

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**EFFECTO DEL NITROGENO, MAGNESIO Y AZUFRE
EN LA FERTILIZACION DE TRIGO
(Triticum aestivum L/em Thell),
EN SUELOS SERIE OSTUNCALCO,
QUEZALTENANGO**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

CARLOS ENRIQUE GUTIERREZ LOARCA

En el acto de investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Noviembre de 1978.

01
7(299)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

RECTOR

Lic. Saul Osorio Paz

**JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA**

Decano	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Vocal 1o.	
Vocal 2o.	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.
Vocal 4o.	Br. Juan Miguel Irías
Vocal 5o.	P. A. Giovanni Reyes

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO**

Decano	Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
Examinador	Ing. Agr. Jorge Trápaga A.
Examinador	Ing. Agr. Julio Estrada Leal
Examinador	Ing. Agr. Ricardo Miyares J.
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

Guatemala, 31 de Octubre de 1978

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Rodolfo Estrada G.
Presente

Señor Decano:

En atención a la designación que nos hiciera la Decanatura a su digno cargo; tenemos el honor de informarle que hemos procedido a asesorar al Profesor de Educación Primaria CARLOS ENRIQUE GUTIERREZ LOARCA, en la ejecución de su trabajo de tesis de grado titulado: "EFECTOS DEL NITROGENO, MAGNESIO Y AZUFRE EN LA FERTILIZACION DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L/em Thell), EN SUELOS SERIE OSTUNCALCO, QUEZALTENANGO".

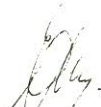
El presente trabajo fue diseñado dentro del marco científico y corresponde a una serie de trabajo de tesis proyectados en el Departamento de Edafología de la Facultad de Agronomía. Consideramos que los resultados del trabajo son alagadores y constituyen la base para la planificación y ejecución de futuras investigaciones en granos básicos para la zona del altiplano en Quezaltenango.

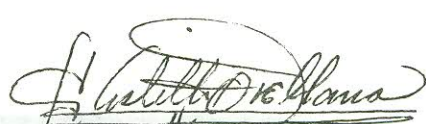
En tal virtud, opinamos que el Profesor Gutiérrez Loarca, ha cumplido con los requisitos necesarios para optar el título de Ingeniero; por lo que recomendamos le sea ~~pro~~probado su trabajo de tesis el cual tendrá que defender en su Examen General Público.

....

Sin otro particular, nos es grato suscribirnos del Sr. Decano
con muestras de alta consideración.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Emilio Escamilla
ASESOR
Investigador de Depto. Edafología


Ing. Salvador Castillo G.
ASESOR
Director Depto. de Edafología

/iam



Guatemala, Noviembre de 1978.

Honorable Junta Directiva.

Honorable Tribunal Examinador.

Cumpliendo con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, someto a vuestra consideración, el trabajo de tesis titulado: EFECTO DEL NITROGENO MAGNESIO Y AZUFRE, EN LA FERTILIZACION DE TRIGO (*Triticum aestivum* L/em. Thell), EN SUELOS SERIE OSTUNCALCO, QUEZALTENANGO como requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

Esperando vuestra aprobación para el presente trabajo, me es grato suscribirme respetuosamente.

Carlos Enrique Gutiérrez Loarca

ACTO QUE DEDICO

A Dios

A mis Padres

Jorge Luis Gutiérrez Vásquez
María Teresa Loarca de Gutiérrez

A mis Hermanos

Aura Yolanda
Jorge Luis

A mi abuelita

Cristina Alvarez Vda. de Loarca

A mi novia

T.S. Leticia G. De León Maldonado

A los esposos

Ing. Luis Nissen Barrientos
Ana María Serrano de Nissen

A mis primos

Ing. David Morales Loarca
Dr. Oliverio Morales Loarca
Br. Jorge Luis Loarca S.
Gustavo Loarca Domínguez

A mis asesores

Ing. Salvador Castillo Orellana
Ph. D. Emilio Escamilla E.

A la familia

Loarca Mazariegos

A mis amigos

Emmanuel Velásquez Anzueto
Rubén Estrada Angel
Francisco Pérez I.
César Armando Astorga G.
Salvador Gómez Escobar
Luis Alberto Peñalonzo M.
Salvador Bethancourt M.

