice No.8 para MS 102 y Apéndice No.9 para MS 109). Los resultados coinciden con los recientemente obtenidos por García et al. (2008), Schaffner y Sprunk (2009) trabajando con los mismos híbridos y rango de poblaciones y por Algorta y Carcabellos (2007), pero no con resultados obtenidos durante la década de 1980 por Ghisellini y Holtz (1985), Antelo et al. (1988), quienes propusieron un óptimo de población de 30 plantas m<sup>-2</sup>. En éstos experimentos la respuesta a la población estuvo condicionada por el régimen hídrico del año. En “años buenos” (Alcoz et al., 1988) no existió respuesta a la población con rendimiento promedio de 5900 kg ha<sup>-1</sup>, en un rango que estuvo entre 3800 y 6100 kg ha<sup>-1</sup>. Por otra parte en “años secos” Ghisellini y Holtz (1985) detectaron respuesta al aumento de población, con rendimientos medios de 1920 kg ha<sup>-1</sup> y que variaron entre 684 y 4043 kg ha<sup>-1</sup>.

Por otro lado, cuando se estudió la respuesta del rendimiento ante el aumento de la población en los resultados experimentales más recientes (Algorta y Carcabellos, 2007, y en el presente trabajo), se puede decir que la respuesta obtenida por el híbrido MS 102 y el MS 109 coincide con el resultado obtenido por Algorta y Carcabellos en donde no existió influencia en la respuesta a la población. En el año bueno (Algorta y Carcabellos, 2007) el

rendimiento medio fue de 6983 kg há<sup>-1</sup> y variaron entre 6150 y 8000 kg há<sup>-1</sup>, con poblaciones bajas desde 5 a 20 plantas m<sup>-2</sup>. En el presente trabajo (año seco) con poblaciones entre las 3.2 y 27.4 plantas m<sup>-2</sup> el promedio fue 4950 kg há<sup>-1</sup>, muy por encima del máximo obtenido por Ghisellini y Holtz (1985) y por debajo del promedio obtenido por Alcoz et al. (1988).

El cambio en la respuesta a la población se podría atribuir al tipo de material genético y factores de manejo como la siembra sin laboreo, el control de malezas, distancia entre hileras y fertilización nitrogenada, que podrían estar influyendo en la compensación del cultivo en las poblaciones menores a 10 plantas m<sup>-2</sup>. En lo que respecta a material genético, más adelante se analizarán diferencias en el tamaño de panoja de los híbridos utilizados.

#### 4.2.1.1. Componentes de rendimiento

En el Cuadro No. 11 se presenta la población lograda en cada híbrido, el macollaje, el número de panojas por planta y por unidad de superficie.

Cuadro No. 11. Valores medios de: Plantas m<sup>-2</sup>, Tallos y panojas por planta y Panojas m<sup>-2</sup> por estrato de población según híbrido

Híbrido	Población	Plantas m <sup>-2</sup>	Tallos/pl	Panojas/pl	Panojas m <sup>-2</sup>
<b>MS102</b>	Bajo	5,07	1,6	1,6	8,1
	Medio	16,87	1,6	1,0	17,7
	Alto	23,20	1,3	0,8	19,4
<b>MS109</b>	Bajo	2,47	2,7	2,6	6,5
	Medio	11,80	1,1	1,1	12,6
	Alto	16,95	1,1	0,9	15,0

El macollaje no solo es función de la densidad de plantas, sino que también influyen factores como la temperatura y la nutrición. La temperatura media durante la fase inicial del cultivo fue de 22°C, lo cual está por encima de la temperatura media crítica para macollaje de 18°C citada en la bibliografía (Fischer y Wilson 1975, Carrasco 1985, Alcoz et al. 1988) A esto se le suma la limitante hídrica que experimentó el cultivo en su desarrollo. Sin embargo existió macollaje, obteniéndose en promedio 1,5 y 1,6 tallos por planta para el MS 102 y MS 109 respectivamente, sin diferencia significativa en dicho componente con el aumento de la población en el híbrido MS 102 pero sí el híbrido MS 109.

Este último presentó un macollaje significativamente mayor a la población baja (Cuadro No. 9) (Apéndices No. 10, MS 102 y No. 11, MS 109). La existencia de macollaje en sorgo aún con altas temperaturas medias coincide con resultados recientes obtenidos por García et al. (2008), Schafner y

Sprunk (2009) trabajando con los mismos híbridos y rango de poblaciones y por Algorta y Carcabellos (2007). En todos existió macollaje en el rango de poblaciones menores a 10 pl m<sup>-1</sup> de surco.

Como resultado se obtuvo en promedio 1.2 y 1.5 panojas por planta en el híbrido MS 102 y MS 109 respectivamente. Los resultados entre híbridos coinciden con los descritos en la evaluación de los cultivares, en la que se cuantificó mejor capacidad de macollaje del MS 109, principalmente en poblaciones bajas.

En la Figura No. 10 se presenta la relación entre las plantas logradas y con el macollaje y número de panojas m<sup>-2</sup>.

Eliminado: siguiente

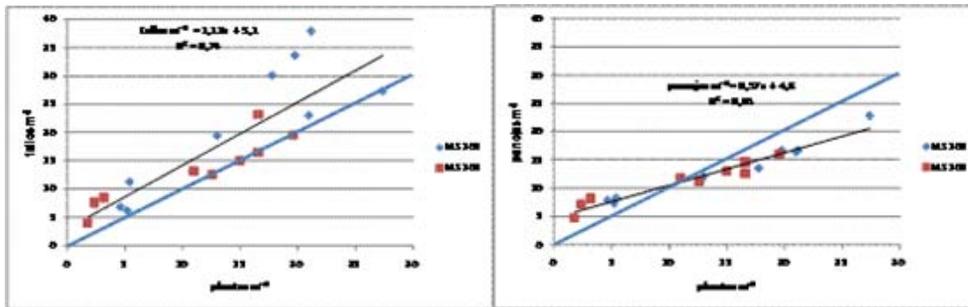


Figura No. 10. Número de tallos m<sup>-2</sup>, panojas m<sup>-2</sup> en los distintos niveles de población, para los híbridos MS 102 y MS 109 (línea 1:1)

Al incrementarse la población, el número de tallos m<sup>-2</sup> se incrementó en un 12% en promedio. Sin embargo, el número de panojas m<sup>-2</sup> se redujo en un 43% con relación a las plantas logradas, indicando la existencia de una alta esterilidad de tallos. En poblaciones menores a 10 pl m<sup>-2</sup> existió macollaje y más de una panoja por planta y por encima de 10 plantas m<sup>-2</sup> existió esterilidad de plantas. Como consecuencia del rango diferente de población lograda entre híbridos, la esterilidad fue mayor en el MS 102 que en el MS 109 (Apéndices No. 12, MS 102 y No. 13, MS 109).

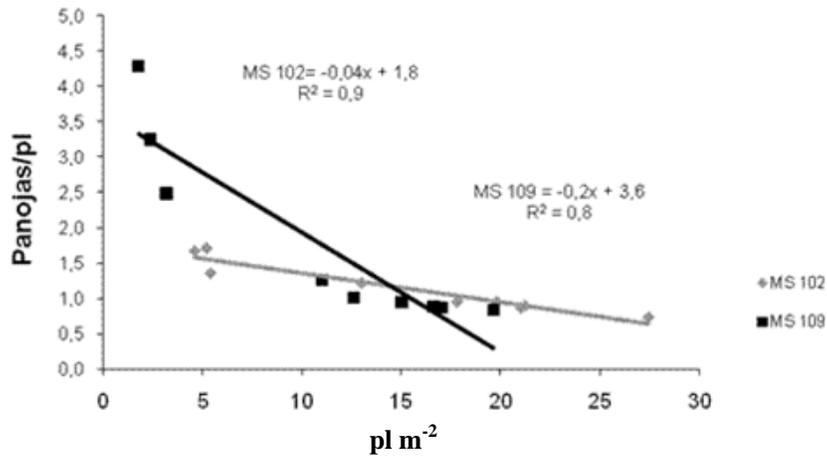


Figura No. 11. Evolución del número de panojas por planta en respuesta a la población.

El número de panojas por planta se redujo significativamente con la población (Figura No. 12), en particular en el híbrido MS 109.

Descomponiendo el rendimiento en grano en los componentes panojas m<sup>-2</sup> y rendimiento por panoja (Figura No. 13), se aprecia la compensación que existió entre dichos componentes al variar la población en el híbrido MS 102 y como resultado, el rendimiento por panoja no presentó diferencias significativas ante el incremento de la población (Apéndice No. 14). En el caso del híbrido MS 109, la compensación siguió la misma tendencia pero, como consecuencia de la menor población, el rango de compensación fue menor y rendimiento por panoja tampoco presentó diferencias significativas por incremento de la población (Apéndice No. 15).

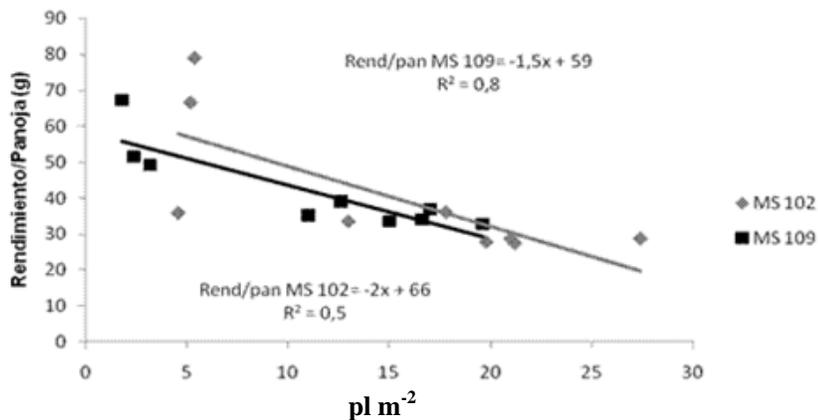


Figura No. 12. Rendimiento por panoja en respuesta a la población para los híbridos MS 102 y MS 109.

El aumento de la población no afectó de forma significativa el PMG (Apéndices No. 16, MS 102 y No. 17, MS 109) ni tampoco el NGP (Apéndices No. 18, MS 102 y No. 19, MS 109).

El componente granos m<sup>-2</sup> no cambió significativamente por la variación en población. (Apéndices No. 20, MS 102 y No. 21, MS 109).

Se destaca el alto NGP logrado, comparado con antecedentes más recientes, Algorta y Carcabelos (2007) que obtuvieron un máximo de 2440 granos por panoja en un año que se caracterizó como normal (413 mm). Con respecto a este componente no existió diferencia estadística entre híbridos, pero el valor máximo en el NGP lo logró el MS 102, con un valor promedio de 2003, un poco por debajo del valor obtenido por Algorta y Carcabelos (2007) para el mismo híbrido pero en este caso con un registro de precipitaciones de 262 mm.

Ghisellini y Holtz (1985) alcanzaron un máximo de 800 granos por panoja, en un año que se caracterizó como seco en el período entorno a floración (38 mm), aunque en el total del ciclo del cultivo llovieron 300 mm. Por otra parte Alcoz et al. (1988) obtuvieron un máximo de 1434 granos por panoja, en un año que se caracterizó como normal (560 mm).

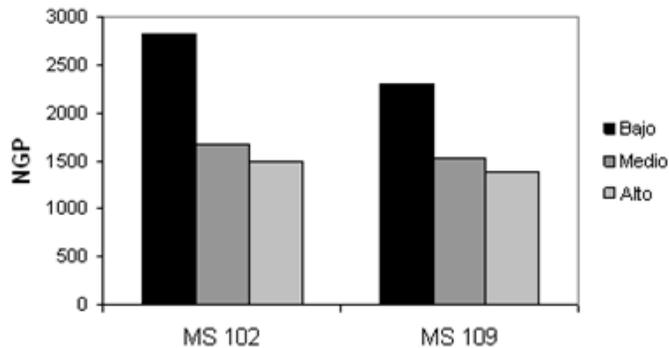


Figura No. 13. NGP para ambos cultivares (MS 102, MS 109) según estrato de población.

