

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA DEL SORGO (Sorghum bicolor (L)  
Moench) BAJO DOS REGIMENES DE HUMEDAD  
Y FERTILIZACION NITROGENADA.  
GRAL BRAVO, N. L., PRIMAVERA 1985

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA  
JUAN ERNESTO VILLARREAL GUAJARDO.

MARIN, N. L.

MARZO 1987.

T

SB235

V5

C.1



1080063420



UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



RESPUESTA DEL SORGO (*Sorghum bicolor* (L.)  
Moench) BAJO DOS REGIMENES DE HUMEDAD  
Y FERTILIZACION NITROGENADA.  
GRAL. BRAVO, N. L., PRIMAVERA 1985

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE  
INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA

PRESENTA  
JUAN ERNESTO VILLARREAL GUAJARDO

MARIN, N. L.

MARZO 1987

007072



T  
SB235  
v5

040.633  
FA1  
1987  
C5



Biblioteca Central  
Magna Solidaridad

F. tesis




BU Raúl Rangel Funes  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
FACULTAD DE AGRONOMIA

Respuesta del sorgo (Sorghum bicolor (L) Moench) bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada.  
General Bravo, N.L. Primavera de 1985.

Tesis que presenta Juan Ernesto Villarreal Guajardo, como requisito parcial para obtener el Título de: INGENIERO AGRONOMO FITOTECNISTA.

COMISION REVISORA

  
\_\_\_\_\_  
MC. MAURILIO MARTINEZ RODRIGUEZ  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Ph.D CIRO G.S. VALDES LOZANO  
Asesor

\_\_\_\_\_  
MC. LEONEL ROMERO HERRERA  
Asesor

MARIN, N.L.

MARZO, 1987



*El presente trabajo se ubica dentro del Proyecto de Mejora-  
miento de Maíz, Frijol y Sorgo para las Zonas Bajas de Nuevo  
León (PMMFS) y pretende generar información que permita cumplir  
con dos objetivos generales del PMMFS: a) generar información  
sobre las practicas de manejo del cultivo del sorgo y b) estu-  
diar el comportamiento agronómico de líneas experimentales de  
sorgo formadas en el programa de sorgo del citado proyecto.*

*La asesoría de campo del presente trabajo estuvo a cargo  
del MC. Francisco Zavala García quien por su salida a estudios  
doctorales no le fue posible terminar la revisión total del ma-  
nuscrito, quedando ésta responsabilidad a cargo de la Comisión  
Revisora.*

DEDICATORIA.

A mis Padres:

SR. ALFREDO VILLARREAL GARZA.  
SRA. CRISTINA GUAJARDO DE VILLARREAL.  
Por su apoyo moral y económico que  
siempre me brindaron para la culmi  
nación de mi carrera alentándome  
para seguir siempre adelante.

A mis Hermanos:

Lilia

Alfredo

Nohemí

Rosa

Norma y

Ketty

Por todo su apoyo y comprensión.

A la Srta. Ilda Rosaura López López por su ayuda brindada  
para la realización del presente trabajo.

A TODA MI FAMILIA.



A LA UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON  
A LA FACULTAD DE AGRONOMIA.

Con gratitud a mis asesores:

Ing. Maurilio Martínez Rodríguez

Ing. Leonel Romero Herrera

Ing. Ciro G.S. Valdés Lozano

Por toda la ayuda brindada para la elaboración y revisión del presente trabajo,  
a todos gracias.

A TODOS MIS COMPANEROS Y AMIGOS:

Que siempre me brindaron su amistad y apoyo.

A todas las personas que de alguna manera u otra me dieron su apoyo.

## CONTENIDO

*Página*

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS.....	VI
INTRODUCCION.....	1
LITERATURA REVISADA.....	3
Aspectos Generales.....	3
Importancia del Nitrógeno.....	5
Importancia del Fósforo.....	7
Como realizar la fertilización.....	8
Fertilización en riego y temporal.....	9
Trabajos anteriores con fertilización nitrogenada	10
MATERIALES Y METODOS.....	13
Localidad del trabajo.....	14
Materiales.....	15
Métodos.....	16
Trabajo de campo.....	16
Diseño estadístico y pruebas de hipótesis.....	20
Toma de datos.....	24
RESULTADOS.....	27
DISCUSION.....	38
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	42
RESUMEN.....	45
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	47



## LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

CUADRO		Pág.
1	Condición de precipitación pluvial y temperatura máxima y mínima por mes. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N. L. 1985.....	13
2	Propiedades físico-químicas del suelo del sitio del experimento. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N. L. 1985...	18
3	Tratamientos generados por la combinación de los factores bajo estudio del experimento. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. General Bravo, N. L. 1985.....	23
4	Análisis de varianza para las características agronómicas cuantificadas en el experimento de la Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N. L. 1985.....	28
5	Concentración de medias de las variables analizadas para el factor régimen de humedad. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N. L. 1985.....	30
6	Concentración de medias de las variables analizadas para el factor variedades y comparación de las variables que fueron significativas. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitroge	31

	nada. Gral. Bravo, N.L. 1985.....	
7	Concentración de medias analizadas para las variables analizadas para el factor fertilización y comparación de medias en aquellas variables que fueron significativas. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N.L. 1985.....	32
8	Comparación de promedios de rendimiento de grano al 12% de h° para la interacción régimen de humedad por variedades. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. General Bravo, N.L. 1985.....	33
9	Concentración de medias de las variables analizadas para la interacción Régimen de humedad X Variedades. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad bajo fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N.L. 1985.....	33
10	Concentración de medias de las variables analizadas para la interacción régimen de humedad X fertilización. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N.L. 1985.....	35
11	Concentración de medias de las variables analizadas y comparación de medias de la variable longitud de excursión para la interacción Variedades X Niveles de nitrógeno. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N.L. 1985.....	35

- 12      *Concentración de medias de las variables a*      37  
*nalizadas para la interacción Régimen de*  
*humedad X Variedad X fertilización. Respues*  
*ta del sorgo bajo dos regímenes de humedad*  
*y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo,*  
*N.L. 1985.....*

## FIGURA

- 1      *Localización del Municipio donde se realizó*      14  
*el experimento. Respuesta del sorgo bajo*  
*dos regímenes de humedad y fertilización ni*  
*trogenada. Gral. Bravo, N.L. 1985.....*
- 2      *Representación esquemática, distribución de*      19  
*tratamientos y dimensiones del experimento.*  
*Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de hu*  
*medad y fertilización nitrogenada. Gral. Bra*  
*vo, N.L. 1985.*

## INTRODUCCION

El cultivo del sorgo es originario de la zona ecuatorial de África, en donde se le ha cultivado desde hace más de dos mil años.

Este cultivo ha adquirido mucha importancia en los últimos años en México, iniciándose esto aproximadamente desde 1958 en la zona norte de Tamaulipas, al comenzar el abandono del cultivo del algodón en aquella región. Otras áreas del país que han adquirido especial importancia en cuanto a superficie y rendimientos logrados son: la zona de El Bajío (principalmente Guanajuato), la Costa del Pacífico (principalmente Sinaloa y Sonora) y siguen en importancia Michoacán y Jalisco (Robles, 1975).

Reyes (1978) indica que el cultivo del sorgo se ha incrementado, ya que puede sustituir al maíz en la mayoría de los usos que éste tiene. Se usa principalmente como forraje y grano para la engorda de animales, para la industrialización y también en la alimentación humana.

Actualmente, la fertilización como insumo de producción se incluye en la mayor parte de los cultivos que se siembran comercialmente, las plantas requieren de elementos que son esenciales en su desarrollo, no siempre estos elementos se encuentran en el suelo o simplemente son insolubles y no los pueden tomar las plantas, por lo tanto es necesario agregarlos al suelo, para evitar deficiencias y consecuentemente bajos rendimientos de grano.

Este experimento se realizó tomando en cuenta de que el sorgo es uno de los granos mas cultivados en la región de General Bravo, N.L., tanto en riego como en temporal, y que la fertilización es una práctica común entre los agricultores, por lo cual es importante determinar en este cultivo las dosis de fertilización óptimas para esta región y así lograr una explotación mas eficiente de las tierras agrícolas existentes, al igual que el conocer la respuesta que pueden tener líneas nuevas formadas por el Programa de Sorgo del Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo. A la práctica de la fertilización bajo las dos condiciones de disponibilidad de agua existentes en la zona se plantearon los Objetivos siguientes:

1. Estudiar la respuesta de tres líneas "R" experimentales de sorgo de la FAUANL a la fertilización nitrogenada bajo condiciones de irrigación y temporal.

2. Aproximar la dosis de fertilización óptima para su eventual recomendación a los agricultores de la región de General Bravo, N.L., en relación a la condición de riego y temporal y genotipos usados.



## LITERATURA REVISADA

### Aspectos generales

Carballo (1981) menciona que el sorgo para grano fue introducido a México como un cultivo potencial en áreas de escasa precipitación, pero pronto se convirtió en un cultivo de las áreas de riego, llegando inclusive a desplazar a otros cultivos que tradicionalmente se explotaban en esas condiciones. Sin embargo, el sorgo sigue siendo una posibilidad en las áreas temporaleras del país, en donde otros cultivos prosperan difícilmente.

Carballo (1978) dice que el sorgo se adapta bien en lugares con altitud inferior a 1850 metros sobre el nivel del mar y prospera en aquellos lugares que resultan marginales para maíz por la escasa precipitación pluvial, al igual que en lugares fríos como en los Valles Altos de México.

Wall y Ross (1975) citan que el sorgo crece bien en todo tipo de suelo, pero lo hace mejor en uno bien mullido con una fertilidad alta y balanceada y un pH casi neutro. Puede tolerar variaciones considerables en la fertilidad y en el equilibrio de diversos elementos, pero los rendimientos y la eficiencia de la planta disminuye cuando los niveles de fertilidad son bajos y ésta no es equilibrada.

