

UNIVERSIDAD AUTONOMA
DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



FERTILIZACION EN EL CULTIVO DEL SORGO PARA
GRANO (Sorghum vulgare Pers.) EN EL
MUNICIPIO DE CD. ANAHUAC, N. L.

T E S I S

JOSE CAMACHO GALVAN

1974

35



13

7

T
SB23
C35

c.1



1080061029

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE AGRONOMIA



FERTILIZACION EN EL CULTIVO DEL SORGO PARA
GRANO (*Sorghum vulgare Pers.*) EN EL
MUNICIPIO DE CD. ANAHUAC, N.L.

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO
PRESENTA
JOSE CAMACHO GALVAN

MONTERREY, N. L.

NOVIEMBRE DE 1974

040.633
FA 3
1974

T
SB 235
C 35


Biblioteca Central
Maana Solidaridad
F. Tesis


BU Raúl Rangel Filas
UANL
FONDO
TESIS LICENCIATURA

A MIS PADRES

SR. ROSALIO CAMACHO BRAVO

SRA. DOMINGA GALVAN DE CAMACHO

Con cariño y eterno agradeci-
miento por todos los esfuerzos
incalculables para el logro de
mi carrera profesional.

A MIS HERMANOS CON CARIÑO

ARTURO

ERNESTINA

ESPERANZA

GUADALUPE

ROSALIO

PEDRO

A TODOS MIS FAMILIARES.

A MIS COMPAÑEROS Y AMIGOS.

A MI ESCUELA Y MAESTROS

Con perenne agradecimiento por
sus conocimientos impartidos.

I N D I C E

	PAGINA
INTRODUCCION.....	1
REVISION DE LITERATURA.....	3
MATERIALES Y METODOS.....	12
RESULTADOS Y DISCUSION.....	21
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	26
RESUMEN.....	28
BIBLIOGRAFIA CITADA.....	30
APENDICE.....	33

INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA		PAGINA
1	Precipitación pluvial, temperaturas -- máximas y mínimas mensuales, registradas en el Municipio de Ciudad Anáhuac, N.L., en el Campo Experimental de la S.R.H.	14
2	Propiedades fisico-químicas del suelo donde se estableció el experimento. - Ciudad Anáhuac, N.L.	19
3	Rendimientos de sorgo en kilogramos -- por hectárea de los diferentes tratamientos de fertilización probados.....	21
4	Rendimiento en kilogramos por parcela Útil.....	33
5	Análisis de Varianza.....	33
6	Promedio de altura de las plantas y tamaño de las panojas de los tratamientos.....	34
FIGURA		
1	Gráfica que muestra la disposición de las parcelas, de los ocho tratamientos probados, en el experimento efectuado en el Distrito de Riego número 4, Tercera Unidad Sección 83-6. Ciudad - - Anáhuac, N.L.....	15

I N T R O D U C C I O N

El sorgo es originario de Africa y Asia donde -- se ha cultivado desde hace más de 2,000 años; fué introducido por primera vez en México, en el año de 1958, en la zona norte del Estado de Tamaulipas (Río Bravo), de donde se extendió a otras regiones del País.

Las regiones que le siguen en importancia al Estado de Tamaulipas son: La zona del Bajío (Guanajuato) y la costa del Pacífico (Sinaloa), siendo de importancia también los Estados de Michoacán y Jalisco.

Del sorgo se utiliza principalmente el grano como alimento para ganado y aves. Cada día se requiere de mayores volúmenes de sorgo para alimentar la industria pecuaria en constante crecimiento; por tal motivo, hay necesidad de incrementar su producción; para ello se está recurriendo a la práctica de labores culturales apropiadas, a la obtención de variedades adaptables para cada región e indiscutiblemente a la práctica de fertilización, pero sin embargo, esta práctica encuentra una serie de factores inversos, que hacen difícil su aplicación; debido a la escasa orientación técnica que reciben los agricultores en zonas del País. Es bien conocido el gran incremento ocurrido en los últimos diez años en el empleo de fertilizantes en la agricultura de México. Según parece, este ascenso -

en el consumo de fertilizantes, continuará ganando impulso por algún tiempo, más antes de encontrar su nivel medio, cabe suponer que dentro de un período relativamente corto en años; un 25% de la producción agrícola bruta, sea resultado directo del empleo de fertilizantes en los cultivos. En la mayoría de los suelos de México, para producir una buena cosecha de sorgo se hace necesaria la fertilización.

Este estudio se realizó tomando en cuenta que el sorgo es uno de los granos más cultivados en la región de Ciudad Anáhuac, N.L. La finalidad fue probar el efecto de 4 niveles de fertilizante nitrogenado y 4 niveles de fertilizante fosforado aplicados al suelo; así como emplear de una manera más eficiente el fertilizante y a la vez permitir que los agricultores obtengan una ganancia mayor sobre sus inversiones.



BIBLIOTECA
GRADUADOS

REVISION DE LITERATURA

La conservación de la fertilidad del suelo implica por una parte, la devolución de los nutrientes, extraídos por los cultivos, los lixiviados en el terreno; así como otras pérdidas, como la volatilización del nitrógeno; la insolubilización del fósforo y también las pérdidas por erosión, que en ocasiones llega a ser fatal, ya que por dicho efecto puede quedar el suelo totalmente destruido (16).