Si bien se aprecia la existencia del efecto año (seco), es posible que exista una diferencia de material genético entre los utilizados en la década del '80 y los actuales, lo que incidió que el número de granos por panoja fuera superior al obtenido por Alcoz et al. (1988) en un año bueno, y también superior al obtenido por Ghisellini y Holtz (1985). Resultó ser menor, pero sin mucha diferencia con lo obtenido por Algorta y Carcabelos (2007) en un año bueno, donde se utilizaron materiales genéticos similares al del presente ensayo, lo que deja de manifiesto que el potencial de producción de granos por panoja de estos materiales es muy bueno.

En cuanto al peso de mil granos el máximo lo alcanzó el MS 109 con 24.8 gramos y para el MS 102 fue de 20.3 gramos. Algorta y Carcabelos (2007) registraron un máximo peso de mil granos de 35,7 g y un mínimo de 16,4 g, por lo que en el presente trabajo se obtuvieron valores medios para éste componente. El efecto parece ser principalmente ambiental.

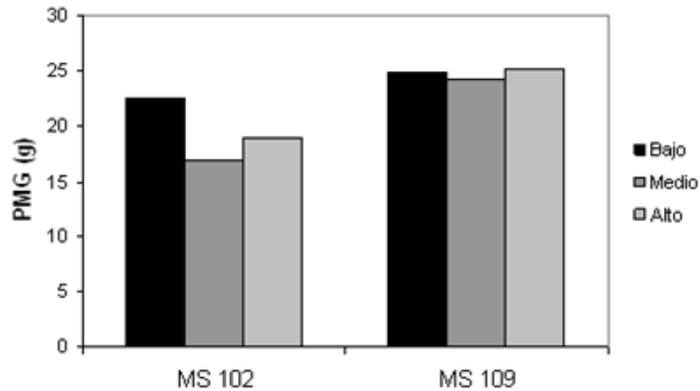


Figura No. 14. PMG para ambos híbridos (MS 102, MS 109) según estratos de población.

Las deficiencias hídricas registradas durante el desarrollo del cultivo tuvieron efectos en los momentos de definición y concreción del rendimiento, así como en la etapa de llenado de granos, afectándose por ende el peso de mil granos obtenido, con respecto a Algorta y Carcabelos (2007) que registraron valores más altos para dicho componente.

Déficit inicial, compromete macollaje de poblaciones bajas, los 80 mm entorno a la floración eliminaron la esterilidad potencial de poblaciones altas, pero el NGP, que se define antes en el tiempo, compensó el mayor número de panojas.

En la Figura No. 15 se presentan las relaciones directas e indirectas entre rendimiento en grano y sus componentes utilizando el Coeficiente de Sendero como estimador de la importancia relativa de cada componente en la construcción del rendimiento en grano final.

Los componentes involucrados fueron número de plantas por hectárea, panojas por planta, panojas  $m^{-2}$ , número de granos/panoja, peso de 1000 granos, rendimiento por panoja y rendimiento  $ha^{-1}$ .

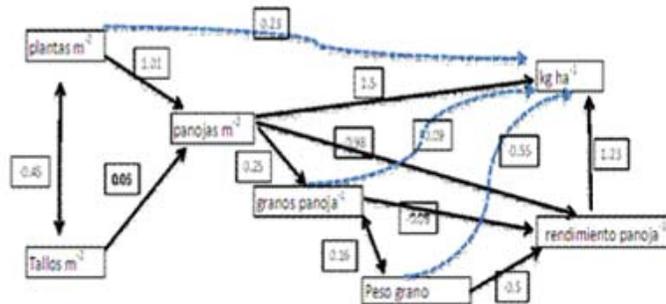


Figura No. 15. Coeficiente de sendero de los componentes del rendimiento en función del número de plantas logradas. Líneas enteras: efectos directos. Líneas punteadas: efectos indirectos

Como se puede visualizar en el esquema, los efectos directos sobre el rendimiento fueron las panojas  $m^{-2}$  y el rendimiento por panoja. Las panojas  $m^{-2}$  estuvieron relacionadas fuertemente con las plantas logradas y no tanto por el macollaje. El rendimiento por panoja estuvo dado fundamentalmente por las panojas  $m^{-2}$  (Figura No. 12).

Los tallos por unidad de superficie no tuvieron relación con la población lograda, lo que implica que el macollaje fue relativamente independiente del número de plantas logradas (Figura No. 10). Por lo tanto, el número de panojas  $ha^{-1}$  estuvo directamente definido por la población lograda. Como se discutió con los resultados presentados en la Figura No. 10, la esterilidad de tallos fue mayor en las poblaciones superiores a 10 plantas  $m^{-2}$ , pero de todas formas, el número de panojas  $m^{-2}$  logradas fue superior en las poblaciones obtenidas más altas.

Un aumento en el número de panojas  $m^{-2}$  redujo el rendimiento de cada panoja, lo que explica la compensación entre componentes. Aumentos de rendimiento se lograron por dos vías con peso relativo similar, incrementando el número de panojas a través de la población y, en las poblaciones menores, a través de alto rendimiento por panoja lograda.

No fue posible obtener alto número de panojas  $m^{-2}$  con bajas poblaciones ya que, si bien existió un incremento significativo en el macollaje, la fertilidad de los tallos logrados se redujo significativamente por encima de las 10 plantas  $m^{-2}$  logrados. El comportamiento general fue similar en los dos híbridos, aunque en el MS 109 existió una compensación real menos efectiva consecuencia del menor rango de población lograda.

Los efectos indirectos muestran una relación positiva débil entre población y rendimiento de grano y negativa con peso y número de granos por panoja.

#### 4.2.2. Producción y distribución de materia seca (ms) por híbrido según población

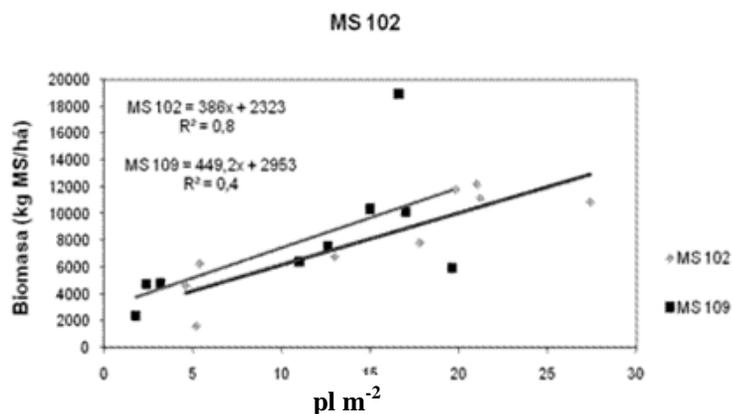


Figura No. 16. Producción de biomasa a la cosecha ( $kg MS ha^{-1}$ ) de ambos híbridos en respuesta al incremento del número de plantas  $m^{-2}$

La Biomasa total ( $MS ha^{-1}$ ) medida en medio grano (Figura No. 17) evolucionó en forma creciente en los dos híbridos al aumentar la población, pero solamente en el híbrido MS 102 hubo respuesta significativa (Apéndice No. 22, MS 102; Apéndice No. 23, MS 109).

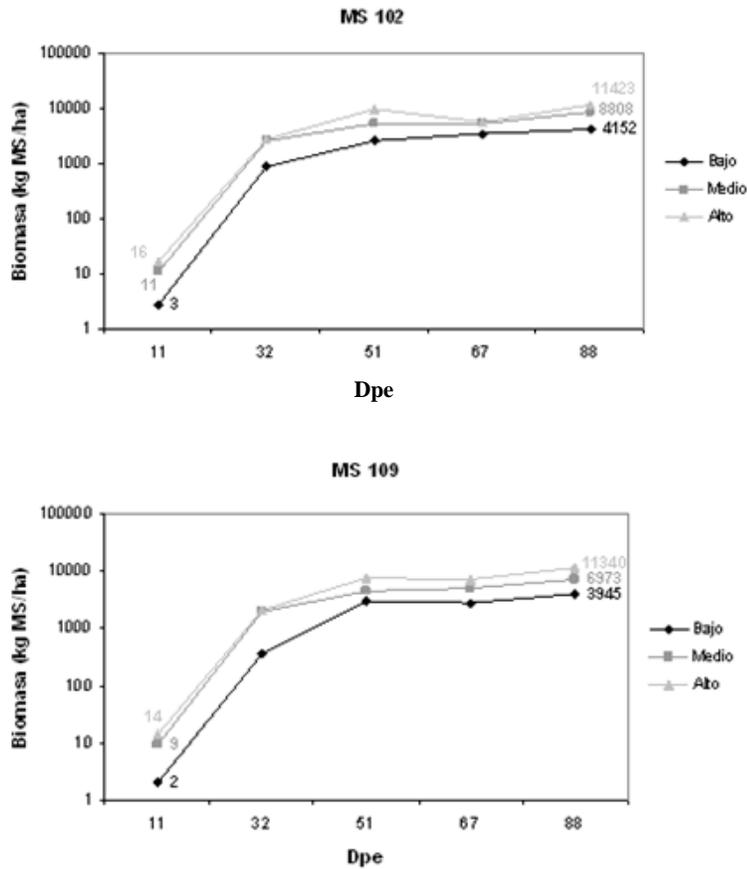


Figura No. 17. Evolución de la biomasa (kg MS) por hectárea para el híbrido MS 102 (arriba) y MS 109 (abajo) según días post emergencia del cultivo para los tres estratos de población (bajo, medio y alto)

Para el MS 102 existió respuesta significativa en el estadio de V3 (11 días post-emergencia), esa diferencia fue solamente entre el estrato alto y el bajo. En Embuche (58 días post-emergencia) también existió diferencia significativa, la cual se da entre el estrato alto y los estratos medio-bajo, no existiendo diferencia entre ellos. En Medio Grano (88 días post-emergencia) existió diferencia significativa, la que se registro entre los estratos medio-alto y el estrato bajo. En donde el híbrido no presento diferencia significativa entre estratos de la población fue en V6 (21 días post-emergencia) y Floración (67 días post-emergencia, Apéndice No. 24 , MS102).

En el caso del Híbrido MS 109 existió respuesta significativa en producción total de biomasa en el estadio de V3 (11 días post-emergencia), en V6 (21 días post-emergencia), y en Medio Grano (88 días post-emergencia); en los tres estadios la diferencia significativa se dio entre el estrato alto y el bajo solamente. En donde no existió diferencia significativa entre estratos para la biomasa total fue en los estadios de Embuche (51 días post-emergencia) y en Floración (67 días post-emergencia, Apéndice No. 25, MS 109).

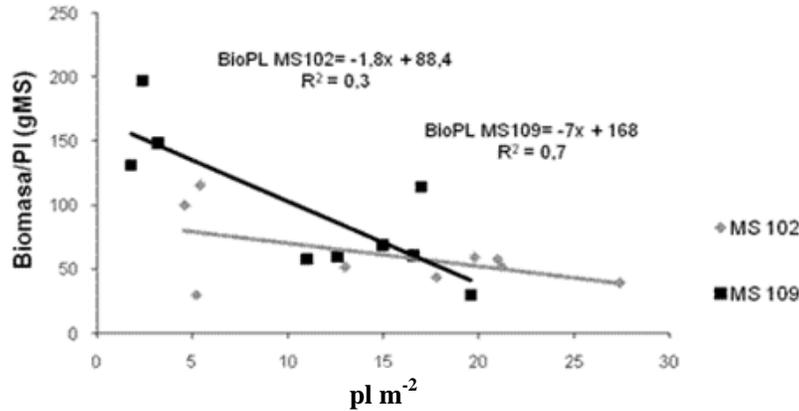


Figura No. 18. Producción de biomasa por planta (g MS) a la cosecha de ambos híbridos en respuesta al incremento del número de plantas m<sup>-2</sup>

En el caso de la Biomasa por planta, al aumentar la población los dos híbridos mostraron un descenso en el peso por planta, en donde el MS 102 mostró diferencia significativa solamente en Floración (67 días post-emergencia), en el resto de los estadios (V3, V6, Embuche y Medio grano) el descenso en la biomasa no fue significativo. Esto explica el resultado obtenido en la Biomasa total analizada anteriormente, en donde en el estadio de floración por más que aumenta la población la biomasa total no tenía diferencia significativa ya que lo que se ve afectado es el peso por planta (Apéndice No. 26, MS102).

