

**Evaluación del efecto de dos densidades  
de siembra en los híbridos de sorgo  
Marfil y CBX896-10.**

**Augusto César Terán López.**

**ZAMORANO**  
Departamento de Agronomía

Abril, 1988

# **Evaluación del efecto de dos densidades de siembra en los híbridos de sorgo Marfil y CBX896-10.**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero Agrónomo en el Grado  
Académico de Licenciatura.

presentado por

**Augusto Terán López**

**Zamorano-Honduras**

Abril, 1998

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor.

---

Augusto Terán López.

Zamorano-Honduras  
Abril, 1998

**Evaluación del efecto de dos densidades  
de siembra en los híbridos de sorgo  
Marfil y Cbx896-10.**

presentado por

Augusto Terán L.

Aprobada:

---

Pablo Paz, Ph. D.  
Asesor Principal

---

Keith Andrews, Ph. D.  
Director

---

Wilfredo Colón, Ph. D.  
Asesor

---

Juan José Alán, Ph. D.  
Coordinador PIA

Juan Carlos Rosas, Ph. D.  
Jefe de Departamento

---

Antonio Flores, Ph. D.  
Decano Académico

# **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Graciela de López (q.e.p.d.) y a RosArgentina López por enseñarme a aprender.

## AGRADECIMIENTOS

Agradezco al Dios único y verdadero. Agradezco también a mi madre por su sacrificio. A mi prima Ma. Mercedes por su ayuda. A Ileana Terán y familia por su cariño. Gracias a mis amigos y colegas Juan P. Suazo y Jorge Morán. Gracias al Profesor Aurelio Revilla por sus gestiones. Gracias a Rodolfo Pacheco por toda su ayuda. Gracias a Julio Hasing por sus conocimientos y amistad. Gracias al personal del Departamento de Agronomía, en especial al personal de CITESGRAN, Juan C. Bárcenas, Vilma Castillo, Mari Cruz, Hilsa García, Efraín y a los trabajadores de INTSORMIL : Toñito, Chico, Adolfo y Emilio por su gran disposición. Agradezco a Jaime Del Carmen, a mis compatriotas Jorge Gallo, Martín Sampson, Pedro Vargas, Guillermo Toruño, Fausto Rodriguez. Agradezco la amistad de Andrés Macías, René Barrientos, Juan D. Peñaherrera, Christian Chicaiza, Joffre Arregui, Juan Olaechea, Carlos Bravo. En fin a todos aquellas compañeros y amigos que no menciono; pero que me dieron la oportunidad de mejorar y crecer junto a ellos en Zamorano.

## **AGRADECIMIENTO A PATROCINADORES**

Agradezco a la Fundación DSE por financiar mis estudios en el Programa Agrónomo.

Agradezco el apoyo recibido de parte del proyedto INTSORMIL CRSP.

Agradezco la asistencia de parte de las compañías Dekalb, Asgrow y Cristiani Burkard.

## RESUMEN

Terán, Augusto 1998. Evaluación del efecto de dos densidades de siembra en los híbridos de sorgo Marfil y Cbx896-10. Proyecto Especial del Programa de Ingeniero Agrónomo, El Zamorano, Honduras.

Los objetivos de este estudio fueron: 1) determinar el efecto de dos densidades de siembra en la producción, tomando en cuenta el crecimiento a partir de la acumulación de biomasa en los híbridos de sorgo Marfil y CBX896-10. 2) evaluar los híbridos según su comportamiento en desarrollar altura, área foliar, peso fresco, peso seco y su rendimiento de grano. El ensayo se llevó a cabo en la Chorrera No.4, San Nicolás, Zamorano. Previo a la siembra la semilla fue tratada con oxabentriil e insecticida thiodicarb. Se hizo la siembra con una sembradora de precisión para obtener densidades de 200,000 plantas/ha y 300,000 plantas/ha. Se utilizó un diseño de parcelas sub-subdivididas. Cada parcela experimental constó de cuatro surcos distanciados a 80 cm. De esto se tomó como parcela útil únicamente los dos surcos centrales. Los herbicidas atrazina y alachlor fueron aplicados de manera de preemergentes. Las variables fueron: altura de planta, área total foliar, peso fresco, peso seco, porcentaje de materia seca, número de hojas y rendimiento de grano al 13% de humedad. Los datos fueron analizados por medio del paquete estadístico SAS<sup>®</sup>. Se realizó análisis de varianza y separación de medias. La densidad de 200,000 plantas/ha demostró obtener mayor número de hojas, peso fresco y peso seco. El porcentaje de materia seca acumulado fue el mismo para ambas densidades en ambos híbridos. La menor densidad de 200,000 plantas/ha también aventajó a la de 300,000 en rendimiento de grano de un 20% a un 25%..

**Palabras claves:** sorgo, densidad de siembra, competencia, crecimiento.



### **¿ES PRODUCTIVO SEMBRAR SORGO A DENSIDADES MAS ALTAS QUE LAS RECOMENDADAS?**

Esta es una interrogación que se presenta debido a las tendencias de la Agricultura contemporánea y su afán de aumentar cada vez la producción obtenida de los cultivos sin aumentar el área que éstos ocupan. Es por esto que se llevó a cabo un estudio sobre este tópico en Zamorano. El experimento fue realizado en los meses de agosto hasta diciembre de 1997, en los terrenos de San Nicolas, Zamorano, Honduras. Como objetivo principal se tuvo el evaluar los efectos de dos densidades de siembra en el rendimiento de grano de dos híbridos de sorgo. Debido a que actualmente se busca maximizar el uso de los recursos y entre ellos la tierra, los agricultores buscan cada vez más intensificar sus cultivos. Para hacer esto se debe escoger la semilla de híbridos o cultivares adecuados y de tratar de aumentar la cantidad de plantas por área sembrada. Se comparó el sembrar el cultivo a una densidad recomendada de 200,000 plantas/ha versus una densidad mayor, 300,000 plantas/ha.

Los resultados más relevantes fueron el obtener que los mayores rendimientos fueron obtenidos a una densidad de 200,000 plantas/Ha. Al aumentar la densidad de siembra a 300,000 plantas /ha obtuvimos una reducción en el rendimiento de grano del orden de un 20% a un 25%. De esta forma podemos recomendar la densidad de 200,000 plantas/ha y el tratar de adecuar las densidades de siembra de este cultivo según las condiciones que se tengan, para poder optimizar el uso de la tierra y otros recursos sin ir en detrimento del rendimiento de grano.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Páginas de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimientos a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Nota de prensa.....	viii
	Contenido.....	ix
	Indice de cuadros.....	xi
	Indice de figuras.....	xii
	Indice de anexos.....	xiii
1.	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
2.	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>3</b>
2.1	<b>Historia del cultivo.....</b>	<b>3</b>
2.1.1	Area de origen.....	3
2.1.2	Distribución del cultivo.....	3
2.1.3	Origen del sorgo híbrido.....	3
2.2	Importancia económica.....	4
2.3	Etapas de crecimiento del cultivo.....	5
2.4	Requerimientos del cultivo.....	6
2.4.1	Agua.....	6
2.4.2	Suelo.....	6
2.4.3	Temperatura.....	6
2.5	Factores que pueden afectar el rendimiento.....	7
2.5.1	Necesidades hídricas del cultivo.....	7
2.5.2	Efecto de la densidad de siembra sobre el cultivo.....	7

