

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
ESCUELA DE AGRICULTURA



Fertilización Nitrogenada y Fosfatada de Maiz y Sorgo
para grano, en la Región Noreste del
Estado de Tamaulipas.

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA:

Francisco Javier Vázquez Castellanos

GENERACION 1964-1969

0162-43-048

GUADALAJARA, JALISCO

A mis padres:

J. Jesús Vázquez E.

Maclovia Castellanos de V.

A mis Hermanos

A mi esposa:

Alicia Gutierrez G.

A mi Escuela con Cariño

A mis Maestros

A mis Compañeros

AGRADECIMIENTO

Mi más sincero agradecimiento a las siguientes per
sonas por sus atinadas sugerencia y consejos.

Dr. Leodegario Quilantán Villarreal

Ing. Julio Espinoza Hidalgo

INDICE GENERAL

	Pág.
Introducción	1
Revisión de Literatura (Cap. I).	4
Importancia del Maíz y el Sorgo en - el Panorama Nacional (Cap.II).	11
Descripción de la Región (Cap.III)	14
Materiales y Métodos (Cap. IV)	21
Discusión de Resultados (Cap.V).	26
Conclusiones (Cap. VI).	33
Resumen (Cap VII)	35
Bibliografía (Cap. VIII)	37
Apéndice.	43

I N D I C E D E T A B L A S

Tabla No.		Pag.
1	Superficie programada y producción Estimada de maíz para el ciclo - - Agrícola de 1969-1970	44
2	Superficie programada y producción estimada de sorgo para el ciclo -- Agrícola de 1969-1970.	44
3	Precipitación pluvial en mm prome- dio de 60 años en la región de Río Bravo, Tam. 1970.	45
4	Temperaturas mensuales promedio 48 años	46
5	Velocidad y dirección de los vien- tos en la región de Matamoros, Tam	47
6	Humedad relativa y Temperaturas me dias en la región de Matamoros, Tam	48
7	Evaporación en el Distrito de Rie- go No. 25 "Bajo Río Bravo", datos- promedio de 8 años.	49
8	Localización, tipo de suelo y ante cedentes de los lotes donde se con dujeron Experimentos de fertiliza- ción Nitrogenada y fosfatada, Río- Bravo, Tam.	50

9	Propiedades fisico-químicas de los suelos donde se realizaron experimentos de fertilización Nitrogenada y fosfatada. Río Bravo, Tam. --- 1970.	51
10	Tratamientos y rendimientos promedio en kg/ha de grano de maíz y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2015. .	52
11	Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de maíz, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2016.	53
12	Tratamientos y rendimientos promedio en kg/ha de grano de maíz, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2017.	54
13	Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de sorgo, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2018.	55
14	Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de sorgo, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2019.	56

Table No.

Pag.

15	Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de sorgo, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2021.	57
16	Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de maíz, y límites de significación entre cada uno de ellos, Experimento 2022.	58
17	Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de sorgo, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2024.	59
18	Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de sorgo, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2026.	60

I N D I C E D E F I G U R A S

Tabla No.		Pag.
1	Localización de experimentos donde se efectuaron estudios de fertilización nitrogenada y fosfatada. -- (Plano de los Distritos de Riego), Río Bravo, Tam.	24
2	Plano del Diseño experimental bloques al azar, y distribución de -- los tratamientos.	25
3	Rendimientos de grano de maíz y -- sorgo en suelos típicos, por efecto del nitrógeno aplicado, Río Bravo, Tam. 1970.	28
4	Rendimientos de grano de maíz y -- sorgo en suelos típicos, por efecto del nitrógeno aplicado Río Bravo, Tam. 1970	30
5	Rendimiento de grano de maíz por efecto de la interacción Nitrógeno fósforo. Río Bravo, Tam. 1970 . .	32

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

La región Noreste del Estado de Tamaulipas fué por mucho tiempo (1939-1957) una zona típicamente algodone-
ra. Pero años después (1958-1963) hubo una disminución-
en la superficie sembrada, por tres razones fundamenta-
les; Primero, debido al abatimiento del precio mundial-
del algodón, segundo el incremento de la enfermedad fun-
gosa conocida como Pudrición Texana (Phymatotricum - -
omnivorum), y tercero, el alto costo que representaba -
el combate de plagas hicieron que el cultivo ya no fue-
ra remunerativo y en consecuencia incosteable.

Tomando en cuenta las graves consecuencias que - -
afectarían la vida económica de la región por esta nue-
va situación, se pensó en la introducción de nuevos cul-
tivos que vinieron a satisfacer las necesidades motiva-
das por la exclusión del cultivo del algodón.

A partir del año de 1958, se incrementó la siembra
de maíz y en el año de 1959 el cultivo del sorgo en es-
cala comercial. La selección de estas plantas se debió-
principalmente, por ser estas las que mejor se adaptan-
a las condiciones edáficas y ecológicas de la zona, y -
muy particularmente por sus requerimientos de agua que-
en relación con otros cultivos son mucho menores.

Considerando que en la región el agua es un factor
limitante es lógica la elección de estas especies para
su cultivo.

En un principio no se observaron respuestas favorables a los cultivos por la aplicación de fertilizantes químicos en numerosos suelos de la región. Este hecho - dió lugar a que un gran número de agricultores se mostraran reacios a el uso de los abonos químicos, dada la incertidumbre de que se pudieran recuperar con ventaja sus inversiones.

Por trabajos realizados en la Estación Agrícola Experimental de Río Bravo, en años anteriores (2) se encontró que el cultivo del algodón no agota los suelos - donde se ha sembrado, como lo es el caso de las gramíneas (maíz y sorgo) lo que permitía a los agricultores obtener rendimientos económicos sin fertilización alguna.

A medida que las áreas desocupadas por el algodón aumentaron, se intensificaron las siembras de gramíneas, viéndose afectadas considerablemente los rendimientos - de grano por esta causa y haciéndose necesario el empleo de fertilizantes con el fin de obtener una buena cosecha y a la vez nivelar la fertilidad de los suelos. De estos estudios se derivaron recomendaciones de fertilización que vinieron a mejorar los rendimientos que -- eran tan bajos.

Las diversas prácticas seguidas por los agricultores de la región, con recursos e ideas propias del manejo del suelo y cultivos, han originado que los rendimientos obtenidos por el empleo de fertilizantes sean muy variados, dándose casos de terrenos donde se obtienen hasta-

5.5 ton/ha, de grano de maíz ó sorgo; y otros, con el mismo tipo de suelo e idénticas prácticas de fertilización y riegos, que solo producen 2.5 ton/ha de grano.

El objeto de este trabajo, es encontrar las causas de estas discrepancias, mejorar las prácticas de fertilización y por último, estimar el efecto que ejerce el manejo del suelo y cultivos sobre el rendimiento de grano de maíz y sorgo de riego, en suelos típicos de la región Noreste del Estado de Tamaulipas.

C A P I T U L O I

REVISION DE LITERATURA

Numerosos trabajos de investigación han sido realizados sobre estos cultivos a fin de determinar la necesidad de nutrimentos, disponibilidad de agua é interacción entre estos dos factores de la producción agrícola. Se citan aquí solamente algunos trabajos de investigadores relacionados con éste estudio.

Burleson, C.A. et al (1956)(7), condujeron una investigación en el Estado de Texas, para estudiar el efecto del nitrógeno sobre los rendimientos de grano de sorgo, forraje y el contenido de proteína del grano. -- Sus resultados indicaron que las aplicaciones de 60 y 120 kg/ha de N. aumentaron significativamente el rendimiento. Para las aplicaciones de 60 y 120 kg/ha de N. -- se recuperaron en forma proteínica el 82.3 y 89.6 % de nitrógeno respectivamente.

Raheja, P.C. et al (1958), encontraron en experimentos conducidos en el Valle Imperial de California -- (28), que las aplicaciones de 40, 80 y 160 kg/ha de N. Aumentaron el rendimiento de grano desde 3.04 a 4.7 -- ton/ha. Altas dosis de fertilización resultaron más -- efectivas en varias fracciones que en una sola. La producción de materia seca alcanzó su máxima a los 63 días de la siembra. La absorción mayor de nitrógeno ocurrió -- entre los 25 y 60 días del ciclo vegetativo; no se mani

festó efecto en el crecimiento ni en el rendimiento de grano por efecto del fósforo aplicado.

Porter, K.B. Sensen, M.E. (1960), estudiaron en -- Bushland Texas (27) el efecto del espaciamento de surcos de sorgo bajo riego encontrando que el rendimiento de grano con 200 kg/ha de N. fue significativamente mayor con espaciamento de 30 cm y 1.50 m entre surcos -- que cuando esta distancia fué de 75 cm a 1 m. La cantidad de semilla mostró muy poco efecto sobre el rendimiento de grano, pero altas dosis de siembra incrementaron la producción de forraje.

✓ Herron, A.M. y Erhardt, A.B. (1960) En trabajos -- realizados en 19 sitios de Kansas (15), determinaron el efecto de varios niveles de Nitrógeno y fósforo sobre la producción de grano de sorgo bajo condiciones de riego. Generalmente los niveles de 80 a 90 kg/ha produjeron altos rendimientos.

Musik, J.T. et al (1963), estudiaron durante tres años en Garden City Kansas (25) el efecto de la humedad del suelo (aprovechable) y diferentes dosis de N. sobre el rendimiento de grano de sorgo. Ensayaron niveles de 0, 40, 80 y 120 kg/ha, y un número de riegos que varió de uno hasta cuatro. Sus resultados nos muestran que -- con un solo riego se presentó respuesta significativa -- hasta el nivel de 40 kg/ha de N. Los más altos rendimientos se obtuvieron cuando se aplicaron 120 kg/ha de N. y se dieron de tres a cuatro riegos de auxilio. Estos investigadores concluyen que el N. aumenta la eficien--

cia de las plantas para la absorción del agua de riego.

Lowell, F.L. et al (1964), por investigaciones en el Noreste de Oklahoma sobre la influencia de diferentes dosis de fertilizantes nitrogenado, fosfórico y potásico sobre el rendimiento de grano de sorgo, encontraron que todas las parcelas que recibieron N. ó fósforo produjeron mayores rendimientos que los testigos y los que tenían fósforo solamente. La aplicación de N. y fósforo al suelo aumentaron el contenido de ellos en las hojas. No se presentó respuesta significativa por la aplicación de potasio.