DEDICO ESTA TESIS

A Guatemala

A la Facultad de Agronomía

A la gran familia triguera del país

AGRADECIMIENTO

Al personal del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, ICTA y Labor Ovalle, por su valiosa colaboración en la ejecución de los trabajos de campo de la presente tesis.

CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION Y JUSTIFICACION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
III. MATERIALES Y METODOS:	7
1) MATERIAL USADO	7
2) LOCALIZACION DEL CAMPO EXPERIMENTAL	7
3) METODOLOGIA EXPERIMENTAL	7
4) PREPARACION E INSTALACION DEL EXPERIMENTO	8
IV. RESULTADOS Y DISCUSION:	11
1) RENDIMIENTO	11
2) ALTURA DE PLANTAS, LARGO DE ESPIGAS Y NUMERO DE FLORECILLAS POR ESPIGA	19
3) PESO ESPECIFICO Y PESO DE MIL SEMILLAS	23
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
VI. BIBLIOGRAFIA	33
VII. APENDICE	37

I INTRODUCCION Y JUSTIFICACION

El trigo es una planta que se viene cultivando en el país desde hace muchos años, siendo el destino del grano eminentemente de tipo alimenticio.

Según la Gremial de trigueros, en la actualidad hay una extensión de terreno cultivado con trigo en la república de 688,307 cuerdas de 25 varas por lado; equivalentes a 30,113.43 Has. lo que indica lo difundido del cultivo.

Lógicamente, al cultivarlo se persiguen altos rendimientos con la finalidad de obtener un buen ingreso económico y tratar a la vez de reducir la importación que anualmente se hace de este grano, ya que como lo indica Serrano L. (18) en su investigación, se cosechan al año aproximadamente un millón de quintales de trigo, siendo necesario para cubrir las necesidades del país producir dos millones y medio de quintales.

Unas de las características de la Serie de suelo referida al presente trabajo (Serie Ostuncalco), es la existencia de suelos sueltos, profundos, con un pH de 5.0 a 6.0, con un alto contenido de fósforo y de potasio y niveles bajos de calcio y magnesio.

Por las razones anteriormente descritas y basándose en las características de los suelos de la región, se decidió hacer este estudio experimental tomando como elementos nutritivos los que se encuentran en bajos niveles en el suelo, siendo estos, el nitrógeno, calcio, magnesio y azufre (éste último elemento y el nitrógeno se consideraron como deficientes aún, cuando no se realizó análisis de su disponibilidad en el suelo), para tratar de estudiar el efecto que estos nutrimentos tienen en el cultivo de tan importante cereal y, contribuir, media vez se efectúe el análisis de los datos obtenidos, a dar una posible recomendación de fertilización a los trigueros de la región.

El interés para una mejor explotación del suelo, y por ende, una mejor rentabilidad, debe ser no solamente desde el punto de vista económico sino también desde el punto de vista

social y colectivo, debido a la escasez de alimentos por el alto crecimiento de la población.

Actualmente se han hecho múltiples estudios en trigo, experimentos y pruebas de campo, en lo que a fertilización edáfica se refiere, por parte del ICTA y la Gremial de Trigueros, pero según pláticas con personas de estas entidades, únicamente se han limitado a hacer variar los niveles de nitrógeno, fósforo y potasio y muy poco se ha estudiado el efecto de otros elementos nutritivos.

Por todo lo anteriormente expuesto, se considera al presente trabajo de suma importancia y constituirá, como ya se mencionó, una posible guía para la fertilización del trigo en el área que ocupa la serie Ostuncalco, mediante el conocimiento del efecto de los elementos nutritivos usados en la presente tesis.

El objetivo que se persigue en el presente trabajo, es determinar el efecto de la aplicación de los nutrimentos que se consideran deficientes en la serie de suelos estudiada, en el cultivo de trigo, a través de las mediciones y estudio de los siguientes factores:

- a) Altura de las plantas
- b) Largo de las espigas
- c) Número de florecillas por espiga
- d) Peso específico (Kg/Hlt)
- e) Peso de mil granos ó semillas
- f) Rendimiento

II REVISION DE LITERATURA

Es de suma importancia indicar lo que Justus von Liebig (19) dió a conocer al respecto de las leyes del Mínimo y de la Restitución:

Primera Ley: "La ausencia de un elemento indispensable, anula la acción y presencia de los restantes por abundantes que estos sean en el suelo".