3.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	10
3.1	Ubicación del experimento.....	10
3.2	Selección de híbridos.....	10
3.3	Diseño experimental.....	11
3.4	Siembra y establecimiento.....	11
3.5	Medición de variables.....	11
3.5.1	Area foliar.....	11
3.5.2	Altura de planta.....	12
3.5.3	Peso fresco.....	12
3.5.4	Materia seca y porcentaje de materia seca.....	12
3.5.5	Rendimiento.....	12
	.....	
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	13
4.1	Monitoreo de humedad en el suelo.....	13
4.2	Variable altura de planta.....	13
4.3	Variable área total foliar.....	14
4.4	Variable peso fresco.....	15
4.5	Variable peso seco acumulado.....	15
4.6	Variable porcentaje de materia seca.....	15
4.7	Variable rendimiento.....	16
4.7.1	Factores que afectaron rendimiento.....	16
4.7.2	Proyección de límites de rendimiento.....	17
5.	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	19
6.	<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	20
7.	<b>ANEXOS</b> .....	22

## INDICE DE CUADROS

Cuadro		
1	Etapas de desarrollo y crecimiento de la planta de sorgo.....	5
2	Análisis de suelo: Chorrera No.4 San Nicolás.....	10
3	Tensión hídrica registrada(Centibares).....	13
4	Diferencia de alturas promedio por fecha de muestreo.....	14
5	Comparación de medias por densidad.....	16
6	Comparación de medias por híbrido.....	16
7	Rendimiento según utilización de riego.....	17

**INDICE DE FIGURAS**

Figura		
1	Límites de rendimiento de los híbridos utilizados.....	17
2	Límites de rendimiento según densidad.....	18

## INDICE DE ANEXOS

Anexo		
1	ANDEVA para la variable dependiente altura de planta.....	22
	ANDEVA factores principales e interacciones que afectan la variable altura.....	22
2	DMS para interacción EDAD X HIBRIDO para la variable altura de planta.....	23
	ANDEVA para la variable Número de hojas.....	23
	ANDEVA para factores que afectan la variable Número de hojas.....	23
3	Análisis de varianza para la variable área total foliar.....	24
	ANDEVA para factores e interacciones que afectan la variable Area total foliar.....	24
	DMS para la variable Area total foliar EDAD X HIBRIDO.....	24
4	ANDEVA para la variable peso fresco .....	25
	ANDEVA para factores que afectan la variable peso fresco.....	25
	ANDEVA para la variable dependiente Peso seco.....	25
5	ANDEVA para factores que afectan la variable Peso Seco.....	26
	ANDEVA para la variable porcentaje de materia seca.....	26
	ANDEVA para factores que afectan la variable Porcentaje de Materia Seca .....	26
6	Precipitación registrada en Zamorano desde agosto hasta diciembre 1997.....	27

## **Evaluación del efecto de dos densidades de siembra en los híbridos de sorgo Marfil y CBX896-10.**

### **1. INTRODUCCIÓN**

Actualmente el cultivo de sorgo, (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), es considerado el quinto cereal en importancia en el mundo después del trigo, arroz, maíz, y cebada. Tiene una gran capacidad de adaptarse a diferentes ambientes y una amplia gama de usos a que puede destinarse, principalmente para la industria de alimentos concentrados.

En América Latina se produce actualmente unos nueve millones de toneladas métricas de este grano al año, en fincas que tienen un promedio de tamaño de 20 o más ha (Compton, 1990). Su uso como cultivo de subsistencia varía desde alimento para animales hasta consumo humano en aquellas regiones cuyas condiciones de clima no favorecen el cultivo del maíz. He ahí su importante papel como componente alternativo de la seguridad alimentaria. Su uso en la alimentación pecuaria puede sustituir al maíz, que entonces puede ser usado para la alimentación humana

Debido a sus características de adaptación a ambientes no propicios, que presentan una precipitación insuficiente para la producción de otros cereales como maíz, trigo o arroz, existen muchas zonas con el potencial para ser transformadas en áreas de alta producción de sorgo.

Se ha calculado que en América Central se produce alrededor del 6% del sorgo producido en Latinoamérica. De esto se calcula que un 49% corresponden a variedades mejoradas o híbridos, cultivados principalmente para alimento animal, en fincas medianas a grandes en las regiones costeras del Pacífico y los fértiles valles centrales, (Compton 1990).

En Centro América las mayores restricciones en el cultivo del sorgo son la falta de cultivares o híbridos precoces, adaptados al trópico con alto rendimiento y tolerancia a factores ambientales desfavorables, y pobres prácticas culturales (Compton 1990).

El hombre ha seleccionado las características que le son útiles en cada región que tiene condiciones determinadas, por medio de la creación de variedades e híbridos (Quinby 1973). Usualmente se pretende manipular la densidad de siembra para lograr una distribución uniforme para cubrir el suelo y poder interceptar la energía radiante que incide sobre el cultivo.

Anteriormente se habló que entre los problemas que existen en Centroamérica y que impiden obtener mejores rendimientos, está la falta de información sobre densidades de siembra apropiadas, esto ocurre principalmente por el mal uso o inexistencia de la maquinaria adecuada. Se calcula que por ejemplo en Nicaragua, más del 50% de la siembra de sorgo se hace mediante el sistema de voleo (CLAIS 1996). Lo anterior provoca una sobrepoblación de plantas y por ello una mayor competencia por nutrimentos, agua, luz.

Otro problema es el uso de híbridos que fueron liberados hace ya mucho tiempo y que ya no responden de manera adecuada a las exigencias actuales de producción, lo que determina la necesidad de incorporar materiales nuevos dentro de los sistemas de producción, que reúnan las características de ofrecer una buena respuesta al manejo en términos de productividad y adaptación al medio.

General:

- ◆ Determinar el efecto de las dos densidades de siembra en el rendimiento y producción de biomasa en dos híbridos de sorgo, uno de floración temprana y otro de floración tardía bajo condiciones de Zamorano.

Específicos:

- Determinar diferencias en las variables de crecimiento área foliar, altura, acumulación de peso fresco, peso seco y de porcentaje de materia seca.
- Determinar el rendimiento de los híbridos utilizados.



## 2. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 HISTORIA DEL CULTIVO

#### 2.1.1 Area de Origen

Se asume que la domesticación y selección del sorgo como cultivo se dio en el continente africano, especialmente en el cuadrante noreste. A la especie cultivada se le supone descendiente de la especie silvestre *Sorghum bicolor* subsp. *arundinaceum*. La razón de mayor peso de estos argumentos es la existencia hasta tiempos recientes de formas silvestres de sorgo endémicos del Africa, lugar donde se encuentran los acervos o reservorios genéticos del cultivo. Otra razón es que sencillamente en Africa es donde existe la mayor cantidad de variabilidad genética debido a la presión de selección que le ha hecho el hombre a través de los distintos hábitats ecológicos, cuyos ambientes ejercen también una presión de selección natural sobre la especie (Quinby 1973).

#### 2.1.2 Distribución del cultivo

Del nordeste del continente africano, el sorgo fue llevado a otras partes del Africa, hacia la India, de ahí a China, el Medio Oriente y Europa.

El sorgo no es nativo del hemisferio occidental y llegó ahí a través del comercio de esclavos, en el área del Caribe. Es desde el Caribe que llegan al Sudeste de Estados Unidos (Quinby 1973),

#### 2.1.3 Origen del sorgo híbrido.

Desde que se descubrió el vigor híbrido en maíz, a través del cruce de líneas puras, cuya primera generación fue superior en rendimiento a sus líneas progenitoras, producir semilla híbrida para maíz no fue un gran problema. El maíz es monoico pero las flores masculinas y femeninas están en distintas partes de la planta, por lo tanto se hizo fácil la labor de emasculación de la planta para evitar que se autopolinice. Lo contrario ocurre con el sorgo, donde la operación de emasculación es demasiado engorrosa por medio de tratamientos con agua caliente.