La fertilidad del suelo determina en gran parte la calidad y la cantidad de cosechas, de manera que en general todos los gastos hechos en fertilizante se recuperan ampliamente con el rendimiento obtenido en la cosecha, además que el cul-

tivo del sorgo consume grandes cantidades de Nitrógeno y otros nutrientes que el agricultor debe proporcionar al suelo, de acuerdo con las características de éste (Anónimo, 1964).

La cantidad de nutrientes que se utilizan en el cultivo del sorgo de grano varía muy significativamente en las tierras de temporal, como consecuencia de la variabilidad de las lluvias, ya que esto significa prontitud o retraso en la disolución de los fertilizantes en el interior del suelo y su asimilación por la planta de sorgo (Anónimo, 1970).

El sorgo requiere 16 elementos nutritivos para su desarrollo y la producción de grano, la cantidad requerida de cada uno varía de una tierra a otra según las características del suelo, el cultivo anterior y otros factores. Para los tres primeros elementos esenciales (Carbono, Hidrógeno y Oxígeno) no necesitan fertilizantes, pues la planta los toma de la atmósfera. Hay tres elementos principales que necesitan las plantas: Nitrógeno (N), Fósforo ( $P_2O_5$ ) y Potasio ( $K_2O$ ), conocidos como elementos mayores por las cantidades requeridas. Luego hay tres elementos nutritivos secundarios necesarios para varias funciones de la planta como son el Calcio (Ca), Magnesio (Mg) y Azufre (S). Aunque son tan importantes como los elementos mayores, se requieren en cantidades menores y por lo regular es raro encontrar problemas por falta de éstos en el suelo (Valdés, 1983).

Tisdale y Nelson (1970) opinan que la fertilización de los cultivos es una técnica que se puede aplicar con la finalidad de suministrar los nutrientes que no están presentes en el

suelo, o bien que sí están, pero en cantidades insuficientes para un cultivo y a la vez se puede establecer un programa de fertilización adecuado. Es importante tomar en cuenta el volumen de la cosecha, las características del suelo, el rendimiento esperado y el costo del fertilizante en relación al precio de venta de la cosecha.

La función primordial de los fertilizantes estriba en la capacidad que éstos tienen para sustituir a la tierra como insumo. La producción agrícola solo puede ser aumentada usando extensiones mayores de tierra o incrementando los rendimientos por unidad de superficie. En este caso, los fertilizantes no solo representan una alternativa viable para sustituir la tierra, sino que en muchos casos lo hace con clara ventaja, pues posibilitan tanto el uso más intensivo de los suelos, ya que no es necesario dejarlos en reposo para que se restituya su fertilidad natural, como la diversificación de cultivos, pues dado que se pueden satisfacer los requerimientos de nutrientes de diferentes especies vegetales (Anónimo, 1974).

Debido a que los macronutrientes (N, P y K) son los que el agricultor proporciona al suelo como fertilizantes, exceptuando al Potasio, se analizará la función de los elementos nutritivos N y P aplicados por los agricultores en la zona bajo la cual se efectuó el estudio.

#### **Importancia del Nitrógeno**

Buckman y Brady (1965) comentan que de entre los diferentes elementos nutritivos de los vegetales, probablemente es el

Nitrógeno el que ha sido mayormente estudiado. Esto sin duda por un sin número de razones entre las que destacan las siguientes: la cantidad de Nitrógeno en los suelos es relativamente pequeña, mientras que el consumo anual por las plantas es comparativamente grande; otra razón es que muchas veces el Nitrógeno del suelo es demasiado soluble y entonces éste desaparece por varias causas como son lixiviación, volatización o simplemente se presenta en soluciones inasimilables por las plantas; la tercer razón es que sus efectos sobre las plantas son muy notables y rápidos, siendo de esta manera las aplicaciones excesivas realmente dañinas.

Andre (1981) dice que el Nitrógeno es el único de todos los elementos nutritivos que no existe en la roca madre. Aquél que se encuentra en el suelo procede de la atmósfera, tras haber seguido uno de los procesos microbiano o de fijación que produce la combinación de este elemento con Oxígeno.

Según Russell y Russell (1954), el Nitrógeno es esencial para el desarrollo de los vegetales, dado que es un constituyente de todas las proteínas y por consiguiente del protoplasma; se absorbe generalmente por las plantas como iones nitrato o amonio. aunque el nitrato es rápidamente reducido posiblemente a amonio por medio de una enzima que contiene Molibdeno. Además, el Nitrógeno se encuentra en muchos compuestos que son de gran importancia fisiológica en el metabolismo, como la clorofila, nucleótidos, alcaloides, así como en muchas enzimas, hormonas y vitaminas. El Nitrógeno fomenta el desarrollo vegetal e impulsa la formación de follaje de buena calidad facilitando la produc-

ción de carbohidratos y ayudando a la succulencia.

López y López (1978) citan que los síntomas que presenta una deficiencia de Nitrógeno es quizá la mas extendida en los cultivos, y ejerce un marcado efecto en los rendimientos de las plantas. A causa de una deficiencia clorofílica, el vegetal sufre la inhibición de su capacidad de asimilación y formación de carbohidratos. Ello conduce a una deficiente y prematura floración y fructificación y como consecuencia, el período vegetativo se acorta. Es característica de la falta de Nitrógeno la pérdida uniforme de color verde de las hojas nuevas que pasan a una coloración amarillo pálido.

### **Importancia del Fósforo**

Tisdale y Nelson (1970) citan al Fósforo como un constituyente del ácido nucleico y un adecuado suministro en las primeras etapas de la vida de la planta, estimula la floración y apresura la maduración. La acumulación del Fósforo es elevada durante el crecimiento vegetativo inicial pero es más importante en las primeras etapas de formación del grano. Posiblemente por esta razón es un constituyente del núcleo celular y es esencial para la división de las células y para el desarrollo de los tejidos meristemáticos. Las plantas absorben el Fósforo casi exclusivamente como iones fosfato inorgánicos, probablemente solo como iones  $PO_4H_2$  y posiblemente a causa de esto es por lo que muchas plantas sufren deficiencia de Fósforo sobre suelos alcalinos.

Bear (1969) menciona que para evitar la fijación de los



fosfatos solubles, cuando se aplican al suelo en forma de fertilizantes, el procedimiento mejor es aplicarlos en fajas o bandas a lo largo de las líneas de los cultivos; con este sistema parte del fosfato no entra en contacto directo con el suelo.

Las plantas son muy sensibles al Fósforo cuando son muy jóvenes, pero esta sensibilidad disminuye rápidamente con la edad. Se puede establecer que cuando un cultivo es muy joven casi no hay suelos suficientemente ricos en Fósforo y cuando un cultivo ha crecido un poco, muchos suelos son suficientemente ricos para que no haya respuesta apreciable (Papadakis, 1974).

López y López (1978) comentan que las plantas con deficiencia de Fósforo presentan un sistema radicular raquítico acompañado de síntomas generales de perturbación en su crecimiento. Las hojas y tallos de las plántulas deficientes son por lo general pequeñas y muestran una coloración verde-rojiza, purpúrea o bronceada. Si la deficiencia es muy aguda, suelen presentarse quemazones irregulares en los bordes de las hojas, la floración y la maduración son retardadas, produciendo semillas y frutos pequeños, por tanto, hay una gran merma en los rendimientos a causa de la deficiencia fósforica. ..

### **Cómo realizar la fertilización**

Las variantes formas de aplicar los fertilizantes al suelo son en forma directa al suelo y al voleo; en forma directa al suelo se aplica, ya sea una banda (sencilla, doble o múltiple; superficial o incorporada al suelo), mientras que al voleo

(superficial o incorporada al suelo) y mateado, que se hace en forma superficial aplicada mecánica o manualmente puede utilizarse en cultivos sembrados en hileras, como el maíz, sorgo, ajonjolí, etc. La fertilización en banda sencilla incorporada al suelo es sumamente utilizada para la mayoría de los cultivos sembrados en hileras; se usa para fertilizaciones iniciales con Nitrógeno, Fósforo y/o Potasio, pudiendo utilizarse en cultivos como maíz, sorgo, soya, etc. (Anónimo, 1975).

### **Fertilización en riego y temporal**

Jacob y Uexkull (1973) mencionan que debe de tomarse en cuenta que existe una relación cuantitativa entre el agua y la fertilización, ya que cada suelo, así como cada planta que dispone de una precipitación pluvial natural limitada, puede aprovechar solamente una cantidad de fertilizante equivalente a la cuantía de lluvia recibida. Al aplicar el fertilizante a un cultivo de temporal, las condiciones de humedad del suelo pueden ser diversas, una sequía prolongada después de la fertilización impide la absorción oportuna del Nitrógeno por la planta y propicia la volatilización de las formas amoniacales; en cambio una lluvia persistente favorece la lixiviación y la desnitrificación de las formas nítricas. La intensidad de estos fenómenos depende de la naturaleza del fertilizante, de la temperatura y del suelo; además, toda cantidad de fertilizante que excede de los límites correspondientes deja de tener valor, ya que la insuficiencia de agua impide la correcta absorción y traslocación de los nutrientes por los vegetales. Así se tiene que si la planta cuenta con posibilidades de ser irrigada será mayor la

cantidad de nutrientes que pueda utilizar.

Tisdale y Nelson (1970) reportan que se han efectuado algunos trabajos para establecer la relación entre los niveles de humedad edáfica y la absorción de nutrientes por la planta en lo que concierne al Nitrógeno. Hasta ahora se sabe que la absorción de este elemento se reduce definitivamente en suelos secos, pero no tanto como la del Potasio y el Fósforo. En lo que respecta a suelos secos la descomposición de la materia orgánica, aunque desprende Nitrógeno, se hace lentamente, llegando a la conclusión que bajo condiciones de sequedad es mejor distribuir el fertilizante en la zona edáfica que retenga el agua a lo largo de la mayor parte de la estación. La distribución del fertilizante a profundidad provoca una mayor absorción del Nitrógeno en condiciones de sequedad, no presentándose efectos bajo condiciones de humedad.