Alvarado, S. R. (1967), informa de estudios realizados en el Delta del Río Culiacán (5), que las aplicaciones de N. incrementaron la producción de grano de sorgo. Así mismo, reporta que la fertilización fosfatada y potásica, no influyeron significativamente en el rendimiento.

Malm, N. R. y Finkner, M.D. (1968), midieron en el Estado de N. México, el efecto de diferentes dosis de nitrógeno, fósforo y potasio sobre el rendimiento de grano de sorgo. Encontraron que la cantidad óptima económica fué de 100 kg/ha aunque los máximos rendimientos se obtuvieron con 189 kg/ha de N. No se observó respuesta estadística a la fertilización fosfórica ó potásica. (23).

Phillips, R.E. and Kirkham, D. (1960), nos dicen que la compactación del suelo reduce marcadamente el desarrollo y rendimiento de maíz. El impedimento mecánico

se midió por la densidad específica y la aguja de penetración que fueron las propiedades físicas más altamente correlacionadas con la reducción del crecimiento y - rendimiento del maíz. (27).

Ballatore, G.N. (1971), encontró que existe una interacción muy estrecha entre el riego y el uso de fertilizantes minerales, esta interacción está sujeta a la - influencia de factores climáticos, a las propiedades -- complejas del suelo y a las técnicas de cultivación. - La fertilización y el riego deben de ser de tal manera que permitan conservar la estructura del suelo y mantener un medio iónico balanceado. De la efectividad del - riego dependen el suministro de minerales en el suelo - y viceversa. Dentro de ciertos límites la interacción - riego fertilizantes se incrementa considerablemente con la densidad de plantas (población) (6).

Reichman, G.A., Carlson, C.W. et al. (1959) (30), - encontraron que en presencia de fósforo el rendimiento de grano y forraje de maíz fué incrementado por aplicaciones superiores a las 80 kg de nitrógeno por ha. Con adiciones de nitrógeno también se incrementó la producción. Ambos porcentajes de N y P en las hojas, grano y rastrojo de maíz fué incrementado por la fertilización. El porcentaje de N y P en las hojas muestreadas en la -- etapa de la polinización fueron altamente correlacionadas con el rendimiento y con el valor total de nutrientes tomados en la cosecha. Análisis parciales de regresión mostraron que el nitrógeno de las hojas fué el in-

dicador dominante del rendimiento, pero el fósforo de las hojas fué también importante. Porcentajes críticos de N fueron calculados de estos datos y variaron de año en año. Porcentajes críticos de P no fueron claramente establecidos.

Stanberry, C.O. Jenson, C.L. et al. Observaron en tres años de investigaciones que las variables humedad y nitrógeno influenciaron la producción de maíz en varias etapas de desarrollo, el establecimiento de las plantas, elongación de los entrenudos, la polinización y el desarrollo del grano. (33). Los factores que contribuyeron directamente en el rendimiento, lo fué la población de plantas, mazorcas por planta y peso por mazorca (incluyendo hileras de grano por mazorca y peso de grano por hilera), todos estos factores fueron influenciados por el riego y/o la fertilización.

Alessi, J., Power, J.F. (1965), nos dicen que el efecto que ejerce la humedad aprovechable del suelo, la población de plantas y la fertilización con nitrógeno sobre el rendimiento de grano y forraje de maíz bajo condiciones de temporal, fueron estudiados por un período de seis años en Sidney Mont. (3). Los rendimientos de forraje y de grano fueron altamente correlacionados con la humedad total disponible y con la población óptima, que en cada localidad fué de 25,000 plantas por ha. La aplicación de nitrógeno fué de escasos beneficios.

Modgal, S.C. and Bhatnagar, V.K. (1968), afirman que el rendimiento de grano y rastrojo así mismo el con

tenido de proteínas se vieron reducidos por la compactación del suelo, pero fueron aumentados por la aplicación de 135 kg/ha de nitrógeno. El desarrollo de la raíz fué impedido ó afectado por la compactación (24).

Malik M. Y and Shah, W.H. Observaron en un experimento de maíz forrajero desarrollado en dos sitios experimentales de la Estación Experimental de Ganadería del Distrito de Quadirabad Sahiwal (21). Las parcelas fueron tratadas con nitrógeno y fósforo y combinaciones de estos elementos. Muestras de forraje fueron analizadas químicamente a los 60 días de nacidas las plantas. La fertilización incrementó el rendimiento y el contenido de proteína de maíz. El nitrógeno sólo no afectó el contenido de proteína y el rendimiento como la combinación N y P. Los mejores resultados fueron obtenidos con 30 kg de N más 30 kg de O por ha.

Galvao, J.D., Brandau, S.S. et al (1969) (12), observaron que el maíz responde favorablemente a la fertilización con nitrógeno; dosis de más de 80 kg/ha no son recomendables. La población tuvo menor efecto sobre el rendimiento que la fertilización. El máximo nivel de producción se obtuvo con poblaciones que varían de 40,000 a 60,000 planta/ha. El N también aumentó el peso promedio de las espigas.

Farada, A.S. (1959), encontró que las siembras hechas a distancias de 90 cm incrementaron el rendimiento de grano de maíz en 24.8 y 16.2% arriba de las efectuadas a una distancia de 30 y 60 cm respectivamente. La -

variedad Meem cake fué ligeramente superior en producción de grano que la Castor Cake fertilizando con sulfato de amonio. Aplicaciones combinadas de N y P redujeron el rendimiento de grano y de rastrojo grandemente (9).

Anónimo. (1968) (4), el abastecimiento de agua y nutrimentos son dos factores de crecimiento con vínculos muy estrechos desde el punto de vista de la planta, una fertilización solida puede ser efectiva solamente cuando los nutrimentos son disueltos por el agua, puesto que los vegetales los asimilan sólo en fase líquida.

Vidal, F.C. (1965), la planta es el medio natural de indicación de la fertilidad de los suelos ya que su funcionamiento depende de una serie de factores de los cuales uno de los más importantes son los nutrimentos, los que la planta puede obtener del suelo, encontrando se estos en forma nativa ó pudiendo haber sido suministrados a través de los fertilizantes químicos y en -- cantidades necesarias por la planta (35).

C A P I T U L O I I

IMPORTANCIA DEL MAIZ Y EL SORGO EN EL PANORAMA NACIONAL

El cultivo del maíz continúa siendo el de mayor --
trascendencia económica y social en el país, ya que --
ocupa el 50% del área total sembrada y constituye la --
principal base en la dieta alimenticia del pueblo mexi --
cano, que lo consume en forma directa y mediante su --
transformación de origen animal. Calculándose en el --
período de 1955-1957 se utilizaron aproximadamente --
1'300,000 ton de maíz para la alimentación pecuaria --
(31).

El cultivo del sorgo tiene grandes posibilidades de --
desarrollo en nuestro país. En efecto, la producción --
se incrementó de 525,000 ton en el año de 1964 a - - -
2'420,000 ton en el año de 1969, dichos incrementos re --
gistrados en la producción de sorgo para grano, han --
sustituido los requerimientos de maíz para la dieta --
alimenticia del ganado (31).

La superficie programada para el año agrícola de 1969-
1970 del cultivo del maíz fué de 7'200,000 ha. Así mis --
mo en lo que respecta a la producción estimada por - -
ese mismo año será de 8'000,000 de ton.

En lo que concierne a las áreas sembradas con sorgo --
programadas para el ciclo agrícola 1969-1970 fué de --
970,000 ha con una producción estimada de 2'500,000 --
ton respectivamente. (tablas 1 y 2).

Importancia Regional

La región Agrícola del Noreste del Estado de Tamaulipas, es una de las zonas graneras más importantes del país. En ésta las siembras de maíz y sorgo para grano - ocupa el primer lugar en orden de importancia económica. Se cuenta con una superficie de aproximadamente 310,000 ha de riego distribuidas de la siguiente manera (32).

Distrito de riego No. 25 Bajo Río Bravo	215,488	ha
Distrito de Riego No. 26 Bajo Río San Juan	79,107	ha
Distrito de Riego Mier Falcón	1,697	ha

Esta superficie cultivable ocupa más del 90% con - siembras de maíz y sorgo, siendo la proporción de estas siembras variables año con año debido principalmente a precios en el mercado, sin embargo tienden a predominar las siembras de sorgo para grano.

En lo que concierne a este año de 1970 en que se - realizaron los experimentos, la superficie sembrada de - estas gramíneas fué de:
122,475.75 ha de maíz correspondiendo 67,968.75 ha a el Distrito de Riego No. 25 y 54,507.00 sembradas en el -- Distrito de Riego. Por lo que respecta a las siembras - hechas con sorgo estas fueron de 168,696.75 ha en total de donde 151,325.75 ha se sembraron en el Distrito de - Riego No. 25 y 17,371.00 ha en el Distrito de Riego No. 26 (32).

El resto de la superficie lo constituyeron siembras

de menor importancia económica; por ejemplo de Algodonero se tuvieron solamente 3 ha, de frijol 67.5 ha y cultivos varios 1,181.25 ha. Como se puede observar la importancia del maíz y el sorgo en contundente (32).

C A P I T U L O I I I

DESCRIPCION DE LA REGION

1) Situación Geográfica

El Estado de Tamaulipas se encuentra en el extremo Noreste de la República Mexicana con coordenadas de 23° 13' y 27° 40' de latitud norte 90° 09' y 99° 58' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. La zona en estudio queda comprendida en la región de Matamoros-Reynosa, Tam. y se caracteriza por tener alturas sobre el nivel del mar que varían de 5-80 m (37).

2) Climatología

De acuerdo a la clasificación del Dr. C.W. - - - Thornthwaite se considera semicálido con invierno benigno, semiseco con estación seca bien definida (37).

La precipitación anual fluctúa entre los 500 y 700 mm de lluvia correspondiendo las p.p. menores a las zonas alejadas de las costas. Los meses de febrero, marzo y abril son de lluvias escasas, ocurriendo las mayores p.p. en el mes de septiembre (Tabla No. 3) (34).