Los estudios demostraron la superioridad de los híbridos obtenidos con rendimientos del 50% - 60% mayores que sus parentales. Es a través del descubrimiento de la esterilidad masculina citoplasmática por Stephens y Holland en 1954, que se facilita la producción de semilla híbrida comercial (Quinby 1973).

## 2.2 IMPORTANCIA ECONÓMICA.

Uno de los sectores relacionados al destino del grano del sorgo es la producción avícola, que últimamente ha aumentado su actividad. Por ejemplo en Honduras, la Asociación Nacional de Avicultores (ANAVI), reportó un aumento del consumo de carne de pollo, del orden del 67% de 1988 a 1994. Para el año 1993 se alcanzó un nivel de producción de sorgo en Centroamérica de 446,136 TM que fueron cultivadas en 356,000 ha.

Desde 1990 a 1993 la producción de sorgo en Centro América ha aumentado a un ritmo de 4.4 % anual, versus la producción de maíz que aumentó 1.2% anualmente (CLAIS 1996). A inicio de la década de los 90's la producción de sorgo se incrementa en Brasil, Colombia, Paraguay, Venezuela y Nicaragua. El rendimiento promedio del sorgo es muy variable a través del mundo fluctuando entre 4.39 ton/ha en EE.UU. y de 0.75 ton/ha en Haití (Compton 1990).

## 2.3 ETAPAS DE CRECIMIENTO DEL CULTIVO.

En el sorgo se han podido identificar varias etapas en su crecimiento y desarrollo, el cuadro 1 muestra las etapas de crecimiento del cultivo.

**Cuadro 1.** Etapas de desarrollo y crecimiento de la planta de sorgo

Etapa de Crecimiento	DDE*	Características de la planta
0	0	Emergencia, el coleóptilo emerge sobre la superficie del terreno
1	10	Cuello de tercera hoja ya es visible
2	20	Cuello de quinta hoja ya es visible
3	30	Punto de diferenciación en el crecimiento: aproximadamente cuando el cuello de la octava hoja ya es visible, comienza el crecimiento del tallo y la planta entra al período de crecimiento acelerado
4	38 a 45	Hoja bandera: se observa la ultima hoja del cogollo
5	45 a 50	Bota o panzoneo: la panoja aparece dentro de la hoja bandera
6	50 a 60	Floración: un 50% de las plantas están en alguna fase de floración
7	65 a 75	Grano lechoso
8	75 a 90	Grano bien formado
9	80 a 120	Madurez fisiológica: máxima acumulación de materia seca. Humedad del grano entre un 25% a 36%.

Fuente: CRISTIANI (1987)

\*DDE = Días después de emergencia

La duración de estos períodos está determinados genéticamente, a pesar de esto la influencia del ambiente puede ser significativa, acelerando o retrasando el crecimiento de la planta (Quinby 1973).

## **2.4 REQUERIMIENTOS DEL CULTIVO**

### **2.4.1 Agua**

El sorgo requiere de 300 a 600 mm de agua durante su crecimiento y desarrollo. La planta tiene la capacidad de permanecer latente durante la sequía y seguir creciendo cuando reciba agua, esto la hace tolerante en cierto grado a períodos de escasez de agua (Compton 1990).

### **2.4.2 Suelo**

El sorgo puede ser cultivado satisfactoriamente en un amplio rango de tipos de suelo y puede tolerar pH desde 5.5 a 8.5. Según Dogget (1988), es posible que pueda tolerar suelos salinos, alcalinos, de pobre drenaje y crecer en suelos pesados como los vertisoles así como también en suelos arenosos.

El cultivo se ve afectado principalmente por la deficiencia de nitrógeno y fósforo en el suelo lo que se ve reflejado en el contenido proteico y el alargamiento del período desde emergencia a floración, respectivamente (Compton 1990).

### **2.4.3 Temperatura.**

La planta es principalmente sensible a las bajas temperaturas, por ejemplo 10° C o menos provoca una marcada reducción del crecimiento y tiende a retrasar la fecha de floración (Compton 1990). A pesar de lo anterior existen tipos que según Dogget (1988), se pueden agrupar en:

1. Tolerantes a temperaturas bajas: generalmente se encuentran en las tierras altas y son sensitivos al fotoperíodo.
2. Sorgos atemperados: pueden tolerar bajas temperaturas al inicio de su período vegetativo, más no en su época de floración. Son adaptados a días calientes y noches frescas, y generalmente no son afectados por el fotoperíodo.
3. Sorgos tropicales de tierras bajas: están adaptados a días y noches cálidas y son sensitivos al fotoperíodo.

## 2.5 FACTORES QUE PUEDEN AFECTAR EL RENDIMIENTO

### 2.5.1 Necesidades hídricas del cultivo

Uno de los factores que influyen sobre el cultivo del sorgo, se encuentra la precipitación pluvial. El sorgo es un cultivo de los trópicos y subtropicos; sin embargo existe el problema de que en muchas de estas regiones, a pesar de que la precipitación pluvial anual total es superior al requerimiento hídrico del sorgo (300 – 600 mm), ésta se distribuye de una manera desuniforme a través del año.

Dependiendo de la etapa en que haya sido afectado, el cultivo tiene la capacidad de recuperarse al suplementarle agua; sin embargo, existen momentos en el desarrollo de la planta en que el reflejo del estrés en el rendimiento es casi irreversible. Estas etapas son llamadas “etapas críticas”.

Hergert *et al* (1993), experimentaron con comparando tres niveles de riego: sin riego, riego limitado aplicado en las etapas reproductivas y riego aplicado temprano en el llenado de grano. También compararon sistemas de labranza convencional versus labranza mínima. Se obtuvo un rendimiento superior en el sorgo bajo riego limitado, ya que en esos territorios el tratamiento de riego frecuente causó problemas de alcalinidad en el suelo y de esta forma se vio afectado el rendimiento.

Doorembos *et al* (1980) encontraron que un déficit hídrico riguroso durante la etapa de floración, motiva el fracaso de la polinización o el secado de la espiga. Identificaron como períodos de mayor absorción de agua, desde la floración hasta el período inicial de formación de la panoja, y aseveran que en condiciones en que la evapotranspiración es de 5 a 6 mm por día se puede agotar el 55% del agua disponible en el suelo sin que la planta sufra de estrés o trastornos mayores.

En cuanto al uso de agua en un suelo franco arenoso la tensión superficial del suelo puede llegar hasta 1.2 atmósferas (Doorembos y Pruitt 1977); en este momento, este tipo de suelo habrá perdido un 50% del agua disponible para el cultivo y es cuando las plantas pueden mostrar una reducción en el rendimiento final, sobre todo en las etapas ya mencionadas.

## 2.5.2 Efectos de la densidad de siembra sobre el cultivo

Según Brown (1984), la productividad por planta debe ser reducida en las comunidades de plantas para obtener máximo rendimiento de la comunidad. El máximo rendimiento de una comunidad vegetal no se obtiene hasta que la población de plantas es lo suficientemente grande como para producir competencia. Es probable que el aumento de la densidad de siembra reduzca el tamaño de los tallos, haciéndolos más débiles. Como posibles respuestas en los cambios de densidad, se sugiere que el peso de las semillas y el número de semillas por inflorescencia están relacionados con la competencia de los granos en una misma planta y competencia entreplantas.