El nitrógeno y el fósforo se encuentran comúnmente en cantidades muy pequeñas; el primero, por lo general, es bastante asimilable; en cambio el fósforo frecuentemente se halla bajo formas poco solubles y por lo tanto más difíciles de aprovechar. El potasio, de un modo especial, en los suelos agrícolas de México, se encuentra por lo regular en proporción suficiente, salvo en los terrenos de textura arenosa (1).

El nitrógeno es el elemento que con más frecuencia se encuentra deficiente en el suelo, ya que se pierde por varias causas; por denitrificación, esto sucede cuando el suelo tiene mala aereación; se pierde también por volatilización; estas pérdidas varían por las condiciones del terreno y de una a otra estación del año; también el nitrógeno se pierde por lixiviación y por erosión (17).

Según Wheeler, citado por Morales (11) en los suelos de baja fertilidad y con poca humedad; no es recomendable la aplicación de fertilizantes, pudiendo adicionar estiércol de granja al suelo, con algunos beneficios para éste; pero en cambio, en suelos con buena fertilidad y humedad sí es recomendable el uso de fertilizantes.

En cuanto a las aplicaciones de nitrógeno no se tiene una conclusión exacta, ya que en algunos experimentos se ha tenido buena respuesta en el cultivo del sorgo, mientras que en otros no se ha encontrado respuesta al uso de fertilizante nitrogenado.

Por lo que respecta al uso del fósforo, se ha encontrado que en suelos pobres en este elemento, existen respuestas favorables a su aplicación, siempre y cuando exista cantidades suficientes de nitrógeno, potasio y calcio (11).

El Centro de Investigaciones Agrícolas del Bajío en Roque, Gto., recomienda aplicar 160 kilogramos de nitrógeno y 40 kilogramos de fósforo por hectárea para sorgo de riego aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo en la siembra y la otra mitad de nitrógeno cuando la planta tenga de 30 a 40 centímetros de altura.

Para el sorgo de temporal se recomienda aplicar

80 kilogramos de nitrógeno y 40 kilogramos de fósforo por hectárea, dividiendo las aplicaciones como en el caso anterior y después de una lluvia (3).

El campo Agrícola Experimental de Atunz, Michoacán, sugiere con base a los resultados experimentales obtenidos en el campo con el programa de sorgo, fertilizar el sorgo de riego con 120 kilogramos de nitrógeno y 40 kilogramos de fósforo por hectárea (2).

Con base a los estudios hechos en el Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa, se recomienda únicamente la aplicación de nitrógeno, en las siguientes dosis, de acuerdo con el cultivo anterior: para sorgo después de frijol, 80 kilogramos por hectárea; para sorgo después de algodón, 120 kilogramos por hectárea; para sorgo después de sorgo, hasta 160 kilogramos por hectárea. (4).

Experimentos de fertilización localizados en terrenos de agricultores regionales de los distritos de riego número 25 Bajo Río Bravo y número 26 Bajo Río San Juan, donde se estudiaron 4 niveles de nitrógeno (0, 60, 120 y 180) y 3 niveles de fósforo, (0, 60 y 120) y donde las fuentes de nitrógeno y fósforo que se usaron fueron nitrato de amonio (33.5% de N.) y superfosfato de calcio triple (46% de $P_2 O_5$); encontrándose que la aplicación de 120 ki-

logramos por hectárea de N y dos riegos de auxilio más las lluvias ocurridas durante el ciclo, fueron factores determinantes para lograr aumentos significativos en el rendimiento del grano (5).

Pointer y Leamer, citado por Morales, dicen que la mejor combinación para obtener buenos rendimientos, es un suelo con alta fertilidad, baja tensión de humedad y es paciamiento estrecho (11).

El Campo Agrícola de Ciudad Delicias, Chihuahua, recomienda utilizar 50 kilogramos de N y 60 kilogramos de $P_2 O_5$ en la siembra y 50 kilogramos de N en la primera esca rda o bien fertilizar con 130 kilogramos de la fórmula - 18-46-00 en el momento de la siembra y 230 kilogramos de - nitrato de amonio en la primera escarda. (6)

Muñoz y Rachie realizaron en el verano de 1955 - un experimento bajo condiciones de temporal; se emplearon 4 niveles de nitrógeno (0, 40, 80 y 120), además se aplicó a cada una de las parcelas la cantidad de 40 kilogramos de fósforo por hectárea. El resultado de este experimento - muestra una respuesta al nitrógeno y los rendimientos más altos correspondieron a los niveles más altos de nitrógeno usado (12).

Leal Barroso, en 1957, efectuó un trabajo en Apoda ca, N.L., en sorgo de la variedad Shallu, en un suelo po

bre en nitrógeno y fósforo, pero rico en potasio. Los niveles de nitrógeno utilizados fueron: 0, 40, 80 y 120 y los niveles de fósforo fueron: 0, 40, 60 y 80. Los resultados que se obtuvieron demostraron que no hubo diferencia estadística significativa para las aplicaciones de ninguno de los niveles de nitrógeno, en cambio a las aplicaciones de fósforo se encontró una respuesta para el nivel de 40 kilogramos de P_2O_5 y habiendo concluido finalmente que la fórmula 40-40-00 fué la más apropiada (8).

Comparando la efectividad del nitrógeno, fósforo y potasio contenido en el estiércol con el de los fertilizantes comerciales, los resultados de un gran número de experimentos indican que el nitrógeno del estiércol tiene una efectividad de la mitad, mientras que el fósforo y el potasio son igualmente efectivos. La baja efectividad del nitrógeno es debido en parte a la contribución del estiércol al mantenimiento del humus en el suelo y en parte a la liberación gradual del nitrógeno de las formas orgánicas.