Para el MS 109 las diferencias estadísticas para la Biomasa por planta ocurrieron en embuche (58 días post-emergencia), Floración (67 días post-emergencia) y Medio Grano (78 días post-emergencia). Comparando con lo analizado para el MS 102 se puede apreciar que en el estadio de Floración el aumento de población lleva a valores de peso por planta significativamente

menores y de igual forma se ve afectada la Biomasa total (Apéndice No. 27, MS109).

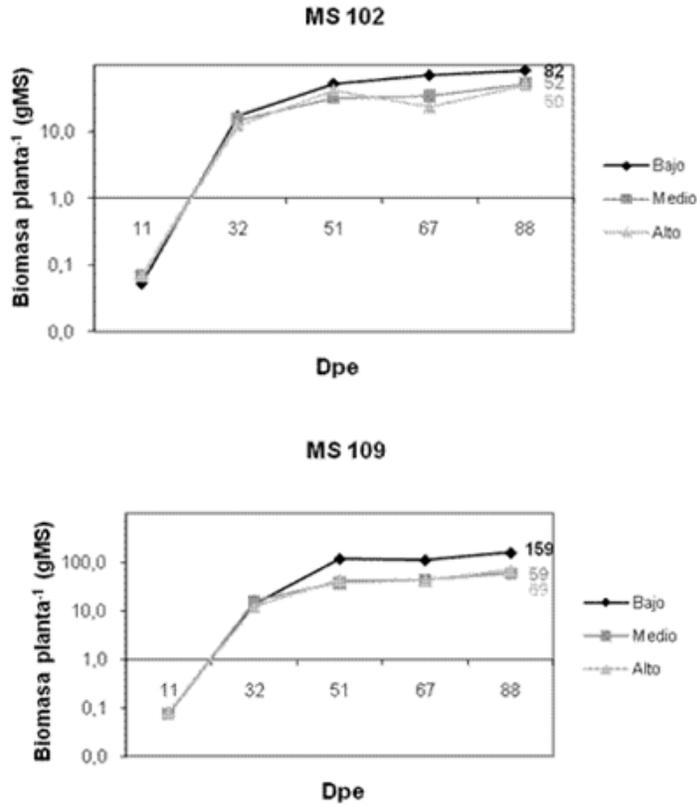


Figura No. 19. Evolución de materia seca por planta ( $g\ pl^{-1}$ ), para ambos híbridos (MS 102 arriba y MS 109 abajo) según estrato de población.

Para el MS 102 las diferencias significativas encontradas en el estadio de floración se dieron entre los estratos medio-bajo y alto, siendo mayor en la población media y baja, esto se explica por haber más espacio por planta o sea menor competencia entre ellas y más recursos por cada individuo resultando en una planta con más biomasa (Apéndice No. 28, MS 102).

En cambio para el MS 109 las diferencias significativas en la biomasa por planta en los estadios de Embuche, Floración y Medio Grano se dan entre los estratos bajo y alto y bajo y medio (Apéndice No. 29, MS 109).

En la siguiente grafica se aprecia el comportamiento de ambos híbridos con respecto al índice de cosecha (IC).

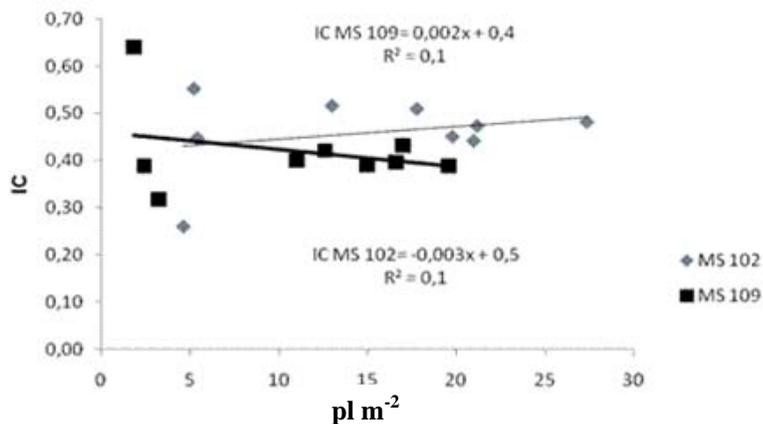


Figura No. 20. Índice de cosecha de ambos híbridos en respuesta al incremento del número de plantas  $m^{-2}$

Como se aprecia en la Figura No. 20 El Índice de cosecha no tuvo respuesta significativa en ninguno de los dos híbridos ante el aumento de la población (Apéndice No. 30, MS 102 y Apéndice No. 31, MS 109), lo que concuerda con la bibliografía existente en el país.

### 4.2.3. Parámetros de desarrollo

En la Figura No. 21 se presenta la respuesta en la altura de las plantas para ambos híbridos ante el aumento de la población.

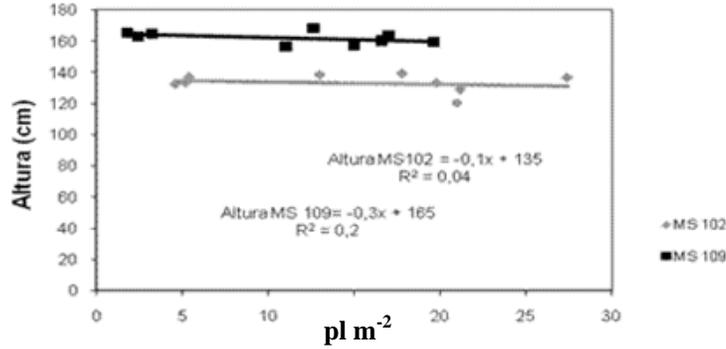


Figura No. 21. Altura de planta según población para el híbrido MS 102 y MS 109.

En altura de planta no existió respuesta significativa al aumento de población en ninguno de los dos híbridos, en el MS 102 se aprecia una altura máxima de 139,2 cm y una mínima de 120,2 cm, mientras que para el MS 109 fue de 168,2 y 157 cm respectivamente. (Apéndice No. 32, MS 102 y Apéndice No. 33, MS 109).

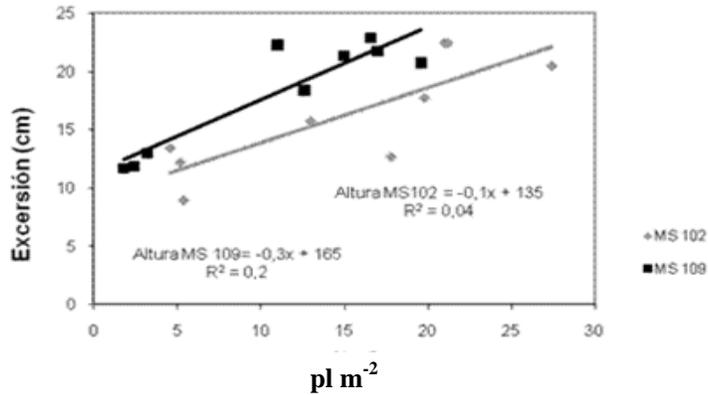
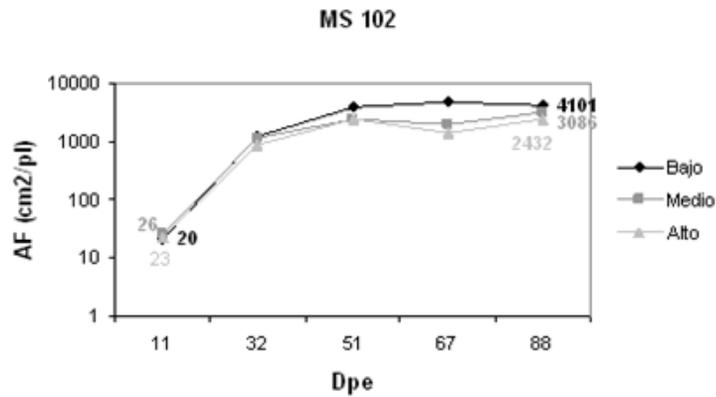


Figura No. 22. Excersión de panoja en función de la población para los híbridos MS 102 y MS 109.

En cuanto a la excersión de la panoja, existió respuesta significativa ante el aumento de la población para ambos híbridos (Apéndice No. 34, MS 102 y Apéndice No. 35, MS 109). Para el MS 102 fue significativamente mayor en la población alta, no existiendo diferencias entre la población baja y media; teniendo una excersión máxima de 22,5 cm y una mínima de 9 cm (Apéndice No. 36). En tanto para el MS 109, la población baja fue significativamente menor con respecto a las poblaciones media y alta; con una excersión máxima de 22,9 cm y una mínima de 11,7 cm (Apéndice No. 37).

#### 4.2.3.1. Parámetros foliares

Los parámetros foliares evaluados fueron el Área Foliar (AF) e Índice de Área Foliar (IAF), medido en V3 (11 Dpe), V6 (32 Dpe), Embuche (51 Dpe), Floración (67 Dpe) y Medio Grano (88 Dpe).



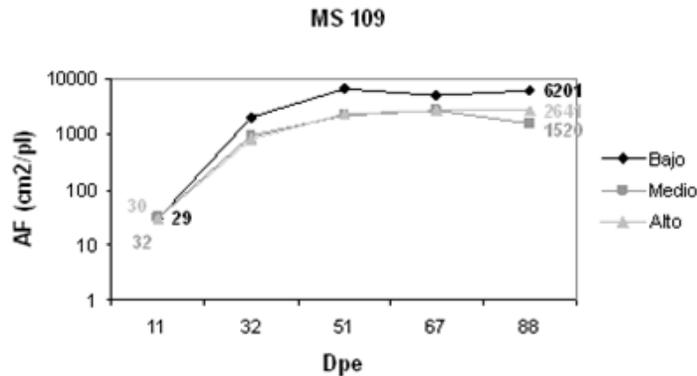


Figura No. 23. Evolución del área foliar ( $\text{cm}^2 \text{ planta}^{-1}$ ) para cada estrato de población para el MS 102 (arriba) y el MS 109 (abajo) según días post emergencia (Dpe).

El Área foliar, para el Híbrido MS 102 no presentó diferencia significativa entre estratos de la población en V3 (11 Dpe) y V6 (32 Dpe), por lo que se puede decir que no presentó respuesta al aumento de la población. Pero si la tuvo en los estadios de Embuche (51 Dpe), Floración (67 Dpe) y Medio Grano (88); en Embuche y Floración el AF decrece significativamente cuando se pasa del estrato bajo al medio-alto (no existiendo diferencia entre ellos), mientras que en Medio Grano la diferencia se da solamente entre el estrato bajo y alto (Apéndice No. 38, MS 102). En el caso del MS 109 la respuesta significativa que presentó el AF ante el aumento de la población (representada por estratos) se visualizó en los estadios de V6 (32 Dpe), Embuche (51 Dpe) y Medio Grano (88 Dpe), en donde el AF es significativamente mayor en el estrato bajo, en comparación con los estratos medio-alto (no existiendo diferencia entre ellos) (Apéndice No. 39, MS 109).

La diferencia en el largo de ciclo entre los híbridos tiene dos efectos sobre los resultados obtenidos para cada uno. Por un lado el mayor tamaño de planta del MS 109 a mismo estado fenológico, determina mayores requerimientos por planta, lo que estaría explicando la disminución en el AF ante aumentos de la población en un estadio antes que el MS 102 (Embuche) y por otro lado la falta de respuesta del AF al aumentar la población en Floración. A lo que se le suma una menor disponibilidad hídrica en éste estadio de desarrollo en comparación al MS 102 como se verá más adelante.

Por lo tanto el MS 102 además de tener plantas más chicas (con menos requerimientos), ubicó su floración en un momento de mejor disponibilidad hídrica al compararlo con el MS 109.