Ocasionalmente se presentan tormentas tropicales en el Golfo de México.

La temperatura media anual es de 23C con máximas y mínimas absolutas de 39C y -5C respectivamente. Las temperaturas mínimas se presentan en los meses de diciembre, enero y febrero y las temperaturas máximas en el mes de agosto. (Tabla No. 4) (34).

Los vientos en la región son constantes, con corrientes que soplan principalmente del Golfo de México hacia el continente y viceversa. Los vientos predominantes en los meses de invierno vienen del N.N.W. y los del resto del año son S.E. son comunes en la zona vientos fuertes perjudiciales a la agricultura que ocasionan acame de plantas en los cultivos, que además producen pérdidas de humedad en los suelos y erosión eólica en los suelos arenosos principalmente en temporada de sequía (Tabla No. 5) (34).

Humedad Atmosférica, es indudable que las cercanía del Golfo de México y la constancia de los vientos del sureste que soplan del mar hacia el continente, tienen una influencia decisiva sobre la humedad atmosférica regional, cuyo grado higrométrico se va reduciendo a medida que nos alejamos de la costa hacia tierra adentro. La humedad relativa varía con los meses del año y las horas del día, como consecuencia de la insolación y de la evaporación (Tabla No. 6) (34).

La evaporación depende de la temperatura del ambiente y de los vientos. Es mayor en verano como resultado de más altas temperaturas y una humedad relativa más baja, y consecuentemente, mínima en invierno por las bajas temperaturas y una humedad relativa alta. La evaporación media anual en la región es de 1950 mm aumentando a medida que se aleja de la costa (Tabla No.7) (34).

3) Vegetación

La vegetación es característica de zona semidesértica, puede describirse como Chaparral Espinozo con predominancia de Mimosaceas tales como Mezquites (Prosopis juliflora) y Huizache (Acacia spp). Dentro del Distrito se encuentra bastante alterada, encontrándose como malas hierbas entre las que predominan: Correhuela (Hipomea spp), Polocote (Helianthus annus), Quelite (Amaranthus hybridus L.) Zacate Espiga (Panicum fasciculatum) Meloncillo (Cucurbita phoetidisima) Zacate Johnson (Sorghum-halapense) Cadillo (Cenchrus spp) Trompillo (Solanum -- eleagrifolium), Gramilla (Sinodon dactilon), Zacate toboso (Panicum afteezanum), Zacate Guiador (Panicum spp) Malva (Sida rombifolia L.) Verdolaga (Portulaca oleracea) y otras de menor importancia económica (37).

4) Suelos

Los suelos del Noreste de Tamaulipas quedan definidos como suelos secundarios formados por aluviones de muy reciente formación cuyo material madre ha sido de tres clases:

- a) Pizarra que ha ocasionado la formación de suelos -- fuertemente arcillosos, que contienen una gran proporción de arcilla coloidal.
- b) Arena media y fina depositada por el mar que ha dado lugar a suelos mas ligeros.
- c) Materiales calcareos. Estos suelos corresponden a la clasificación de Rendzinas y Rendzinas degradadas ca

si en la totalidad de la superficie (37) (11).

En su formación influyeron bastante los arrastres del Río Bravo, el cual ha dado a los suelos sus características específicas de textura, estructura, permeabilidad, drenaje, pH, contenido de materia orgánica, nutrientes etc. hasta originar los suelos actuales.

Serie de Suelos

De los estudios agrológicos efectuados, tenemos que un 90% de la superficie clasificada la constituyen la siguientes cuatro series de suelos (11).

Serie La Luz.- Con una superficie de 131,022 ha o sea el 41.3%. Se caracteriza por ser suelos de color café obscuro ó gris en sus tonos claros obscuro y cafésoso dominando los tonos grises. A la serie corresponden tipos pesados, que se agrietan facilmente, con fuertes cantidades de arcilla fina y arcilla coloidal lo cual se traduce en gran plasticidad. Este tipo es completamente impropio de regarse por aniegos, pues se corre el peligro de ensalitramiento y ascenso del manto freático. El horizonte A. varía de 30-60 cm de profundidad, presenta estructura no granular suave terronosa grande con caracoles de mote no alterados y escasas gravitas de cal. - El horizonte BI con espesor de 80-120 cm lo constituye arcilla plástica; color café rojizo que aumenta con la profundidad, estructura grande y amorfa y consistencia muy dura; denso y poco permeable; en este horizonte ya-

se pueden apreciar manchas escasas de cal en forma de motas y casi siempre regular concentraciones de sales de sodio (11).

Serie Valadeces.- Con una superficie de 69,325 ha 0 - - 21.85% del total. Son suelos cuyos colores básicos son el gris y el café dominando este último con perfil permeable hasta una profundidad de un metro, el subsuelo es una arcilla muy abundante en material calcareo. La cal abunda en los primeros horizontes que forman el suelo y a ello debe el perfil su buena permeabilidad y sus texturas ligeras. Donde se localiza esta serie, es seguro que no existan sales en cantidad perjudicial.

El horizonte A lo constituye la capa arable, con un espesor de 20 a 40 cm de text Migajón Arcilloso, es de estructura terronosa, estando seco es desmenuzable y se forman terrones que se quiebran con facilidad, las condiciones físicas son deseables para todos los cultivos.

El horizonte B puede ser de textura Migajón Arcilloso ligera, la estructura es columnar chica ó en prismas cortos y delgados. El espesor de esta capa puede ser de 40 a 60 cm. (11).

Serie Río Grande.- Con una superficie de 60,440 ha ó -- 19.0%. Esta serie comprende los tipos de mayor fertilidad del Distrito. Los suelos de esta serie reúnen en general buenas condiciones de drenaje interno y el drenaje agrícola de los mismos es de los menos difíciles.-

Su origen es aluvial y está íntimamente ligado a la formación del valle. El perfil de estos suelos es estratificado, formado por capas sucesivas de láminas de Arcilla y arena muy fina todas ellas como resultado del depósito de avenidas. En el subsuelo aparecen capas de color amarillo cafésoso claro, de textura más ligeras, que alteran con capas de textura más pesadas de color cafésoso más marcado (11)

Serie Olaya.- Con una superficie de 24.980 ha ó 7.9% del total. En esta serie el suelo es de origen in-situ y su intemperización se basa en el arrastre de material fino a los horizontes inferiores logrando una cementación -- considerable de los mismos. Llama la atención en este perfil su consistencia en el subsuelo y la estructura -- columnar grande a pesar de su textura ligera, esto puede atribuirse a la iluviación lenta del material cementante, debido a lo variado de su topografía, el escurrimiento fuerte y el agua de filtración escasa. La capa arable constituida por arena fina, tiene un espesor de 40 a 60 cm., de consistencia desmenuzable y muy permeable con abundancia de raíces de todos tamaños. El -- horizonte B con un espesor de 1.10 a 120 es de Migajón-Arcillo Arenoso de color café con manchas rojizas producto de la iluviación de la materia orgánica; Su consistencia es dura estando seco, la cual se pierde al -- humedecerse, gran penetración de raíces y no aparecen -- gravas calcareas en lo absoluto (11).

El 10% restante lo forman series de menor importancia (11).

5) Distrito de Riego

Existen actualmente en operación dos Distritos de Riego; el Distrito de Riego No. 25 Bajo Río Bravo con 215,483 ha, el cual se abastece de las presas Internacional Falcón y la Amistad con 1,413 1,521 millones de m^3 de capacidad correspondiente a México respectivamente y el No. 26 Bajo Río San Juan alimentado con agua de la presa Marte R. Gómez cuya capacidad de almacenamiento para riego es de 1,073 millones de m^3 y en el que se riegan por gravedad 79,107 ha, existiendo además 37,504 ha de riego por bombeo.

La disponibilidad de agua es limitante, debido a la gran extensión de superficie bajo riego y a factores tales como elevadas pérdidas por conducción, teniéndose en promedio 3 riegos para toda la superficie durante el ciclo de temprano y los mismos tres riegos para 3 ha por usuario para el ciclo de tardío, dependiendo esto de las reservas existentes en las presas (32).

C A P I T U L O I V

MATERIALES Y METODOS

Localización

Se localizaron 9 experimentos en terrenos de agricultores cooperantes de las tres Unidades del Distrito de Riego "Bajo Río Bravo" No. 25 (I Unidad, Río Bravo , II Unidad, Control y III, Unidad Valle Hermoso), los cuales han estado sujetos al monocultivo de maíz y sorgo durante los últimos 10 años, y cuyos antecedentes -- (Tabla No. 8), nos permitió catalogarlos como suelos de alto, mediano y baja capacidad de reservas nutritivas - (Figura No. 1). El criterio que se tomó para seleccionar los lotes experimentales, fué aquel que nos permitiera tener una superficie lo más homogénea posible, lejos de sitios u objetos que nos pudieran significar variaciones ajenas a la fertilización,

Suelos

Los suelos donde se llevó a efecto el presente estudio según el plano agrológico de la región, pertenece a; suelos de la serie La Luz, serie Olaya, serie -- Valadeces y suelos de la serie Río Grande, Sin problemas de salinidad y drenaje (32).

Diseño Experimental

El diseño experimental empleado fué la de bloques al azar con cuatro repeticiones. La parcela experimen--

tal consistió de cuatro surcos de diez metros de longitud y una distancia entre surcos de 0.92 m en el caso de maíz y 0.80 m cuando se trató de siembras de sorgo. La parcela util fué de dos surcos centrales de 8 m de largo, debido a la eliminación de 1 m. por cabecera para borrar el efecto de orilla (Figura No. 2).

Tratamientos y Fuentes de N y P_2O_5 usadas

Se estudiaron 4 niveles de nitrógeno a incrementos de 0, 60, 120 y 180 kg/ha y tres niveles de fosforo a iguales incrementos 0, 60 y 120 kg/ha. Las fuentes de nutrimentos empleados fué Nitrato de Amonio 33.5% de N y Super fósforo de Calcio Triple. 46% de P_2O_5 .

Fertilización

La aplicación del fertilizante se efectuó cuando las plantas tuvieron de 20 a 25 días de nacidas ó aproximadamente 18 cm de altura (20).

