

Estudio sobre híbridos, fertilización, distancias y densidades de  
siembra en el cultivo de sorgo para grano en Guanacaste  
Costa Rica

Carlos Alberto Salas F. \*  
Carlos Herrmann Cayalceta \*  
Jorge Armijo Pujol \*\*  
Juan Masís Bonilla \*\*

INTRODUCCION

El sorgo es un cultivo que se adapta muy bien en algunas zonas de Costa Rica, que se caracterizan por su escasa precipitación o por la mala distribución de las mismas, así como para las zonas arroceras y maiceras donde se quedan los terrenos sin uso en la última parte de la estación lluviosa una vez que se levantan las cosechas.

Hasta cierto punto, la producción de sorgo vendría a remplazar la falta de granos, especialmente maíz, cuya demanda para la formulación de alimentos para animales ha aumentado considerablemente en los últimos años. Además se mantendrá operando la maquinaria agrícola que de no ser por este cultivo, permanecería inactiva.

Este estudio tiene como objetivo, el poderle ofrecer al agricultor un híbrido o híbridos de mayor potencial que el que actualmente se tiene permitiéndole a la vez el uso más adecuado de cantidad de semilla, distancia de siembra y fertilización a usar.

En cuanto a los diversos trabajos efectuados en nuestro medio, se tiene la siguiente información: Contreras (1), en ensayo de variedades reporta que no existen diferencias significativas entre los híbridos Amak R-10, R-610 y NK-210. El mismo autor y en experimentos realizados sobre densidades y distancias de siembra, en que usó 10, 15 y 20 lbs/mz y 14, 21 y 28 pulgadas entre los surcos de siembra, llegó a los siguientes conclusiones: a) Las distancias fueron altamente significativas siendo su efecto lineal, indicando que a menos distancia de siembra, dentro de los límites estudiados, proporcionalmente se incrementan los rendimientos.

\* Investigador y Catedrático Asociado de la Facultad de Agronomía-U.C.R.  
\* Gerente Sociedad Río Viejo Ltda. - Guanacaste - Carrillo  
\*\* Delegado Junta Rural de Crédito Agrícola de Carrillo  
\*\* Delegado Consejo Nacional de Producción de Carrillo

b) Las densidades fueron significativas siendo su efecto lineal, indicando que a medida que se aumenta la densidad se incrementa la producción.

Viales (5), en experimento efectuado en la Estación Experimental Enrique Jiménez N., en Cañas, Guanacaste, concluyó que los híbridos que mejor se comportaron fueron el E-57 y R-109, con 6545 y 5727 kg/ha de grano al 12% de humedad, y con incrementos del 17% y 4% sobre el testigo o Amak R-10.

En cuanto a resistencia de ataque de pájaros a los granos de la panaja, el mismo autor reporta alta resistencia del híbrido BR-62.

Jirón Porras (3), en Liberia y en lo que a fertilización se refiere, concluye que la cantidad a usar de nitrógeno podría ser la de 100 kg/ha, ya que con este nivel usado se obtienen ₡2.48 por cada colón invertido.

La situación del fósforo, continúa diciendo el mismo autor, es un poco diferente ya que se obtienen ₡ 0.46 por cada colón invertido.

González, Orlando (2), en la Estación Experimental Agrícola Enrique Jiménez N., en Cañas, durante 1968 y mediante la aplicación en pre-emergencia de 0- 0,75- 1,50 y 2.25 kg/ha de atrazina, obtuvo respuesta lineal, con un incremento de 91.20 kg/ha de grano comercial por cada nivel aplicado.

Salas y Bonilla (4), en la Estación Experimental Agrícola "Fabio Baudrit M.", en Alajuela y durante 1967, reportaron como sobresalientes los híbridos F-61 y E-57, con producciones récord de 138 y 134 qq/manzana.

Durante 1967 y 1968, se efectuaron diversos ensayos con la idea de obtener la mayor información posible, sobre varios aspectos agronómicos que influyen en la producción del sorgo para grano, tales como: Prueba y evaluación de diversos híbridos; estudio sobre la respuesta a los elementos mayores y un experimento en que se combinaron diferentes distancias, densidades y diversas fórmulas de fertilizantes.

En base a lo anterior, a continuación se describen los diversos experimentos efectuados, así como los resultados obtenidos en cada uno de ellos.

### MATERIALES Y METODOS

En lo que a sorgo de grano se refiere, se sometieron a ensayos de campo un total de 30 híbridos de diversas casas comerciales. Estos fueron plantados en los meses de setiembre y octubre del 67-68, en las siguientes localidades de la Provincia de Guanacaste: Santa Cruz, Filadelfia y Cañas.