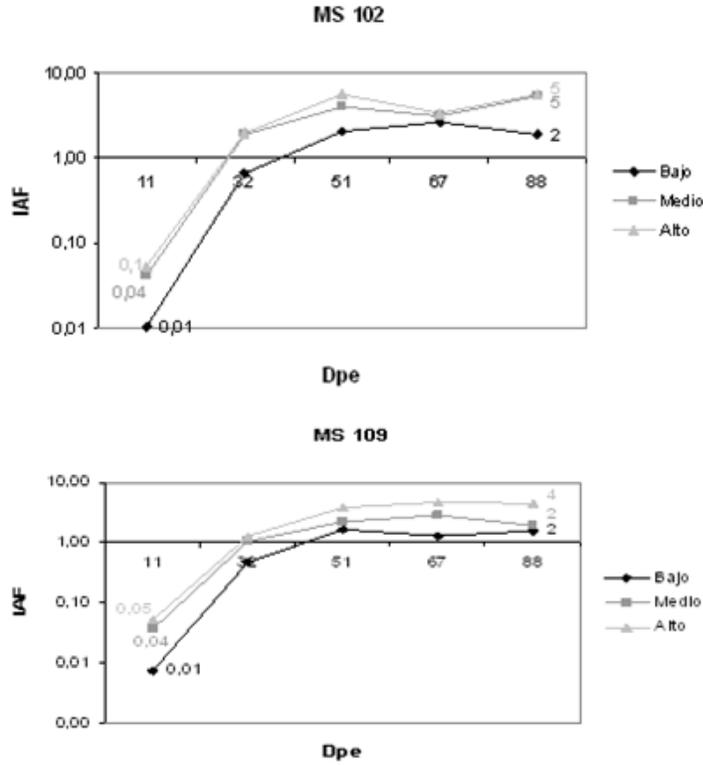


Figura No. 24. Evolución del IAF para el Híbrido MS 102 (arriba) y el MS 109 (abajo) medido por estrato según días post emergencia (Dpe).

Con respecto al IAF en V3, en el híbrido MS 102, existen diferencias significativas entre los estratos bajo-alto y bajo-medio. En V6, sucede lo mismo que en V3, hay diferencias entre los estratos bajo-alto y bajo-medio. En Embuche, existe diferencia significativa entre todos los estratos de la población (bajo-medio, bajo-alto y medio-alto). En Floración, para el MS 102 no hay diferencias significativas entre los estratos de la población, por lo tanto en este caso el IAF no presenta respuesta ante el aumento de la población. En Medio Grano, existe diferencia significativa entre los estratos bajo-alto y medio-bajo, no existiendo diferencias entre los estratos medio y alto (Apéndice No. 40, MS 102).

En el caso del Híbrido MS 109, en V3, existe diferencia significativa entre los estratos bajo-alto solamente. En V6, se repite lo de V3, habiendo diferencia entre los estratos bajo-alto. En Embuche, existe diferencia significativa entre los estratos bajo-alto. En Floración, existe diferencia significativa entre los estratos bajo-alto. En Medio Grano, existe diferencia significativa entre los estratos bajo-alto solamente (Apéndice No. 41, MS 109).

Más allá de las diferencias encontradas en IAF para los distintos rangos de población, no existieron diferencias a nivel de rendimiento, lo cual estaría indicando que la luz no fue una limitante en el desarrollo del cultivo. Las poblaciones bajas de ambos híbridos confirman esto, ya que a pesar de alcanzar valores de IAF muy bajos (IAF máx: 6.2 para MS 102, y 4.6 para MS 109; ambos valores son a cosecha), lograron rendimientos iguales al resto de las poblaciones.

## **5 . CONCLUSIONES**

No hubo respuesta significativa en rendimiento al incremento de la población para ambos híbridos, lo que contrasta con la mayoría de los antecedentes nacionales, pero concuerda con los resultados más recientes de Algorta y Carcabelos (2007).

En cuanto al rendimiento entre híbridos el MS 102 se comporto mejor que el MS 109, pero no se encontró diferencias significativas.

De los componentes directos del rendimiento las panojas/m<sup>2</sup> aumentaron significativamente como consecuencia del aumento de la población, mientras que el rendimiento por panoja no tuvo variaciones significativas pero existió cierta compensación.

Para altura de planta se encontró diferencias significativas entre ambos híbridos, habiendo una diferencia de 29 cm a favor del MS 109. Pero al variar la población dentro de cada híbrido no existió diferencia significativa.

Para excersión de panoja entre híbridos no hubo diferencia estadística pero si la hubo dentro de cada híbrido ante la variación de la población.

El IC no mostró diferencias significativas al aumentar la población dentro de cada híbrido, ni tampoco entre híbridos.

## **6. RESUMEN**

El experimento fue realizado en el verano 2007-2008 en el departamento de Flores, a 4 km de la ciudad de Trinidad en la intersección de ruta No. 3 y ruta No. 23. Se evaluaron dos híbridos de ciclos diferentes (MS102 de ciclo corto y MS 109 de ciclo intermedio) variando las poblaciones (desde 18.000 a 274.000 plantas/ha), a una distancia entre hileras constante a 50,5 cm. El cultivo se realizó sobre un campo natural. Previo a la siembra se realizó un movimiento de tierra con disquera para mejorar la implantación. Se determinó IAF y biomasa en V3, V6, embuche, floración y medio grano; y al momento de la cosecha: panojas/planta, panojas m<sup>-2</sup> número de granos por panoja, peso de 1000 granos y rendimiento en grano. También se hizo un monitoreo de nitratos (NO<sub>3</sub>) en el suelo en V6, embuche y medio grano. Comparando los híbridos no hubo diferencia estadística para la variable rendimiento. Al aumentar el número de plantas m<sup>-2</sup> aumentaron significativamente las panojas m<sup>-2</sup> para ambos híbridos. El rendimiento por panoja si bien fue decreciendo a medida que la población fue en aumento no llega a ser significativo, confirmando la compensación entre estos dos componentes para el híbrido MS 102. En cambio para el híbrido MS 109 si fue significativo, por lo tanto no se dio compensación. El aumento de la población no afectó de forma significativa el PMG y en el NGP sólo existió diferencias significativas para el híbrido MS 109 cuando se pasó de la población baja a la alta. La MS ha<sup>-1</sup> evoluciona en forma creciente en los dos híbridos al aumentar la población, experimentando diferencias significativas en diferentes estadios según el híbrido. En el caso de la Biomasa por planta, al aumentar la población los dos híbridos mostraron un descenso, que según el estadio de cada híbrido fue significativo o no. Existió una tendencia negativa en el índice de cosecha al aumentar las plantas m<sup>-2</sup>, pero en ninguno de los dos híbridos llegó a ser significativa. En altura de planta no hubo diferencias significativas al aumento de población en ninguno de los dos híbridos. Para excersion hubo respuesta frente a la población para ambos híbridos, el MS 102 cuando la población fue alta y el MS 109 cuando la misma fue baja. Los niveles de nitrato en suelo no mostraron diferencias significativas al variar la población (baja – media – alta), o sea no hay respuesta diferente al aumento de la población en la absorción de nitrógeno por el cultivo.

Palabras clave: Población; Híbrido; Sorgo granífero.

## **7. SUMMARY**

This experiment was realized during the 2007 and 2008 summer in Flores, to four kilometers far away from Trinidad, in the junction of the number 3 and 23 routes. Two hybrids with different cycles were evaluated (MS 102 of short cycle and MS 109 of intermediate cycle) varying the population (from 18000 to 274000 plants per hectare) with a distance between constant lines of 50,5 cm. The farming was realized on a natural field. Before sowing, it was made a land movement with disquera to get better the introduction. The IAF and the biomass were determined in V3, V6, ambush, flowering, and half grain; by the harvest time: corncobs plants, corncobs  $m^{-2}$ , number of grains per corncob, the weigh of 1000 grains and the output in grain. Furthermore, a supervision was made of the Nitrates (NO<sub>3</sub>) in the land in V6, ambush and half grain. In the output was found the only significant difference for the hybrid MS 109 as a result of the increasing number of the population. That can be explained by the under population achieved for that hybrid what causes a bigger response. Comparing both hybrids, there was no difference to the variable output. As the number of plants  $m^{-2}$  increase, the corncobs increased significantly in both hybrids. Although the output per corncob was decreasing while the population was increasing, it is not significant. However, for hybrids MS 109 it was significant, confirming the compensation between the two components. The increasing number of the population did not affect in a significant way the PMG and the NGP, finding only significant differences in the hybrid MS 109 when it changed from the low population to the high one. The dry matter/ha evolves in a growing way in the two hybrids when the population increase, testing the important differences in different states depending on the hybrid. In the case of the Biomass per plant, when the population increase both hybrids show a decrease and depending on the phase in each hybrid, it was significant or not. there was a negative tendency in the index of the harvest increasing the plants  $m^{-2}$  but in neither of the hybrids, it was significant. Respect to the high in the plants, in neither of the hybrids there was significant differences. On the other hand. there was reaction for the population in both hybrids, the MS 102 when the population was high and in the MS 109 when it was low. The nitrate's levels in the field did not show significant differences while the population changed (low – medium – high), so there was no different response when the population grew in the absorption by the farming.

Keywords: Population; Hybrids; Grained Sorghum.

## 8. BIBLIOGRAFIA

1. ALCOZ, M.M.; SHABILCO, D.B.; SOBRAL, L.M. 1988. Factores de manejo que afectan la productividad potencial del sorgo granífero en Uruguay. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 92 p.
2. ALDHUY, A.; LANGLET, A. 1971. Observations sur les composantes du rendement en grain du sorgho. C.R. Académie Agricultura. 70: 1606-1615.
3. ATKINS, R.E.; REICH, V.H.; KERN, J.J. 1968. Performance of short stature grain sorghum hybrids and different row and plant spacings. Agronomy Journal. 60: 515-516.
4. BAGAYOKO, M.; MASON, S.C.; SABATA, R.J. 1992. Effects of previous cropping systems on soil nitrogen and grain sorghum yield. Agronomy Journal. 84: 862 - 868.
5. BATIONO, A.; VLEK, P.L.G. 1998. The role of nitrogen fertilizers applied to food crops in the sudano-Sahelian zone of West Africa. In: Renard, G.; Neef, A.; Becker, K.; Von Oppen, M. eds. Soil fertility management in West African land use systems. Weikersheim, Germany, Margraf Verlag, pp. 43-51.
6. BLUM, A. 1967. Effect of soil fertility and plant competition on grain sorghum panicle morphology and panicle weight components. Agronomy Journal. 59: 400-403.
7. \_\_\_\_\_ . 1970. Effect of plant density and growth duration on grain sorghum yield under limited water supply. Agronomy Journal. 62: 333-336.
8. BOND, J.J.; ARMY, T.J.; LEHMAN, O.R. 1964. Row spacings, plant population and moisture supply as factors in dryland grain sorghum production. Agronomy Journal. 56: 3-7.
9. BUAH, S.S.; MARANVILLE, J.W.; TRAORE, A.; BRAMEL-COX, P.J. 1998. Response of nitrogen use efficient sorghums to nitrogen fertilizer. Journal of Plant Nutrition. 21: 2303 - 2318.
10. CARRASCO, P. 1989. Potencial de producción de sorgo granífero en el litoral norte. s.n.t. 25 p.