Hay ciertos principios que rigen el uso del es-tiércol, para que las plantas lo utilicen en forma eficiente. El estiércol debe aplicarse distribuyéndolo uniformemente sobre el terreno, por lo que es necesario utilizar cuando menos 10 toneladas por hectárea, las aplicaciones más frecuentes están en la proporción de 10 - 20 toneladas

por hectárea (18).

Musik y asociados estudiaron durante tres años - en Garden City, Kansas, el efecto de humedad aprovechable en el suelo y diferentes dosis de nitrógeno, sobre el rendimiento de grano de sorgo. Ensayaron niveles de 0, 44.8, 89.6 y 134.4 kilogramos de N/ha. y un número de riegos que varió desde 1 hasta 4. Sus resultados mostraron que con un solo riego se presentó respuesta significativa hasta el nivel de 44.8 kilogramos de N/ha. Los más altos rendimientos se obtuvieron cuando se aplicaron 134.4 kilogramos de nitrógeno por hectárea y se dieron tres o cuatro riegos. - Cuando el contenido de humedad aprovechable del suelo bajó hasta un 25%, en el estado masoso del grano, se presentó un decremento de significancia estadística en el rendimiento. Estos investigadores concluyen que el nitrógeno aumenta la eficiencia del cultivo para la absorción del agua de riego (13).

Lowell y otros investigaron en el noroeste de -- Oklahoma, la influencia de diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio, sobre el rendimiento de grano de sorgo. Encontraron que todos los tratamientos que recibieron N o - N y P, produjeron mayor rendimiento que los testigos y los que tenían P solamente. Las aplicaciones de nitrógeno y fósforo al suelo aumentaron el contenido de ellos en las -

hojas. No se presentó respuesta significativa al potasio (9).

Welch N. H. y asociados estudiaron en el Estado de Texas el efecto de la distancia entre surcos, densidad de plantas y fertilización nitrogenada, sobre el rendimiento de grano de sorgo, la producción de forraje y la eficiencia en el consumo de agua. Sus resultados indicaron que en presencia de una cantidad adecuada de N, la producción de grano y forraje se incrementaban con los aumentos de población, siendo la población óptima de 98,838 a - - - 173,239 plantas por ha. Los máximos rendimientos de grano y de forraje se obtuvieron con 56 Kgs./ha., de nitrógeno, excepto bajo condiciones de elevado contenido de humedad aprovechable del suelo y alta densidad de plantas. Las aplicaciones de N incrementaron la eficiencia del uso del agua por el cultivo. El crecimiento del sorgo a altas densidades de población y con adecuada fertilización puede ayudar al control de la erosión eólica (19).

Patel y otros reportan el efecto de distanciamiento entre surcos, densidad de siembra y dos niveles de fertilización nitrogenada y fosfórica sobre el rendimiento de forraje y de grano de sorgo. Sus resultados indicaron que una distancia de 45.7 centímetros entre surcos produjo rendimientos mayores de forraje y de grano, que distancia-

mientos menores. Se observaron incrementos significativos en la producción de forraje con densidades altas de siembra, no así en la producción de grano. Sin embargo, al realizar el análisis económico, encontraron que se obtuvo el mayor beneficio neto con el nivel más bajo de fertilizante. Concluyeron que 45.7 centímetros entre surcos, 18 kilogramos de semilla por hectárea y 11.2 Kgs. de N/ha. más una cantidad igual de P/ha. era lo más recomendable para obtener los mejores rendimientos (14).

Malm y Finkner, midieron en el Estado de Nuevo México, el efecto de diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio sobre la producción de grano de sorgo. Encontraron que la cantidad óptima económica de nitrógeno fue de 112.1 Kgs./ha. aunque los máximos rendimientos se produjeron con 212 Kgs. de N/ha. Ocurrió una respuesta lineal en rendimiento por la aplicación de fósforo, pero no fue económicamente costeable. No se presentó respuesta al fertilizante potásico (10).

Porter y colaboradores en 1960 efectuaron estudios en sorgo durante tres años sobre el efecto de distancias entre surcos, fertilización nitrogenada y cantidad de semilla por hectárea; reportando los siguientes resultados: los más altos rendimientos se obtuvieron con distancias de 30 centímetros y 50 centímetros entre surcos (12" y 20"),-

no se encontró asociación alguna entre distancias de siembra y cantidad de semilla por hectárea; se registraron diferencias no significativas para los efectos principales y para sus interacciones en la fecha de aparición de la primera panoja; la altura de la planta fue mayor a medida que se aumentó la distancia de siembra, siendo las diferencias significativas al nivel de 1% (15).

Burleson y asociados, en sus estudios sobre el efecto del nitrógeno en el rendimiento en grano y contenido de proteínas en sorgo obtuvieron aumentos de 2383.6 kgs./ha. con respecto al tratamiento sin nitrógeno, aplicando 67 kilogramos de nitrógeno por hectárea; al elevar la aplicación a 134.8 kilogramos por hectárea la ganancia en rendimiento fue de 742.5 kilogramos por hectárea. Ambas diferencias fueron significativas (7).



BIBLIOTECA
GRADUADOS

MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Municipio de Ciudad Anáhuac, Nuevo León, en el distrito de riego # 4, Tercera Unidad, Sección 83-6, que se encuentra localizada entre los 37°30', latitud norte y entre los 100° 44', longitud oeste de Greenwich, a una altura de 187.6 metros sobre el nivel del mar.