Segunda Ley: "La remoción anual de nutrientes por los cultivos, obliga a restituirlos si no se quiere perder la fertilidad del suelo".

Buckman y Brady (2) dicen que una dosificación adecuada de nitrógeno en cereales, aumenta tanto el volumen del grano como su porcentaje de proteínas y también regula el uso de fósforo y potasio así como también otros elementos nutritivos.

Estos mismos autores dicen que la cantidad de nitrógeno en el suelo es pequeña y que la cantidad que es removida año con año por cada cosecha, es relativamente alta. De allí la necesidad de devolver la cantidad extraída para poder obtener rendimientos altos. Fox, R. H. (6) es de la misma opinión que los anteriores en cuanto a lo de devolver el nitrógeno extraído por las cosechas anuales, indicado en su obra "fertilización con nitrógeno en los trópicos húmedos", quien agrega que otra de las formas de perderse el nitrógeno es por filtración, llegando el momento en que se necesita agregar este elemento para poder alcanzar rendimientos elevados.

Jacob y von UexKül (8) opinan que en las regiones tropicales y subtropicales, es mas corto el período vegetativo del trigo comparado con las regiones de clima templado. También dicen que la disponibilidad de los nutrimentos debe ser alta en las primeras etapas del cultivo.

Las plantas absorben parte de su nitrógeno en forma de amonio (NH_4^+) y de nitrato (NO_3^-). Las cantidades de estas formas asimilables usadas por las plantas, dependen de las

cantidades que se les suministre como fertilizantes nitrogenados y de la liberación de las reservas de nitrógeno del suelo, contenidas en los compuestos orgánicos (19).

Tisdale y Nelson, citados por Castañeda Morales (3) indican que en cultivos extensivos, el azufre (S) se ha mostrado favorable en mezcla con el estiercol, pero su acción ha sido nula en presencia de algunos abonos minerales y orgánicos. Asociado con abonos nitrogenados el azufre ha dado resultados idénticos que un abono mineral completo (superfosfato, yeso, sulfato de potasa).

Tisdale y Nelson (19) reportan que en California se hizo un trabajo con azufre en trébol, en el cual se demuestra la rapidez con que se puede perder éste elemento de los suelos, bajo condiciones de lluvias fuertes y su efecto posterior en la producción, teniendo respuestas significativas en la adición de éste elemento, en dosis de 113.25 Kg/Ha. y de 339.75 Kg/Ha.

La desecación de los suelos tiene un efecto pronunciado sobre la mineralización del azufre, teniendo su efecto sobre el crecimiento de las cosechas. En Australia se ha observado que períodos prolongados de sequedad, son seguidos por un aumento fuerte del crecimiento de las plantas y se piensa que es el resultado, en parte, del aumento de la mineralización del azufre orgánico.

La materia orgánica es necesaria para mantener la buena estructuración del suelo, mejora la capacidad de retención de humedad, de fertilizantes, mejora la relación de humedad-planta-suelo, aumenta la capacidad de intercambio catiónico, evitando con esto, las pérdidas producidas por filtración de potasio, calcio y magnesio. Sirve como reserva de nitrógeno del suelo y su mineralización proporciona a las cosechas un suministro de nitrógeno, fósforo y azufre (19).

La inmovilización del azufre incorporado en algunos suelos, puede ser por la conversión de éste elemento a sus formas orgánicas. Esto puede suceder en suelos con un alto contenido de carbono y nitrógeno y cantidades muy bajas de azufre (19).

López de León (10) cita a H. V. Garner, que en su obra "Utilidad de los Fertilizantes", determina que el trigo extrae 80

Kg/Ha. de nitrógeno; 34 Kg/Ha. de fósforo y 46 Kg/Ha. de potasio.