11. DONALD, C.M. 1963. Competition among crop and pasture plant. *Advise of Agronomy*. 12: 4-118.
12. ESCALADA, R.G.; PLUCKNETT, O.L. 1975. Ratoon cropping of sorghum. Effect of daylength and temperature on tillering and plant development. *Agronomy Journal*. 67 (4): 473-478.
- 13.....\_\_\_\_\_ . 1977. Ratoon cropping of sorghum 3-Effect of nitrogen and cutting height on ratoon performance. *Agronomy Journal*. 69(3): 341-346.
- 14..FISCHER, K.S.; WILSON, G.L. 1975. Studies of grain production in sorghum bicolor (L) Moench effect of planting density on growth and yield. *Australian Journal of Agricultural Research*. 26: 31-41.
15. GARCÍA, L.; TÉLLEZ, O.; MASON, S. 2003. Determinación del uso eficiente de nitrógeno en cuatro variedades de sorgo para grano en la zona del Pacífico de Nicaragua. *La Calera* 3: 36 - 42.
16. GHISELLINI, N.; HOLTZ, I. 1985 Alternativas de manejo en sorgo granífero. Tesis Ing. Agr. Montevideo, Uruguay. Facultad de Agronomía. 109 p.
17. GOLDSWORTHY, P.R.; TAYLER, R.S. 1970. The effect of plant spacing on grain yields of tall and short sorghum in Nigeria. *Journal of Agricultural Science (Cambridge)*. 74: 1-10.
18. GRIMES, D.W.; MUSICK, J.T. 1960. Effect of plant spacing, fertility and irrigation management on grain sorghum production. *Agronomy Journal*. 52: 647-650.
19. HUME, D.J.; KEBEDE, Y. 1981. Responses to planting date and population density by early-maturing sorghum hybrids in Ontario. *Canadian Journal of Plant Science*. 61: 265-273.
20. KARCHI, Z.; RUDICH, Y. 1966. Effects of row width and seedling spacing on yield and its components in grain sorghum grown under dryland conditions. *Agronomy Journal*. 58: 602-605.
21. MUCHOW, R.C.; SINCLAIR, T.R. 1994. Nitrogen response of leaf photosynthesis canopy radiation use efficiency in field-grown maize and sorghum. *Crop Science* 34: 721 - 727.

22. MYERS, R.J.K. 1978. Nitrogen and phosphorus nutrition in dryland grain sorghum at Katherine, Northern Territory; effect of rate of nitrogen fertilizer. *Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 18: 554-572.
23. \_\_\_\_\_; FOALE, M.A. 1980. Row spacing and population density in Australian grain sorghum productions. *Journal of the Australian Institute of Agricultural Science*. 46(4): 214-220.
24. \_\_\_\_\_; \_\_\_\_\_. 1981. Row spacing and population density in grain sorghum, a simple analysis. *Field Crops Research*. 4(2): 147-154.
25. NEWTON, N.L.; BLACKMAN, G.E. 1970. The penetration of solar radiation through leaf canopies of different structure. *Annals of Botany (London)*. 34: 329-347.
27. PANZANI, C.R.; SADER, R.; SOUZA, E.A. 1976. Efeitos da adubação nitrogenada na produção de grãos e um outras características morfológicas do *Sorghum bicolor* (L) Moench. (Sorgo). *Científica*. 4(1): 18-23.
28. PETERSON, T.A.; VARVEL, G.E. 1989. Crop yield as affected by rotation and N rate. II. Grain sorghum. *Agronomy Journal*. 81: 731 - 734.
29. PHILLIPS, L.J.; NORMAN, M.J.T. 1962. The influence of intrarow spacing and interrow cultivation on the yield of grain sorghum at Katherine, Northern Territory. *Experimental Agriculture and Animal Husbandry*. 27: 204-208.
30. PINEDA, L.; VANEGAS, J. A. 2004. Cultivo del sorgo. Managua, Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Tecnología Agropecuaria (INTA). 15 p. (Guía tecnológica no. 5).
31. PLAUT, Z.; BLUM, A.; ARNON, I. 1960. Effect of soil moisture regime and row spacing on grain sorghum production. *Agronomy Journal*. 61: 344-434.
32. PORTER, K.B.; JENSEN, M.E.; SLETTEN, W.H. 1960. The effect of row spacing, fertilizer and planting rate on the yield and water use of

- irrigated grain sorghum. *Agronomy Journal*. 52(8): 431-434.
33. ROBINSON, R.G. 1964. Row spacing and plant population for grain sorghum in the Humid North. *Agronomy Journal*. 56: 189-191.
  34. RUTH, V. 1998. Influencia del nitrógeno en la calidad del grano de sorgo en El Salvador. s.n.t. 120 p.
  35. SANCHAEZ, H. 2005. Datos básicos de Sorgo. (en línea). México, SAGARPA. Servicio de Información y Estadística Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Consultado 2 nov. 2006. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.gob.mx/integra/Agricola/DatsBas/DBsorgo>
  35. SILVEIRA, O. 1980. Acumulacao de materia seca e produção de grãos em sorgo granífero (*Sorghum bicolor* (L) Moench) em função da adubação nitrogenada. *Revista Ceres*. 27(152): 403-412.
  36. SIRI, G. 2004. Sorgo. Montevideo, Facultad de Agronomía. 96 p.
  37. STICKLER, F.C.; LAUDE, H.H. 1960. Effect of row spacing and plant population on performance of corn, grain sorghum and forage sorghum. *Agronomy Journal*. 52: 275-277.
  38. \_\_\_\_\_.; PAULI, A.W. 1961a. Leaf removal in grain sorghum. I-Effect of certain defoliation treatment on yield and components of yield. *Agronomy Journal*. 53: 99-102.
  39. \_\_\_\_\_ . 1961b. Row width and plant population studies with grain sorghum at Manhattan, Kansas. *Crop Science*. 1: 297-300.
  40. \_\_\_\_\_.; ANDERSON, P. 1964. Comparative response to herbicides of grain sorghum grown at different row spacing. *Crop Science*. 4: 497-500.
  41. \_\_\_\_\_.; WEARDEN, S. 1965. Yield and yield components of grain sorghum as affected by row width and stand density. *Agronomy Journal*. 57: 564-567.
  42. \_\_\_\_\_.; YOUNIS, M.A. 1966. Plant height as a factor affecting responses of sorghum to row width and stand density. *Agronomy Journal*. 58(4): 371-373.

43. TOMEU, A.; MEIR, T. 1969. Comparación en rendimiento de 6 híbridos y una variedad local de sorgo de grano sembrado a dos distancias entre surcos. *Revista Cubana de Ciencias Agrícolas*. 3: 251-256.
44. TU TIEMPO NETWORK. 2009. Datos climatológicos. (en línea). Durazno. Consultado 10 nov. 2009. Disponible en <http://www.tutiempo.net/clima/durazno/...../865300.htm>
45. YOUNGQUIST, J.B.; BRAMEL COX, P.; MARANVILLE, J.W. 1992. Evaluation of alternative screening criteria for selecting nitrogen use efficient genotypes in sorghum. *Crop Science*. 32: 1310 - 1313.

## 9. APÉNDICES

Apendice No. 1. Clasificación de suelos coneat donde fue realizado el ensayo.

Porcentajes de Suelos CONEAT

Flores - 2111

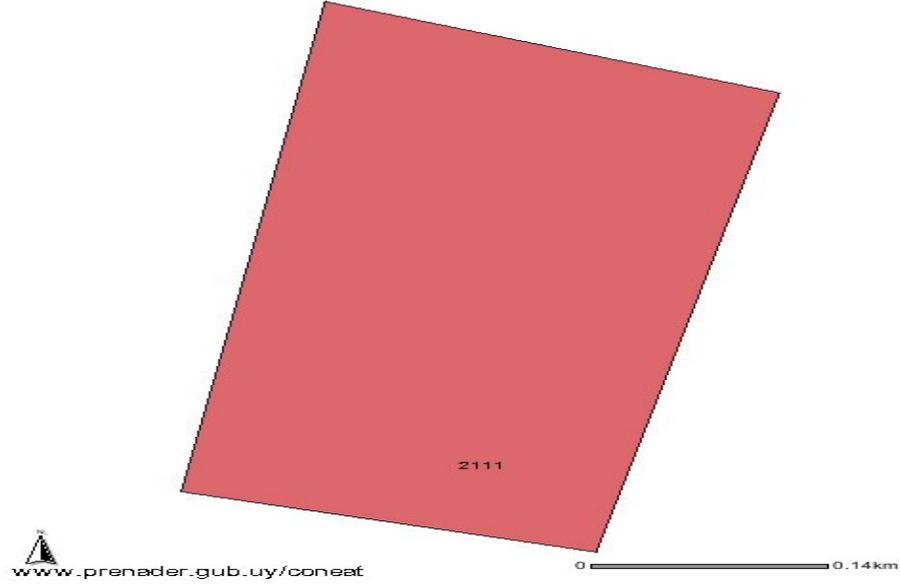
Grupo	Indice	Porc.
-------	--------	-------

10.16	206	100.00 %
-------	-----	----------

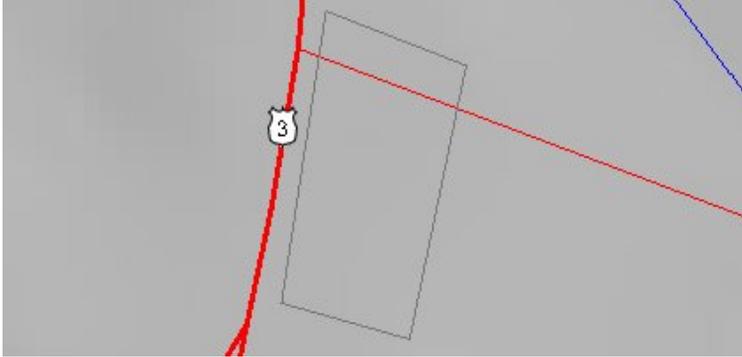
### Descripción de grupos de suelos coneat

- 10.16 Corresponde a un gran interfluvio que se expresa en los alrededores de Trinidad y se continua hacia el norte del citado centro poblado por Ruta 3 (Dpto. de Flores). Existe tambien un area en la region de Sarandi Grande (Dpto. de Florida). El material geologico esta constituido por sedimentos limo areno arcillosos, con clara herencia litologica del Cretaceo sobre el cual se encuentran apoyados. El relieve es suavemente ondulado con predominio de pendientes de 2 a 3%. Los suelos predominantes son Vertisoles Rupticos Luvicos (Grumosoles) y Brunosoles Eutricos Tipicos (Praderas Negras y Praderas Pardas medias), de color pardo muy oscuro a negro, textura franco arcillosa a franco arcillo arenosa, fertilidad alta y drenaje moderadamente bueno a algo pobre. En laderas bajas se asocian Brunosoles Subeutricos Luvicos (Praderas Pardas maximas), de color pardo oscuro, textura franco arenosa o franco arcillo arenosa, fertilidad media y drenaje moderadamente bueno a imperfecto. Predominan las tierras de cultivos invierno-estivales y rastrojos sobre las areas de campo natural, el cual presenta especies de buena calidad pero con espartillares, en general de alta densidad. Este grupo corresponde a la unidad Trinidad de la carta a escala 1:1.000.000 (D.S.F).

Croquis de grupos de suelos coneat



Croquis de ubicación



Suelos
10.16

Departamento	No. Padrón	Sección Judicial	SUP. CATASTRAL (Has.)	Índice productivo
Flores	2111	2	11.1977	210

Apendice No. 2. Humedad (%) de cosecha de ambos híbridos.

Hibrido	% Humedad cosecha	Promedio
MS 102	30	32
	29,8	
	33,3	
	31,3	
	32,5	
	34,9	
	31,1	
	35,7	
	31,8	
MS 109	30,6	35
	34	
	38,1	
	38,1	
	34	
	33,8	
	33,8	
	37,1	
	33,3	

Apéndice No. 3. Promedio de precipitaciones para la serie histórica 1961-1990 y para el año de la tesis (2007-2008) en los meses de Noviembre (Nov), Diciembre (Dic), Enero (Ene), Febrero (Feb), Marzo (Mar) y Abril (Abr).

Precipitaciones medias mensuales							
	Nov	Dic	Ene	Feb	Mar	Abr	TOTAL
1961-1990	95.7	98.3	107	129.3	122.7	80.4	633.6
2007-2008	18	59	89	33	77	4	280

Apendice No. 4. Rendimiento en grano (Kg/ha) del ensayo.

Hibrido	Parcelas	Rend (Kg/ha)	Promedio
MS 102	1	6077	5836
	4	5852	
	5	5261	
	7	6218	
	8	6181	
	12	5107	
	14	5616	
	15	5446	
MS 109	16	6769	5780
	2	5804	
	3	5415	
	6	5029	
	9	5373	
	10	6952	
	11	5361	
	13	6013	
17	5344		
	18	6726	

Apendice No. 5. Población lograda en ambos híbridos.