El clima predominante en la región es caliente y árido, cuenta con una precipitación pluvial anual de 402.1 milímetros y una temperatura media anual de 23.2° centígrados, teniendo como temperatura máxima de 48.5° centígrados y como temperatura mínima 10° centígrados bajo cero.

Las condiciones de precipitación pluvial y temperatura máximas y mínimas mensuales, que prevalecieron durante el desarrollo del experimento se presentan en la tabla No. 1.

La semilla usada fue de la variedad "Rico"; se usó como fuente de fósforo la mezcla 18-46-00 y Super Fosfato de Calcio Triple (46% de $P_2 O_5$) para el tratamiento 00-46-00, además para el nitrógeno se utilizó la misma mezcla y se complementó el nitrógeno faltante con Urea (46% de N.).

El diseño experimental que se utilizó fue bloques

al azar, con cuatro repeticiones y ocho tratamientos; las parcelas experimentales constaron de 5 surcos de 10 metros de largo con una distancia entre surcos de 0.70 metros tomándose como parcela útil los tres surcos centrales, dando una superficie de 21 metros cuadrados. Se probaron 4 niveles de nitrógeno (0, 50, 100 y 150 Kgs./Ha.) y 4 niveles de fósforo (0, 46, 92 y 138 Kgs./Ha.).

Los ocho tratamientos de fertilizantes resultantes fueron los siguientes:

- 1.- 00 - 00 - 00
- 2.- 00 - 46 - 00
- 3.- 50 - 46 - 00
- 4.- 100 - 46 - 00
- 5.- 150 - 46 - 00
- 6.- 100 - 00 - 00
- 7.- 100 - 92 - 00
- 8.- 100 - 138 - 00

En la figura No. 1, se muestra la distribución de las parcelas de los ocho tratamientos probados en el experimento.

Tabla No. 1.- Precipitación Pluvial, Temperaturas Máximas, y Mínimas mensuales, registradas en el Municipio de Ciudad Anáhuac, Nuevo León, en el Campo Experimental de la S. R. H.

Meses	Precipitación Pluvial mm.	Temperatura Mínima	Temperatura Máxima
Marzo	10.0	8	36
Abril	12.0	15	30
Mayo	80.5	17.5	32.5
Junio	114.5	19	35
Julio	<u>6.0</u>	21.5	39
	223.0		

La fertilización se hizo de la siguiente manera: se aplicó la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra; dicho fertilizante se aplicó en bandas aproximadamente a cinco centímetros hacia un lado y cinco centímetros hacia abajo de la semilla y la otra mitad del nitrógeno se aplicó al momento de la tercera escarda.

Con anterioridad a la fecha de siembra se efectuó un muestreo del suelo y subsuelo con el fin de conocer sus condiciones físico-químicas. Dicho muestreo se hizo a la profundidad de 0-30 centímetros para el suelo y 30 - 60 centímetros el subsuelo; las muestras fueron sacadas al aire, tamizadas y analizadas en el laboratorio de la Faculta