Para llevar a cabo dichos experimentos se empleó como diseño el block al azar, con cuatro repeticiones.

El tamaño de parcela usado fué de 3 surcos de 5 metros de longitud como parcela grande, correspondiendo a la parcela neta el surco central.

La distancia de siembra fué de 21 pulgadas entre surcos y la densidad de 25 libras de semilla p/mz, usándose el híbrido Amak R-10 como testigo, actualmente en distribución comercial por parte del Consejo Nacional de Producción.

En lo que a fertilización se refiere, se empleó una base general de Nitrógeno y Fósforo de 100 y 75 kgs/ha del primero y segundo elemento, respectivamente. Como fuentes se usaron la Urea y el Triple Superfosfato del 46%. Ambos fertilizantes fueron aplicados en pos-emergencia, aproximadamente 12 a 15 días después de la siembra, efectuándose a chorro y a lo largo de los surcos.

Con el fin de controlar las malezas en forma eficiente, sin tener que efectuar labores culturales en forma mecanizada, se empleó con magníficos resultados el Gesaprim 80 M. La cantidad usada fue de 2 lbs/mz y en pre-emergencia, manteniéndose el campo perfectamente limpio hasta la cosecha.

Al efectuar la cosecha se pesó el surco central para efecto de análisis. Este peso en kg/ha de grano se relacionó con el 12% de humedad, tomando como base un promedio de las cuatro repeticiones.

En relación con fertilización y con el fin de observar la respuesta de los elementos mayores, se plantó un diseño en block al azar, en arreglo factorial.

Los niveles usados de cada uno de los elementos fueron los siguientes:

NITROGENO	0, 50, 100 y 150 kg/ha	
FOSFORO	0, 50 y 100	"
POTASIO	0, 50	"

Las fuentes de cada uno de los elementos usados fueron también la Urea y el Triple Superfosfato del 46%, en lo que a Nitrógeno y Fósforo se refiere, y para el potasio el Muriato de Potasio del 60%.

En densidades y distancias de siembra y fórmulas de Abonamiento, tres aspectos fueron considerados con la idea de poder obtener mayor información respecto a cuál sería la cantidad de semilla a usar por manzana, en combinación con la mejor distancia y la fórmula de abonamiento a emplear. Las variables estudiadas se citan a continuación:

Distancias: 7, 14 y 21 pulgadas entre los diferentes surcos de siembra.

Cantidad de semilla: 15, 25 y 35 libras p/manzana.

Niveles o fórmulas de fertilización: Dos elementos se incluyeron: el Nitrógeno y el fósforo, en las cantidades de 50, 100, y 150; 50, 75 y 100 kg/ha del primero y segundo, respectivamente, usándose como fuentes la Urea y el Triple Superfosfato del 46%.

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Híbridos de sorgo para grano

Del total de híbridos probados los más sobresalientes fueron el E-57 y R-109, reportándose 5581 y 5526 kg/ha de grano al 12% de humedad;

esto en base a un promedio de las diversas localidades en que se plantaron los experimentos. Dichos híbridos sobrepasaron al testigo Amak R-10 en un 17 y 15%, respectivamente.

Estos resultados concuerdan con los obtenidos por Viales (5), en la Estación Experimental Enrique Jiménez N., en Cañas, durante 1967, quien los cita como sobresalientes. También Salas y Bonilla (4), durante el mismo año en la Estación Experimental Fabio Baudrit M., citan entre los mejores híbridos al E-57. Esto tiene cierta importancia ya que indica la buena capacidad de adaptación que éste presenta.

El BR-62 no alcanzó buena producción, pero presentó una característica muy especial cual fue la de poseer alta resistencia al ataque de pájaros. Esto también está acorde con lo que menciona Viales (5), al citarlo como uno de los más resistentes a este tipo de ataque.

#### CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS HIBRIDOS E-57 Y R-109

##### E-57

Sus plantas presentan una altura media de 104 centímetros, con 57 días a la floración. Su madurez es alcanzada a los 100 o 105 días en siembra de postrera y con una humedad en el grano de 12 a 14%. La longitud, en promedio, de sus panojas es de 26 centímetros, siendo éstas abiertas y de color rojo. Es muy tolerante a las enfermedades de las hojas en siembra de postrera.