Joret, citado por Jacob y von Uexkül (8) dice que 100 Kg. de trigo extraen del suelo 2.75 Kg de nitrógeno; 1.22 Kg. de fósforo y 3.5 Kg. de potasio.

Así mismo, Joret citado por Jacob y von Uexkül (8) determinó que la extracción de nutrimentos llevada a cabo por el trigo es de las magnitudes de 96 Kg/Ha. de N.; 43 Kg/Ha. de P_2O_5 y de 120 Kg/Ha. de K_2O .

Perdomo y Hampton (15) en su obra "Ciencia y Tecnología del Suelo" citan a Bennet, quien según su experiencia, una cosecha de 35 bushels de grano de trigo por acre, extraen del suelo 42 libras de nitrógeno, 20 libras de fósforo, 11 libras de potasio y 1 libra de calcio.

Anderson, K. D. (1) reporta para el año de 1959 en los Estados Unidos, una extracción de 208 Kg/Ha. de N.; 60.5 Kg/Ha. de P_2O_5 y de 181.5 Kg/Ha. de K_2O en una cosecha de 4940 Kg/Ha. de trigo.

Según Ramírez Aldana (16) por su experiencia de campo en el año 1969 concluyó que, la recomendación más favorable es aquella que tenga niveles de 75 Kg/Ha. de nitrógeno; 75 Kg/Ha. de fósforo; 100 Kg/Ha. de potasio y 12.5 Kg/Ha. de óxido de magnesio, alcanzando un rendimiento de 1600 Kg. de trigo por Ha.

Para las condiciones en las que se cultiva el trigo en Guatemala, Ortiz (13) señala que los mejores resultados se obtuvieron al hacer aplicaciones de 50 Kg/Ha. de nitrógeno en el momento de la siembra y 100 Kg/Ha. 30 días después de la siembra. La primera aplicación de nitrógeno fue acompañada de 100 Kg/Ha. de fósforo y de 100 Kg/Ha. de potasio.

López de León (10) en su trabajo experimental de tesis, da la información que para los suelos de Quezaltenango, se obtuvo el máximo rendimiento de trigo (3292 Kg/Ha) con la aplicación de 125 Kg/Ha. de nitrógeno; 225 Kg/Ha. de fósforo; 125 Kg/Ha. de potasio y 15 Kg/Ha. de magnesio.

Tisdale y Nelson (19) dicen que el empleo aproximado de nutrientes para un rendimiento de 60 bushels/acre de grano de trigo, es de 33.97 Kg/Ha. de nitrógeno; 6.79 Kg/Ha. de fósforo; 5.43 Kg/Ha. de potasio; 4.07 Kg/Ha. de magnesio y 2.26 Kg/Ha. de azufre.

III MATERIALES Y METODOS

1) El material usado fue el siguiente:

- 1.1) Parcelas experimentales de 12 mts² (4 X 3 mts).
- 1.2) Semilla de trigo Variedad "Chivito S".
- 1.3) Urea (Fuente de N : 45o/o)
- 1.4) Oxido de magnesio (Fuente de Mg : 60o/o)
- 1.5) Flor de azufre (Fuente de S : 100o/o)
- 1.6) Cal hidratada (Ca (OH)₂)

2) Localización del campo experimental.

La experimentación se llevó a cabo en la labor "Los Angeles", La Esperanza, municipio de Quezaltenango, a 3 Kms. sobre la carretera que de la cabecera municipal conduce a San Miguel Sigüilá.

Esta región se encuentra entre las paralelas geográficas: latitud norte 14° 52' 14"; Longitud oeste 91° 30' 52" de Greenwich, a una elevación sobre el nivel del mar de 2400 metros.

El área tiene una precipitación anual de 748.1 mm, siendo la mayor precipitación registrada en los meses de Mayo a Octubre; la temperatura media anual es de 12.8°C y la humedad relativa en promedio es de 74o/o (7).

3) Metodología experimental.

El diseño experimental usado fue de Bloques al Azar, en arreglo de factorial completo con parcelas subdivididas. Este diseño consta de 9 tratamientos para el factorial, más 2 testigos parciales y 1 testigo absoluto, con 4 repeticiones acondicionadas en 4 bloques. La distancia entre cada parcela es de 0.60 m. y entre repeticiones de 0.90 m. Se usaron para el ensayo tres relaciones de N : Mg y, tres niveles de fertilización (tanto para el nitrógeno como para el magnesio), mientras que el azufre se aplicó en dos niveles.