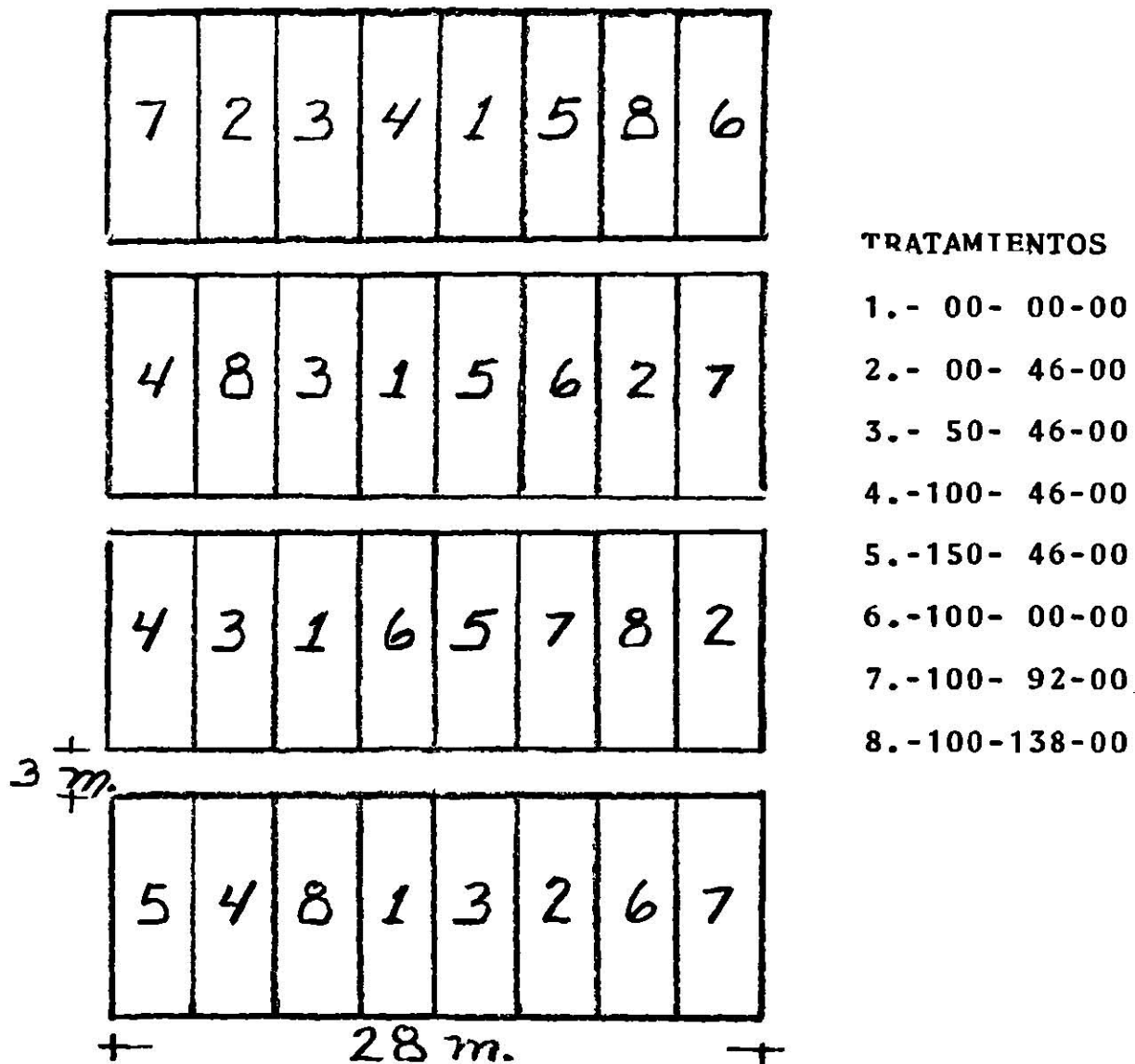


Fig. 1.- Gráfica que muestra la disposición de las parcelas de los ocho tratamientos probados en el experimento, efectuado en el Distrito de Riego Número 4 Tercera Unidad Sección 83 - 6 Ciudad Anáhuac, Nuevo León.

tad de Agronomía de la U.A.N.L. Los resultados de dicho análisis se presentan en la Tabla No. 2.

A continuación se describen los resultados del análisis del suelo y del subsuelo.

Reacción del suelo (pH). Se determinó en una relación suelo agua (1:2), utilizando un potenciómetro; el valor del suelo fue de 8.45 clasificándole como fuertemente alcalino, y el subsuelo dió un valor de 8.55, siendo también fuertemente alcalino.

Textura.- Se obtuvo por el método del hidrómetro de Bouyoucus, el cual tanto el suelo como el subsuelo resultaron arcillosos.

Materia Orgánica.- Se utilizó el método de Walkey y Black, los valores que se obtuvieron en porcentaje de materia orgánica fueron de 0.21 y 0.07% para suelo y subsuelo respectivamente, clasificándose como extremadamente pobres.

Nitrógeno total.- Se determinó por el método de Kjeldahl, los valores reportados en porcentaje de nitrógeno para el suelo fue de 0.04 el cual se clasificó como extremadamente pobre y el subsuelo fue de 0.02 el cual se clasificó como extremadamente pobre.

Fósforo aprovechable.- Se obtuvo por el método de Peech y English, habiéndose encontrado un contenido de 16.7 y 15.9 kilogramos por hectárea, los cuales fueron clasificados como medianamente pobre.

Potasio aprovechable.- Se utilizó el método de Peech y English y se obtuvo en el suelo un valor de 450.9 Kgs./Ha. y se clasificó como extremadamente rico y el subsuelo se obtuvo un valor de 126.7 Kgs./Ha. el cual se clasificó como medianamente pobre.

Sales solubles.- Se obtuvo en el extracto de suelo saturado utilizando el puente de Wheststone con celda de pipeta. El valor obtenido en el suelo fue de 1.98 mmhos/Cm., el cual se clasificó como no salino; y el subsuelo se obtuvo un valor de 2.72, el cual se clasificó como ligeramente salino.

El 15 de enero se procedió a barbechar el terreno con el fin de dar una buena preparación al suelo; enseguida se dió un paso de rastra para desmenuzar los terrones formados durante el barbecho.

El 7 de marzo se dió el riego de asiento y la siembra se efectuó aplicando una densidad de siembra de 15 kilogramos por hectárea. La siembra se hizo a mano a chorriillo. La fertilización se hizo al momento de la siembra,

aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo al momento de la siembra y el nitrógeno faltante -- --licó al efectuarse la tercera escarda.

Durante el tiempo que duró el experimento, el número de riego que se dieron fue de 2, incluyendo el de asiento y el único riego de auxilio se efectuó cuando el grano estuvo ya formado, pues debido a las lluvias que se presentaron durante el ciclo del cultivo, no se hizo necesario el uso de más riegos.

En las inspecciones realizadas en el experimento, no se presentó ataque de enfermedades. En cuanto a las plagas, se presentó ataque de pulgón (*Aphis spp*) en las primeras etapas del desarrollo del cultivo, pero debido al bajo grado de infestación no se hizo necesario el uso de insecticida.

Cuando el cultivo tuvo un 60-70% de espigamiento, se hizo una aplicación de Sevin en polvo al 7.5% a razón de 7 kilogramos por hectárea; lo anterior con el fin de prevenir el ataque de mosca Midge, que puede considerarse la principal plaga de este cultivo en la región. Fué necesario hacer una segunda aplicación debido a que las fuertes lluvias que se presentaron lavaron el insecticida aplicado.