Híbridos	Plantas/ha
MS 102	274000
	198000
	54000
	212000
	178000
	52000
	210000
	46000
	130000
MS 109	150000
	166000
	24000
	18000
	126000
	166000
	110000
	32000
	196000

Apéndice No. 6. Respuesta de la implantación ante el aumento de la población para el híbrido MS 102.

The REG Procedure

Model: MODEL1

Dependent Variable: impl

Analysis of Variance

		Sum of	Mean		
Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	1	2080.94327	2080.94327	5.84	0.0463
Error	7	2493.17673	356.16810		

Corrected Total      8   4574.12000  
 Root MSE            18.87242   R-Square   0.4549  
 Dependent Mean    47.23333   Adj R-Sq   0.3771  
 Coeff Var            39.95572

Parameter Estimates

		Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t	
Intercept	1	18.21741	13.55269	1.34	0.2208	
Pobl	1	1.92868	0.79792	2.42	0.0463	

The SAS System

Apéndice No. 7. Respuesta de la implantación ante el aumento de la poblacion para el hibrido MS 109.

The REG Procedure

Model: MODEL1

Dependent Variable: impl

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of	Mean	F Value	Pr > F
		Squares	Square		
Model	1	457.32902	457.32902	3.22	0.1157
Error	7	993.50654	141.92951		
Corrected Total	8	1450.83556			

Root MSE            11.91342   R-Square   0.3152  
 Dependent Mean    35.02222   Adj R-Sq   0.2174  
 Coeff Var            34.01674

Parameter Estimates					
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	22.89389	7.83712	2.92	0.0223
Pobl	1	1.10481	0.61547	1.80	0.1157

Apéndice No. 8. Respuesta en Rendimiento del híbrido MS 102 ante el incremento de la población.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	803058	803058	0.92	0.3685
Error	7	6085293	869328		
Corrected Total	8	6888352			
Root MSE		932.37738	R-Square	0.1166	
Dependent Mean		5212.77778	Adj R-Sq	-0.0096	
Coeff Var		17.88638			

Parameter Estimates					
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	4642.77118	669.56041	6.93	0.0002
Pobl	1	37.88818	39.42048	0.96	0.3685

Apéndice No. 9. Respuesta en Rendimiento del híbrido MS 109 ante el incremento de la población.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	1358800	1358800	9.21	0.0190
Error	7	1032836	147548		

Corrected Total 8 2391636

Root MSE 384.11975 R-Square 0.5681

Dependent Mean 4687.22222 Adj R-Sq 0.5065

Coeff Var 8.19504

Parameter Estimates

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	4026.12631	252.68940	15.93	<.0001
Pobl	1	60.22129	19.84445	3.03	0.0190

Apendice No. 10. Macollaje (tallos planta<sup>-1</sup>) para el Hibrido MS 102.

Dependent Variable: tallos

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	0.34666667	0.17333333	1.75	0.2515
Error	6	0.59333333	0.09888889		
Corrected Total	8	0.94000000			

R-Square 0.368794  
 Coeff Var 20.07230  
 Root MSE 0.314466  
 tallos Mean 1.566667

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pobl	2	0.34666667	0.17333333	1.75	0.2515

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pobl	2	0.34666667	0.17333333	1.75	0.2515

t Tests (LSD) for tallos

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 0.098889  
 Critical Value of t 2.44691

Least Significant Difference 0.6283

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	pobl
A	1.7667	3	Bajo
A	1.6333	3	Medio
A	1.3000	3	Alto

### Apendice No. 11. Macollaje (tallos planta<sup>-1</sup>) para el Hibrido MS 109.

Sum of Source	DF	Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	5.33555556	2.66777778	29.28	0.0008
Error	6	0.54666667	0.09111111		
Corrected Total	8	5.88222222			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	tallos Mean
0.907065	18.35551	0.301846	1.644444

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pobl	2	5.33555556	2.66777778	29.28	0.0008

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
pobl	2	5.33555556	2.66777778	29.28	0.0008

t Tests (LSD) for tallos

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.091111
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

pobl Comparison	Difference Between Means		
	95% Confidence Limits		
Bajo - Alto	1.6333	1.0692	2.1974 ***
Bajo - Medio	1.6333	0.9591	2.3076 ***

Alto - Bajo	-1.6333	-2.1974	-1.0692	***
Alto - Medio	0.0000	-0.6396	0.6396	
Medio - Bajo	-1.6333	-2.3076	-0.9591	***
Medio - Alto	0.0000	-0.6396	0.6396	

Apéndice No. 12. Respuesta del N° de panojas cosechadas m<sup>-2</sup> ante el incremento de la población para el híbrido MS 102.

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for Panojas

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	1.327778
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	2.3022

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	19.2000	3	alta
A	17.3333	3	media
B	8.0000	3	baja

The SAS System

Apéndice No. 13. Respuesta del N° de panojas cosechadas m<sup>-2</sup> ante el incremento de la población para el híbrido MS 109.

The GLM Procedure

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	2	90.20972222	45.10486111	68.70	<.0001
Error	6	3.93916667	0.65652778		

Corrected Total            8   94.1488889

R-Square    Coeff Var    Root MSE    Panojas Mean  
 0.958160    6.635465    0.810264    12.21111

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pobl	2	90.20972222	45.10486111	68.70	<.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
Pobl	2	90.20972222	45.10486111	68.70	<.0001

The SAS System

**Apéndice No. 14. Respuesta del Rendimiento por panoja ante el incremento de la población para el híbrido MS 102.**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	204857	204857	0.92	0.3684
Error	7	1551633	221662		
Corrected Total	8	1756490			

Root MSE            470.80976    R-Square    0.1166  
 Dependent Mean    2632.44444    Adj R-Sq    -0.0096  
 Coeff Var            17.88489

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	2344.55077	338.09869	6.93	0.0002
Pobl	1	19.13621	19.90562	0.96	0.3684

**Apéndice No. 15. Respuesta del Rendimiento por panoja ante el incremento de la población para el híbrido MS 109.**

Sum of            Mean

Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	1	346545	346545	9.21	0.0190
Error	7	263396	37628		
Corrected Total	8	609941			
Root MSE		193.97931	R-Square	0.5682	
Dependent Mean		2367.11111	Adj R-Sq	0.5065	
Coeff Var		8.19477			
Parameter Estimates					
	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	2033.24939	127.60738	15.93	<.0001
Pobl	1	30.41251	10.02138	3.03	0.0190

Apéndice No.16. Respuesta del PMG del híbrido MS 102 ante el incremento de la población.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	26.01902	26.01902	3.25	0.1144
Error	7	56.04098	8.00585		
Corrected Total	8	82.06000			
Root MSE		2.82946	R-Square	0.3171	
Dependent Mean		20.26667	Adj R-Sq	0.2195	
Coeff Var		13.96116			
Parameter Estimates					
	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	23.51120	2.03190	11.57	<.0001
Pobl	1	-0.21566	0.11963	-1.80	0.1144

Apéndice No.17. Respuesta del PMG del híbrido MS 102 ante el incremento de la población.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	2.21171	2.21171	0.63	0.4542
Error	7	24.66829	3.52404		
Corrected Total	8	26.88000			
Root MSE		1.87724	R-Square	0.0823	
Dependent Mean		24.33333	Adj R-Sq	-0.0488	
Coeff Var		7.71470			

Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	23.48990	1.23493	19.02	<.0001
Pobl	1	0.07683	0.09698	0.79	0.4542

Apéndice No. 18. Respuesta del NGP ante el incremento de la población para el híbrido MS 102.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	72257565	72257565	4.28	0.0774
Error	7	118184878	16883554		
Corrected Total	8	190442443			
Root MSE		4108.96021	R-Square	0.3794	
Dependent Mean		10985	Adj R-Sq	0.2908	
Coeff Var		37.40481			

Parameter Estimates					
Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	10985	10985	1	0.9999
Pobl	1	0.00000	0.00000	0	1.0000

Intercept	1	16392	2950.73338	5.56	0.0009
Pobl	1	-359.39481	173.72490	-2.07	0.0774

Apéndice No. 19. Respuesta del NGP ante el incremento de la población para el híbrido MS 109.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	106305718	106305718	5.60	0.0498
Error	7	132812224	18973175		
Corrected Total	8	239117942			
Root MSE		4355.82080	R-Square	0.4446	
Dependent Mean		10125	Adj R-Sq	0.3652	
Coeff Var		43.01904			

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	15973	2865.43384	5.57	0.0008
Pobl	1	-532.66067	225.03099	-2.37	0.0498

Apéndice No. 20. Respuesta en Granos  $m^{-2}$  ante el incremento de la población para el híbrido MS 102.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	70887875	70887875	1.87	0.2141
Error	7	265750175	37964311		
Corrected Total	8	336638050			
Root MSE		6161.51854	R-Square	0.2106	
Dependent Mean		26595	Adj R-Sq	0.0978	
Coeff Var		23.16835			

Parameter Estimates

Parameter	Standard
-----------	----------

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	21239	4424.72000	4.80	0.0020
Pobl	1	355.97223	260.50610	1.37	0.2141

Apéndice No. 21. Respuesta en Granos m-2 ante el incremento de la población para el híbrido MS 109.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	10878123	10878123	1.35	0.2829
Error	7	56279607	8039944		
Corrected Total	8	67157730			
Root MSE		2835.47947	R-Square	0.1620	
Dependent Mean		19393	Adj R-Sq	0.0423	
Coeff Var		14.62140			

Parameter Estimates

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	17522	1865.29226	9.39	<.0001
Pobl	1	170.39204	146.48691	1.16	0.2829

Apéndice No. 22. Respuesta de la biomasa total ante el aumento de la población para el híbrido MS 102.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	83265568	83265568	23.69	0.0018
Error	7	24601036	3514434		
Corrected Total	8	107866604			
Root MSE		1874.68229	R-Square	0.7719	
Dependent Mean		8127.56667	Adj R-Sq	0.7393	
Coeff Var		23.06573			

Parameter Estimates

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	2323.41139	1346.24998	1.73	0.1280
Pobl	1	385.80057	79.26068	4.87	0.0018

Apéndice No. 23. Respuesta de la biomasa total ante el aumento de la población para el híbrido MS 102.

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	76684002	76684002	4.74	0.0659
Error	7	113259015	16179859		
Corrected Total	8	189943017			
Root MSE		4022.41959	R-Square	0.4037	
Dependent Mean		7904.32222	Adj R-Sq	0.3185	
Coeff Var		50.88886			

Parameter Estimates

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	2937.95144	2646.10913	1.11	0.3036
Pobl	1	452.40220	207.80677	2.18	0.0659

Apéndice No. 24. Respuesta de la biomasa total (Kg MS Ha<sup>-1</sup>) por estadio de desarrollo según estrato de población (bajo, medio y alto) para el híbrido MS 102.

t Tests (LSD) for BIOMASA11

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	21.36222
Critical Value of t	2.44691

Least Significant Difference 9.2341

Means with the same letter are not significantly different.

t	Grouping	Mean	N	Pobl
	A	16.467	3	alta
	A			
B	A	11.167	3	media
B				
B		2.700	3	baja

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 48

----- Hibrido=1 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for BIOMASA32

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
Error Degrees of Freedom 6  
Error Mean Square 1085297  
Critical Value of t 2.44691  
Least Significant Difference 2081.4

Means with the same letter are not significantly different.

t	Grouping	Mean	N	Pobl
	A	2794.7	3	alta
	A			
	A	2631.7	3	media
	A			
	A	857.1	3	baja

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 49

----- Hibrido=1 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for BIOMASA51

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
Error Degrees of Freedom 6  
Error Mean Square 1845772  
Critical Value of t 2.44691  
Least Significant Difference 2714.3

Means with the same letter are not significantly different.

2001 50

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	9471	3	alta
B	5148	3	media
B	2636	3	baja

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

----- Hibrido=1 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for BIOMASA67

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 5068723  
 Critical Value of t 2.44691  
 Least Significant Difference 4498

Means with the same letter are not significantly different.