Todas las labores inherentes a la siembra fueron ejecutadas por los agricultores de acuerdo con sus normas usuales.

De Laboratorio

Se recolectaron muestras de suelos para su caracterización de 5-30 y 30-60 cm. de profundidad, las que posteriormente fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos del Centro de Investigaciones Agrícolas de Tam. (CIAT).

La reacción del suelo pH se determinó por medio -

del potenciómetro Beckman modelo número 2 en una relación suelo agua de 1:1 (22).

El contenido de Materia Orgánica se determinó empleando el método de reducción por di-cromato de potasio (22).

El porcentaje de sales solubles se determinó mediante el puente de conductividad eléctrica del extracto de suelo saturado (22).

El porcentaje de nitrógeno total se determinó por el método Kjeldhal (AOAC1955) (22).

La clasificación de Texturas de los suelos estudiados se hizo en base al plano agrológico de la región (32).

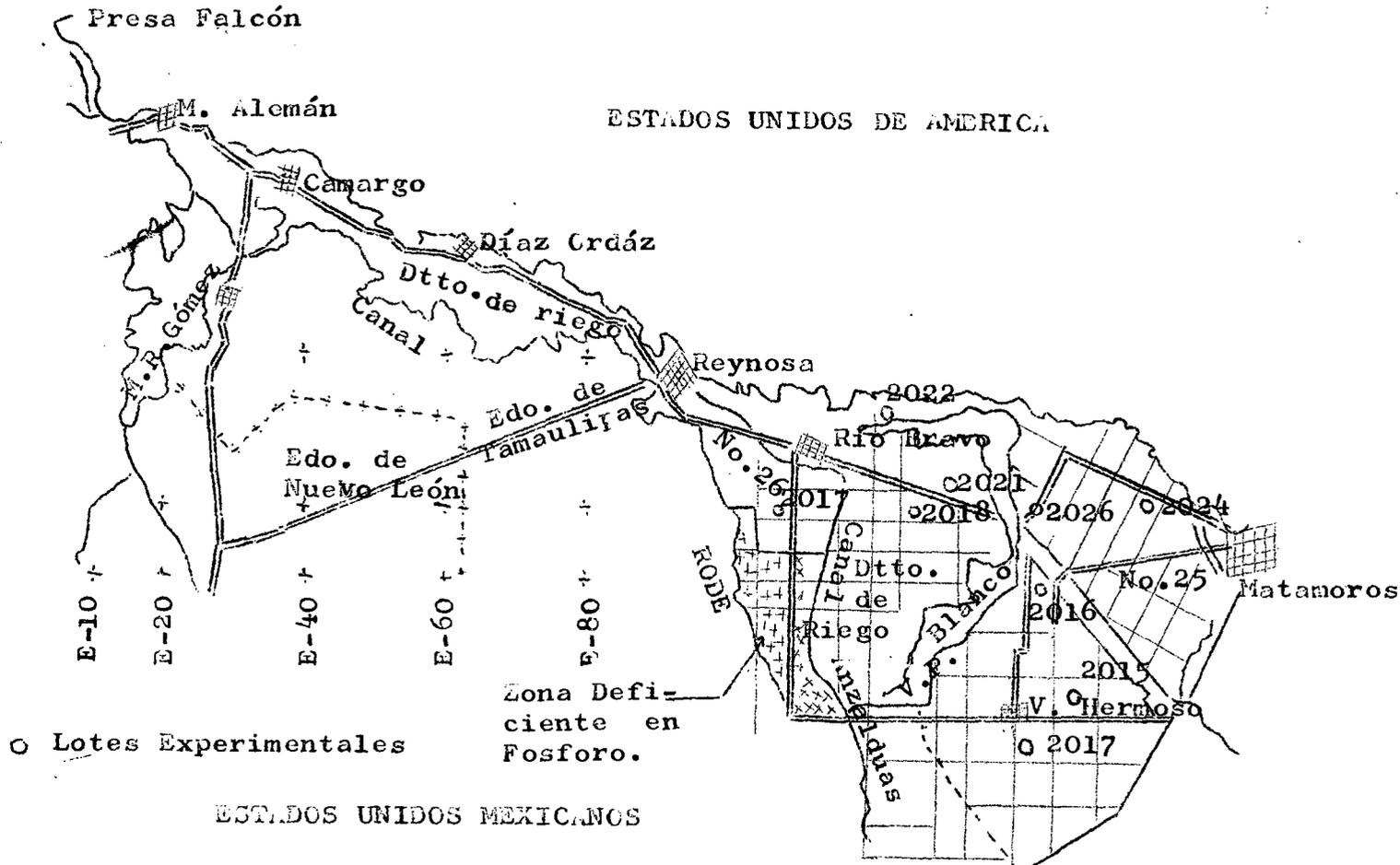


Figura No. 1.- Localización de Experimentos donde se efectuaron Estudios de Fertilización Nitrogenada y Fosfatada (Plano de los --
Distritos de Riego) Río Bravo, Tam., 1970.

I						II							
40 m	7	6	5	3	1	10	6	9	5	4	11	12	10m
	1	2	3	4	5	6	7	8	9		11	12	
	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	
	12	8	11	4	2	9	3	7	8	2	1	10	
	10	9	2	4	8	3	6	12	1	11	8	4	
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	
	48	47	46	45	44	43	4	41	40	39	38	37	
	7	12	1	6	5	11	10	5	7	2	3	9	
[3.6] m III						IV							

Figura No. 2.- Plano del Diseño Experimental Bloques al Azar, y distribución de los tratamientos.

TRATAMIENTOS

1.-	0	-	0	-	0	7.-	120	-	60	-	0
2.-	60	-	0	-	0	8.-	180	-	60	-	0
3.-	120	-	0	-	0	9.-	0	-	120	-	0
4.-	180	-	0	-	0	10.-	60	-	120	-	0
5.-	0	-	60	-	0	11.-	120	-	120	-	0
6.-	60	-	60	-	0	12.-	180	-	120	-	0

C A P I T U L O V

DISCUSION DE RESULTADOS

De Laboratorio

Las propiedades fisico-químicas de los suelos donde se efectuaron los experimentos, se encontró que el pH varió de 6.5 a 8.15 así mismo el contenido de materia orgánica osciló entre 0.32 a 2.01% en lo que se refiere a nitrógeno total este varió de 0.05 a 0.15% estos suelos son considerados como de mediano contenido de Materia Orgánica y medianamente pobres en Nitrógeno. (Tabla No. 9).

En ninguno de los casos la cantidad de sales solubles afectó el desarrollo normal de las plantas de maíz y sorgo.

De Campo

Del análisis estadístico de los datos de rendimiento los que se presentan en forma gráfica, se observó lo siguiente: (Tablas 10-18).

En 5 de los sitios experimentales estudiados del total de 9 que nos representan el 55% de los lotes ensayados, se presentaron respuestas con significación estadística mediante la aplicación de nitrógeno solamente, no obteniéndose por tanto incrementos significativos estadísticamente en ninguno de los casos por concepto de la fertilización fosfatada (15) (23) (5) (7).

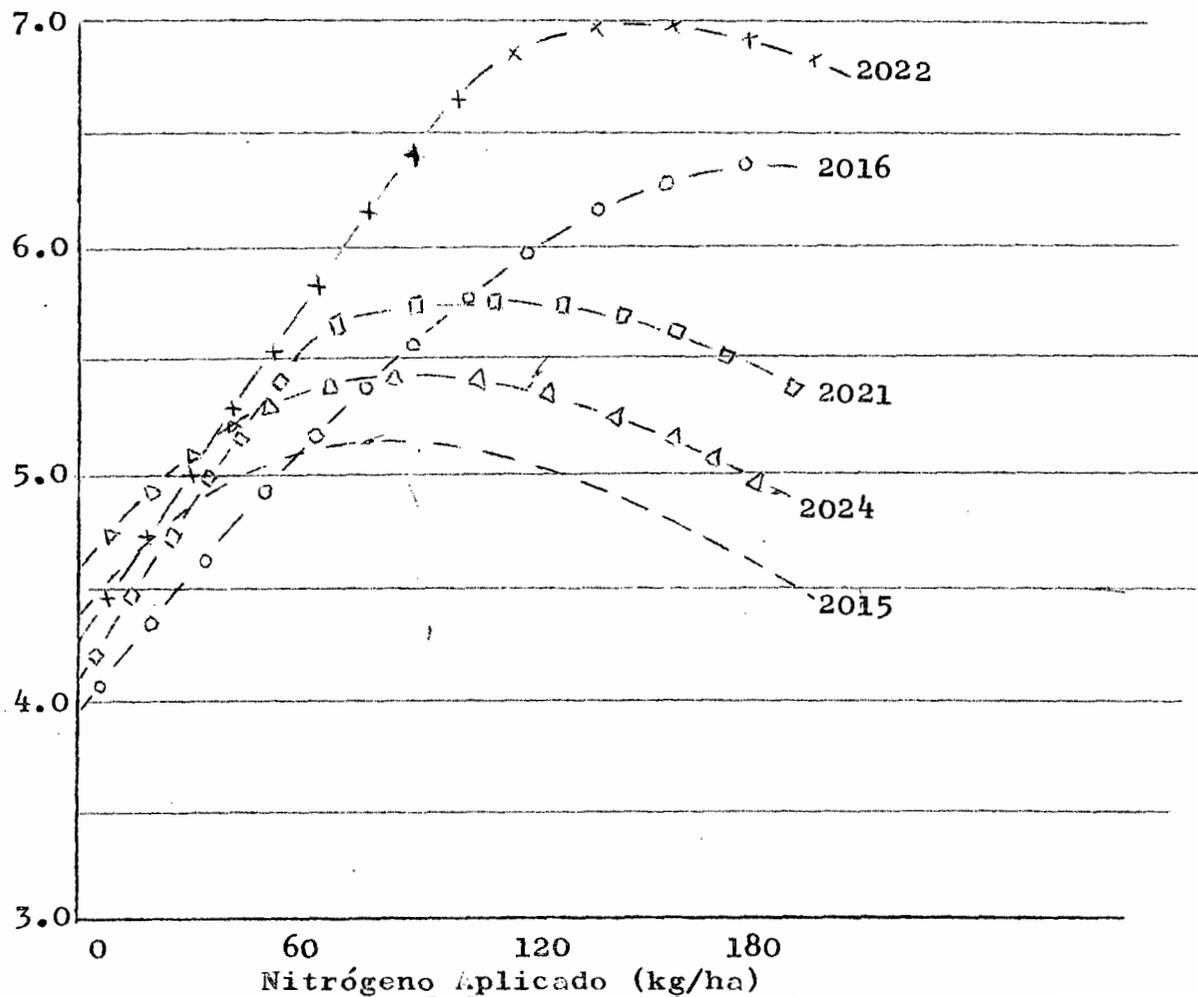
Respuesta Alta a la Fertilización con Nitrógeno