Las relaciones y los niveles fueron los siguientes:

Relación N : Mg (T - a):

- 1) 1 : 1
- 2) 1.5 : 1
- 3) 2 : 1

Nivel del fertilizante (T - b):

- a) 1 Nivel recomendado
- b) 1.5 del nivel recomendado
- c) 2 del nivel recomendado

El nivel de fertilización recomendado por el laboratorio de suelos del ICTA fue de 80 Kg/Ha. de N. y 25 Kg/Ha. de Mg.

Los tratamientos fueron los siguientes:

<u>Tratamiento</u>	<u>N. Kg/Ha.</u>	<u>Mg. Kg/Ha.</u>	<u>S. Kg/Ha.</u>
1	80	25	0 - 20
2	120	37.5	0 - 20
3	160	50	0 - 20
4	120	25	0 - 20
5	180	37.5	0 - 20
6	240	50	0 - 20
7	160	25	0 - 20
8	240	37.5	0 - 20
9	320	50	0 - 20
10	0	25	0 - 20
11	80	0	0 - 20
12	0	0	0 - 0

Como se puede apreciar, hay en el experimento 2 testigos parciales y un testigo absoluto (No. 10 y No. 11; No. 12, respectivamente), que serán de suma utilidad como bases de comparación.

4) Preparación e instalación del experimento.

En primer lugar se procedió a arar y rastrear el área experimental un mes y medio antes de la siembra; luego se

tomaron muestras de suelo del área a utilizar (1.78 cdas.) y se enviaron al laboratorio del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola, ICTA, para conocer el nivel de los elementos fósforo, potasio, calcio y magnesio, el cual dió los siguientes resultados:

pH	Microgramos/ml		meq./100 ml. de Suelo.	
	P	K	Ca.	Mg
5.3	50.0	390.0	3.40	0.50

La recomendación que el laboratorio dió fue de una tonelada por manzana de cal dolomítica para corregir en parte las deficiencias de los elementos calcio y magnesio. Para éste propósito no convenía el uso de la cal dolomítica por contener magnesio, elemento que es parte de éste estudio y que podía hacer variar en cierta forma las observaciones y cálculos, habiéndose usado para el efecto cal hidratada ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) en la misma dosificación de lo recomendado por el laboratorio de suelos del ICTA.

El 27 de Mayo de 1977 se procedió a incorporar al terreno la enmienda para modificar un poco de pH; es decir, esto se verificó un mes antes de la siembra. El 25 de Junio se volvió a rastrear y se midieron las parcelas (48 en total), dejando estacas delimitando cada una de ellas.

Antes de la siembra se aplicó el nitrógeno y/o magnesio en bandas (según las dosificaciones del tratamiento) a lo largo de los 4 metros de las parcelas. Este tratamiento de nitrógeno y/o magnesio se ha empleado en toda la parcela (12 mts^2), mientras que el azufre solo en la mitad de ellas, es decir en los 6 mts^2 ($4 \times 1.5 \text{ mts}$). Inmediatamente después de aplicado el fertilizante, éste fue tapado y la siembra de la semilla se hizo también en forma de bandas o surcos, entre las bandas del fertilizante, separadas 0.15 mts .

Es de suma importancia hacer notar que en el momento de la siembra se aplicó todo el magnesio y el azufre y solo la mitad del nitrógeno. La segunda parte de éste elemento nutritivo se aplicó 35 días después de la siembra.

Otras de las prácticas agronómicas efectuadas al cultivo fueron las de aplicación del herbicida "Tribunil", en dosis de 1.5

Kg/Ha. 10 días después de la siembra y la de mantener una constante limpieza de las "Calles" con azadón.

15 días después de estar en período de completa floración se hicieron ciertas medidas por tratamiento, en cuanto a la altura de las plantas, largo de las espigas y número de florecillas por espiga.