##### E-109

Sus plantas presentan una altura de 91 centímetros y con 54 días a la floración. Su madurez es alcanzada a los 95 y 100 días en siembra de postrera, con una humedad en el grano de 12 a 14%. La longitud promedio de sus panojas es de 24 centímetros, siendo ésta semi-abierta y de color rojo. Como el E-57, es resistente a las enfermedades de las hojas.

RESPUESTA A LOS ELEMENTOS NITROGENO-FOSFORO Y POTASIO

Para Santa Cruz y considerando en si al fósforo la respuesta fue lineal, obteniéndose por cada 50 kg/ha de  $P_2O_5$  un incremento de 160 kg/ha de grano comercial. Un efecto lineal se obtuvo en Filadelfia con la aplicación del Nitrógeno: por cada 50 kg/ha de nitrógeno aplicado se obtuvo un incremento de 250 kg/ha de grano comercial.

En base al estudio económico efectuado en la zona de Santa Cruz y Filadelfia, en cuanto al fósforo en la primera y en la segunda en relación al nitrógeno, en ambos casos las relaciones obtenidas fueron estrechas, con mas ventaja hacia el nitrógeno ya que por cada colón invertido se obtuvo una relación de \$1.74 mientras que en el caso del fósforo la relación fue de \$1.12 únicamente.

Lo anterior está hasta cierto punto relacionado con lo que Jirón Ferras (3) obtuvo en Liberia, en cuanto a la mayor respuesta del nitrógeno con respecto al fósforo, ya que estipula una relación de \$2.48 por cada colón invertido cuando empleó el nitrógeno, mientras que con el fósforo solo fue de \$0.46.

La relación un poco estrecha del nitrógeno obtenida en Filadelfia y la falta de respuesta en Santa en suelo rojizo, pudiera estar relacionada con la aplicación que se hizo de atrazina de 2 a 2.5 lbs/mz en dichos lugares, en forma pre-emergente. Al respecto González, Orlando (2), en la Estación Experimental Enrique Jiménez N., Cañas, Guanacaste, con la aplicación de 0- 0,75 - 1,50 y 2,25 kg/ha de atrazina obtuvo un efecto lineal y un incremento de 91.20 kg/ha de grano comercial. Esto pareciera indicar que la aplicación de la atrazina, tal y como se reporta en maíz, aumenta el contenido de nitrógeno en la planta produciendo en esta forma un aumento en la producción.

DISTANCIAS Y DENSIDADES DE SIEMBRA Y FORMULAS DE ABONAMIENTO

En Santa Cruz se obtuvo una respuesta "Lineal" a densidades. Con 15 libras de semilla el rendimiento obtenido fue de 3825 kg/ha, con 25 libras la producción fue de 4325 kg/ha, mientras que con el máximo usado, que correspondió a 35 libras p/mz se reportaron 4825 kg/ha. Lo anterior indica que por cada 10 libras de semilla que se aumentó por manzana, se obtuvo un incremento de 500 kg/ha de grano comercial.

En el peso de la panoja y en la misma localidad, además de obtener un efecto lineal en densidades, también se obtuvo respuesta a la interacción densidades x distancias, reportándose el mayor rendimiento cuando se emplearon 35 libras p/mz con la menor distancia, o sea la de 7 pulgadas.

En Filadelfia, si se consideran las distancias por densidades, el punto en que la curva de respuesta alcanzó el mayor rendimiento fué de 7 pulgadas y 35 lbs por manzana con una producción récord de 10.000 kg/ha de grano comercial; mientras que y con la misma cantidad de semilla, 35 lbs/mz, pero a 14 y 21 pulgadas las producciones arrojadas fueron de 6.000 y 4.000 kg/ha, respectivamente.

La misma tendencia se notó cuando se emplearon 25 y 15 lbs de semilla p/mz variando las distancias de 7 a 14 y 21 pulgadas.

En Liberia el análisis de variación reportó significación para densidades y su efecto fue lineal. También hubo un efecto en la interacción - distancias x densidades x fórmulas.

Con 15 libras de semilla el rendimiento obtenido fue de 4380 kg/ha con 25; 4752.50 kg/ha; mientras que con la máxima densidad, o sea la de 35 libras p/mz, la producción fué de 5125 kg/ha. Lo anterior indica que hubo un incremento de 372.50 kg/ha por cada 10 libras de aumento de semilla p/mz.