1. En dos de los sitios experimentales lotes 2022 y - - 2016 (Figura No. 3) catalogados de acuerdo a sus rendimientos como de mediana capacidad de producción y localizados en terrenos de agricultores cooperantes sobre - las series de suelos Arcilla la Luz y Migajón Arcillo-Arenoso Río Grande, sembrado anteriormente con sorgo -- fertilizado y maíz fertilizado respectivamente, se observó que la aplicación de 120 kg/ha de nitrógeno fué - la dosis óptima estadísticamente, haciéndose notar que la aplicación de dos riegos de auxilio hechos en su - - oportunidad y las lluvias ocurridas durante el ciclo, - fueron factores determinantes que permitieron obtener - los más altos rendimientos de grano de maíz y sorgo por concepto del nitrógeno aplicado (Tabla No. 11 y 16).
(28) (7) (24) (5) (23) (6) (29) (33) (12).

Respuesta Media a la fertilización Nitrogenada

2. Así mismo en tres lotes experimentales, experimentos 2021, 2024 y 2015 (Figura No. 3) clasificados como de mediana capacidad de producción, y ubicado sobre las series de suelos Arcilla La Luz cuyo cultivo anterior - fué maíz fertilizado y dos suelos de la serie Migajón - Arcilloso Valadeces sembrados anteriormente con sorgo - sin fertilización alguna y maíz fertilizado, se observó que el rendimiento de grano se incrementó en estos suelos con la aplicación de solo 60 kg/ha considerada por-

Figura No. 3.- Rendimientos de Grano de Maíz y Sorgo en Suelos Típicos por Efecto del Nitrógeno Aplicado. Río-Bravo, Tam. 1970.



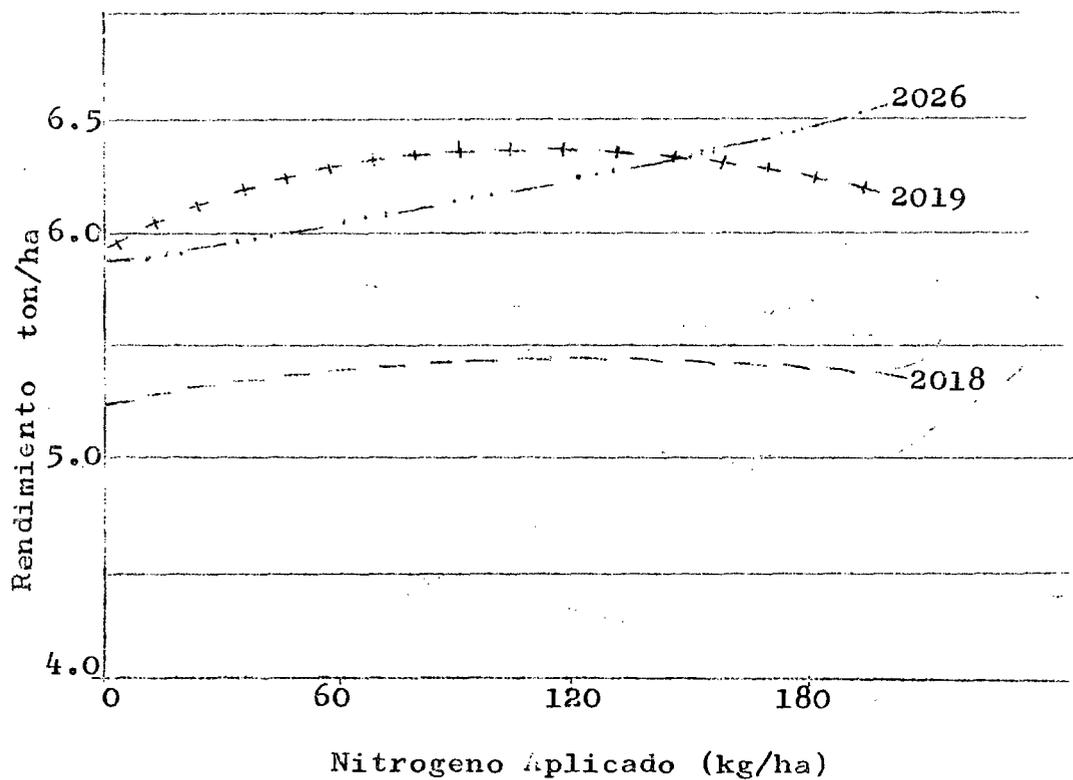
ende la dosis óptima estadísticamente, la aplicación de dosis más altas de nitrógeno ya no produjeron ningún incremento adicional significativo en el rendimiento (6) (32) (3) (12).

La aplicación de un solo riego de auxilio durante el ciclo vegetativo de la planta, más las lluvias ocurridas limitaron la eficiencia del Nitrógeno aplicado hacia mayores dosis de fertilizante y muy probablemente el rendimiento de grano (Tablas Nos. 10, 15 y 17).

3. En los lotes experimentales 2018, 2019, y 2026 (Figura No. 4) ubicado sobre la serie de suelos de Miga--jón Arcilloso Valadeces, anteriormente sembrado con --maíz fertilizado y suelos de Arcilla La Luz con siem--bras anteriores de sorgo fertilizado y maíz fertiliza--do, no se observó respuesta con significación estadística por efecto de los fertilizantes, considerándose --por tanto como suelos de alta capacidad de reservas nu--tritivas lo cual no permite que manifiesten incremen--tos en el rendimiento por efecto del fertilizante apli--cado. No obstante esto, se deja ver cierta tendencia --hacia la fertilización nitrogenada y/o fosfatada que --aunque desde el punto de vista estadístico no es sig--nificativo, si remunera la inversión hecha por el fer--tilizante aplicado (Tablas Nos. 13, 14 y 18).

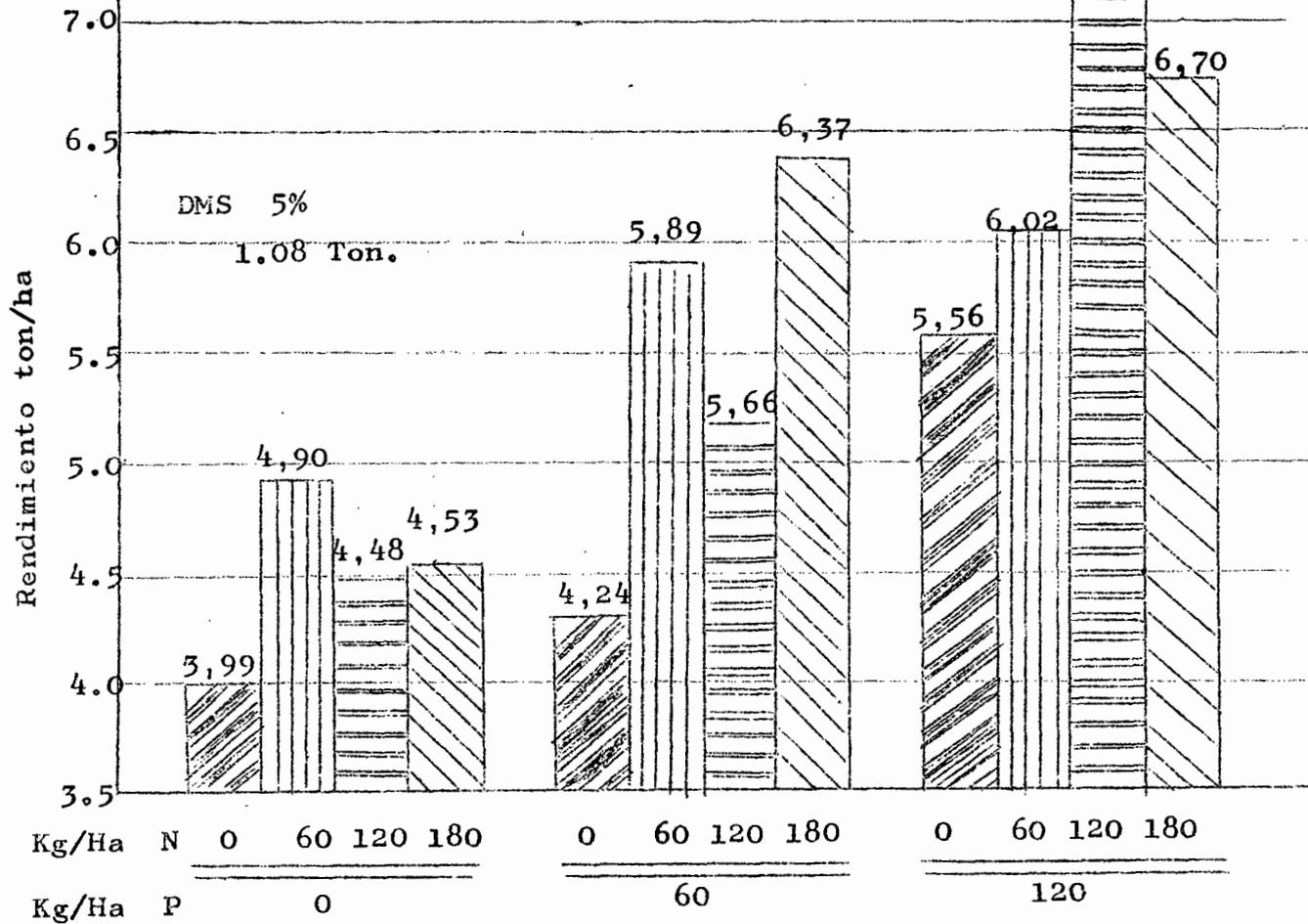
4. Unicamente en el experimento 2017 (Figura No. 5) del total de nueve, localizado sobre la serie de suelos --

Figura No. 4.- Rendimientos de Grano de Maíz y Sorgo Suelos Típicos por Efecto del Nitrogeno Aplicado. - Río Bravo, Tam. 1970



Migajón Arcillo Arenoso Valdeces y sembrado el año anterior con maíz fertilizado, se incrementó el rendimiento de grano de maíz muy significativamente por la aplicación combinada de nitrógeno y fósforo (Tabla No. 12)-(19) (30).