El corte y tría se efectuó el 12 y 13 de Enero de 1978, procediendo seguidamente a tomarle a cada muestra su temperatura y su constante de humedad, por medio del medidor Steinlite Electronic Tester, Modelo G., para llevar posteriormente el peso de cada tratamiento a una humedad de grano de 14o/o y determinar el rendimiento por parcela, su peso específico y el peso de 1000 semillas o granos. La parcela neta de cada tratamiento varió desde $2.50 - 3.00 \times 0.80 - 0.95$ mts. (2.00 a 2.85 mts²). El rendimiento por tratamiento fue ajustado a el área de la parcela neta cosechada.

Tanto la semilla, como las balanzas, triadora y otros instrumentos usados fueron proporcionados como colaboración por el ICTA de Quezaltenango.

Se aclara que cada una de las variables fue analizada individualmente y no se hizo ninguna fórmula para un estudio interrelacionado entre ellas.

IV RESULTADOS Y DISCUSION

Cada elemento ejerce una o varias funciones específicas dentro de las plantas, ya sea como un constituyente o como un activador, y por lo tanto, su ausencia o su concentración por debajo del rango normal producirá trastornos que se pueden manifestar en anormalidades morfológicas y/o fisiológicas.

1. Rendimiento.

El Cuadro No. 1 sirve de base para los análisis que posteriormente se efectúan, el cual se ha dividido en dos partes para poder apreciar en una mejor forma los 9 tratamientos de que consta el presente trabajo y sus respectivos resultados y, los 3 restantes son los testigos parciales y absoluto, bases de comparación en el estudio.

El Cuadro No. 2 se refiere al análisis de todos los tratamientos de la investigación, excluyendo al tratamiento No. 12 (testigo absoluto) por no tener el tratamiento con azufre, mientras que el Cuadro No. 3 contiene el análisis estadístico de 9 tratamientos, sin tomar en cuenta a los testigos parciales y absoluto.

En el Cuadro No. 2 se aprecia el nivel de significancia en los rendimientos, tanto para los tratamientos en general (T-g) como para los tratamientos con y sin azufre (T-s). Es importante hacer notar que el T-g es significativo al 0.05 de probabilidad en el Cuadro No. 2, mientras que el Cuadro No. 3 no acusa ninguna significancia estadística en este tratamiento. El T-s por su parte, tiene una significancia estadística alta (0.01 de probabilidad) en ambos cuadros, pero su interacción no es significativa (Cuadro No. 2 y No. 3), lo que significa que ambos tratamientos ejercen una acción fuerte en el rendimiento total, pero cada uno lo ejerce por su parte y no en interacción o unidos. La no significancia del T-g en el Cuadro No. 3 se puede explicar que no hubo diferencia estadística dentro de los tratamientos al comparar el rendimiento del nivel más bajo de fertilización (aplicación de la recomendación del Laboratorio de Suelos de ICTA) con los restantes, excluyendo los de los testigos parciales y el del testigo absoluto.

CUADRO No. 1

12

Tratamiento	Rendimiento en ton/Hg.			Peso Específico (Kg/Hlt)			Peso de 1000 Semillas (gr.).		
	Promedio	Con S.	Sin S.	Promedio	Con S.	Sin S.	Promedio	Con S.	Sin S.
1	4.86	5.06	4.65	70.68	70.90	70.46	40.87	41.60	40.13
2	5.24	5.53	4.94	71.88	72.20	71.55	42.01	41.59	42.42
3	4.21	4.11	4.30	72.09	71.55	72.63	40.52	40.39	40.64
4	4.75	4.77	4.72	72.96	73.06	72.85	43.28	43.54	43.01
5	4.61	5.10	4.11	72.25	71.87	72.63	42.22	43.22	41.21
6	4.93	5.30	4.55	71.88	71.55	72.20	40.57	40.72	40.41
7	4.94	5.51	4.37	71.33	72.20	70.46	40.70	40.93	40.47
8	4.98	5.34	4.62	71.88	72.52	71.24	41.05	41.40	40.70
9	6.21	6.32	6.10	71.71	72.52	70.90	42.11	42.52	41.70
10	3.74	4.06	3.42	73.07	73.93	72.20	40.93	41.20	40.66
11	4.41	4.50	4.31	73.01	73.50	72.52	41.54	42.11	40.96
12	3.62		3.62	71.87		71.87	35.82		35.82
media	4.71	5.05	4.48	72.05	72.35	71.79	40.97	41.75	40.68

Para facilitar la interpretación del Cuadro No. 3 se investigará cuales son cada uno de los efectos de los tratamientos dentro del factorial (T-a y T-b) con y sin la adición de el nutrimento azufre.