2001 51

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	5658	3	alta
A	5451	3	media
A	3478	3	baja

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

----- Hibrido=1 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for BIOMASA88

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 4413903  
 Critical Value of t 2.44691  
 Least Significant Difference 4197.4

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
------------	------	---	------

```

A    11423   3  alta
A
A    8808    3  media
B    4152    3  baja

```

Apéndice No. 25. Respuesta de la biomasa total (Kg MS Ha<sup>-1</sup>) por estadio de desarrollo según estrato de población (bajo, medio y alto) para el híbrido MS 109.

t Tests (LSD) for BIOMASA11

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

```

Alpha           0.05
Error Degrees of Freedom    6
Error Mean Square    14.81944
Critical Value of t    2.44691

```

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		
	Between Means	95% Confidence Limits	
alta - media	5.050	-3.108	13.208
alta - baja	12.117	4.922	19.311 ***
media - alta	-5.050	-13.208	3.108
media - baja	7.067	-1.532	15.666
baja - alta	-12.117	-19.311	-4.922 ***
baja - media	-7.067	-15.666	1.532

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 109

----- Hibrido=2 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for BIOMASA32

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

```

Alpha           0.05
Error Degrees of Freedom    6
Error Mean Square    773169.5
Critical Value of t    2.44691

```

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		
	Between Means	95% Confidence Limits	
alta - media	121.2	-1742.1	1984.5
alta - baja	1669.2	25.9	3312.5 ***
media - alta	-121.2	-1984.5	1742.1

media - baja	1548.0	-416.1	3512.1
baja - alta	-1669.2	-3312.5	-25.9 ***
baja - media	-1548.0	-3512.1	416.1

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 110

----- Hibrido=2 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for BIOMASA51

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	9189829
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference Between Means	95% Confidence Limits
alta - media	3188	-3236 9612
alta - baja	4498	-1167 10164
media - alta	-3188	-9612 3236
media - baja	1310	-5461 8082
baja - alta	-4498	-10164 1167
baja - media	-1310	-8082 5461

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 111

----- Hibrido=2 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for BIOMASA67

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	5919868
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference Between Means	95% Confidence Limits
alta - media	2360	-2796 7516
alta - baja	4532	-15 9079
media - alta	-2360	-7516 2796

media - baja	2172	-3263	7606
baja - alta	-4532	-9079	15
baja - media	-2172	-7606	3263

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 112

----- Hibrido=2 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for BIOMASA88

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	15658759
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference Between Means	95% Confidence Limits
alta - media	4367	-4018 12753
alta - baja	7395	0 14791 ***
media - alta	-4367	-12753 4018
media - baja	3028	-5811 11867
baja - alta	-7395	-14791 -0 ***
baja - media	-3028	-11867 5811

Apéndice No. 26. Respuesta de la Biomasa por planta (g MS) ante el incremento de la población para el Hibrido MS 102 en los diferentes estadios de desarrollo.

Dependent Variable: BIOPL25 (V3)

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.00035366	0.00035366	0.65	0.4456
Error	7	0.00379	0.00054148		
Corrected Total	8	0.00414			
Root MSE		0.02327	R-Square	0.0853	
Dependent Mean		0.06400	Adj R-Sq	-0.0453	

Coeff Var 36.35883

Parameter Estimates

	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	0.05204	0.01671	3.11	0.0170
Pobl	1	0.00079511	0.00098383	0.81	0.4456

Dependent Variable: BIOPL35 (V6)

Analysis of Variance

		Sum of	Mean		
Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	1	25.89743	25.89743	1.28	0.2944
Error	7	141.17146	20.16735		
Corrected Total	8	167.06889			
Root MSE		4.49081	R-Square	0.1550	
Dependent Mean		14.81111	Adj R-Sq	0.0343	
Coeff Var		30.32053			

Parameter Estimates

	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	18.04805	3.22495	5.60	0.0008
Pobl	1	-0.21516	0.18987	-1.13	0.2944

Dependent Variable: BIOPL72 (Embuche)

Analysis of Variance

		Sum of	Mean		
Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	1	475.52769	475.52769	2.87	0.1338
Error	7	1157.88091	165.41156		

Corrected Total 8 1633.40860  
 Root MSE 12.86124 R-Square 0.2911  
 Dependent Mean 42.04000 Adj R-Sq 0.1899  
 Coeff Var 30.59287

Parameter Estimates

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	55.91057	9.23594	6.05	0.0005
Pobl	1	-0.92197	0.54377	-1.70	0.1338

Dependent Variable: BIOPL81 (Floracion)

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	3186.95066	3186.95066	13.76	0.0076
Error	7	1621.15823	231.59403		
Corrected Total	8	4808.10889			

Root MSE 15.21821 R-Square 0.6628  
 Dependent Mean 42.18111 Adj R-Sq 0.6147  
 Coeff Var 36.07827

Parameter Estimates

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	78.08934	10.92853	7.15	0.0002
Pobl	1	-2.38681	0.64342	-3.71	0.0076

Dependent Variable: BIOPL92 (Medio grano)

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
--------	----	----------------	-------------	---------	--------

Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	1	1804.21196	1804.21196	2.73	0.1426
Error	7	4629.28224	661.32603		
Corrected Total	8	6433.49420			
Root MSE		25.71626	R-Square	0.2804	
Dependent Mean		61.44333	Adj R-Sq	0.1776	
Coeff Var		41.85362			
Parameter Estimates					
		Parameter	Standard		
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	88.46114	18.46740	4.79	0.0020
Pobl	1	-1.79587	1.08727	-1.65	0.1426

Apéndice No. 27. Respuesta de la Biomasa por planta (g MS) ante el incremento de la población para el Híbrido MS 109 en los diferentes estadios de desarrollo.

Dependent Variable: BIOPL25 (V3)

Analysis of Variance					
Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.00007434	0.00007434	0.20	0.6665
Error	7	0.00257	0.00036741		
Corrected Total	8	0.00265			
Root MSE		0.01917	R-Square	0.0281	
Dependent Mean		0.08044	Adj R-Sq	-0.1108	
Coeff Var		23.82763			
Parameter Estimates					
		Parameter	Standard		

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	0.07555	0.01261	5.99	0.0005
Pobl	1	0.00044542	0.00099026	0.45	0.6665

Dependent Variable: BIOPL35 (V6)

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	5.39241	5.39241	0.16	0.6990
Error	7	232.48982	33.21283		
Corrected Total	8	237.88222			
Root MSE		5.76306	R-Square	0.0227	
Dependent Mean		13.55556	Adj R-Sq	-0.1170	
Coeff Var		42.51436			

Parameter Estimates

Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	14.87253	3.79117	3.92	0.0057
Pobl	1	-0.11997	0.29773	-0.40	0.6990

Dependent Variable: BIOPL72 (Embuche)

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	9656.75742	9656.75742	8.31	0.0236
Error	7	8136.37987	1162.33998		
Corrected Total	8	17793			
Root MSE		34.09311	R-Square	0.5427	
Dependent Mean		67.74111	Adj R-Sq	0.4774	

Coeff Var 50.32853

Parameter Estimates

	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	123.47283	22.42782	5.51	0.0009
Pobl	1	-5.07678	1.76132	-2.88	0.0236

Dependent Variable: BIOPL81 (Floracion)

Analysis of Variance

	Sum of	Mean		
Source	DF	Squares	Square	F Value Pr > F
Model	1	7926.26216	7926.26216	7.10 0.0323
Error	7	7818.39764	1116.91395	
Corrected Total	8	15745		
Root MSE		33.42026	R-Square	0.5034
Dependent Mean		65.41000	Adj R-Sq	0.4325
Coeff Var		51.09351		

Parameter Estimates

	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	115.90181	21.98519	5.27	0.0012
Pobl	1	-4.59946	1.72656	-2.66	0.0323

Dependent Variable: BIOPL92 (Medio grano)

Analysis of Variance

	Sum of	Mean		
Source	DF	Squares	Square	F Value Pr > F
Model	1	15697	15697	14.11 0.0071
Error	7	7784.41960	1112.05994	

Corrected Total	8	23481		
Root MSE	33.34756	R-Square	0.6685	
Dependent Mean	96.55000	Adj R-Sq	0.6211	
Coeff Var	34.53916			

Parameter Estimates

	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	167.60427	21.93737	7.64	0.0001
Pobl	1	-6.47255	1.72281	-3.76	0.0071

Apéndice No. 28. Respuesta de la Biomasa por planta según estrato de población para el Híbrido MS 102.

t Tests (LSD) for : BIOPL25 (V3)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.000594
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	0.0487

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	0.07033	3	media
A			
A	0.06900	3	alta
A			
A	0.05267	3	baja

t Tests (LSD) for : BIOPL35 (V6)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	22.49222
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	9.4752

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	16.967	3	baja
A			
A	15.100	3	media
A			
A	12.367	3	alta

t Tests (LSD) for : BIOPL72 (Embucho)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	174.3645
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	26.382

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	51.84	3	baja
A			
A	42.22	3	alta
A			
A	32.06	3	media

t Tests (LSD) for : BIOPL81 (Floracion)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	210.6481
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	28.997

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	69.57	3	baja
B	33.79	3	media
B			
B	23.19	3	alta

t Tests (LSD) for BIOPL92 (Medio grano)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	747.9561
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	54.64

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	82.21	3	baja
A			
A	51.92	3	media
A			
A	50.19	3	alta

## Apéndice No. 29. Respuesta de la Biomasa por planta según estrato de población para el Híbrido MS 109.

t Tests (LSD) for BIOPL25 (V3)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.000433
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		
	Between Means	95% Confidence Limits	
alta - baja	0.003083	-0.035816	0.041982
alta - media	0.005750	-0.038357	0.049857
baja - alta	-0.003083	-0.041982	0.035816
baja - media	0.002667	-0.043827	0.049160
media - alta	-0.005750	-0.049857	0.038357
media - baja	-0.002667	-0.049160	0.043827

t Tests (LSD) for BIOPL35 (V6)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	36.04653
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		
	Between Means	95% Confidence Limits	

media - baja	2.717	-10.694	16.128
media - alta	4.025	-8.698	16.748
baja - media	-2.717	-16.128	10.694
baja - alta	1.308	-9.912	12.529
alta - media	-4.025	-16.748	8.698
alta - baja	-1.308	-12.529	9.912

t Tests (LSD) for BIOPL72 (Embuche)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	999.0546
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference	
	Between Means	95% Confidence Limits
baja - alta	74.86	15.79 133.93 ***
baja - media	80.32	9.71 150.92 ***
alta - baja	-74.86	-133.93 -15.79 ***
alta - media	5.45	-61.52 72.43
media - baja	-80.32	-150.92 -9.71 ***
media - alta	-5.45	-72.43 61.52

t Tests (LSD) for BIOPL81 (Floracion)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	992.6337
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference	
	Between Means	95% Confidence Limits
baja - media	69.83	-0.55 140.20
baja - alta	70.03	11.15 128.91 ***
media - baja	-69.83	-140.20 0.55
media - alta	0.20	-66.56 66.97
alta - baja	-70.03	-128.91 -11.15 ***
alta - media	-0.20	-66.97 66.56

t Tests (LSD) for BIOPL92 (Medio grano)

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	985.9277
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl	Difference	
	Between	95% Confidence

Comparison	Means	Limits
baja - alta	90.20	31.52 148.88 ***
baja - media	99.77	29.63 169.91 ***
alta - baja	-90.20	-148.88 -31.52 ***
alta - media	9.57	-56.97 76.11
media - baja	-99.77	-169.91 -29.63 ***
media - alta	-9.57	-76.11 56.97

Apendice No. 30. Respuesta en el Indice de Cosecha ante el incremento de la poblacion para el Hibrido MS 102.

Dependent Variable: IC

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.01990	0.01990	5.04	0.0659
Error	6	0.02370	0.00395		
Corrected Total	7	0.04360			

Root MSE	0.06285	R-Square	0.4565
Dependent Mean	0.40000	Adj R-Sq	0.3659
Coeff Var	15.71139		

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	0.50819	0.05307	9.58	<.0001
Pobl	1	-0.00665	0.00296	-2.24	0.0659

Apendice No. 31. Respuesta en el Indice de Cosecha ante el incremento de la poblacion para el Hibrido MS 109.