Figura No. 5.- Rendimiento de Grano de Maíz por Efecto de la Interacción Nitrogeno-Fosforo. Río Bravo, Tam. 7,09 1970



C A P I T U L O V I

CONCLUSIONES

1. En la mayor parte de los experimentos estudiados se tuvo una respuesta favorable a la aplicación de fertilizantes químicos nitrogenados y fosfatados, en terrenos sembrados de maíz y sorgo.
2. Se observaron tres clases de respuestas a la fertilización nitrogenada; Alta, Media y Baja las cuales están intimamente ligadas a la secuencia de cultivos a que ha sido sometido un suelo en particular, a las prácticas de fertilización seguidas y muy especialmente a el uso eficiente del agua de riego (1).
3. Del total de los nueve experimentos estudiados localizados fuera de zona deficiente en fósforo asimilable unicamente en uno ubicado cerca de dicha zona, se encontró una diferencia en rendimiento de grano de maíz altamente significativa, por la aplicación combinada de nitrógeno y fósforo. Se estima conveniente hacer más estudios con el objeto de delimitar con mayor precisión esta zona deficiente y así a la vez modificar los linderos actuales.
4. Las condiciones críticas de humedad a que algunos agricultores sometieron sus siembras al no regar, fué la causa principal de la baja respuesta a la fertilización nitrogenada y probablemente el rendimien-

to de grano en algunos de los lotes experimentales - (25) (3) (23) (6) (4).

5. Este año las condiciones climatológicas permitieron que los agricultores prepararan sus terrenos más o menos de una manera similar; por lo tanto las diferentes clases rendimientos de maíz y sorgo de grano obtenidos por efecto de la fertilización, se atribuye a la aplicación oportuna o inoportuna con que el agricultor aplicó sus riegos (27) (24)

C A P I T U L O V I I

RESUMEN

Con el objeto de mejorar las prácticas de fertilización y a su vez, estimar el efecto que ejerce el manejo del suelo sobre el rendimiento de grano de maíz y sorgo de riego, en suelos representativos de región N.-E. del Estado de Tamaulipas, se llevaron a efecto estudios de fertilización nitrogenada y fosfatada, para lo cual se localizaron en el ciclo de primavera-verano de 1970, en terrenos de agricultores regionales nueve experimentos de fertilización en cuatro de las series de --suelos más importantes.

Los agricultores prepararon y sembraron sus terrenos de acuerdo con sus normas usuales ó sea un barbecho, rastreo, bordeo, riego y siembra.

El diseño experimental para este estudio fué bloques al azar con cuatro repeticiones, estudiándose cuatro niveles de nitrógeno con incrementos de 60 kg/ha de N y tres niveles de fósforo a iguales incrementos de 60 kg/ha de P_2O_5 , haciendo un total de 12 tratamientos de fertilización.

La fertilización se hizo en planta teniéndose como fuente de estos nutrimentos Nitrato de Amonio 33.5% N - y Super Fosfato de Calcio Triple 46% de P_2O_5 . La cosecha se llevó a cabo cuando la humedad del grano era de aproximadamente un 20%.

En la mayor parte de los experimentos estudiados - se tuvo una respuesta favorable a la fertilización ni-- trogenada solamente, y en l unicamente se observó res-- puesta positiva a la aplicación combinada de nitrógeno- y fósforo.

De lo aquí expuesto se tienen tres tipos de res: - puesta a la fertilización: Alta, Media y Baja, las cua- les están intimamente ligadas a la secuencia de cultivos a que ha sido sometido un suelo en particular, a las -- prácticas de fertilización seguidas y muy especialmente a el uso eficiente del agua de riego.

Los castigos a que se ven sometidas las plantas -- al no regarlas en su oportunidad, es la causa de las di- ferentes clases de rendimientos unitarios de maíz y sor- go de grano. Teniendo en cuenta que los agricultores -- prepararon y sembraron sus terrenos de una manera simi- lar, las diferencias encontradas se atribuyen casi escen- cialmente al manejo oportuno ó inoportuno del agua de - riego.

CAPITULO VIII

B I B L I O G R A F I A

- 1.- Aldrich, R.S. and Long, E.R. (1969) Modern Corn Production.
- 2.- Alarcón, C.J. y Maciel, R.R. 1965. Estudios para de terminar las mejores prácticas de fertilización en maíz temprano de riego, en la Región de Matamoros-Reynosa, -- Tam.
- 3.- Alessi, J. Powers, J.F. influence of moisture plant population and nitrogen on dryland -- corn in the Northern Plains Agronomy- J. 57:611 1965.
- 4.- Anónimo 1968. Manual de fertilizante. Centro regional de ayuda técnica, Agencia para el desarrollo Internacional. (AID), Méxi co la Edición pp. 187-188.
- 5.- Alvarado, S.R. 1967. Fertilización de sorgo para -- grano. La Investigación Agrícola en - el Valle de Culiacán. Informes de Labores 1966 INIA. Publicación Especial No. 1 Abril de 1967.
- 6.- Ballatore, J.C. et al 1971 Fertilizzazione in - - - funzioni de el irrigazione Univ. St.- Palermo Italy 52;17 Biological - --- Abstracts.

- 7.- Burleson, C.A. et al. Effect of nitrogen fertilization on yield and protein content of grain sorghum in the Lower Río Grande of Texas. *Agronomy J.* 48 (11):
- 8.- De la Loma, J.L. 1966. *Experimentación Agrícola* - - (3a. Ed.) UTEHA, México.
- 9.- Farada, A.S. Respose of differents varieties of - - maize (*Zea mayz*) to variation in source of nitrogen and planting distance, *Indian J. Sci. Ind. Sect. A. Agro - - Anim Sci.* 2(2):93-98 *Biol Abstr* 51: - 121146.
- 10.- Fernandez, G.R. 1968. Interacción entre la humedad del suelo y la fertilización. *Bol. -- Granos y Fertilizantes de México, S.A.* No. 54 año XII 3-5 México.
- 11.- Fierro, B.J. y García, G.R. 1945. Estudio Agrológico del distrito de Riego No. 25 Bajo Río Bravo, Comisión Nacional de Irrigación SRH.
- 12.- Galvao, J.D. Brandau, S.S. y Gómez, R.F. Effect of plants of population and nitrogen livels grain yield on average weight of corn ears. *Experiment* 9(2):39-82-*Ilus*, 1969 (Engl. Sum) *Biol. Abstr.* - 51:74655.
- 13.- Hermesdorf R. 1969 Normas de redacción agrícola. - Folleto Miselaneo No. 22 *Inst. Nal.- Invest. Agríc. México.*

- 14.- Herrera, G. Ramírez, A. y Loreto, J. 1968. Rates of nitrogen and frequency of application for sorghum vulgare. Agricultura Trop. 24, 675-80 Semt. Nal Invest. Agríc. Medellín, Colombia.
- 15.- Herron, G.M. y Erhardt, A.B. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on the yield of irrigated grain sorghum South Eastern Kansas. Agronomy J. 9: 499-501.
- 16.- Jazycov, P.P. and Muninov, A. 1962. The effect of plant spacing on development and productivity of sorghum. Help Kovodstvo-12 No. 6 28-31 URSS.
- 17.- Latkovics, G. and Mate F. Investigation on the nitrogen and phosphorus uptake by young maize plants by means p32 y N15 Agorkemip-Talastan 17(4) 363-368 1968 Biol. Abstr. 51;121243.
- 18.- Leal, D.J. y Vega, G. J. 1967. Influencia de la humedad del suelo sobre el comportamiento del sorgo para grano Informe de Investigación 67-68, 121-3 ITESM.
- 19.- Lowell, F.L. et al 1964. Grain Sorghum fertilization in North-Western Oklahoma. Agric Exp. Sta. Bull. B 627.

- 20.- Maciel, R.R. Estudios sobre época y fuentes de fertilizantes a usar. Informe anual de labores Campo Agrícola Experimental de Río Bravo, Tam.
- 21.- Malik, M. Y. and Shah, W.H. Effect of nitrogen and phosphorus fertilizers on the nutrient contents and yield of maize. Pakistan J. Sci. 20 (4) 178-181 1968. Biol. - Abstr. 51:51637.
- 22.- Manual de Laboratorio de Suelos. Centro de Investigación Agrícola de Tamaulipas INIA-SAG
- 23.- Malm, N.R. Finkner, M.D. 1968. Fertilizers rates for irrigated grain sorghum on the high plains. Bull. No. 11 México Agrícola. Exp. Sta. 523.
- 24.- Modgal, S.C. and Bhatnager, V.K. Effect of soil compaction and added fertility on the performance of hybrid maize. Ind. J. - Sci. Sect. A Agon Anim. Sci. 2(1) 1-6 1968 Biol. Abstr. 51:51657
- 25.- Musik, J.T., Crimens, D.N. et al 1963. Irrigation-Water management and nitrogen fertilizers of grain sorghum Agronomy J. - - 5:55: 295-298.
- 26.- Noble, J.C. and Illeing, C.R. Response by irrigated grain sorghum to broadcast gypsum and phosphorus on heavy clay soil. 11

(48): 53-58 Ilust. 1971 in 2 Biol ---
 Abst. 52:17.