CUADRO No. 2

ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO DE LOS TRATAMIENTOS, SEGUN LAS RELACIONES Y NIVELES (T-g) CON PARCELAS SUBDIVIDIDAS (T-s)

Fuente de variación	G.L.	C. Medio ¹⁰	F
Réplica	3	11.253	8.125 **
Tratamiento (g)	10	3.225	2.329 *
Error (g)	30	1.385	
Tratamiento (s)	1	8.47	15.920 **
Interacción (g X s)	10	0.232	0.436 NS
Error (s)	33	0.532	
Total	87		
Coeficiente de variación (g) : 24.47o/o			
Coeficiente de variación (s) : 15.16o/o			

(*) : Significativo al 0.05 de probabilidad.

(**) : Significativo al 0.01 de probabilidad.

(NS) : No Significativo.

CUADRO No. 3

ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO DEL FACTORIAL 3² (T-g) CON PARCELAS SUBDIVIDIDAS (T-s)

Fuente de variación	G.L.	C. Medio	F
Réplica	3	9.57	6.51 **
Tratamiento (g)	8	2.68	1.82 NS
Error (g)	24	1.47	
Tratamiento (s)	1	7.95	12.82 **
Interacción (g X s)	8	0.25	0.40 NS
Error (s)	27	0.62	
Total	71		
Coeficiente de variación (g) : 24.40o/o			
Coeficiente de variación (s) : 15.84o/o			

(**) : Significativo al 0.01 de probabilidad.

(NS) : No Significativo.

En los Cuadros No. 4 y No. 5 se ve que las relaciones de N : Mg y los niveles de fertilizante, tanto con azufre (Cuadro No. 4) como sin éste elemento (Cuadro No. 5) no tienen diferencia estadística significativa en el rendimiento, pero sí en íntima interacción de los tratamientos del factorial, notándose en ellos una probabilidad alcanzada de 0.01, de lo cual se deduce que es la interacción la que ejerce una acción fuerte o significativa en el rendimiento, no así los tratamientos en una forma aislada, asumiéndose que ambos tratamientos tuvieron un igual comportamiento, a pesar de que los resultados en donde se usó azufre son mayores a un nivel altamente significativo (Cuadro No. 2) en casi todos los casos en sus promedios totales (Cuadro No. 1, columna de rendimientos).

CUADRO No. 4

ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO DEL FACTORIAL 3² SEGUN EL T-a Y T-b CON AZUFRE

Fuente de variación	G.L.	C. Medio	F
Réplica	3	11.08	16.54 **
Tratamiento (a)	2	0.745	1.11 NS
Tratamiento (b)	2	1.020	1.52 NS
Interacción (a x b)	4	3.19	4.76 **
Error	24	0.67	
Total	35		
Coeficiente de variación : 15.65o/o			

(**) : Significativo al 0.01 de probabilidad.

(NS) : No Significativo.

CUADRO No. 5

ANALISIS DE VARIANZA DEL RENDIMIENTO DE GRANO DEL FACTORIAL 3² SEGUN EL T-a Y T-b SIN AZUFRE

Fuente de variación	G.L.	C. Medio	F
Réplica	3	5.18	14.00 **
Tratamiento (a)	2	1.02	2.76 NS
Tratamiento (b)	2	0.705	1.91 NS
Interacción (a x b)	4	2.67	7.22 **
Error	24	0.37	
Total	35		
Coeficiente de variación: 12.91o/o			

(**) : Significativo al 0.01 de probabilidad.

(NS) : No Significativo.

Para una mayor facilidad en la interpretación, se deberán examinar los rendimientos promedios. La mejor relación N : Mg a través de todos los niveles (Cuadro No. 6) es la de la mayor dosificación de nitrógeno, pudiéndose ver el aumento del rendimiento en el promedio general y en los promedios tanto con azufre como sin él, al maximizar la relación.