#### Trabajos anteriores con fertilización nitrogenada

Serna (1973) encontró que cuando se hicieron las aplicaciones de Nitrógeno de 0 al 150 kg/ha acompañados con 80kg/ha de Fósforo, se notó un incremento de 500 kg/ha de grano con la aplicación de 50 kg/ha de Nitrógeno; tomando en cuenta todo lo anterior, y aunque no hubo diferencias estadísticas significativas, se pudo concluir que combinando 50 kg/ha de Nitrógeno con 40 kg/ha de Fósforo se puede aumentar los rendimientos.

Camacho (1974), en su trabajo realizado en Ciudad Anáhuac, N.L., al evaluar cuatro niveles de Nitrógeno (0, 50, 100 y 150

kg de N/ha) y cuatro niveles de Fósforo (0, 46, 92 y 138 kg de  $P_2O_5$ /ha), encontró los resultados siguientes:

1. Con la aplicación de 100 kg de N/ha se produjo un aumento estadísticamente significativo en el rendimiento, siendo el incremento de 1,114 kg de grano/ha, con relación al testigo.
2. Encontró que con la aplicación de 46 kg de  $P_2O_5$ /ha, el incremento en el rendimiento fue estadísticamente significativo, con respecto al tratamiento testigo para Fósforo.

Sánchez (1974), en su estudio realizado en el Rancho "La Sandía" del Municipio de Vallecillo, N.L., probó cuatro niveles de Nitrógeno (0, 50, 100 y 150 kg/ha) y cuatro niveles de Fósforo (0, 40, 80 y 120 kg/ha), encontrando diferencias estadísticas no significativas y observó que tanto el Nitrógeno como el Fósforo aplicados solos no incrementaron la producción de grano.

Brambila (1976), en su trabajo realizado en Cd. Anáhuac, N.L., sobre sorgo de grano determinó que el mayor rendimiento (5.873 ton/ha) lo obtuvo aplicando 150.625 kg de N/ha. El nivel óptimo económico fue de 718.20 kg de N/ha.

La Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos (1980), recomienda para la zona norte del Estado de Nuevo León aplicar la fórmula 100-50-00 aplicando al momento de la siembra todo el Fósforo y 40 kg de N/ha posteriormente y antes del segundo riego de auxilio (50 días de nacida la planta aproximadamente)

aplicar el resto del Nitrógeno (60 kg/ha).

Villarreal (1980), en su trabajo realizado en General Bravo, N.L., sobre el cultivo del sorgo al evaluar cinco niveles de Nitrógeno (0, 40, 80, 120 y 160 kg/ha) y cinco niveles de Fósforo (0, 30, 60, 90 y 120 kg/ha) encontró en los rendimientos de grano diferencias estadísticamente no significativas, atribuyendo la posible causa de la no respuesta a la fertilización a la pérdida de Nitrógeno por volatilización por las temperaturas que prevalecieron durante su experimento y de Fósforo por fijación al reaccionar en suelos alcalinos con calcio.

Salazar (1980), en su trabajo realizado en el Campo Agrícola Experimental de la FAUANL en Marín, N.L., sobre fertilización en sorgo de la variedad Oro, encontró que con la fórmula 120-80-00 obtenía los rendimientos máximos (3467.68 kg/ha) los cuales, comparados con el testigo representaron un incremento de 1736 kg/ha.

Lucio (1982), en su análisis de la producción de maíz y sorgo, recomienda usar la fórmula 120-60-00 kg/ha para la zona centro del Estado de Nuevo León, utilizando 130 kg/ha de la fórmula 18-46-00 aplicados al voleo antes de la siembra y 210 kg/ha de urea aplicados en bandas antes de la floración.



## MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se llevó a cabo durante el ciclo Temprano del año 1985 en el municipio de General Bravo, N.L., en el Distrito de Riego No. 31 "Las Lajas", que se encuentra localizado a los 25°47' de Latitud Norte y a los 99°11' de Longitud Oeste de Greenwich, a una altura de 150 msnm. En la Figura 1 se muestra la localización del municipio.

El clima predominante donde se realizó el experimento según García (1973) es BSo/1 (h') h X' (e') donde,

BSo= Clima seco o árido el cual ésta clasificación es la mas extrema.

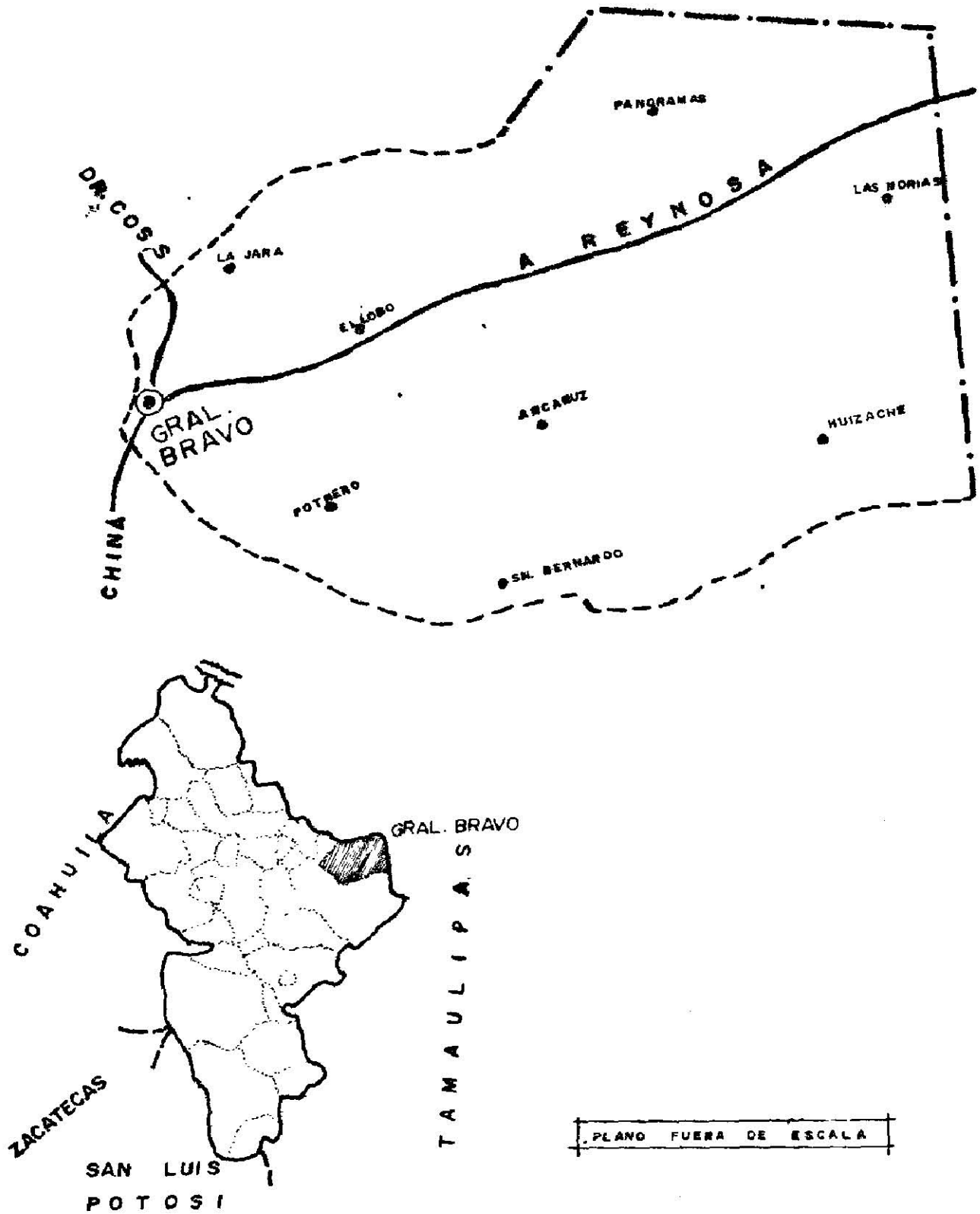
h' = Cálido, con temperatura medio anual sobre 22°C y temperatura media anual del mes más frío bajo 18°C.

(e') = Muy extrema la oscilación anual de las temperaturas mensuales (mayor de 14°C).

Las condiciones de precipitación pluvial y temperatura máxima y mínima mensuales que prevalecieron durante el experimento se recabaron y se encuentran en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Condiciones de precipitación pluvial y temperatura máxima y mínima por mes. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N.L. 1985.

	Precipitación pluvial (mm)	Temp. mínima (°C)	Temp. máxima (°C)
Marzo	34.5	8.0	35.0
Abril	63.5	11.0	38.0
Mayo	88.5	18.0	40.0
Junio	74.5	16.0	39.5
Julio	2.5	19.0	40.0
Suma:	263.5mm		



**Figura 1.** Situación geográfica donde se realizó el experimento de respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada, Gral. Bravo, N.L. 1985.

### Materiales

El material genético para el experimento consistió de cuatro líneas Experimentales de Sorgo (LES). Estas son líneas puras formadas por el Programa de Sorgo del PMMFS de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Las características promedio de dichos genotipos se citan a continuación.