El primer tipo de competencia consiste en que al no haber competencia entreplanta, se desarrollan muchos primordios florales que al establecer los granos compiten entre ellos por asimilación; esto resulta en menos granos y de tamaño más pequeño. Lo contrario ocurre cuando existe la competencia entreplantas; hay un menor número de primordios florales, y las semillas por inflorescencia y por área alcanzan los máximos valores (Gardner 1985). Por otra parte Caravetta *et al* (1990), encontraron que algunas características fenológicas como índice foliar y altura, respondieron en varios grados al espaciamiento entre plantas y que estaban significativamente influenciados por el genotipo.

El efecto que puede tener la densidad de siembra sobre el crecimiento del cultivo parte del hecho de que ésta se manipula para cubrir el suelo y poder captar la energía radiante que incide sobre el cultivo.

Larson y Vanderlip (1994), encontraron que el sorgo tiene la habilidad de compensar el rendimiento cuando la densidad en un surco se reduce, compensándose por el aumento en número y peso de semillas por planta.

M´Khaitir y Vanderlip (1992), probaron el efecto de sembrar sorgo híbrido y maicillos mejorados a densidades de 15,000, 45,000 y 135,000 plantas/ha, y encontraron que a mayores densidades el sorgo aventajó a los maicillos en rendimiento, pero no lo hizo en densidades bajas o medias especialmente cuando las condiciones de suelo y clima fueron desfavorables. Ellos concluyeron que los maicillos pueden responder menos a incrementos en densidades de plantas que el sorgo.

La morfología del cultivo se puede ver afectada por el manejo de la densidad de siembra, a pesar de que la morfología de las plantas está mayormente determinada por el genotipo. Caravetta *et al* (1990), mantuvieron la distancia entre surcos en 60 cm y aumentaron la distancia entre plantas gradualmente desde 5 a 60 cm con lo que consiguieron obtener poblaciones de 262.000, 131.000, 91.700, 43.623 y 21.700 plantas/ha; encontraron que el diámetro del tallo aumentó al aumentar la distancia entre plantas. Esto fue atribuido a una mayor partición de fotosintatos captados por un área foliar más activa. También encontraron que al aumentar la población de plantas/ha el peso de la materia seca en comparación con la planta completa declinó en 39.9% y 42.7%.

La altura de planta declinó de 2 m a 1.7 m al disminuir las poblaciones de plantas/ha como resultado de disminución de la competencia por luz solar al aumentar el espacio entre plantas.

Con la disminución de la población la razón hojas/tallo aumentó de manera lineal de 0.9 a 1.2. En el mismo experimento encontraron interacción significativa genotipo x distancia entre plantas ( $P \leq 0.05$ ) donde el número de hojas está mayormente relacionado con el genotipo. Ellos experimentaron con 4 genotipos (G1, G2, G3, G4) en dos años. Como resultado obtuvieron que el G2 mantuvo su número de hojas similar a través de las densidades de siembra, comparado con los otros genotipos (G1, G3 y G4), los cuales incrementaron el número de hojas de una manera lineal al incrementar el espacio entre plantas. El aumento observado en el primer año en el número de hojas fue desde 13.0, 12.0 y 13.3 a 14.2, 13.0, y 14.6 hojas por planta, respectivamente. En el segundo año solamente G1 y G4 aumentaron su número de hojas igualmente de manera lineal de 14.5, 11.9 hojas a 15.8 y 13.4 hojas, respectivamente. Ellos concluyeron que el número de hojas que presenta el sorgo está controlado en gran parte por el genotipo y el ambiente más que por el distanciamiento. También encontraron que al disminuir la densidad de plantas el ancho de las hojas tuvo un aumento de 14.4 mm y 28.3 mm en los dos años (Caravetta *et al* 1990).

Howdell (1990), encontró que el índice de cosecha, relación de la materia seca acumulada en el grano y la materia seca total, no variaba a través de tratamientos de fertilidad de suelo, uso de agua y distanciamiento entre surcos, a pesar de que el rendimiento a través de estos tratamientos sí fue afectado.

Prihar y Stewart (1991), al variar las poblaciones de hasta 160,000 plantas/ha, no encontraron un efecto significativo sobre el índice de cosecha; pero si encontraron un efecto significativo al usar distintos genotipos que demostraron poseer diferentes índices de cosecha.

Las investigaciones realizadas con anterioridad se hicieron en base a utilizar algunas densidades de siembra que no son usadas en producción agronómica. Cada vez más se busca hacer de los cultivos, actividades más intensivas.

Es de esta forma que los distribuidores de semilla híbrida recomiendan usar densidades de siembra entre 200.000 y 250.000 plantas/ha.

Las densidades de 200.000 y 300.000 plantas/ha que fueron usadas en el experimento, fue para comprobar las recomendaciones de los distribuidores y la segunda como una prueba del uso de una siembra más intensiva. Considerando que la agricultura moderna está basada en siembras intensivas más que extensivas, para maximizar rendimientos y justificar los altos costos involucrados.

### 3. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 UBICACIÓN DEL EXPERIMENTO

Este experimento se realizó en los terrenos de San Nicolás, en la Chorrera No. 4, Zamorano, Honduras. Se ocupó un área de aproximada de 2,500 m<sup>2</sup>. El terreno es de suelo franco arenoso y presentó las características que se muestran en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Análisis de suelo: Chorrera No. 4 San Nicolás.

Textura	%Arena	%Limo	%Arcilla	pH (H <sub>2</sub> O)	M.O. %	N TOTAL	P*	K*	Ca*	Mg*
Franco arenoso	60	22	18	4.7	2.61	0.11	19	221	1050	95

\* ppm disponibles

#### 3.2 SELECCIÓN DE HÍBRIDOS

Para la siembra y establecimiento del ensayo se siguieron los siguientes pasos:

- a) Se escogieron los híbridos Marfil (floración temprana), y CBX 896-10 (floración tardía).
- b) Se efectuó el análisis de germinación de la semilla, los dos híbridos presentaron una germinación de 90%.
- c) La semilla fue tratada con Thiodicarb (Semevin 350 SA<sup>MR</sup>) y el antídoto oxabenitril (Concep II<sup>MR</sup>) para protegerla de los insectos del suelo y del efecto del herbicida Alachlor (Laso).
- d) Para establecer en el campo las poblaciones deseadas se calculó en base a los porcentajes de germinación y porcentaje de sobrevivencia en el campo (75%) investigado por los productores de semilla híbrida. Se distribuyó la cantidad de semilla a sembrar en bolsitas de papel a ser depositadas en la sembradora.

#### 3.3 DISEÑO EXPERIMENTAL

El ensayo se estableció en el campo usando un diseño de bloques sub-subdivididos. La parcela experimental constó de 4 surcos de 10 m de largo, distanciados a 80 cm. Los niveles de tratamiento tuvieron como primer factor el uso de riego, luego la densidad de siembra, y por último el híbrido utilizado. La parcela útil se tomó de los dos surcos centrales de cada sub-subparcela.