La práctica cultural que se efectuó durante el estudio fue la comun en la región, tal como paso de escarda para el control de malas hierbas. El número de escardas fueron tres: la primera se efectuó el día 18 de abril, la segunda escarda el día 9 de mayo y la tercera se efectuó el día 20 de mayo y en esta escarda se aprovechó para aplicar la mitad del nitrógeno faltante. El fertilizante se aplicó en bandas a 10 cms. de separación entre la banda del fertilizante y el surco.

Tabla No.2.- Propiedades físico-químicas del suelo donde se estableció el experimento. Ciudad Anáhuac, N.L.

Determinaciones	Profundidad del suelo en cms.	
	0 - 30	30 - 60
pH	8.45	8.55
Textura		
Arena %	20.00	19.00
Limo %	23.00	23.00
Arcilla %	57.00	58.00
Materia Orgánica %	0.21	0.07
Nitrógeno Total %	0.04	0.02
Fósforo Aprovechable Kgs./Ha.	16.20	15.90
Potasio Aprovechable Kgs./Ha.	450.90	126.70
Sales solubles mmhos/cm. a 25° C	1.98	2.72

La cosecha se efectuó a mano, cortando las espigas de los tres surcos centrales, y no se cosechó un surco de protección en cada lado. Después de haber cortado las panojas y separadas en sacos marcados con el número del tratamiento, se procedió a trillar, pesar y se tomó una muestra para sacar el contenido de humedad del grano al momento de la cosecha.

En cada parcela se hicieron observaciones tales como altura de la planta, tamaño de la panoja; así como principalmente el rendimiento del grano, que sirvió para evaluar los efectos de cada tratamiento, utilizando para ello el análisis estadístico.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos en kilogramos por parcela útil para cada tratamiento, se presentan en la Tabla No. 4, en el apéndice. Dichos resultados se analizaron estadísticamente y el Análisis de Varianza correspondiente se presenta en la Tabla No. 5 del apéndice.

Los rendimientos promedio de sorgo en kilogramos por hectárea se muestran en la Tabla No. 3.

Tabla No. 3.- Rendimientos de sorgo en kilogramos por hectárea de los diferentes tratamientos de fertilización probados.

Tratamientos	Rendimiento medio por hectárea
1.- 00 - 00 - 00	3176
2.- 00 - 46 - 00	3371
3.- 50 - 46 - 00	3933
4.- 100 - 46 - 00	5438
5.- 150 - 46 - 00	4671
6.- 100 - 00 - 00	4290
7.- 100 - 92 - 00	4476
8.- 100 - 138 - 00	4909

D.M.S. al 5%

642

Los datos anteriores muestran que se encontró una respuesta estadísticamente significativa a la aplicación de nitrógeno.

En el tratamiento No. 1, en el cual no se fertilizó, se obtuvo un rendimiento de 3176 kilogramos de grano por hectárea.

En los tratamientos del 2 al 5, se aplicaron a todos 46 kilogramos de P_2O_5 por hectárea y solamente se varió la dosis de nitrógeno (0, 50, 100 y 150 Kgs. de N./Ha.). El tratamiento sin nitrógeno produjo un rendimiento de 3371 kilogramos por hectárea. Con la aplicación de 50 kilogramos de nitrógeno por hectárea, se obtuvo un aumento en el rendimiento de 562 kilogramos, dicho aumento no fué estadísticamente significativo. Sin embargo con la aplicación de 100 kilogramos de nitrógeno, se obtuvo un incremento en el rendimiento de grano de 2067 kilogramos por hectárea con respecto al tratamiento testigo para nitrógeno y este aumento fué estadísticamente significativo. A este tratamiento corresponde el rendimiento más alto, ya que se obtuvo un rendimiento de 5438 kilogramos de grano por hectárea. Al elevar la dosis de nitrógeno hasta 150 kilogramos, no se incrementó el rendimiento con relación al tratamiento de 100 kilogramos de nitrógeno, por lo tanto, se considera a este último tratamiento (100 kilogramos de ni-

trógeno por hectárea) como la dosis óptima de nitrógeno.

Por otra parte al comparar los tratamientos 00 - 00 - 00 y 100 - 00 - 00, para observar la respuesta del sorgo a la sola aplicación de nitrógeno, se observó que en el tratamiento en el cual no se aplicó nitrógeno, se obtuvo un rendimiento de 3176 kilogramos de grano por hectárea; en cambio con la aplicación de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea, hubo un aumento en el rendimiento de grano de 1114 kilogramos por hectárea, por lo que nuevamente es notoria la respuesta del cultivo a la aplicación de nitrógeno.

Se encontró respuesta estadísticamente significativa a la aplicación de fósforo, ya que al comparar los tratamientos 6, 4, 7 y 8 en que se utilizaron 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea y solamente se varió la dosis de fósforo de 0 a 138 kilogramos de $P_2 O_5$ por hectárea, se observó que en el tratamiento No. 6, en el cual no se aplicó fósforo, se obtuvo un rendimiento de grano de 4290 kilogramos por hectárea.

Con la aplicación de 46 kilogramos de $P_2 O_5$, se obtuvo un aumento en el rendimiento de 1148 kilogramos por hectárea, con respecto al tratamiento testigo para fósforo (tratamiento No. 6); dicho aumento fué estadísticamente significativo.

Por lo que respecta a los tratamientos en los cuales se aplicaron 92 y 138 kilogramos de $P_2 O_5$, no hubo aumento comparado con el tratamiento en el cual se aplicó 46 kilogramos de $P_2 O_5$, por lo tanto a este último se le considera como la dosis óptima de fósforo.