- 1) LES 8R. Presenta un promedio de 85 días a floración y 117 días a madurez fisiológica; una altura promedio de 74 cm, con longitud media de excursión de 2 cm y longitud de panoja de 26 cm; color de grano amarillo, gluma blanca y panoja elíptica semicompacta.
- 2) LES 30R. Posee una altura de 110 cm, 79 días a floración; longitud de excursión de 25 cm; una longitud de panoja de 23 cm; 114 días a madurez fisiológica; grano café, gluma blanca y una panoja con ramificaciones primarias, erectas y semilibres.
- 3) LES 88R. Presenta 74 días a floración y 106 días a madurez fisiológica; longitud de panoja de 22 cm; longitud de excursión de 12 cm; altura de planta de 72 cm; grano color amarillo, gluma negra y la panoja con ramificaciones primarias dobladas y semilibres.
- 4) LES 92R. Posee una altura promedio de 99 cm; 84 días a floración; una longitud de excursión de 6 cm; longitud de panoja de 25 cm; 117 días a madurez fisiológica

gica; grano blanco, gluma blanca y panojas con ramificaciones primarias, dobladas y semilibres.

### Métodos

En el experimento se tenía contemplado trabajar con los cuatro genotipos mencionados (LES 8R, LES 30R, LES 88R y LES 92R), pero debido a que la semilla de la LES 8R se encontraba en mal estado presentó una nacencia casi nula por lo cual hubo necesidad de eliminarla, procediéndose a trabajar con tres genotipos. Dado lo anterior, con la combinación de los dos regímenes de humedad y los tres niveles de Nitrógeno se formaron 18 tratamientos con los cuales se realizó el trabajo, como más adelante se mencionará.

### Trabajo de campo

La preparación del terreno se realizó con anterioridad al establecimiento del experimento, dándose un paso de rastra y cruza de la misma el 14 de Febrero de 1985; el melqueo se realizó el 20 de Febrero de 1985; el riego de pre-siembra se realizó el 23 de Febrero del mismo año, ya que no había la suficiente humedad para que germinaran las semillas, por lo que se regó la tierra que iba a ser usada para la condición de riego y temporal, mientras que el marcado de surcos y siembra del experimento se realizó el 5 de Marzo del mismo año.

Antes de la siembra se efectuó un muestreo del suelo y subsuelo con la finalidad de conocer las condiciones físico-químicas del mismo. Dicho muestreo se hizo a una profundidad 0-30 cm para el suelo y 30-60 cm para el subsuelo; las muestras

fueron secadas al aire, tamizadas y analizadas en el Laboratorio de Suelos de la FAUANL; los resultados se localizan en el Cuadro 2.

La siembra se realizó el día 5 de Marzo de 1985 en tierra venida, a mano y a chorrillo, colocando la semilla y el fertilizante en el fondo del surco, separados uno del otro; el fertilizante se aplicó en banda sencilla e incorporada al suelo. Debido a que se presentaron lluvias antes de que germinaran las plantas, se formó después una capa dura en el suelo lo cual impidió una emergencia uniforme de plántulas, por lo que se tuvo que resembrar el día 27 de Marzo de 1985.

La distancia entre surcos que se utilizó fue de 0.71 m. La parcela grande (régimen de humedad) fue de 22.7 m de ancho por 15.0 m de largo; la parcela mediana (genotipos) consistió de 11.36 m de ancho por 15.0 m de largo y la parcela chica (niveles de fertilización) fue de 2.84 m de ancho (cuatro surcos) por 5.0 m de largo. La representación esquemática, distribución de tratamientos y dimensiones de parcelas se localizan en la Figura 2.

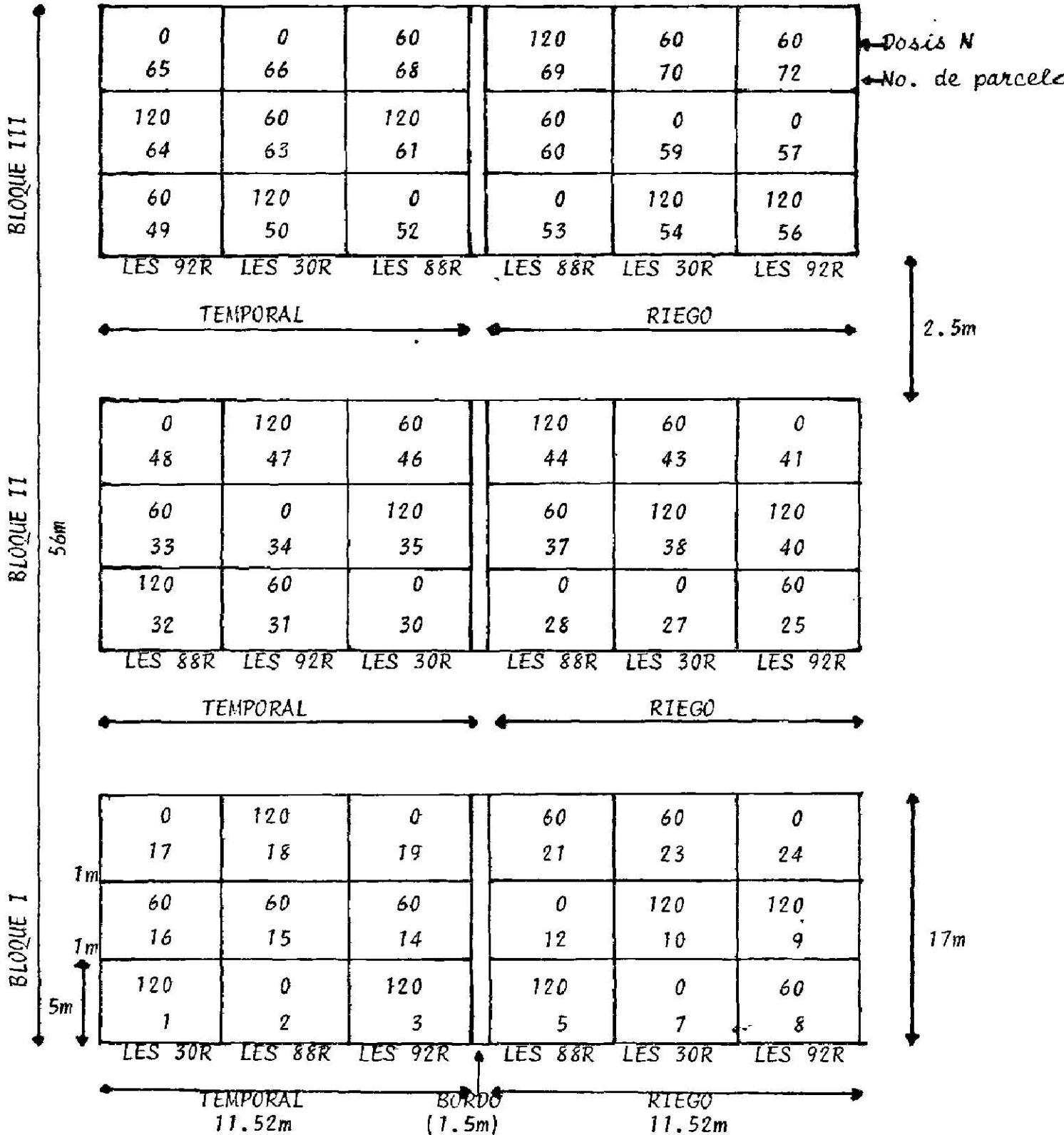
Durante el experimento se realizaron dos escardas o aporques con la finalidad de eliminar malas hierbas, la primera se llevó a cabo el día 27 de Abril de 1985, mientras que la segunda escarda se realizó el día 11 de Mayo del año en curso.

Durante el experimento se aplicaron dos riegos de auxilio a los genotipos que se encontraban bajo condiciones de riego, utilizando el criterio común de los agricultores de la región,

**Cuadro 2.** Propiedades físico-químicas del suelo del sitio del experimento. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. Gral. Bravo, N.L. 1985.

Muestreo de suelo (0-30 cm)		
Determinación	Análisis	Observaciones
Color	Seco 104 R 6/2	Gris, cafésáceo claro
	Húmedo 104 R 3/3	Café oscuro
Reacción	pH 7.0	Neutro
Textura	Arena 9.49%	Migajón limoso
	Limo 74.44%	
	Arcilla 16.12%	
CE X 10 (mmhos/cm) 025°C	1.4	No salino
Materia orgánica	3.00%	Medianamente rico
Nitrógeno total	0.15%	Mediano
Muestreo de subsuelo (30-60 cm)		
Determinación	Análisis	Observaciones
Color	Seco 104 R 5/2	Café grisáceo
	Húmedo 104 R 4/2	Café grisáceo oscuro
Reacción	pH 7.3	Ligeramente alcalino
Textura	Arena 10.44%	Migajón limoso
	Limo 76.44%	
	Arcilla 13.12%	
CE X 10 (mmhos/cm) 025°C	1.0	No salino
Materia orgánica	2.20%	Medio
Nitrógeno total	0.11%	Medianamente pobre





NOTA: Plano fuera de escala

Area total= 1203m<sup>2</sup>

FIGURA 2. Representación esquemática, distribución de tratamientos y dimensiones del experimento. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada, Gral. Bravo, N. L. 1985.

al igual que la calendarización de riegos de la SARH; el primero se realizó el día 26 de Mayo de 1985, mientras que el segundo se efectuó el día 9 de Junio de 1985; a los genotipos bajo condición de temporal se les aplicó un solo riego de auxilio el día 9 de Junio de 1985, cuando ya estaba en la etapa de floración para asegurar el llenado de grano de las espigas, mientras que el resto del ciclo (desde plántula a floración) no se le aplicó ningún riego de auxilio.

### **Diseño estadístico y Pruebas de Hipótesis**

En el experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas subdivididas con tres repeticiones.

El modelo estadístico utilizado fue:

$$Y_{ijkl} = \mu + B_i + A_j + E(a) + B_k + A_j \times B_k + E(b) + C_l + A_j \times C_l + B_k \times C_l + A_j \times B_k \times C_l + E(c).$$

Donde:

$Y_{ijkl}$  = Valor de la variable bajo estudio.

$\mu$  = Media de población.