### 3.4 SIEMBRA Y ESTABLECIMIENTO

La siembra se realizó el 22 de agosto de 1977. La fertilización se llevó a cabo para asegurar la disponibilidad de 180 kg/ha N, 90 kg/ha de P y 80 kg/ha de K aplicados a la siembra en banda incorporado, aplicando todo el P en la primera fertilización y el resto del N a los 30 días. Se usó una combinación de herbicidas como sellador, al día siguiente de la siembra, utilizando atrazina y alaclor en dosis de 1.25 y 1 kg i.a/ha, respectivamente. La emergencia se dio el día 26 de agosto. A partir de esa fecha se realizaron las siguientes actividades:

- a) El primer riego se realizó el 29 de agosto. El patrón de riego no fue tan uniforme por las condiciones de viento imperantes. (3 días de edad). Lográndose mejorarlos en un segundo riego llevado a cabo el 6 de septiembre (11 días de edad). Este mismo día en que se realizó una deshierba para eliminar malezas gramíneas principalmente. En ambas ocasiones se regó sólo los tratamientos seleccionados.
- b) El último riego se realizó el 11 de Noviembre, (77) días de edad, cuando el grano alcanzó el estado lechoso-masoso. Se regaron todas las parcelas.

### 3.5 MEDICIÓN DE VARIABLES

Dentro de las variables que agronómicamente se usan para medir el crecimiento de las plantas como acumulación de fotosintatos se utilizaron principalmente: Peso seco, peso fresco, porcentaje de materia seca, área foliar, altura de planta y rendimiento. El 10 de setiembre (15 días de edad), se realizó la instalación de dos tensiómetros en el bloque No. 2 en las subparcelas con riego y sin riego. Fueron instalados a 30 cm de profundidad para monitorear el agotamiento de la humedad en el suelo.

#### 3.5.1 Area foliar

La medición de área foliar se realizó a los 44 y los 72 días de edad. Se utilizó un medidor de área foliar portátil. La muestra se tomó de tres plantas, escogidas al azar haciendo un muestreo repetitivo.

El muestreo fue destructivo en cada ocasión para mayor facilidad en la medición. El número de hojas viables por cada planta fue monitoreado en el segundo muestreo a los 72 días de edad. Lo anterior se hizo para poder descubrir si hubo una variabilidad debido al número de hojas/planta.

#### 3.5.2 Altura de planta

La altura de planta fue medida con una estadia, a los 30, 63 y 87 días después de siembra. Se promedió en cada muestreo las alturas de las plantas en un mismo surco. La altura de planta primeramente se tomó hasta la base de la última vaina y en las siguientes ocasiones hasta el ápice de la panoja.



### **3.5.3 Peso fresco**

El peso fresco se midió a los 32 y 66 días de edad del cultivo, cortando las plantas a ras del suelo y pesándolas en una balanza mecánica después de cortadas y antes de meter las plantas al horno.

### **3.5.4 Materia seca y porcentaje de materia seca**

La medición de la acumulación de materia seca se llevó a cabo en a los 32 y 66 días de edad, se cortaron a ras de suelo las plantas de un metro lineal tomadas al azar y de manera repetitiva. Se etiquetaron las muestras, después de medir su peso fresco, se metió al horno para ser secado por 5 y 7 días en el primer y segundo muestreo, respectivamente. Las muestras se secaron a 50° C hasta que mostraron no seguir perdiendo peso. El porcentaje de materia seca se obtuvo al comparar el peso de la materia seca con el peso fresco de la planta.

### **3.5.5 Rendimiento**

La medición del rendimiento se hizo a partir del muestreo de la población de un metro lineal de plantas, corrigiendo los resultados por contenido de humedad. La humedad se midió en el laboratorio de semillas y se hizo una equivalencia en peso a una humedad del 13%. Se extrapolaron los datos de manera que se obtuviera el rendimiento de una ha (equivalente a 12, 500 m lineales).

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

### 4.1 MONITOREO DE HUMEDAD EN EL SUELO

Por medio de los tensiómetros instalados en el campo se llevó a cabo una observación del agua en el suelo. Las tensiones registradas se observan en el cuadro 3. Las lecturas menores corresponden a períodos posteriores a lluvias (ver anexo 6). Las mayores lecturas se presentaron en el momento de grano lechoso-masoso, en ese momento se decidió que no se detectaría una diferencia apreciable entre las parcelas con y sin irrigación y debido a los síntomas de estrés presentados como el enrollamiento de las hojas, fue necesario regar todas las parcelas para evitar perder el cultivo.

**Cuadro 3.** Tensión hídrica registrada (Centibares)

Fecha	DDE*	Parcela con riego	Parcela sin riego
12/09/97	17	11	19
18/09/97	23	5	22
24/09/97	29	5	11
02/10/97	37	2	5
16/10/97	49	16	21
21/10/97	56	24	39
31/10/97	66	65	80
08/11/97	74	65	88

\* Días después de emergencia

### 4.2 VARIABLE ALTURA DE PLANTA

Los resultados que se obtuvieron del análisis de varianza (ANDEVA) fueron significativos ( $P \leq 0.01$ ) (Anexo 1).

No fue posible detectar diferencias ocasionadas por el factor densidad y el factor riego, sin embargo los dos híbridos usados si presentaron diferencias entre sí. Este resultado concuerda con lo encontrado por Brown *et al* (1964) y Robinson *et al* (1964) ambos citados por Caravetta *et al* (1990), que encontraron que las densidades de siembra no afectaban la altura de planta de sorgo granífero. Caravetta *et al* atribuyeron los resultados de estos autores a la existencia de suficiente humedad en el suelo ya que hacen cita a Musick y Dusek (1969), que encontraron que las mayores poblaciones bajo estrés hídrico resultaron en plantas más pequeñas.

La interacción de EDAD X HÍBRIDO fue altamente significativa ( $P \leq 0.01$ ). Esto puede interpretarse la diferencia entre los híbridos dependió mucho de la edad de las plantas.

Este efecto se ve en el Cuadro 4 donde se muestran las diferencias de altura entre los híbridos en las fechas de muestreo ( $P \leq 0.05$ ) (Anexo 1).

**Cuadro 4.** Diferencia de alturas promedio por fecha de muestreo

DDE*	HIBRIDO	ALTURA PROMEDIO(m)
30	CBX 896-10	0.70
30	Marfil	0.80
60	CBX 896-10	1.21
63	Marfil	1.54
87	CBX 896-10	1.38
87	Marfil	1.60

\*Días después de emergencia.

### 4.3 VARIABLE ÁREA TOTAL FOLIAR

El área foliar superficial determina en gran parte la cantidad de fotosíntesis y la cantidad de agua que se pierde a través de la transpiración (Maas *et al* 1987). Gardner *et al* (1985) aseguran que los factores primarios que afectan el rendimiento son la radiación solar absorbida y la eficiencia en utilizar esa energía para la fijación de CO<sub>2</sub>. Por eso el objetivo cultural o agronómico en el cultivo de plantas que detienen su crecimiento vegetativo a partir de la floración (plantas determinadas), es maximizar la fotosíntesis al interceptar la mayor cantidad posible de radiación solar. Esto resulta eficiente para los cultivos de grano que obtienen el mayor peso de la semilla a partir de la fotosíntesis post-floración (Gardner *et al* 1985).

Para poder dar mayor solidez a los datos obtenidos sobre el área total foliar de las plantas, se realizó también un conteo del número de hojas en las plantas muestreadas (3 plantas/sub-subparcela), para el segundo muestreo de área foliar, a los 72 días de edad.

Mediante el ANDEVA se logró detectar efectos de los factores sobre el número de hojas por planta indicándonos que el número de hojas presentes en las plantas se vio influenciado por la densidad de siembra y el híbrido usado (Anexo 2).