Al comparar los tratamientos 1 y 2, para observar el efecto del cultivo de sorgo a la sola aplicación de fósforo, se encontró que en el tratamiento en el cual no se aplicó fósforo, se obtuvo un rendimiento de 3176 kilogramos por hectárea, pero al aplicar 46 kilogramos de $P_2 O_5$ se obtuvo un aumento en el rendimiento de 195 kilogramos por hectárea, pero dicho incremento en el rendimiento no fué significativo; por lo tanto los 46 kilogramos de $P_2 O_5$ solos no tuvieron el efecto positivo observado en las parcelas en que se acompañó de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno.

También se tomaron datos de altura de la planta y tamaño de la panoja, para comparar la influencia del nitrógeno y fósforo y dichos datos se presentan en la Tabla No. 6 en el apéndice.

Se observó que al aumentar la dosis de nitrógeno, se incrementó la altura de la planta con aplicaciones hasta 150 Kgs./Ha. y el tamaño de la panoja con las aplicaciones hasta 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

Con lo que respecta al fósforo, se observó, que con aplicaciones hasta 46 kilogramos de $P_2 O_5$ por hectárea, se incrementó la altura de la planta y el tamaño de la panoja con aplicaciones hasta 138 Kgs./Ha. de $P_2 O_5$.



BIBLIOTECA
GRADUADOS

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Al aplicar 46 kilogramos de $P_2 O_5$ por hectárea, se observó respuestas estadísticamente significativa a la adición de nitrógeno al suelo, hasta 100 kilogramos por hectárea con lo cual se logró un rendimiento de 5438 kilogramos de sorgo, que comparando con el testigo para nitrógeno tuvo un incremento en rendimiento de 2067 kilogramos por hectárea.
- 2.- Al aplicar 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea, se observó respuesta estadísticamente significativa a la adición de fósforo al suelo, hasta 46 kilogramos por hectárea con lo cual se logró un rendimiento de 5438 kilogramos de sorgo, que comparado con el testigo para fósforo tuvo un incremento en el rendimiento de 1148 kilogramos por hectárea.
- 3.- Con la adición al suelo de 100 kilogramos de nitrógeno más 46 kilogramos de fósforo por hectárea, se obtuvo el máximo rendimiento, 5438 kilogramos de grano por hectárea.
- 4.- La sola aplicación de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea, produjo aumento estadísticamente significativo en el rendimiento de grano de 1114 kilogramos por hectárea.
- 5.- La sola aplicación de 46 kilogramos de $P_2 O_5$ por hectárea

tea, produjo un aumento en el rendimiento de 195 kilogramos por hectárea, pero dicho incremento no fué estadísticamente significativo.

- 6.- Se observó que al aumentar la dosis de nitrógeno, se incrementó la altura de la planta con aplicaciones hasta 150 kilogramos por hectárea y el tamaño de la panoja con aplicaciones hasta 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea.
- 7.- Al incrementar la dosis de fósforo, se aumento la altura de la planta con aplicaciones hasta 46 kilogramos de $P_2 O_5$ por hectárea y el tamaño de la panoja con aplicaciones hasta 138 kilogramos de $P_2 O_5$ por hectárea.
- 8.- Se recomienda repetir el presente experimento, con el fin de afinar las recomendaciones en base a la respuesta a la fertilización del cultivo de sorgo para grano a la aplicación de nitrógeno y fósforo encontrada en este estudio.

R E S U M E N

Se efectuó un estudio en el Municipio de Ciudad Anáhuac, N.L. con el objeto de obtener información, sobre la respuesta del cultivo de sorgo para grano a la aplicación de fertilizante nitrogenado y fosfórico.

Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con ocho tratamientos y cuatro repeticiones. Se probaron cuatro niveles de nitrógeno (0, 50, 100, 150) y cuatro niveles de fósforo (0, 46, 92, 138). Se usó como fuente de fósforo la mezcla 18 - 46 - 00 y Super Fosfato de -- Calcio Triple (46% de $P_2 O_5$) para el tratamiento 00 - 46 - 00, además para el nitrógeno, se utilizó la misma mezcla y se complementó el nitrógeno faltante con Urea (46% de N.)

Al analizar estadísticamente los resultados obtenidos, se observó una respuesta altamente significativa a la aplicación de nitrógeno y los máximos rendimientos de grano se obtuvieron con la aplicación de 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea y se consideró como la dosis óptima de nitrógeno. En fósforo, se observó respuesta significativa solo hasta la dosis de 46 kilogramos de $P_2 O_5$ por hectárea y se consideró como la dosis óptima de fósforo.

Con la adición al suelo de 100 kilogramos de ni-

trógeno, más 46 kilogramos de $P_2 O_5$ por hectárea, se obtuvieron los máximos rendimientos 5438 kilogramos de grano - por hectárea.

Al aumentar la dosis de nitrógeno, se incrementó la altura de la planta con aplicaciones hasta 150 kilogramos por hectárea y el tamaño de la panoja con aplicaciones hasta 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea.

Con lo que respecta al fósforo, se incrementó la altura de la planta con aplicaciones hasta 46 kilogramos - de $P_2 O_5$ por hectárea y el tamaño de la panoja con aplicaciones hasta 138 kilogramos de $P_2 O_5$ por hectárea.