$B_i$  = Es el efecto del  $i$ -ésimo bloque.

$A_j$  = Es el efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor que va asignado a la parcela grande.

$E(a)$  = Es el error experimental de la  $j$ -ésima parcela grande.

$B_k$  = Es el efecto del  $k$ -ésimo nivel del factor que va asignado a la parcela mediana.

- (AB)jk= Es la interacción del nivel j del factor en la parcela grande y el nivel k del factor en la parcela mediana.
- E(b)= Es el error experimental de la k-ésima parcela mediana.
- Cl= Es el efecto del l-ésimo nivel del factor que va asignado a la parcela chica.
- (AC)jl= Es la interacción del nivel j del factor en la parcela grande y el nivel l del factor en la parcela chica.
- (BC)kl= Es la interacción del nivel k del factor en la parcela mediana y el nivel l del factor correspondiente a la parcela chica.
- (ABC)jkl= Es la interacción del nivel j del factor de la parcela grande, del nivel k del factor en la parcela mediana y el nivel l del factor en la parcela chica.
- E(c)= Error experimental de la ijkl-ésima subparcela (Reyes, 1978).

Los factores que se incluyeron se describen a continuación:

Factor A: regímenes de humedad (parcela grande).

a) Riego (R): A los genotipos que se encontraban bajo la condición de riego, se le dio primero un riego de presiembra, mas dos riegos de auxilio en el ciclo.

b) Temporal (T): A los genotipos bajo la condición de temporal se les aplicó un riego de pre-siembra para asegurar una buena germinación de las plántulas, mas un riego de auxilio al final del ciclo para asegurar el llenado de grano.

Factor B: genitipos (parcela mediana).

a) LES 30R

b) LES 88R

c) LES 92R

Factor C: niveles de fertilización nitrogenada (parcela chica)

a) 0 kg de N/ha

b) 60 kg de N/ha

c) 120 kg de N/ha

Los tratamientos generados con los factores se enlistan en el Cuadro 3.

Para alcanzar los objetivos planteados se generaron, para rendimiento de grano y otras características agronómicas, las hipótesis estadísticas siguientes:

- 1.- Existen diferencias entre las siembras de riego y temporal independientemente de los niveles de fertilización y genotipos usados.
- 2.- Existe diferencia entre las líneas experimentales bajo estudio, independientemente del suministro de agua y fertilización.
- 3.- Existe un comportamiento diferencial entre las líneas experimentales de sorgo bajo riego y temporal o de estos niveles de suministro de agua para cada línea, independientemente de los niveles de fertilización estudiados.
- 4.- Existen diferencias entre niveles de fertilización indepen

**Cuadro 3.** Tratamientos generados por la combinación de los factores bajo estudio del experimento. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada. General Bravo, N.L. 1985.

Tratamientos		
Condición de humedad	(Genotipos)	Dosis en kg/ha de N
1 Riego	LES 30R	Testigo*
2 Riego	LES 30R	60 kg N/ha
3 Riego	LES 30R	120 kg N/ha
4 Temporal	LES 30R	Testigo
5 Temporal	LES 30R	60 kg N/ha
6 Temporal	LES 30R	120 kg N/ha
7 Riego	LES 88R	Testigo
8 Riego	LES 88R	60 kg N/ha
9 Riego	LES 88R	120 kg N/ha
10 Temporal	LES 88R	Testigo
11 Temporal	LES 88R	60 kg N/ha
12 Temporal	LES 88R	120 kg N/ha
13 Riego	LES 92R	Testigo
14 Riego	LES 92R	60 kg N/ha
15 Riego	LES 92R	120 kg N/ha
16 Temporal	LES 92R	Testigo
17 Temporal	LES 92R	60 kg N/ha
18 Temporal	LES 92R	120 kg N/ha

\* Sin aplicar Nitrógeno

dientemente de las líneas experimentales y niveles de suministros de agua.

- 5.- Hay un comportamiento diferencial entre los niveles de fertilización bajo riego y temporal o de estos niveles dentro de cada nivel de fertilización.
- 6.- Existe una respuesta diferente de las líneas experimentales a los niveles de fertilización o de estos dentro de cada línea.
- 7.- Existen diferencias entre las combinaciones de los niveles de fertilización, genotipo y regímenes de humedad.

Estas siete Hipótesis fueron probadas con las respectivas Hipótesis nulas mediante la prueba de F correspondiente al análisis de variación generado en base al modelo estadístico ya descrito. De encontrarse diferencia significativa al nivel de probabilidades del 5% se procedió a efectuar una prueba de Tukey de comparación de medias para definir la magnitud de las diferencias.

Como fuente de fertilizante se empleó la urea. Al momento de la siembra se aplicaron dos dosis: a) 20 kg de N/ha y b) 40 kg de N/ha; los testigos fueron los que no se les aplicó fertilizante. El resto del fertilizante para completar la dosis de Nitrógeno, se aplicó el día 5 de Mayo, completándose las dos dosis programadas.

#### **Toma de datos**

La toma de datos del experimento se realizaba quincenalmen



te, el cual consistía en observar el desarrollo de los genotipos, tanto bajo la condición de riego como en la condición de temporal, al igual que realizando las labores necesarias como deshierbe, aporques, riego, etc. Así el experimento contaba con un 50% de floración el día 30 de Mayo de 1985; al momento del desarrollo de grano se tuvo problemas con daño de pájos, al igual que daño de mosca midge (Contarinia sorghicola Coq); la medición de las plantas en cuanto altura de planta, largo y ancho de la hoja bandera, longitud de panoja y longitud de excersión se efectuó dos días antes de la cosecha.

La medición de las plantas en cuanto altura de la planta se realizó desde el nivel del suelo hasta la terminación de la panoja; el largo de la hoja bandera se midió desde donde se encuentra unida al tallo (lígula) hasta su terminación, mientras que el ancho de la hoja bandera se tomó en cuenta la parte de la hoja mas ancha; con estos datos se estimó el área de la hoja bandera ( $LXAX0.75$ ); la longitud de la panoja se realizó midiendo la panoja (espiga), desde donde inician las ramificaciones hasta donde termina la espiga, mientras que la longitud de excersión se refiere a la distancia que hay de la hoja bandera hasta el inicio de la panoja.

La cosecha se efectuó el día 13 de Julio de 1985, cortando las espigas de los dos surcos centrales, eliminando los surcos de protección, al igual que un metro de cada extremo de los surcos centrales (bordos) se cosecharon las plantas existentes sin considerar la separación de ellas. Después de haber cortado las panojas se colocaron en sacos separados y previamente marcados,

posteriormente se procedió a trillar, pesar y determinar la humedad de cada uno de los tratamientos, ajustándose al 12% de humedad.

## RESULTADOS

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el presente trabajo para cada una de las variables analizadas.

En el Cuadro 4 se presentan los análisis de varianza de las variables agronómicas cuantificadas en el experimento, las cuales contienen las fuentes de variación, los cuadrados medios y la significancia estadística respectivamente; en seguida se describen los resultados.

En el régimen de humedad (riego y temporal), que fue el factor que se utilizó en el experimento como parcela grande, se encontró que no hubo diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas.

Con respecto a genotipos (variedades) solo en la variable rendimiento de grano ajustado por humedad no se detectaron diferencia significativa, mientras que en las demás variables si hubo diferencias (altura de planta, longitud de excursión, longitud de panoja y área foliar de la hoja bandera).

En cuanto a la dosis de fertilización nitrogenada se encontró respuesta (diferencia estadística) a éstas en las variables altura de planta, longitud de excursión y área <sup>foliar</sup> foliar de la hoja bandera; por otro lado, en las variables longitud de panoja y rendimiento ajustado por humedad no se encontró respuesta a esta fuente de variación.

Con respecto a las interacciones de primer orden la interacción régimen de humedad por variedades, la variable que obtuvo

**Cuadro 4.** Análisis de varianza para las características agronómicas cuantificadas en el experimento de la respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada Gral. Bravo, N.L. 1985.

F.V.	Altura de Planta (cm)		Longitud Excursión (cm)		Long. Panoja (cm)	
	C.M.	F Cal.	C.M.	F Cal.	C.M.	F Cal.
Reg. h° (PG)	580.494	13.0322	2.779	0.6817	0.153	0.068
Error (a)	44.543		4.076		2.236	
Vds. (PM)	18930.073	89.036**	1991.625	85.278**	50.586	26.73**
Reg. h° X Vds.	140.368	0.660	8.678	0.381	2.762	1.460
Error (b)	212.610		22.768		1.891	
Fert. (PCH)	323.554	11.408**	38.565	5.045*	0.005	0.002
Reg. h° X fert.	0.5005	0.0176	6.295	0.823	5.851	3.347
Vds. X fert.	71.009	2.503	45.718	5.981*	0.542	0.310
Reg. h° X Vds. X fert	4.899	0.1727	4.626	0.604	1.267	0.724
Error (c)	28.361		7.643		1.747	
C.V. (%)	23.755		70.482		8.073	

F.V.	Area Foliar (cm <sup>2</sup> )		Rendimiento Ajustado por h° (kg/ha)	
	C.M.	F Cal.	C.M.	F Cal.
Reg. h° (PG)	466.460	2.025	658020.864	13.483
Error (a)	230.277		48802.375	
Vds. (PM)	19517.848	26.408**	78035.695	1.043
Reg. h° X Vds.	1534.975	2.076	705536.15	9.434**
Error (b)	739.083		74781.118	
Fert. (PCH)	1192.54	4.460*	16154.85	0.3423
Reg. h° X fert.	604.573	2.261	46753.821	0.990
Vds. X fert.	614.123	2.286	12404.243	0.262
Reg. h° X Vds. X fert	312.371	1.168	71087.757	1.505
Error (c)	267.330			
C.V. (%)	28.961			37.921

\*\*= Altamente significativo

\*= Significativo

significancia estadística fue el rendimiento ajustado por humedad; en el resto de las variables no se encontraron diferencias significativas.