El híbrido CBX896-10 tuvo una tendencia a poseer más hojas funcionales ( $P \leq 0.05$ ).

Se detectaron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) en el efecto de usar una densidad baja (200,000 plantas/ha) versus usar una densidad más alta (300,000 plantas/ha). Se encontró que usar una densidad más baja, en promedio las plantas tuvieron 0.62 hojas más que en la densidad alta; tendencia que también fue observada por Caravetta *et al*, (1990).

Con respecto al análisis estadístico de las observaciones del área foliar total de las plantas muestreadas el ANDEVA fue significativo ( $P \leq 0.01$ ), (Anexo 2).

El híbrido usado determinó el resultado del área foliar alcanzada. Para descubrir la magnitud de estos efectos se realizó una prueba de Diferencia Mínima Significativa de los factores principales así como también de las interacciones en la diferencia mínima de medias (Anexo 3). No se logró detectar diferencias significativas en el área foliar provocados por la densidad de siembra.

El hecho de que el número de hojas si fuera afectado por la densidad, se interpreta como que las hojas extras probablemente fueron más pequeñas.

En la prueba de DMS hecha para la interacción edad x híbrido obtuvo como resultado que la diferencia entre los híbridos no fue significativa a los 44 días (Marfil: 0.55 m<sup>2</sup> versus CBX: 0.55 m<sup>2</sup>). Esto se debió probablemente a que Marfil alcanzó mayor crecimiento rápidamente y pudo equiparar el área foliar de CBX896-10; sin embargo, a los 72 días se presentó diferencia significativa ( $P \leq 0.01$ ) en el área foliar alcanzada por los dos híbridos (Marfil: 0.643 m<sup>2</sup> versus CBX: 1.0 m<sup>2</sup>) (Anexo 3). Esto puede ser atribuido a la tendencia de CBX 896-10 a tener más hojas funcionales a esta fecha.

#### **4.4 VARIABLE PESO FRESCO**

La variable peso fresco fluctúa según la condición de contenido de humedad en la planta (Gardner 1985). Se pretendió descubrir si existieron diferencias que indicaran la competencia existente por el agua en las dos densidades probadas. Se encontró significativo el efecto del factor densidad y el híbrido utilizado. Se logró detectar diferencias ( $P \leq 0.05$ ) entre las medias de los pesos frescos de las densidades baja y alta (Baja: = 25.3 ton./ha versus Alta: =22.32 ton./ha). Esto se debió posiblemente a que en la densidad de 200,000 plantas/ha la menor competencia por agua les permitió acumular mayor peso fresco.

#### **4.5 VARIABLE PESO SECO ACUMULADO**

En el ANDEVA realizado para los factores que afectan la cantidad de peso seco acumulado (Anexo 4), se logró detectar un efecto significativo provocado por la densidad de siembra ( $P \leq 0.05$ ), donde se observó una diferencia entre el peso de la materia seca entre las densidades( baja = 5.9 ton/ha versus alta = 5.6 ton/ha).

#### **4.6 VARIABLE PORCENTAJE DE MATERIA SECA**

En el ANDEVA para los factores que afectaron la acumulación de materia seca como porcentaje del peso total, no se encontró significativo ninguno de los factores lo que nos da un indicio de que el porcentaje de materia seca acumulado es una característica muy poco variable en los híbridos probados.

#### **4.7 VARIABLE RENDIMIENTO**

Los datos de rendimiento fueron tomados en muestras de un metro lineal por sub-subparcela; se trilló el sorgo, se midió su humedad y se estandarizó los pesos obtenidos a una humedad del 13%, para contar con una base común de comparación.

#### 4.7.1 Factores que afectaron rendimiento

**4.7.1.1 Densidad de siembra utilizada.** Se puede ver en el Cuadro 5, que al usar la densidad más baja se alcanzó un 30% más de rendimiento que en la densidad alta ( $P \leq 0.05$ ).

**Cuadro 5.** Comparación de medias por densidad

Densidad	Rendimiento(ton/ha)
Baja	4.68
Alta	3.60

**4.7.1.2 Híbrido utilizado.** De manera similar se analizaron las medias obtenidas según el híbrido utilizado, como se muestra en el Cuadro 6. Debido a la baja significación de este factor esto sólo puede ser interpretado como una tendencia.

**Cuadro 6.** Comparación de medias por híbrido

Híbrido	Rendimiento (ton/ha)
CBX	4.27
Marfil	4.00

**4.7.1.3 Nivel de riego.** Se muestra que en promedio las parcelas con riego tuvieron un rendimiento mayor (8.04%) que las que solamente recibieron precipitación pluvial, como puede verse en el Cuadro 7.

Este efecto tiene una muy baja significación y sólo puede interpretarse como una tendencia.

**Cuadro 7.** Rendimiento según utilización de riego

Nivel de riego	Rendimiento (ton/ha)
Con riego	4.30
Sin riego	3.98

#### 4.7.2 Proyección de límites de rendimiento.

Se hizo una proyección de los límites dentro de los cuales podemos obtener el rendimiento. Se hizo tomando un rango en la distribución de las medias muestreadas comprendido por un límite de confianza de 93.6%, para los factores analizados con anterioridad.

**4.7.2.1 Uso de híbridos.** Se obtuvo que el híbrido CBX 896-10 tiene la tendencia a aventajar aproximadamente en 0.25 ton/ha al híbrido Marfil. Esta tendencia muestra al híbrido CBX896-10 en el que en condiciones similares a las del experimento se pueden obtener rendimientos desde 3.65 ton/ha hasta rendimientos de 5 ton/ha. El rendimiento del híbrido Marfil se podrá obtener desde 3.45 ton/ha hasta 4.75 ton/ha. A como puede verse en la Figura 1.