BIBLIOGRAFIA CITADA

- 1.- Anónimo, 1966. El nitrógeno nutriente vegetal. Vole-
tín de Guanos y Fertilizantes de México. No. 48.
- 2.- Anónimo, 1971. Centro de Investigaciones Agrícolas --
del Bajío. Campo Agrícola Experimental de Atúnez
Michoacán. Circular C.I.A.B. No. 36.
- 3.- Anónimo, 1968. Centro de Investigaciones Agrícolas --
del Bajío. Campo Agrícola Experimental de Roque
Gto. Circular C.I.A.B. No. 18.
- 4.- Anónimo, 1969. Instituto Nacional de Investigaciones
Agrícolas. Centro de Investigaciones de Sinaloa.
Circular C.I.A.B. No. 27.
- 5.- Anónimo, 1969. Instituto Nacional de Investigaciones
Agrícolas. Campo Experimental de Río Bravo. In
forme No. 1.
- 6.- Anónimo, 1969. Instituto Nacional de Investigaciones
Agrícolas. Centro de Investigaciones Agrícolas
del Noroeste. Campo Agrícola Experimental de --
Ciudad Delicias, Chih. Circular C.I.A.N.E. No.
22.
- 7.- Burleson C.A. y otros. 1956. Effect of nitrogen Ferti

lization on Yiel and Protein Content of grain -- Sorghum in the Lower Río Grande Valley of Texas. Agr. Journal. 48: 524-525.

- 8.- Leal Baroso A. 1957. Fertilización en sorgo bajo con condiciones óptimas de cultivo. Tesis Profesional. Escuela de Agricultura y Ganaderia. I.T.E.S.M.
- 9.- Lowell F.L., V.E. Hardolf y B.T. Billy. 1964. Grain - Sorghum fertilization in north-western Oklahoma. Okla. Agric. Exp. Sta. Bull. B 627.
- 10.- Malm N.R. y M.D. Finker. 1968. Fertilizer rates for - irrigated grain sorghum on the high plains. Bull. New Mex. Agric. Exp. Sta. 523.
- 11.- Morales L.S. 1968. Prueba de cuatro densidades de siembra en sorgo forrajero, variedad Beef builder y - cuatro niveles de nitrógeno. Tesis profesional. Facultad de Agronomía, U.A.N.L.
- 12.- Muñoz J.M. y K.O. Rachie. 1957. Fertilización y Espaciamiento en sorgo para grano. Agricultura Técnica en México. I.N.I.A. No. 3.
- 13.- Musik J.T., D. N. Grimes y G.M. Herron. 1963. Irriga - tion water management and nitrogen fertilizer of - grain sorghum. Agron. J. 55: 295-298.

- 14.- Patel A.I., K.M. Agarwal and A.R. Patel. 1967. Effects of spacing, Seed rate and fertilizer on the yield of sorghum. Indian J. Agric. Science. 38 (5): 805-910.
- 15.- Porter K.B., M.E. Jensen and W.H. Sletten. 1960. The effect of row spacing fertilizer and planting rates on the yield and water use of irrigated grain sorghum. Agr. J. 52 (8): 431-434.
- 16.- Russell E.J. y E.W. Russell. 1959. Las condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Edición Aguilar-Madrid.
- 17.- Stanford G. 1971. Cómo opera el nitrógeno en el suelo. La Hacienda No. 8.
- 18.- Vazquez Moncinas F. 1969. Apuntes para la Cátedra de suelos y fertilizantes. Esc. de Agronomía de la Universidad Autónoma de Chihuahua.
- 19.- Welch. N.H., E. Burnett and H.V. Eck. 1966. Effect of row spacing plant population and nitrogen fertilization on dryland grain sorghum production. Agron. J. 58: 160-163.

A P E N D I C E

Tabla No. 4.- Rendimiento en kilogramos por parcela útil.

TRATAMIENTOS	REPETICIONES				PROMEDIO
	I	II	III	IV	
1.- 00- 00- 00	6.87	6.80	7.55	5.50	6.67
2.- 00- 46- 00	7.07	7.90	6.57	6.80	7.08
3.- 50- 46- 00	7.07	8.45	9.65	7.90	8.27
4.-100- 46- 00	9.63	13.13	12.23	10.70	11.42
5.-150- 46- 00	8.27	9.65	10.22	11.13	9.81
6.-100- 00- 00	8.60	7.62	10.05	9.78	9.01
7.-100- 92- 00	11.40	9.08	9.25	7.90	9.40
8.-100-138- 00	9.88	11.03	9.90	10.45	10.31

Tabla No. 5.- Análisis de Varianza.

FUENTE DE VARIACION	G. L.	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO MEDIO	F CAL	F TAB.	
					99%	95%
Media	1	2592.180	2592.180			
Tratamientos	7	72.166	10.309	8.38	2.42	3.50
Error	21	25.840	1.230			

Altamente Significativo.

Tabla No. 6.- Promedio de altura de las plantas y tamaño de las panojas de los tratamientos.

TRATAMIENTOS	ALTURA DE LAS PLANTAS (cms.)	TAMAÑO DE LAS PANOJAS (cms.)
1.- 00- 00- 00	108	21.12
2.- 00- 46- 00	108	18.99
3.- 50- 46- 00	112	21.49
4.- 100- 46- 00	118	22.21
5.- 150- 46- 00	120	22.05
6.- 100- 00- 00	116	21.40
7.- 100- 92- 00	118	21.62
8.- 100-138- 00	116	22.40