En la interacción régimen de humedad por fertilización ninguna de las variables analizadas obtuvo significancia estadística.

En lo que se refiere a la interacción variedades por fertilización la única variable que presentó significancia fue la longitud de exersión, mientras que las variables altura de planta, área foliar, longitud de panoja y rendimiento ajustado por humedad no presentaron diferencias significativas.

En cuanto a la interacción de segundo orden que fue régimen de humedad por variedades por fertilización no se presentaron diferencias significativas para ninguna de las variables analizadas.

No obstante de que no se encontraron diferencias estadísticas significativas para ninguna variable en los regímenes de humedad, en el Cuadro 5 se presentan los promedios para cada una de ellas; ahí, se puede ver que las variables bajo la condición de temporal mostraron una tendencia a ser superiores a las obtenidas bajo la condición de riego, a excepción de la variable longitud de panoja la cual tuvo una media superior en la condición de riego.

En el Cuadro 6 se concentran las medias de las variables analizadas para el factor variedades, y además se efectúa la com

paración de medias en aquellas variables que fueron significativas; en el caso del rendimiento ajustado por humedad solamente se presentan las medias; ya que fueron no significativas; en este cuadro se puede observar que la variedad LES 30R presentó los valores mas altos en las variables altura de planta y longitud de excersión con 146.433 cm y 24.680 cm, respectivamente, mientras que en las variables área foliar y longitud de panoja, mostró valores intermedios con 120.28 cm y 23.430 cm, respectivamente.

Por otro lado, la variedad LES 88R resultó ser el más alto en cuanto a la variable área foliar de la hoja bandera con 152.373 cm<sup>2</sup>, en cuanto a la variable longitud de excersión mostró valores intermedios con 10.68 cm, mientras que en las variables altura de planta y longitud de panoja presentó los valores más bajos con 83.38 cm y 21.72 cm, respectivamente.

Cuadro 5. Concentración de medias de las variables analizadas para el factor régimen de humedad. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad bajo fertilización nitrogenada en el Municipio de Gral. Bravo, N.L. 1985.

Régimen de Humedad	Altura de Planta (cm)	Longitud de Excersión (cm)	Longitud de Panoja (cm)	Area Foliar (cm <sup>2</sup> )	Rto. de gno. 12% h kg/ha
RIEGO	116.007	13.023	23.390	116.788	2732.129
TEMPORAL	122.730	13.503	23.503	122.491	3403.999

Para la variedad LES 92R, ésta presentó el valor más alto en cuanto a longitud de panoja con 25.02 cm, en cuanto a la va-



riable altura de planta mostr6 valores intermedios con 127.87 cm, mientras que en las variables longitud de excersi6n y 6rea foliar present6 los valores m6s bajos con 4.41 cm y 86.52 cm, respectivamente. En el rendimiento de grano, aunque no hubo diferencias significativas, se observa que la LES 88R tendi6 a rendir m6s.

**Cuadro 6.** Concentraci6n de medias de las variables analizadas para el factor variedades y comparaci6n de las variables que fueron significativas. Respuesta del sorgo bajo dos reg6menes de humedad y fertilizaci6n n6trgeno en el Municipio de Gral. Bravo, N.L. 1985.

Variedad	Altura de Planta (cm)	Longitud de Excersi6n (cm)	Longitud de Panoja (cm)	Area Foliar (cm <sup>2</sup> )	Rto. de gno. 12% h (kg/ha)				
LES 30R	146.433	a	24.68	a	23.430	b	120.28	b	2894.03
LES 88R	83.38	c	10.68	b	21.72	c	152.373	a	3230.18
LES 92R	127.87	b	4.41	c	25.02	a	86.52	c	3079.40
DMSH(0.05)= 13.88			4.54		1.30		25.88		

En cuanto al factor fertilizaci6n, en el Cuadro 7 se pueden observar las medias obtenidas de las variables y solo en aquellas en que se encontraron diferencias estadísticas se realiz6 la comparaci6n de las medias. En este cuadro se puede observar que las plantas testigo (sin aplicar fertilizante) presentaron mayor altura que las plantas que se les aplic6 fertilizante, obteniendo las testigo 124.32 cm, mientras que la mayor en la que se aplic6 fertilizante (120 kg de N/ha) fue de 115.99 cm. Con respecto a la variable longitud de excersi6n ocurri6 lo mismo que en la variable altura de planta, ya que las plantas testigo

obtuvieron mayor longitud de excursión con 14.6 cm, mientras que la más baja en cuanto a esta variedad fue la que se le aplicó 120 kg de N/ha. Para la variable área foliar, las plantas que obtuvieron mayor expresión fueron aquellas en las que se aplicó la dosis de 120 kg de N/ha con 126.203 cm, mientras que las que obtuvieron menor área foliar fueron las plantas testigo con 110.328 cm.

El rendimiento en grano tuvo tendencias de mayor a menor al aumentar la dosis de fertilizante, pero no se observaron diferencias amplias entre éstos.

**Cuadro 7.** Concentración de las medias analizadas para las variables (longitud de panoja y rendimiento de grano kg/ha) analizadas para el factor fertilización y comparación de medias en aquellas variables que fueron significativas. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada Gral. Bravo, N.L. 1985.

Dosis de fert. (kg N/ha)	Altura de Planta (cm)	Longitud de Excursión (cm)	Longitud de Panoja (cm)	Area Foliar (cm <sup>2</sup> )	Rto. de gno. kg/ha
1 0	124.32	a 14.6	a 23.305	110.328	b 3018.32
2 60	117.790	b 13.3	a 23.419	122.387	a 3038.825
3 120	115.99	b 11.7	a 23.392	126.203	a 3146.201
DMSH(0.05) =	4.43	2.30		13.60	

En cuanto a la interacción régimen de humedad por variedades, solo una variable presentó diferencia significativa la cual fue el rendimiento ajustado por humedad (12%), mientras que en las variables área foliar, altura de planta, longitud de panoja y longitud de excursión no existieron diferencias significativas;

la comparación de medias se localiza en el Cuadro 8 y la concentración de las medias de las demás variables se presentan en el Cuadro 9.

**Cuadro 8.** Comparación de promedios del rendimiento de grano al 12% de humedad para la interacción régimen de humedad X Variedades. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad bajo fertilización nitrogenada en el Municipio de Gral. Bravo, N.L. 1985.

Variedades	Régimen de humedad			
	Riego		Temporal	
LES 30R	2582.95	b	3205.59	b
LES 88R	3499.69	a	2961.33	b
LES 92R	2113.74	b	4045.06	a
DMHS(0.05)=	577.17			

**Cuadro 9.** Concentración de medias de las variables analizadas para la interacción régimen de humedad X Variedades. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada en el Municipio de Gral. Bravo, N.L. 1985.

Cond. de h°	Genotipos	Altura de Planta (cm)	Long. de Excursión (cm)	Long. de Panoja (cm)	Area Foliar (cm <sup>2</sup> )
Riego	LES 30R	141.39	25.12	23.09	113.50
Temporal	LES 30R	151.39	24.23	23.76	127.06
Riego	LES 88R	83.32	10.51	22.17	159.97
Temporal	LES 88R	83.43	10.86	21.25	149.77
Riego	LES 92R	123.23	3.44	24.91	76.89
Temporal	LES 92R	133.23	5.40	25.02	95.63

Al hacer la comparación entre condición de humedad (riego y temporal) para cada variedad, se encontró que la LES 92R presentó el valor más alto para la condición de temporal con 4045 kg/ha y el nivel más bajo para la condición de riego con 2113 kg/ha. La LES 88R obtuvo su valor más alto bajo riego y más bajo en cuanto a la condición de temporal, mientras que la LES 30 R fue a la inversa, obteniendo su valor más alto bajo la condición de temporal y más bajo en la condición de riego.

Aunque no se detectaron diferencias estadísticas significativas para la interacción régimen de humedad por fertilización, las medias obtenidas para cada variable se presentan en el Cuadro 10, en donde se puede observar la tendencia de que el testigo bajo temporal obtuvo la mayor altura de planta con 128 cm, mientras que la menor altura de planta se obtuvo bajo riego con la dosis de 60 kg de N/ha con 112.70 cm de altura; la menor área foliar la presentó el testigo bajo riego con 102 cm<sup>2</sup>, mientras que la mayor área foliar fue con la dosis 120 kg de N/ha bajo temporal con 130 cm<sup>2</sup>; bajo temporal se presentó la mayor y menor longitud de excursión obteniendo el testigo la mayor longitud de excursión con 15.58 cm y la menor longitud de excursión fue bajo la mayor dosis de fertilización con 11.46 cm; con respecto al rendimiento, el menor promedio se presentó bajo la dosis 60 kg de N/ha bajo riego con 2583 kg/ha de grano, mientras que bajo temporal obtuvo el mayor rendimiento de grano bajo la dosis de 60 kg de N/ha con 3494 kg/ha de grano.

En lo concerniente a la interacción variedades X fertilización, ya que mencionado que solo una variable presentó diferen-

cias significativas la cual fue la longitud de excursión, mientras que las demás variables no fueron significativas; la comparación de medias se presentan en el Cuadro 11, en donde además se concentran los promedio de las demás variables.

**Cuadro 10.** Concentración de medias de las variables analizadas para la interacción régimen de humedad por fertilización.