En lo que respecta a densidades x distancias x fórmulas de abonamiento, el punto más alto alcanzado lo fue con la combinación F2 D1 C3 tal y como se describe a continuación:

- F2- Fórmulas de abonamiento= 100 x 75 kg/ha<sup>2</sup> de nitrógeno y Fósforo
- D1- Distancias entre surcos= 7 pulgadas
- C3- Cantidad de semilla p/mz= 35 lbs/mz

En esta interacción el rendimiento obtenido correspondió a 7200 kg/ha de grano. Bajo las condiciones en que se efectuaron dichas pruebas, parece indicar que la distancia de 7 pulgadas y 35 libras p/mz fueron las que se comportaron mejor. En lo que respecta a distancias, densidades y fórmulas de abonamiento, únicamente en Liberia se obtuvo respuesta. Esto indica que en la zonas de Santa Cruz y Filadelfia, los niveles más bajos usados de 50 y 50 kg/ha de nitrógeno y fósforo suplieron las necesidades de dicho cultivo.

Los resultados obtenidos por Contreras, Abel (1), en lo que a distancias y densidades se refiere, coinciden plenamente con los obtenidos en estos experimentos efectuados, ya que al disminuir la distancia de siembra a 7 pulgadas y aumentar la densidad a su máxima de 35 lbs/mz, se obtuvo los mas altos rendimientos.

También el hecho de no haber obtenido respuesta de distancias x densidades y fórmulas de abonamiento, a niveles mayores de 50 kg/ha de nitrógeno, pareciera estar también relacionado con la aplicación de la atrazina, ya que es muy posible que los 50 kg/ha de nitrógeno aplicados, sumados a la incorporación que de nitrógeno se hace al aplicar la atrazina, ha sido suficiente para las necesidades de dicho elemento en el cultivo del sorgo para grano.

Esto se reafirma si se considera que en la única localidad que se obtuvo respuesta a distancias x densidades x fórmulas de abonamiento, fué en Liberia, en donde dicho experimento por problemas de campo fué necesario tener que sembrarlo por segunda vez, no aplicándose en esa oportunidad el tratamiento de atrazina.

### RESUMEN

En la Provincia de Guanacaste durante los años 1967-1968, se plantaron diversos experimentos en el cultivo de sorgo para grano, con la idea de evaluar la adaptación y resistencia al ataque de pájaros al grano, de algunos de los híbridos de diversas casas comerciales; estudiar la respuesta de los elementos nitrógeno, fósforo y potasio y un tercer experimento, el cual consistió de: tres distancias, 7, 14 y 21 pulgadas; tres densidades, 15, 25 y 35 libras p/mz y tres niveles de aplicación de nitrógeno y fósforo, 50, 100 y 150; 50, 75 y 100 kg/ha del primero y segundo elemento, respectivamente.

Los resultados indicaron que los híbridos que mejor se comportaron fueron el E-57 y R-109; con un 17 y 15% de incremento sobre el testigo o Amak R-10. El híbrido más resistente al ataque de pájaros correspondió al BR-62 entre todo el material probado.

Con el híbrido Amak R-10 se obtuvo respuesta al nitrógeno en Filadelfia, con una relación de ~~3.4~~ 1.74 por cada colón invertido, mientras que en Santa Cruz la respuesta al fósforo fue de una relación más estrecha: 1.12.

En las tres zonas de Santa Cruz, Filadelfia y Liberia, la distancia de 7 pulgadas y 35 lbs de semilla p/mz fué la que mejor se comportó, al reportar los más altos rendimientos empleando en este experimento el híbrido Amak R-10.

#### LITERATURA CITADA

- 1- Contreras C., A. 1964 Estudio de correlaciones de diferentes variedades en la panoja de sorgo de grano. Tesis para optar el grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica.
- 2- González Villalobos, Orlando. 1969. Acción de la atrazina en el aumento de la proteína en maíz y sorgo. Tesis per presentar a la Universidad de Costa Rica.
- 3- Jirón Porras, Max Donal. 1964. Ensayos de fertilización en sorgo - en el Cantón Central de Liberia. Tesis para optar el Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica. Pag. 64
- 4- Salas F. Carlos A., Bonilla L., Nevio. 1967. Ensayo de rendimiento de sorgos <sup>para</sup> grano en Estación Experimental Agrícola "Fabio Baudrit M." Alajuela. Informe de labores.
- 5- Viales Marín, Edwin 1967. Rendimiento de sorgo de grano en Guanacaste. Tesis para optar el Grado de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Costa Rica. Pags. 7 - 19 y 32

#### Nota:

Los autores dejan constancia de agradecimiento al Ing. Gilberto Campos Sandí, por la revisión en lo que a redacción se refiere de dicho manuscrito.

CASF:wojs/