- 27.- Philips, R.E. and Kirkham, D. 1960. Soil Compaction in the field and corn growth. *Agronomy J.* 54:29 1960.
- 28.- Porter, K.B. Sensen, M.E. 1960. The effect of row spacing, fertilizers and planting rate on the yield and water use of irrigated grain sorghum. *Agron. J.* 52:431-343.
- 29.- Raheja, P.C. y Krante, B.A. 1968. Gront, nutirent - up take and yield of grain sorghum as influenciad by fertilization, in Imperial Valley, California, *Indian J. -- Agron.* 2:125-132.
- 30.- Reichman, G.A. Carlson, C.W. et al N and P composition and yield of corn as affected by fertilization. *Agronomy J.* 51:575 1959
- 31.- SAG 1970 Plan Agrícola Nacional.
- 32.- SRH 1968 Informe del Departamento de Ingeniería de Riego y Drenaje Dirección General de Distritos de Riego Sria. de Recursos-Hidráulicos, México.
- 33.- Stanberry, C.D. Jenson, C.L. et al Swet corn production as affected by moisture and - nitrogen variables. *Agronomy J.* 55:-- 159 1963.

- 34.- Talavera, F. y Elizondo, G.O. 1962. Agricultura y Ganadería en la Región de Matamoros, Tam.
- 35.- Vidal, F.C. 1965. Método PURDUE de análisis de suelos y tejidos vegetales. Granos y Fertilizantes de México. Boletín No. 44.
- 36.- Wallance, H.F. and Howard, E.R. Basic concepts of nitrogen, Phosphorus and potassium in calcareous soil. Bul. A 42 University of Arizona Agric. Exp. St. 1967.
- 37.- Zorrilla, L.E. 1967. Panorama de la Geografía Económica del Estado de Tamaulipas, Ed - Delta Monterrey, N.L. México.

A P P E N D I C E

Tabla No. 1.- Superficie programada y producción estimada de maíz para el ciclo agrícola de 1969-1970 en el panorama nacional.

Estado	%	Sup. miles ha	%	Produc. miles ton
Jalisco	14	1'008,000	25	2'000,000
Veracruz	13	936,000	14	1'120,000
Edo. de M.	7	504,000	9	720,000
Zacatecas	6	432,000		
Guanajuato	6	432,000	5	400,000
Michoacan			5	400,000
Tamaulipas			7	560,000
Otros Edos.	54		35	

(31)

Tabla No. 2.- Superficie programada y producción estimada de sorgo para el ciclo agrícola de - - 1969-1970 en el panorama nacional.

Estado	%	Sup. miles ha	%	Produc. miles ton
Tamaulipas	26	252,000	21	525,000
Guanajuato	23	223,000	25	625,000
Sinaloa	18	155,000	14	350,000
Jalisco	16	126,000	18	450,000
Otros Edos.	22	213,400	22	550,000

(31)

(Tabla No. 3).- Precipitación pluvial en mm promedio de 60 años en la región. Río Bravo, Tam. - 1970.

Mes	Media	Máxima	Mínima
E	33	130	T
F	34	190	0
M	29	164	0
A	35	167	0
M	32	229	T
J	68	332	0
JJ	46	172	T
A	65	205	0
S	139	488	9
O	85	435	T
N	47	159	0
D	41	177	0
	684		

(Tabla No. 4).- Temperaturas Mensuales Promedio de 48 -
(1911-1958).

Mes	Media	Media Max	Media Min	Varia- ción	Máxima Abs.	Mínima Abs.
E	16.1	20.8	0.5	20.3	32.2	6.1
F	17.7	25.0	3.1	21.9	34.4	4.4
M	20.1	25.1	5.5	19.6	38.9	1.1
A	23.4	28.1	10.5	17.6	37.8	3.9
M	26.1	31.2	16.2	15.0	38.9	10.0
J	28.1	32.6	20.5	12.1	39.4	13.3
J	28.8	33.9	22.0	11.9	38.4	17.8
A	29.2	33.8	21.7	13.1	40.0	18.9
S	27.6	32.0	18.2	13.8	40.0	11.1
O	24.3	29.3	12.3	17.0	37.2	5.6
N	20.1	24.6	5.8	18.8	36.7	2.8
D	16.7	21.7	1.8	19.9	33.9	4.4

(34)

(Tabla No. 5).- Velocidad y dirección de los vientos en la región de Matamoros, Tam.

Mes	Dominantes	Velc.Medica		Velc.Máxima	
		km/hr	m/seg	km/hr	m/seg
E	NW	17.4	4.83	66.0	18.35
F	SE	17.5	4.36	62.7	17.42
M	SE	19.0	5.27	75.6	21.00
A	SE	19.0	5.27	62.6	18.77
M	SE	16.4	4.55	64.4	17.88
J	SE	17.2	4.77	64.4	17.88
J	SE	15.6	4.33	59.6	16.55
A	SE	14.8	4.11	106.2	29.50
S	SE	13.4	3.72	128.7	35.75
)	SE	13.8	3.83	54.7	15.19
N	SE	15.3	4.25	59.6	16.55
D	SE	16.0	4.44	69.2	19.22

(34)

(Tabla No. 6).- Humedad Relativa y Temperatura Media en la Región de Matamoros, Tam.

Mes	Humedad Relativa				Media	Días con sol	%	Temperatura Media C°
	6	12	18	24				
E	89	65	76	88	24	48		16.1
F	89	65	74	88	88	49		17.7
M	89	62	71	87	88	49		20.1
A	90	60	71	88	87	52		23.4
M	90	60	70	88	87	66		26.1
J	91	60	70	88	88	72		28.1
J	92	55	65	87	87	81		28.8
A	92	56	66	87	87	77		29.2
S	92	60	70	87	87	68		27.6
O	91	61	72	87	87	69		24.3
N	87	61	74	85	85	52		20.1
D	88	63	74	86	86	48		16.7

(Tabla No. 7).- Evaporación en el Distrito de Riego No.-
25 "Bajo Río Bravo" datos promedio de 8
años (1953-1961).

Mes	Media mensual en mm	Media diaria en mm
E	97.34	3.14
F	103.96	3.68
M	150.35	4.85
A	177.00	5.90
M	212.35	6.85
J	213.00	7.10
J	237.46	7.66
A	235.91	7.61
S	167.10	5.57
O	143.84	4.64
N	111.30	3.71
D	100.13	3.23
	Media Anual	1950 mm
	Media Mensual	162.5 mm
	Media Diaria	5.33 mm

(Tabla No. 8).- Localización, Tipo de Suelo y Antecedentes de los Lotes donde se condujeron -- Experimentos de fertilización Nitrogenada y fosfatada. Río Bravo, Tam. 1970

No.Exp	Localidad	Municipio	Suelo	Cultivo Ant.
2015	B-S-82-E-126	V.Hermoso	Mig.Arc.V	Maíz -Fert
		" "	Valaceces	
2016	B-E-126-N-64	V.Hermoso	Arcilla Luz	Sorgo-Fert
2017	B-E-105-N-9-8	Río Bravo	Mig.Areno - Arc.	Maíz -Fert
2018	B-E-124-N-21-22	Río Bravo	Mig.Arc.V.	Maíz -Fert
			Valadeces	
2019	B-E-120-S-85	V.Hermoso	Arcilla Luz	Sorgo-Fert
2021	B-E-132-N-24-25	Matamoros	Arcilla Luz	Sorgo-Fert
2022	Río Rico	N.Progreso	Mig.Arc.Arc noso R.Gran de	Maíz -Fert
2024	B-E-12-N-6-7	Matamoros	Migajón Arc	Sorgo sin-Fert.
2026	Ejido V.Carde- nas.	Matamoros	Arcilla Luz	Maíz -Fert

(Tabla No. 9).- Propiedades fisico-químicas de los suelos donde se realizaron experimentos -- de fertilización nitrogenada y fosfatada. Río Bravo, Tam. 1970

No. Exp	Profundidad cm	Textura	C.E. mmhos/cm	pH	M.O.	Tot.
2015	5-30	Mig. Arc.	.878	7.35	1.77	0.096
	30-60		.942	7.55	0.71	0.050
2016	5-30	Arcilla	1.073	8.05	1.69	0.12
	30-60		.968	8.10	0.86	0.07
2017	5-30	Mig. Areno Arc.	.560	8.15	1.01	0.09
	30-60		0.660	8.25	0.55	0.06
2018	5-30	Mig. Arc.	0.850	7.58	1.35	0.10
	30-60		0.940	7.70	0.75	0.08
2019	5-30	Arcilloso	1.209	8.00	2.01	0.13
	30-60		1.200	8.07	0.87	0.05
2021	5-30	Arcilloso	1.245	8.16	1.85	0.10
	30-60		1.306	8.00	0.51	0.05
2022	5-30	Mig. Arc. areno	.936	7.55	1.09	0.12
	30-60	so	1.626	7.75	0.32	0.07
2024	5-30	Mig. Arc.	1.030	7.75	1.63	0.12
	30-60		3.046	8.00	1.14	0.06
2026	5-30	Arcilloso	1.513	7.16	1.50	0.15
	30-60		1.050	7.20	0.49	0.06

(Tabla No. 10).- Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de maíz, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2015.

Tratamientos			No. Trat.	kg/ha grano		
N.	P.	K.				
1.	00	- 00	- 00	(8)	5,094	a
2.	60	- 00	- 00	(2)	5,078	a
3.	120	- 00	- 00	(3)	5,018	a
4.	180	- 00	- 00	(7)	4,891	ab
5.	00	- 60	- 00	(12)	4,815	abc
6.	60	- 60	- 00	(6)	4,661	abc
7.	120	- 60	- 00	(10)	4,610	abc
8.	180	- 60	00	(4)	4,547	abc
9.	00	-120	- 00	(11)	4,529	abc
10.	60	-120	- 00	(9)	4,344	bc
11.	120	-120	- 00	(1)	4,206	c
12.	180	-120	- 00	(5)	3,779	c

* Mejor Fertilización (2)

Análisis de Varianza

Factor de V.	SC	GL	CM	FC	F Obs.	
					0.05	0.01
Tratamientos	6'796,075	11	618,734	3.34	2.14	294**
Repeticiones	1'961,989	3	653,996	3.52		
Error Exp.	6'112,030	33	185.213			

DMS 0.05 = 619 kg

CV = 9.3%

*Significativa

**Altamente significativa

(Tabla No. 11).- Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de maíz, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2016.