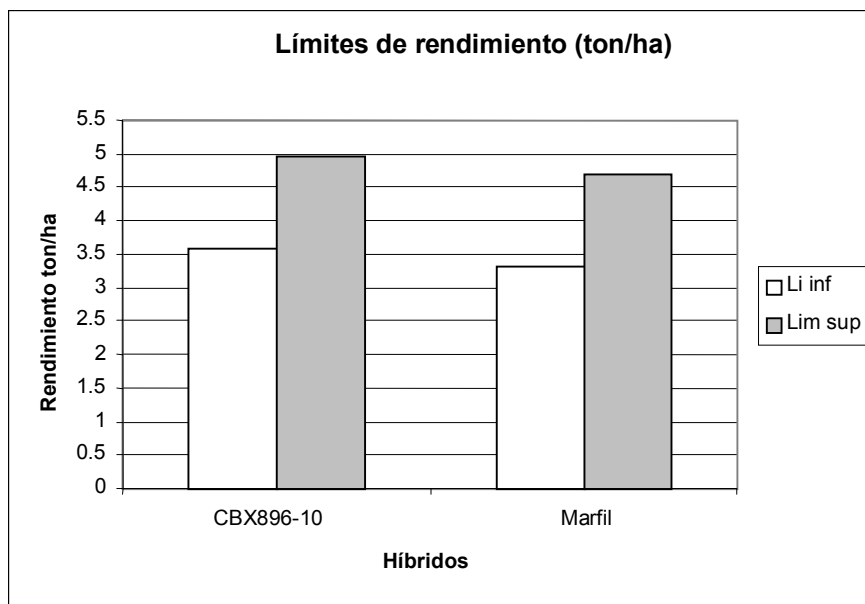
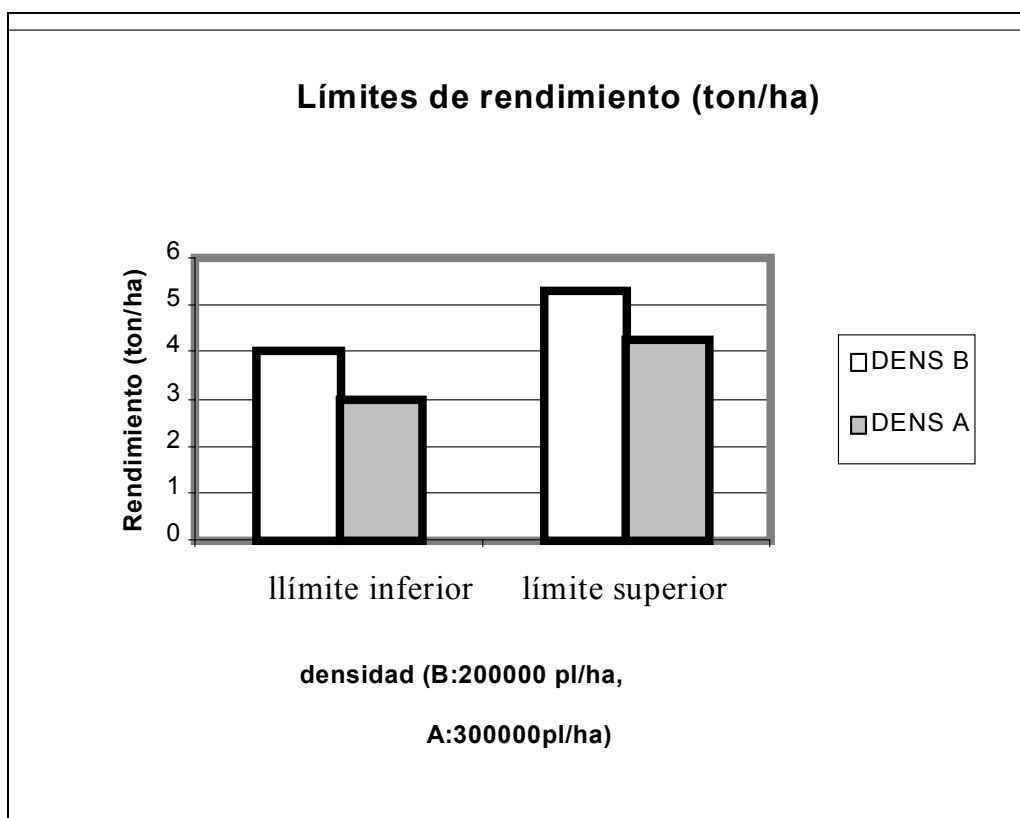


Figura 1. Límites del rendimiento de los híbridos utilizados

**4.7.2.2 Densidad de siembra.** El más alto rendimiento va a presentarse sembrando a una densidad de 200,000 plantas/ha, en donde en condiciones similares a las del experimento se podrán obtener rendimientos desde 4 ton/ha hasta 5.2 ton/ha. Al incrementar la densidad a 300,000 plantas/ha se reduce el rendimiento hasta en 1 ton/ha, obteniéndose rendimientos desde 3 ton/ha hasta 4.2 ton/ha.

Se puede apreciar en la Figura 2 que el mayor rendimiento obtenido con la densidad de 300,000 plantas/ha es apenas un poco mayor que el rendimiento más bajo obtenido con la densidad de 200,000 plantas/ha.



**Figura 2.** Límites de rendimiento según densidad

## 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Se logró evaluar el efecto de utilizar la densidad de siembra mayor (300,000 plantas/ha), a la normalmente recomendada. A través de las variables de crecimiento medidas (altura, área foliar, peso seco acumulado, peso fresco, porcentaje de materia seca), se pudo explicar los efectos que tiene una mayor competencia sobre características morfológicas de la planta, las cuales se ven reflejadas en el rendimiento final de grano.

También se puede concluir acerca del efecto de una mayor competencia sobre funciones fisiológicas como la absorción de agua, donde las plantas de la densidad mayor presentaron menor peso fresco.

Concluimos que en condiciones similares a las del experimento, es mejor tener una densidad de siembra de 200,000 plantas/ha, al aumentar la densidad de siembra a 300,000 plantas/ha, se puede tener una reducción en el rendimiento de un 20% a un 25%.

Podemos observar que ambos híbridos difieren en el uso de agua, al alcanzar mayor peso fresco y seco el híbrido Marfil, a pesar de esto se pudo observar que el peso seco como porcentaje del peso total es prácticamente el mismo en ambos híbridos.

El híbrido CBX tuvo la tendencia a presentar un rendimiento de grano mayor. Esto puede atribuirse a que pueda tener un mayor índice de cosecha, que permite que mayor cantidad de materia seca acumulada sea transportada al grano en vez de al rastrojo (tallos, hojas, vainas).

Se pudo aplicar riego de una manera diferenciada solamente en la etapa de germinación y establecimiento, a lo que atribuimos la tendencia de presentar una diferencia de rendimiento de casi 400 kg./ha.

Recomendamos nuevos ensayos tomando en cuenta más niveles de densidad de siembra, tomando en cuenta el uso de recursos como los fertilizantes y el agua.



## 6. BIBLIOGRAFÍA

- BROWN, R.H. 1984. Growth of the green plant. Ed. por Tesar M.B. American Society of Agronomy. Crop Science Society of America. Wisconsin, (U.S.A). 234 p.
- CARAVETTA, C.G.; CHERNEY, J.H; JOHNSON, K.D. 1990 . Within row spacing influences on diverse sorghum genotypes: I Morfology. Agronomy Journal (U.S.A.) 2(2):206 – 209.
- CLAIS. 1996. Noticlais. Honduras. s.n. 1(1) : 1 – 7. 16 p.
- COMPTON, P. 1990. Agronomía del sorgo. Trad. por María Guadalupe López Abdelrague. El Salvador, Centro de Tecnología Agropecuaria. 301p.
- CRISTIANI, A. 1987. Instructivo del cultivo del sorgo. Cristiani Burkard SA. Departamento de investigación y Producción de semillas. Guatemala. 157 p.
- DOGGET, H. 1988. Sorghum. 2 ed. New York. John Wiley & Sons Inc. 512p.
- DOOREMBOS, J; PRUITT, W.O.1977. Las necesidades de agua de los cultivos. Roma Italia, F.A.O. 194p.
- DOOREMBOS, J; KASSAN, A.H. 1980. Efecto del agua sobre el rendimiento de los cultivos. Roma. Italia. F.A.O. 212P.
- GARDNER, F.P.; PEARCE, R.B.; MITCHEL, R.L. 1985. Physiology of crop plants. Iowa. (U.S.A). ISUP Press. 327 p.
- HERGERT, G.W.; KLOCKE, N.L.; PETERSEN, J.L.; NORDQUIST, P.T.; CLARK, R.T.; WICKS, G.A. 1993. Cropping systems for stretchching limited irrigation supplies. Journal of Production Agriculture. (U.S.A). 6 (4): 520-529.
- HOWDELL, T.A. 1990. Grain dry matter relationship for winter wheat and grain sorghum. Agronomy Journal. (U.S.A). 82: 914-918.
- KHAITIR, Y.O.M.; VANDERLIP, R.L.1992. Grain sorghum and pearl millet response to date and rate of planting. Agronomy Journal. (U.S.A) 84(4): 579 – 582.