Dependent Variable: IC

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	0.00369	0.00369	0.71	0.4372

Error	5	0.02591	0.00518		
Corrected Total	6	0.02960			
Root MSE		0.07198	R-Square	0.1247	
Dependent Mean		0.43000	Adj R-Sq	-0.0504	
Coeff Var		16.74065			

Parameter Estimates

	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	0.47352	0.05831	8.12	0.0005
Pobl	1	-0.00379	0.00449	-0.84	0.4372

Apendice No. 32. Respuesta de altura de planta ante el aumento de la poblacion para el Hibrido MS 102.

Dependent Variable: Altura

Analysis of Variance

		Sum of	Mean		
Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	1	11.60686	11.60686	0.31	0.5932
Error	7	259.51314	37.07331		
Corrected Total	8	271.12000			
Root MSE		6.08879	R-Square	0.0428	
Dependent Mean		133.10000	Adj R-Sq	-0.0939	
Coeff Var		4.57459			

Parameter Estimates

	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	135.26702	4.37249	30.94	<.0001
Pobl	1	-0.14404	0.25743	-0.56	0.5932

Apendice No. 33. Respuesta de altura de planta ante el aumento de la poblacion para el Hibrido MS 109.

Dependent Variable: Altura

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	24.87020	24.87020	1.83	0.2178
Error	7	94.95202	13.56457		
Corrected Total	8	119.82222			

Root MSE 3.68301 R-Square 0.2076

Dependent Mean 162.04444 Adj R-Sq 0.0944

Coeff Var 2.27284

Parameter Estimates

Variable	DF	Parameter Estimate	Standard Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	164.87275	2.42283	68.05	<.0001
Pobl	1	-0.25764	0.19027	-1.35	0.2178

Apendice No. 34. Respuesta de excersion de la panoja ante el incremento de la poblacion para el Hibrido MS 102.

Dependent Variable: Excersion

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	1	126.74056	126.74056	14.37	0.0068
Error	7	61.73944	8.81992		
Corrected Total	8	188.48000			

Root MSE 2.96983 R-Square 0.6724

Dependent Mean 16.26667 Adj R-Sq 0.6256

Coeff Var 18.25718

Parameter Estimates

	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	9.10582	2.13270	4.27	0.0037
Pobl	1	0.47598	0.12556	3.79	0.0068

Apendice No. 35. Respuesta de excersion de la panoja ante el incremento de la poblacion para el Hibrido MS 109.

Dependent Variable: Excersion

Analysis of Variance

		Sum of	Mean		
Source	DF	Squares	Square	F Value	Pr > F
Model	1	148.19811	148.19811	38.71	0.0004
Error	7	26.80189	3.82884		
Corrected Total	8	175.00000			

Root MSE 1.95674 R-Square 0.8468

Dependent Mean 18.20000 Adj R-Sq 0.8250

Coeff Var 10.75133

Parameter Estimates

	Parameter	Standard			
Variable	DF	Estimate	Error	t Value	Pr >  t
Intercept	1	11.29588	1.28722	8.78	<.0001
Pobl	1	0.62892	0.10109	6.22	0.0004

Apendice No. 36. Respuesta de la excersion de panoja segun estrato de la poblacion para el Hibrido MS 102.

t Tests (LSD) for Excer

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05

Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 4.37  
 Critical Value of t 2.44691  
 Least Significant Difference 4.1765

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	21.833	3	alta
B	15.433	3	media
B	11.533	3	baja

Apendice No. 37. Respuesta de la excersión de panoja segun estrato de la poblacion para el Hibrido MS 109.

t Tests (LSD) for Excer

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 1.666667  
 Critical Value of t 2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		
	Between Means	95% Confidence Limits	
alta - media	1.5000	-1.2357	4.2357
alta - baja	9.5000	7.0873	11.9127 ***
media - alta	-1.5000	-4.2357	1.2357
media - baja	8.0000	5.1163	10.8837 ***
baja - alta	-9.5000	-11.9127	-7.0873 ***
baja - media	-8.0000	-10.8837	-5.1163 ***

Apendice No. 38. Respuesta del Area Foliar (AF) por planta al aumento de la poblacion representada por estratos (Bajo, Medio y Alto) segun estadio de desarrollo para el Hibrido MS 102.

t Tests (LSD) for AF11

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 48.61667  
 Critical Value of t 2.44691  
 Least Significant Difference 13.93

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	25.667	3	media
A	23.033	3	alta
A	20.467	3	baja

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 33

----- Hibrido=1 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for AF32

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
Error Degrees of Freedom 6  
Error Mean Square 70084.02  
Critical Value of t 2.44691  
Least Significant Difference 528.91

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	1245.8	3	baja
A	1126.3	3	media
A	882.5	3	alta

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 34

----- Hibrido=1 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for AF51

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
Error Degrees of Freedom 6  
Error Mean Square 137873  
Critical Value of t 2.44691  
Least Significant Difference 741.84

Means with the same letter are not significantly different.

2001 35

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	3778.1	3	baja
B	2486.2	3	alta
B	2443.5	3	media

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

----- Hibrido=1 -----  
 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for AF67

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 911773.7  
 Critical Value of t 2.44691  
 Least Significant Difference 1907.7

Means with the same letter are not significantly different.

2001 36

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	4887.5	3	baja
B	1946.7	3	media
B	1392.8	3	alta

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

----- Hibrido=1 -----  
 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for AF88

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 352500  
 Critical Value of t 2.44691  
 Least Significant Difference 1186.2

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	4101.1	3	baja

	A		
B	A	3086.2	3 media
B			
B		2432.2	3 alta

Apendice No. 39. Respuesta del Area Foliar (AF) por planta al aumento de la poblacion representada por estratos (Bajo, Medio y Alto) segun estadio de desarrollo para el Hibrido MS 109.

t Tests (LSD) for AF11

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	63.48569
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference	
	Between Means	95% Confidence Limits
media - alta	1.525	-15.359 18.409
media - baja	2.667	-15.131 20.464
alta - media	-1.525	-18.409 15.359
alta - baja	1.142	-13.749 16.032
baja - media	-2.667	-20.464 15.131
baja - alta	-1.142	-16.032 13.749

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 94

----- Hibrido=2 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for AF32

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	223440.9
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference	
	Between Means	95% Confidence Limits
baja - media	1090.7	34.8 2146.5 ***

baja - alta	1274.6	391.2	2158.0	***
media - baja	-1090.7	-2146.5	-34.8	***
media - alta	183.9	-817.8	1185.6	
alta - baja	-1274.6	-2158.0	-391.2	***
alta - media	-183.9	-1185.6	817.8	

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 95

----- Hibrido=2 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for AF51

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	668233.9
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference			
	Between Means	95% Confidence Limits		
baja - alta	4400.5	2872.8	5928.2	***
baja - media	4581.3	2755.3	6407.2	***
alta - baja	-4400.5	-5928.2	-2872.8	***
alta - media	180.8	-1551.5	1913.0	
media - baja	-4581.3	-6407.2	-2755.3	***
media - alta	-180.8	-1913.0	1551.5	

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 96

----- Hibrido=2 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for AF67

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	2520774
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference			
	Between Means	95% Confidence Limits		
baja - media	2209	-1338	5755	

baja - alta	2236	-731	5204
media - baja	-2209	-5755	1338
media - alta	28	-3337	3392
alta - baja	-2236	-5204	731
alta - media	-28	-3392	3337

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 97

----- Hibrido=2 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for AF88

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	1992117
Critical Value of t	2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference	
	Between Means	95% Confidence Limits
baja - alta	3560.0	922.3 6197.8 ***
baja - media	4681.2	1528.5 7833.9 ***
alta - baja	-3560.0	-6197.8 -922.3 ***
alta - media	1121.2	-1869.7 4112.1
media - baja	-4681.2	-7833.9 -1528.5 ***
media - alta	-1121.2	-4112.1 1869.7

Apendice No. 40. Respuesta del Indice de Area Foliar (IAF) al aumento de la poblacion representada por estratos (Bajo, Medio y Alto) segun estadio de desarrollo para el Hibrido MS 102.

t Tests (LSD) for IAF11

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.000123
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	0.0222

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	0.053333	3	alta

2001 38

A			
A	0.043333	3	media
B	0.009000	3	baja
			The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

----- Hibrido=1 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for IAF32

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.321033
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	1.132

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	1.9767	3	alta
A			
A	1.8533	3	media
B	0.6633	3	baja
			The SAS System

2001 39

09:57 Sunday, March 25,

----- Hibrido=1 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for IAF51

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	0.406733
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	1.2742

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	5.6500	3	alta
B	3.9200	3	media
C	2.0100	3	baja

----- Hibrido=1 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for IAF67

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	1.899789
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	2.7538

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	3.347	3	alta
A			
A	3.110	3	media
A			
A	2.617	3	baja

----- Hibrido=1 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for IAF88

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	6
Error Mean Square	1.480344
Critical Value of t	2.44691
Least Significant Difference	2.4308

Means with the same letter are not significantly different.

t Grouping	Mean	N	Pobl
A	5.5000	3	alta
A			
A	5.2800	3	media
B	1.8767	3	baja

Apendice No. 41. Respuesta del Indice de Area Foliar (IAF) al aumento de la poblacion representada por estratos (Bajo, Medio y Alto) segun estadio de desarrollo para el Hibrido MS 109.

t Tests (LSD) for IAF11

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 0.000288  
 Critical Value of t 2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		
	Between Means	95% Confidence Limits	
alta - media	0.01525	-0.02069	0.05119
alta - baja	0.04608	0.01439	0.07778 ***
media - alta	-0.01525	-0.05119	0.02069
media - baja	0.03083	-0.00705	0.06872
baja - alta	-0.04608	-0.07778	-0.01439 ***
baja - media	-0.03083	-0.06872	0.00705

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 99

----- Hibrido=2 -----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for IAF32

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha 0.05  
 Error Degrees of Freedom 6  
 Error Mean Square 0.182892  
 Critical Value of t 2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		
	Between Means	95% Confidence Limits	
alta - media	0.2200	-0.6862	1.1262
alta - baja	0.8050	0.0058	1.6042 ***
media - alta	-0.2200	-1.1262	0.6862
media - baja	0.5850	-0.3703	1.5403
baja - alta	-0.8050	-1.6042	-0.0058 ***
baja - media	-0.5850	-1.5403	0.3703

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 100

----- Hibrido=2 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for IAF51

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha                    0.05  
Error Degrees of Freedom    6  
Error Mean Square        0.892899  
Critical Value of t        2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		95% Confidence Limits
	Between Means		
alta - media	1.5475	-0.4549 3.5499	
alta - baja	2.1758	0.4099 3.9418	***
media - alta	-1.5475	-3.5499 0.4549	
media - baja	0.6283	-1.4824 2.7390	
baja - alta	-2.1758	-3.9418 -0.4099	***
baja - media	-0.6283	-2.7390 1.4824	

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 101

----- Hibrido=2 -----  
-----

The GLM Procedure

t Tests (LSD) for IAF67

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha                    0.05  
Error Degrees of Freedom    6  
Error Mean Square        0.965265  
Critical Value of t        2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		95% Confidence Limits
	Between Means		
alta - media	1.7575	-0.3245 3.8395	
alta - baja	3.3958	1.5597 5.2319	***
media - alta	-1.7575	-3.8395 0.3245	
media - baja	1.6383	-0.5562 3.8329	
baja - alta	-3.3958	-5.2319 -1.5597	***
baja - media	-1.6383	-3.8329 0.5562	

The SAS System

09:57 Sunday, March 25,

2001 102

## The GLM Procedure

## t Tests (LSD) for IAF88

NOTE: This test controls the Type I comparisonwise error rate, not the experimentwise error rate.

Alpha                    0.05  
Error Degrees of Freedom    6  
Error Mean Square        2.238557  
Critical Value of t        2.44691

Comparisons significant at the 0.05 level are indicated by \*\*\*.

Pobl Comparison	Difference		
	Between Means	95% Confidence Limits	
alta - media	2.508	-0.663	5.678
alta - baja	2.861	0.065	5.657 ***
media - alta	-2.508	-5.678	0.663
media - baja	0.353	-2.989	3.695
baja - alta	-2.861	-5.657	-0.065 ***
baja - media	-0.353	-3.695	2.989