Régimen de Humedad	Dosis de Fertilización kg/ha	Altura de Planta (cm)	Area Foliar (cm <sup>2</sup> )	Long. de Panoja (cm)	Long. de Excursión (cm)	Rto. de gno. kg/ha
Riego	0	120.62	102.93	23.57	13.80	2691.34
	60	112.70	125.91	23.82	13.23	2583.06
	120	117.68	121.51	22.18	12.03	2921.48
Temporal	0	128.02	117.72	23.02	15.58	3345.40
	60	119.27	118.85	23.01	13.45	3494.45
	120	120.89	130.89	23.99	11.46	3370.91

**Cuadro 11.** Concentración de medias de las variables analizadas y comparación de promedios longitud de excursión para la interacción variedades por niveles de nitrógeno. Respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada Gral. Bravo, N.L.1985.

Genotipos	Niveles de Fert. kg/ha	Long. de Excursión (cm)	Altura de Planta (cm)	Area Foliar (cm <sup>2</sup> )	Long. de Panoja (cm)	Rto. de gno. kg/ha	
LES 30R	0	27.63	a	152.31	103.77	23.00	2737.83
	60	23.17	b	143.01	136.30	23.58	2983.80
	120	23.23	b	143.96	120.77	23.69	2960.45
LES 88R	0	9.14	b	85.02	146.21	21.78	3172.95
	60	14.11	a	88.89	149.58	21.95	3242.14
	120	8.80	c	81.21	161.31	21.41	3275.42
LES 92R	0	7.30	a	135.63	81.00	25.12	3144.17
	60	2.74	b	121.00	81.27	24.72	2890.33
	120	3.22	b	128.19	96.51	25.06	3202.71
DMSH (0.05) =		3.98					

En el cuadro 11 se puede observar que el menor valor de longitud de excursión la presentó la LES 92R con 60kg de N/ha y obtuvo un valor de 2.74 cm, mientras que la LES 30R (testigo) obtuvo el mayor valor de la longitud de excursión con 27.63 cm; en cuanto a la altura de planta, la LES 88R con la mayor dosis de fertilización obtuvo la menor altura de planta con 81.21 cm, mientras que la LES 30R testigo obtuvo la mayor altura de planta con 152.31 cm; se puede observar que en área foliar, la LES 92R testigo obtuvo la menor área foliar con 81 cm<sup>2</sup>, mientras que la LES 88R con la dosis de fertilización 120 kg de N/ha obtuvo la mayor área foliar con 161 cm<sup>2</sup>; con respecto al rendimiento de grano en kg/ha, la LES 30R obtuvo el menor rendimiento de grano como testigo con 2737.83 kg/ha de grano, mientras que la LES 88R con la mayor dosis de fertilización obtuvo el mayor rendimiento de grano en kg/ha con 3275.42 kg/ha.

Como ya se mencionó anteriormente, en la interacción régimen de humedad X variedades X fertilización no se detectaron diferencias estadísticas; no obstante las medias de las variables estudiadas se exponen en el Cuadro 12, en donde se puede observar que el genotipo LES 92R tiende a obtener los valores más bajos bajo riego en cuanto al área foliar, longitud de excursión y rendimiento de grano en kg/ha, con valores de 65.51 cm<sup>2</sup>, 671 gr y 1673.04 kg/ha, respectivamente; mientras que el genotipo LES 88R obtuvo los valores más bajos con respecto a la altura de planta y longitud de panoja con 81.03 cm y 20.5 cm respectivamente; en cuanto a la longitud de panoja, y rendimiento de grano en kg/ha la LES 92R obtuvo los mayores valores bajo temporal con



25.75 cm, y 4107.62 kg/ha, respectivamente, mientras la LES 30 R obtuvo los valores más altos para la longitud de excursión con 28.33 cm bajo riego, mientras que bajo temporal obtuvo el valor más alto en altura de planta con 158.46 cm, la LES 88R obtuvo el valor más alto en área foliar con 170.06 cm<sup>2</sup> bajo riego.

**Cuadro 12.** Concentración de medias de las variables analizadas para la interacción régimen de humedad X variedades X fertilización de la respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada en el Municipio de Gral. Bravo, N.L. 1985.

Régimen Humedad	Vds.	Dosis Fert. kg/ha	Altura de Planta (cm)	Area Foliar (cm <sup>2</sup> )	Long. de Panoja (cm)	Long. de Excursión (cm)	Rto. de gno. kg/ha
Riego	30R	0	146.16	99.38	22.95	28.33	2536.89
		60	138.76	127.94	23.31	22.80	2475.34
		120	139.46	113.17	23.01	24.23	2735.13
Temporal	30R	0	158.46	108.15	23.06	26.93	2938.78
		60	147.26	144.65	23.85	23.55	3492.26
		120	148.46	128.38	24.38	22.23	3185.78
Riego	88R	0	85.61	143.91	22.16	8.23	3331.86
		60	82.95	165.93	23.40	14.50	3600.81
		120	81.40	170.06	20.96	8.80	3566.39
Temporal	88R	0	84.43	148.52	21.40	10.05	3014.04
		60	84.83	133.24	20.50	13.73	2883.48
		120	81.03	152.56	21.86	8.81	2984.46
Riego	92R	0	130.10	65.51	25.60	4.85	2205.27
		60	116.40	83.87	24.76	2.40	1673.04
		120	123.20	81.28	24.38	3.08	2462.92
Temporal	92R	0	141.16	96.48	24.65	9.76	4083.08
		60	125.73	78.67	24.68	3.08	4107.62
		120	133.18	111.74	25.75	3.36	3942.50

## DISCUSION

Los resultados del experimento muestran que para el factor régimen de humedad no se encontró diferencia significativa para ninguna de las variables analizadas.

Al observar las medias de las variables analizadas para el factor régimen de humedad, se puede observar Cuadro 5, que las variables bajo condición de temporal mostraron una tendencia a ser superiores a las obtenidas bajo la condición de riego, a excepción de la variable longitud de panoja la cual tuvo una media superior en la condición de riego; lo anterior puede indicar que estas variedades son tolerantes a la condición de sequía, lo cual está de acuerdo con lo que menciona Carballo (1978, 1981), en el sentido de que el sorgo sigue siendo una posibilidad en las áreas temporales del país y de que puede sustituir al maíz en aquellos lugares que resultan marginales para maíz, por la es casa precipitación pluvial.

En cuanto al factor variedades se encontró efecto significa tivo en todas las variables a excepción del rendimiento de grano ajustado por humedad, la cual puede deberse quizá a factores externos no controlados como temperaturas, humedad, manejo, etc., que no permitieron una expresión diferente de las variedades y que pudieran detectarse en el análisis de varianza empleado.

En lo referente a las medias de rendimiento de grano se apreció (Cuadro 6), que la LES 88R obtuvo el promedio mayor en el rendimiento de grano ajustado por humedad, mientras que la LES 30R obtuvo el promedio menor de rendimiento de grano, siendo

La LES 92R intermedia entre ambas.

Con respecto al factor fertilización se encontró efecto significativo para las variables altura de planta, longitud de excursión y área foliar de la hoja bandera, mientras que para las variables longitud de panoja y rendimiento de grano ajustado por humedad fueron no significativas; esto último posiblemente debido a las temperaturas altas que prevalecieron en los meses de aplicación del fertilizante provocando que se volatilizara el nitrógeno; esto confirma lo que mencionan Buckman y Brady (1965) y Villarreal (1980), al igual que por las precipitaciones que se presentaron (Cuadro 1) que posiblemente ocasionaron la lixiviación del mismo, lo cual pudo causar la no respuesta de las variables mencionadas, tal como lo citan Jacob y Uexkull (1973).

Con respecto a las medias de las variables analizadas para el factor fertilización, se observó (Cuadro 7) que no hubo mucha diferencia en cuanto aplicar o no fertilizante, dado que el efecto que se tuvo en el vigor no se reflejó en el rendimiento de grano, los promedios de rendimiento de grano y de longitud de panoja son casi iguales; sin embargo, sí afectó al vigor de la altura de planta y área foliar lo cual está de acuerdo con lo que mencionan Russell y Russell (1954), acerca de que el nitrógeno fomenta el desarrollo vegetal e impulsa a la formación facilitando la producción de carbohidratos y la succulencia.

Con respecto a las interacciones de primera orden, en la interacción régimen de humedad X variedades se encontró efecto

significativo solo en la variable rendimiento de grano ajustado por humedad, el resto de las variables fueron no significativas. En lo referente a la interacción régimen de humedad X fertilización todas las variables fueron no significativas; mientras que en la interacción variedades X fertilización se encontró efecto significativo solo en la variable longitud de excursión.

En cuanto a la interacción de segundo orden que fue régimen de humedad X variedades X fertilización no se presentaron diferencias significativas para ninguna de las variables analizadas.

Al observar las medias del rendimiento de grano a la interacción régimen de humedad X variedades en el Cuadro 8, se aprecia que el genotipo LES 92R bajo temporal fue la que obtuvo el rendimiento de grano mayor con 4045.06 kg/ha, mientras que bajo la condición de riego fue la que obtuvo el rendimiento de grano menor con 2113.74 kg/ha, quizá debido a que esta variedad responde mejor bajo la condición de irrigación, que bajo la condición de temporal, la LES 88R obtuvo el valor promedio mas bajo en la condición de temporal, mientras que en la condición de riego fue la que obtuvo el valor promedio mayor con 3499.69 kg/ha de grano, la LES 30R fue la variedad que obtuvo los valores intermedios tanto en riego como en temporal.