LARSON, E.J; VANDERLIP, R.L. 1994. Grain sorghum yield response to nonuniform stand reductions. *Agronomy Journal*. (USA). 86(3): 475 – 477.

MAAS, S.J. ; ARKIN, G.F. ; ROSENTHAL, W.D. 1978. Relationship between the areas of successive leaves on grain sorghum. *Agronomy Journal*. (U.S.A.). 79: 739 – 745.

PRIHAR, S.S.; STEWART, B.A. 1991. Sorghum harvest index in relation to plant size, environment, and cultivar. *Agronomy Journal*. (U.S.A). 83: 603-608.

QUINBY, J.R. 1973. Sorghum improvement and genetics of growth. Texas.(U.S.A). Texas A&M University Press. 108p.

## 7. ANEXOS.

### Anexo 1.

ANDEVA para la variable dependiente altura de planta.

Fuente de variación	G.L.	PR>F
Modelo	10	0.0001
Error	85	
Total corregido	95	
R <sup>2</sup>	89.0 %	
C.V.	6.87 %	

ANDEVA factores principales e interacciones que afectan la variable altura.

Fuente de variación	G.L.	Pr > F
EDAD	2	0.0001
BLOQUE	3	0.0001
RIEGO	1	0.7318
DENSIDAD	1	0.1652
HIBRIDO	1	0.0001
EDAD X HIBRIDO	2	0.0001

## Anexo 2

DMS para interacción EDAD X HIBRIDO para la variable altura de planta.

DDE	HIBR	ALTU LSMEAN	Pr > i/j	H0: LSMEAN (i) = LSMEAN (j)					
				1	2	3	4	5	6
30	CBX	0.70437500	1	.	0.0016	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
30	MAR	0.80000000	2	0.0016	.	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
63	CBX	1.21062500	3	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0001	0.0001
63	MAR	1.54562500	4	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0001	0.0488
87	CBX	1.38750000	5	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	.	0.0001
87	MAR	1.60437500	6	0.0001	0.0001	0.0001	0.0488	0.0001	.

ANDEVA para la variable Número de hojas

FUENTE	G.L.	PR>F
Modelo	9	0.0001
Error	86	
Total Corregido	95	
R <sup>2</sup>	40.23%	
C.V.	15.03%	

ANDEVA para factores que afectan la variable Número de hojas

Fuente	G.L.	Pr > F
BLOQUE	3	0.4814
RIEGO	1	0.0683
DENSIDAD	1	0.0114
HÍBRIDO	1	0.0001
BLOQUE.XHÍBRIDO	3	0.0484

### Anexo 3

Análisis de varianza para la variable área total foliar

Fuente	G.L.	Pr.> F
Modelo	12	0.0001
Error	51	
Total corregido	63	
R <sup>2</sup>	67.86%	
C.V.	23.89%	

ANDEVA para factores e interacciones que afectan la variable Area total foliar

Fuente	G.L.	Pr > F
DDE	1	0.0001
BLOQ.	3	0.0360
RIEG.	1	0.2853
DENS.	1	0.1890
HÍBR	1	0.0001
DDE X RIEG	1	0.0174
DDE X HIBR	1	0.0001
BLOQ. X RIEG	3	0.0375

DMS para la variable Area total foliar EDAD X HIBRIDO

EDAD	HIBRIDO	DMS	i/j	1	2	3	4
44	CBX	5506.66875	1	.	0.9733	0.0001	0.1154
44	MAR	5487.25000	2	0.9733	.	0.0001	0.1082
72	CBX	9947.81875	3	0.0001	0.0001	.	0.0001
72	MAR	6432.43562	4	0.1154	0.1082	0.0001	.

## Anexo 4

ANDEVA para la variable peso fresco

Fuente	G.L.	Pr > F
Modelo	12	0.0001
Error	51	
Total Corregido	63	
R <sup>2</sup>	67 %	
C.V.	23.89%	

ANDEVA para factores que afectan la variable peso fresco

Fuente	G.L.	Pr > F
EDAD	1	0.0001
BLOQUE	3	0.1976
RIEGO	1	0.4639
DENSIDAD	1	0.0373
HIBRIDO	1	0.0544
PLAM**	1	0.0001

ANDEVA para la variable dependiente Peso seco.

Fuente	G.L.	Pr > F
Modelo	8	0.0001
Error	55	
Total corregido	63	
R <sup>2</sup>	87 %	
C.V.	32.08 %	

## Anexo 5

ANDEVA para factores que afectan la variable Peso Seco

Fuente	G.L.	Pr > F
EDAD	1	0.0001
BLOQUE	3	0.9679
RIEGO	1	0.3434
DENSIDAD	1	0.0295
HIBRIDO	1	0.3553
PLAM**	1	0.0001

\*\*No. Plantas

ANDEVA para la variable porcentaje de materia seca

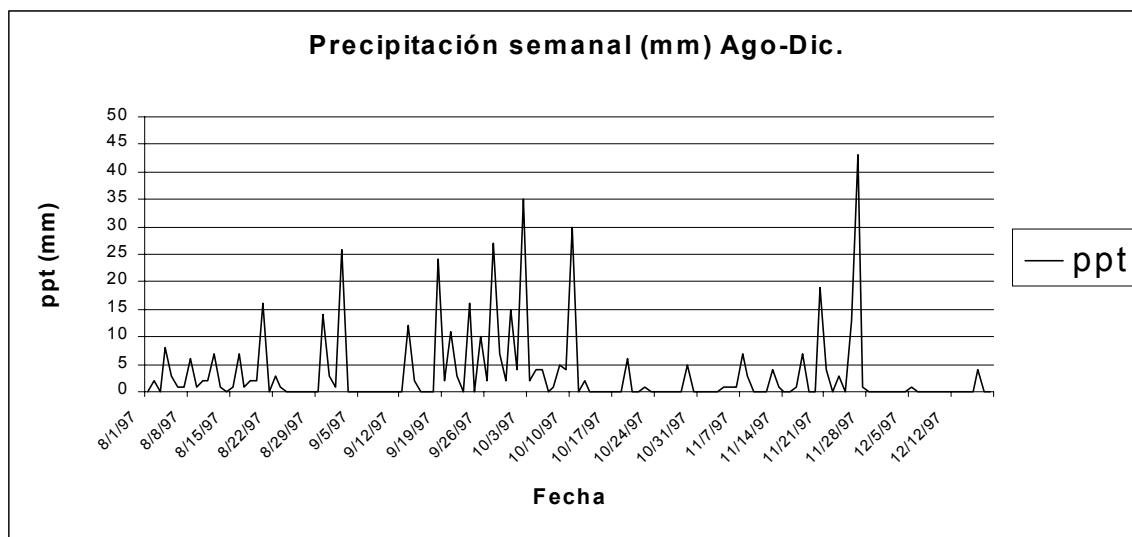
Fuente	GL	Pr > F
Modelo	8	0.0001
Error	55	
Total corregido	63	
R <sup>2</sup>	0.75	
C.V	13.14	

ANDEVA para factores que afectan la variable Porcentaje de Materia Seca

Fuente	DF	Pr > F
DDE	1	0.0001
BLOQ	3	0.2618
RIEG	1	0.1391
DENS	1	0.3992
HIBR	1	0.7782
PLAM	1	0.2410

## Anexo 6

Precipitación registrada en Zamorano desde agosto hasta diciembre.



Fuente: Departamento de Agronomía. Zamorano.