Tratamientos			No. Trat.	kg/ha Grano		
N	P	K				
1.	00	- 00	- 00	(4)	6,279	a
2.	60	- 00	- 00	(8)	6,217	a
3.	120	- 00	- 00	(11)	5,990	a
4.	180	- 00	- 00	(12)	5,963	a
5.	00	- 60	- 00	(3)	5,840	a
6.	60	- 60	- 00	(7)	5,839	ab
7.	120	- 60	- 00	(10)	5,293	bc
8.	180	- 60	- 00	(2)	4,983	c
9.	00	-120	- 00	(6)	4,813	c
10.	60	-120	- 00	(1)	3,830	d
11.	120	-120	- 00	(5)	3,787	d
12.	180	-120	- 00	(9)	3,746	d

Mejor-Fertilización (3)

ánalisis de Varianza

Factor de V.	SC	GL	CM	Fc	F Obs.	
					0.05	0.01
Tratamientos	41'640,022	11	3'785,456	25.9	2.14-2.9.*	
Repeticiones	132,801	3	44,267	0.3		
Error Exp.	4'823,409	33	146,163			
Total	46'596,232					
DMS	0.05 =	550- kg				
C.V.	7.3 %					

*Significativo

** Altamente significativo

(Tabla No. 12).- Tratamientos y rendimientos promedio - en kg/ha de grano maíz, y límites de - significación entre cada uno de ellos Experimento 2017.

Tratamientos			No. Trat.	kg/ha Grano		
N	P	K				
1.	00	- 00	- 00	(11)	7,099	a
2.	60	- 00	- 00	(12)	6,700	a
3.	120-	00	- 00	(8)	6,379	ab
4.	180-	00	- 00	(10)	6,025	bc
5.	00	- 60	- 00	(6)	5,899	bcd
6.	60	- 60	- 00	(7)	5,666	bcde
7.	120-	60	- 00	(9)	5,550	cdef
8.	180-	60	- 00	(2)	44,903	defg
9.	00	-120	- 00	(4)	4,535	fg
10.	60	-120	- 00	(3)	4,480	fg
11.	120-	120	- 00	(5)	4,241	g
12.	180-	120	- 00	(1)	3,991	g

Mejor Fertilización (8)

Analisis de Varianza

Factor de V.	SC	GL	CM	Fc	F.Obs	
					0.05	0.01
Tratamientos	45'593,779	11	4'144,891	7.23	2.14-2.9**	
Repeticiones	1'047,036	3	349,012	0.61		
Error Exp.	18'917,346	33	573,253			
Total	65,558,181	47				
DMS 0.05 %	= 1,080 kg					
C.V.13.8 %						

* Significativa

**Altamente significativa

(Tabla No. 13).- Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de sorgo, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2018.

Tratamientos			No. Trat.	kg/ha Grano	
N	P	K			
1.	00	- 00	- 00	(10)	6,039
2.	60	- 00	- 00	(6)	5,708
3.	120	- 00	- 00	(8)	5,699
4.	180	- 00	- 00	(4)	5,648
5.	00	- 60	- 00	(12)	5,605
6.	60	- 60	- 00	(7)	5,470
7.	120	- 60	- 00	(11)	5,421
8.	180	- 60	- 00	(2)	5,331
9.	00	-120	- 00	(1)	5,224
10.	60	-120	- 00	(5)	5,213
11.	120	-120	- 00	(3)	5,200
12.	180	-120	- 00	(9)	5,178

Mejor Fertilización (6)

Análisis de Varianza

Factor de V.	SC	GL	CM	Fc	F. Obs	
					0.05	0.01
Tratamientos	3'153,670	11	286,697	0.67	2.14	- 2.9
Repeticiones	1'471,148	3	490,382			
Error Exp.	14'015,936	33	424,725			
Total		47				

DMS 0.05 = N.S. (No significativo)

C.V. 11.9

(Tabla No. 14).- Tratamientos y rendimientos promedio en kg/ha de grano de sorgo, y límites de significación entre cada uno de ellos.- Experimentos 2019.

	Tratamientos			No. Trat.	kg/ha de grano
	N	P	K		
1.-	00	- 00	- 00	(8)	6,851
2.-	60	- 00	- 00	(5)	6,519
3.-	120	- 00	- 00	(2)	6,515
4.-	180	- 00	- 00	(9)	6,495
5.-	00	- 60	- 00	(7)	6,488
6.-	60	- 60	- 00	(6)	6,411
7.-	120	- 60	- 00	(11)	6,383
8.-	180	- 60	- 00	(12)	6,329
9.-	00	-120	- 00	(10)	6,201
10.-	60	-120	- 00	(1)	5,897
11.-	120	-120	- 00	(3)	5,789
12.-	180	-120	- 00	(4)	5,633

Mejor Fertilización (2)

Análisis de Varianza

Factor de V.	SC	GL	CM	Fc	F.Obs	
					0.05	0.01
Tratamientos	5'442,473	11	494,770	1.09	2.14	2.9
Repeticiones	3'010,179	3	1'003,393			
Error Exp.	14'943,741	33	452,840			
Total		47				

DMS 0.05 = N.S.

CV 10.7 %

(Tabla No. 15).- Tratamientos y rendimientos promedios- en kg/ha de grano de sorgo, y límites- de significación entre cada uno de ellos. Experimentos 2021.

	Tratamientos			No. Trat.	kg/ha de grano		
	N	P	K				
1.-	00	- 00	- 00	(12)	5,652		a
2.-	60	- 00	- 00	(3)	5,643		a
3.-	120	- 00	- 00	(7)	5,637		a
4.-	180	- 00	- 00	(2)	5,522		a
5.-	00	- 60	- 00	(10)	5,488		a
6.-	60	- 60	- 00	(11)	5,482		a
7.-	120	- 60	- 00	(4)	5,393		a
8.-	180	- 60	- 00	(8)	5,281		a
9.-	00	-120	- 00	(6)	5,253		a
10.-	60	-120	- 00	(5)	4,245		b
11.-	120	-120	- 00	(9)	4,186		b
12.-	180	-120	- 00	(1)	3,951		b

Mejor Fertilización (2)

Análisis de Varianza

Factor de V.	SC	GL	CM	Fc	F.Ovs	
					0.05	0.01
Tratamientos	17'464,464	11	1'587,678	12.9	2.14	2.9**
Repeticiones	2'680,514	3	893,504			
Error Exp.	4'042,567	33	122,502			
Total	24'187,545	47				
DMS 0.05 =	503.5 kg/ha					
CV	6.8 %					

*Significativa

**Altamente significativa

(Tabla No. 16).- Tratamientos y rendimientos promedio en kg/ha de grano de maíz, y límites de significación entre cada uno de ellos- Experimento 2022.

	Tratamientos			No. Trat.	kg/ha de grano		
	N	P	K				
1.-	00	00	00	(12)	7,157		a
2.-	60	00	00	(10)	7,115		a
3.-	120	00	00	(3)	6,844		a
4.-	180	60	00	(4)	6,793		a
5.-	00	60	00	(8)	6,451		a
6.-	60	60	00	(7)	6,372		ab
7.-	120	60	00	(11)	6,365		ab
8.-	180	120	00	(2)	5,547		b
9.-	00	120	00	(6)	5,379		bc
10.-	60	120	00	(5)	4,300		cd
11.-	120	120	00	(1)	4,022		d
12.-	180	120	00	(9)	3,876		d

Mejor Fertilización (3)

Analisis de Varianza

Factor de V	SC	GL	CM	Fc	F.Obs	
					0.05	0.01
Tratamientos	64'160,840	11	5'832,803	8.9	2.14	2.9 **
Repeticiones	7'267,151	3	2'422,383			
Error Exp.	21'573,015	33	653,728			
Total	93'001,006	47				

DMS 0.05 = 1,150 kg/ha

CV 13.8 %

*Significativa

**Altamente significativa

(Tabla No. 17).- Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de sorgo, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2024.

	Tratamientos			No. Trat.	kg/ha de grano		
	N	P	K				
1.-	00	- 00	- 00	(11)	6,168		a
2.-	60	- 00	- 00	(7)	5,843		ab
3.-	120	- 00	- 00	(10)	5,505		abc
4.-	180	- 00	- 00	(6)	5,474		abc
5.-	00	- 60	- 00	(8)	5,441		abc
6.-	60	- 60	- 00	(3)	5,270		bc
7.-	120	- 60	- 00	(2)	5,249		bc
8.-	180	- 60	- 00	(12)	5,139		bc
9.-	00	-120	- 00	(9)	4,904		c
10.-	60	-120	- 00	(4)	4,871		c
11.-	120	-120	- 00	(5)	4,746		c
12.-	180	-120	- 00	(1)	4,353		c

Mejor Fertilización (7)

Factor de V.	Análisis de Varianza					F.Obs	
	SC	GL	CM	Fc	0.05	0.01	
Tratamientos	10'728,250	11	975,295	2.8	2.14	2.9	
Repeticiones	1'321,508	3	440,502				
Error Exp	11'423,720	33	346,173				
Total	27'473,478	47					
DMS 0.05 = 846 kg/ha							
CV = 11.2%							

(Tabla No. 18).- Tratamientos y rendimientos promedios en kg/ha de grano de sorgo, y límites de significación entre cada uno de ellos. Experimento 2026.

	Tratamientos.			No. Trat.	kg/ha de grano
	N	P	K		
1.-	00	- 00	- 00	(4)	6,478
2.-	60	- 00	- 00	(12)	6,456
3.-	120	- 00	- 00	(10)	6,301
4.-	180	- 00	- 00	(6)	6,141
5.-	00	- 60	- 00	(8)	6,125
6.-	60	- 60	- 00	(11)	6,066
7.-	120	- 60	- 00	(3)	6,039
8.-	180	- 60	- 00	(1)	6,019
9.-	00	-120	- 00	(2)	5,886
10.-	60	-120	- 00	(7)	5,854
11.-	120	-120	- 00	(5)	5,776
12.-	180	-120	-00	(9)	5,392

Mejor Fertilización (6)

Factor de V.	SC	Análisis de Varianza				
		GL	CM	Fc	F.Obs	
					0.05	0.01
Tratamientos	3'999,880	11	363,626	1.7	2.14	2.9
Repeticiones	1'935,633	3	645,211			
Error Exp.	6'986,676	33	211,717			
Total	12'922,189	47				

DMS 0.05 = N.S.

CV = 7.6%