En forma general se puede apreciar que las LES mostraron un comportamiento mejor en temporal que bajo riego, esto quizá debido a que no hubo un déficit de humedad considerable y además a que el ambiente de selección de las variedades en Marín, N.L.,

es limitante (salinidad, deficiencia de riego, suelo pobre; etc.) por lo que se observa que las variedades muestran un potencial para la condición de temporal, por lo tanto es necesario evaluar y ahondar el comportamiento de los genotipos bajo dicho ambiente para poder recomendarlos en zonas donde el agricultor disponga de pocos insumos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De acuerdo con los resultados obtenidos, objetivos e hipótesis bajo las cuales se desarrolló el experimento, es posible derivar las conclusiones siguientes:

### Conclusiones

1. El efecto de las condiciones de humedad (riego, temporal) no fue significativo para ninguna de las variables analizadas, solamente se presentó en la interacción (régimen de humedad  $\times$  genotipos) significancia en la variable rendimiento de grano ajustado al 12%.
2. Las diferencias estadísticas entre variedades (genotipos) fueron las más notables en las variables altura de planta, longitud de excursión, longitud de panoja y área foliar de la hoja bandera, a excepción de rendimiento de grano ajustado por humedad al 12%.
3. El efecto de fertilización fue significativo en las variables altura de planta, longitud de excursión y área foliar de la hoja bandera, mientras que las variables longitud de panoja y rendimiento de grano ajustado por humedad fueron no significativas.
4. En lo que respecta a la interacción régimen de humedad  $\times$  variedades se encontró efecto significativo solo en la variables rendimiento ajustado por humedad al 12%, el resto de las variables fueron no significativas, siendo el genotipo LES 92R el que obtuvo el

máximo y mínimo rendimiento de grano en riego y temporal, respectivamente.

5. En lo referente a la interacción régimen de humedad X fertilización todas las variables fueron no significativas; mientras que en la interacción variedades X fertilización se encontró efecto significativo solo en la variable longitud de excursión, siendo la LES 88R la variedad que obtuvo los valores superiores en cuanto a rendimiento de grano, posteriormente la LES 92R y al final la LES 30R.
6. En la interacción régimen de humedad X variedades X fertilización todas las variables fueron no significativas.
7. Al observar las medias de las variables analizadas para el factor régimen de humedad se observó que las variables bajo temporal tuvieron una tendencia a ser superiores a las variables bajo riego; mientras que en las medias de las variables para el factor fertilización no se observó mucha diferencia entre ellos.

#### Recomendaciones

1. Es necesaria más información con más localidades para dar una fórmula de fertilización a recomendar.
2. Se recomienda llevar a cabo un trabajo similar a éste, realizando muestreos de humedad del suelo para obtener datos más precisos sobre la tensión de humedad a la



*cual son sometidas las variedades.*

- 3. Evaluar las LES en condiciones de temporal para observar el comportamiento de éstas, en años y localidades y su eventual recomendación.*

## RESUMEN

En el municipio de General Bravo, N.L., se efectuó un experimento sobre respuesta del sorgo bajo dos regímenes de humedad y fertilización nitrogenada en el ciclo primavera-verano 1985.

En este experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo en parcelas sub-divididas con tres repeticiones; se tuvo dentro de parcela grande régimen de humedad, a) Riego, b) Temporal; dentro de parcela mediana genotipos (LES 30R, LES 88R y LES 92R) las cuales fueron proporcionadas por el Proyecto de Mejoramiento de Maíz, Frijol y Sorgo de la Facultad de Agronomía de la UANL; dentro de parcela chica, dosis de fertilización (00, 60 y 120 kg de N/ha), la combinación de los dos regímenes de humedad, los genotipos y las dosis de fertilización generaron 18 tratamientos distribuidos éstos en tres repeticiones dando un total de 54 unidades experimentales.

De los resultados obtenidos se pueden observar que las diferencias estadísticas entre genotipos fueron las más notables, dado que en la mayoría de las variables analizadas se manifestaron diferencias estadísticas como lo fue en altura de planta, longitud de excersión, longitud de panoja y área foliar de la hoja bandera.

Con respecto a las condiciones de humedad no se presentaron diferencias significativas en ninguna de las variables analizadas.

En lo que corresponde a la fertilización, en este factor se presentaron diferencias significativas en las variables altura de planta, longitud de excursión y área foliar de la hoja bandera, mientras que en las variables longitud de panoja y rendimiento de grano ajustado por humedad no presentaron diferencias significativas.

En cuanto a genotipos, con cada nivel de nitrógeno, el genotipo LES 88R presentó superioridad respecto a las otras dos variedades; en lo que se refiere a la condición de humedad con genotipos solo la LES 88R se comportó diferente en riego y temporal, ya que bajo la condición de riego fue estadísticamente superior que en la condición de temporal, mientras que los genotipos LES 30R y LES 92R su valor mayor lo obtuvieron bajo la condición de temporal y el valor menor bajo la condición de riego.

## BIBLIOGRAFIA CITADA

ANDRE, G.M. 1981. Abonos. Séptima Edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp 173.

ANONIMO. 1964. El cultivo del sorgo en zonas áridas. En: Agricultura de las Américas. E.U.A. pp 60-62.

ANONIMO. 1970. Los nutrientes que el sorgo necesita. En: Agricultura de las Américas. E.U.A. pp 11-12.

ANONIMO. 1974. Guanomex, 30 años. Boletín Informativo. México. pp 7-10.

BEAR, F.E. 1969. Los suelos en relación con el crecimiento de los cultivos. Ediciones Omega. Barcelona, España.

BRAMBILA T., F. 1976. Análisis económico de la producción de sorgo para grano (Sorghum vulgare P.) bajo diferentes niveles de nitrógeno en Cd. Anáhuac, N.L. Tesis Profesional. ITESM. Mty, N. L. Méx.

BUCKMAN, H.P. y N.C. BRADY. 1965. Naturaleza y propiedades de los suelos. Tr. R. Salord Basceld. UTEHA. Barcelona, España.

CAMACHO G., J. 1974. Fertilización en el cultivo del sorgo para grano (Sorghum vulgare Pers) en el municipio de Cd. Anáhuac, N. L. Tesis Profesional. Fac. de Agronomía, UANL. México.

CARBALLO C., A. 1978. Sorgo. En: Recursos genéticos disponibles a México. T. Cervantes S., Editor. SOMEFI. pp 85-86. México.

CARBALLO C., A. 1981. Producción de semillas híbridas ecológicas del sorgo. Agrociencias. Vol. 31-32; pp 25-26. Chapingo, Mex.

- GARCIA, E. 1973. *Modificaciones al sistema de clasificación climática de Koppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana)*. Universidad Nacional Autónoma de México. pp 151.
- INIA. 1975. *Aspectos generales sobre formas y épocas de aplicación*. pp 2. CIAS, SAG. México.
- JACOB, A. y H.U. UEXKULL. 1973. *Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales*. Trad. L. López M. de A. 4a. Edicción. Edit. Euroamericana. México.
- LOPEZ R., J. y M.D. LOPEZ. 1978. *El diagnóstico del suelo y plantas*. 3a. Edición. Edit. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp 29, 33, 34.
- LUCIO H., J. 1982. *Análisis de la producción de maíz y sorgo en el Estado de Nuevo León. Trabajo Práctico Exámen Profesional*. Facultad de Agronomía, UANL. Mty, N.L. México.
- PAPADAKIS, A.J. 1974. *Los fertilizantes*. Editorial Albatros. Buenos Aires, Argentina. pp 12-15, 23-27.
- REYES C., P. 1978. *Diseño de experimentos agrícolas*. Primera Edición. Editorial Trillas, S.A. México.
- ROBLES S., R. 1975. *Producción de granos y forrajes*. Primera Edición. Editorial Trillas, S.A. México.
- RUSSELL, E.J. y E.W. RUSSELL. 1959. *Las condiciones del suelo y el desarrollo de las plantas*. 2a. Edición. Ediciones Aguilar, Madrid, España. pp 29-48.

SALAZAR S., B. 1980. El efecto de la fertilización nitrogenada y fosforada en el cultivo del sorgo para grano en el Campo Agrícola Experimental de Marín, N.L., ciclo primavera-verano 1978. Tesis Profesional, Fac. de Agronomía, UANL. México.

SANCHEZ S., H. 1974. Diferentes niveles de fertilización con Nitrógeno y Fósforo en el cultivo de sorgo para grano (Sorghum vulgare P.) en el rancho "La Sandía" del municipio de Vallecillo, N.L. Tesis Profesional, Fac. de Agronomía, UANL. México.

SARH. 1980. Agenda técnica agrícola Nuevo León. Dirección General de Producción y Extensión Agrícola. Chapingo, México. pp 17.

SERNA L., M. 1973. Fertilización nitrógeno-fosfórica en el cultivo del sorgo escobero en el Campo Agrícola de Apodaca, N.L., Tesis Profesional. ITESM. Mty, N.L. México.

TISDALE, S.L. y W.L. NELSON. 1970. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Edit. Montaner y Simon, S.A. Barcelona España. pp 81-82, 138-142.

VALDES J., C. 1983. El surco. Mejor aprovechamiento del fertilizante. Revista mexicana. Vol. 81-82, pág. 11.

VILLARREAL G., A. 1980. Fertilización nitrógeno-fosfórica en el cultivo del sorgo (Sorghum vulgare P.) en el municipio de General Bravo, N.L. Tesis Profesional, Fac. de Agronomía, UANL. México.

WALL, J.S. y W.M. ROSS. 1975. Producción y usos del sorgo. 4a. Edición. Ed. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp 105-107.

## "FE DE ERRATAS"

- En la página 5 en cuanto al color de grano de la LES 88R dice color de grano Amarillo debe decir color de grano rojo.
- Cuadro 4 página 28 se omitió el error (c) de la variable Rendimiento de grano ajustado por h° el cual tiene un valor de 47 234.39.
- Cuadro 10 página 35 en las dosis de fertilización dice kg/ha y debe decir kg/N/ha.
- Cuadro 11 página 35 en los niveles de fertilización dice niveles de fertilización en kg/ha y debe de decir Niveles de fertilización Kg/N/ha.
- En la página 38 dice que la variable longitud de panoja tuvo una media superior en la condición de riego y debe decir que la longitud de panoja tuvo la media superior en la condición de temporal .
- En la página 38 dice que estas variedades son tolerantes a la condición de sequía y debe de decir estas variedades son tolerantes a la condición de temporal.

007072