Esto nos indica que a pesar de ser suelos deficientes en magnesio, la eficiencia del nitrógeno para incrementar rendimientos es mayor que la del magnesio, por lo que se recomienda una investigación mas profunda que la del presente estudio, para determinar en los suelos de la Serie Ostuncalco las dosis óptimas de cada uno de estos elementos, así como de calcio y de azufre.

La gráfica No. 1 nos ilustra lo dicho anteriormente y el tipo de curva nos indica que ésta relación puede ser aumentada para poder obtener un mayor rendimiento.

CUADRO No. 6

**PROMEDIOS DEL RENDIMIENTO EN TON/Ha. DE
LAS RELACIONES N : MG (T-a) A TRAVES
DE TODOS LOS NIVELES**

Relación	Promedio	Con "S"	Sin "S"
1.0 : 1	4.77	4.90	4.63
1.5 : 1	4.76	5.06	4.46
2.0 : 1	5.38	5.72	5.03
Media	4.97	5.23	4.71

El efecto de los niveles de nitrógeno y magnesio (T-b) a través de las diferentes relaciones en el rendimiento se aprecian en el Cuadro No. 7, el cual nos indica que a mayores niveles de nitrógeno y magnesio se incrementa el rendimiento; así vemos que desde un testigo con 3.62 Ton/Ha. de rendimiento, se alcanzan 5.24 Ton/Ha. con 1.5 del nivel recomendado, tanto de nitrógeno como de magnesio.

CUADRO No. 7

**EFFECTO EN EL RENDIMIENTO EN TON/Ha. DE LOS
NIVELES DE RECOMENDACION DE NITROGENO Y
MAGNESIO A TRAVES DE LAS DIFERENTES RELACIONES**

Niveles de Recomendación			Promedio	Con "S"	Sin "S"	
N	—	Mg				
0	—	0	3.62		3.62	Testigos
0	—	1	3.74	4.06	3.42	
1	—	0	4.41	4.50	4.31	
1	—	1	4.86	5.06	4.65	T-b
1.5	—	1.5	5.24	5.53	4.94	
2.0	—	2.0	4.21	4.11	4.30	
Media			4.35	4.65	4.21	

Las gráficas No. 2, No. 3 y No. 4, demuestran el aumento del rendimiento en grano en los diferentes niveles de nitrógeno y magnesio a través de las distintas relaciones estudiadas de estos elementos en el presente trabajo, notándose que los niveles que han sido recomendados por el laboratorio de suelos dan rendimientos mas bajos comparados con los nuevos niveles que se ensayan, variando los resultados desde 4.30 Ton/Ha. para la relación 1.0 : 1 sin azufre, hasta 6.32 Ton/Ha. para la relación 2.0 : 1 con azufre.

Un caso análogo al anterior sucede con las gráficas No. 5 No. 6 y No. 7, en las que se nota el efecto de los tres elementos usados en la fertilización en el presente trabajo, y al elevar los niveles de nitrógeno y magnesio, se pueden observar las diferencias en cuanto al rendimiento de grano, que mientras es aumentado el nivel de nitrógeno y el rendimiento se incrementa con aplicación de 50 Kg/Ha. de magnesio, siendo superiores en casi todos los casos los tratamientos azufrados.

Las curvas de las diferentes dosificaciones de magnesio en estas gráficas (No. 6, No. 7 y No. 8) siguen más o menos la misma tendencia, haciéndose máxima la de los mayores niveles de nitrógeno y magnesio.

Es de suma importancia hacer notar que los máximos rendimientos se obtuvieron con las mayores relaciones de nitrógeno y magnesio y niveles de fertilizante, tratadas con azufre. Probablemente esto tiene como explicación, en primer lugar, el hecho de haber desarrollado el experimento en un suelo con un alto contenido de materia orgánica y en segundo lugar, lo que viene a corroborar lo dicho por Tisdale y Nelson (19), que uno de los efectos benéficos del azufre es aumentar el peso del grano como resultado de provocar una mayor asimilación de nitrógeno. Esto parece estar de acuerdo con lo dicho por Fassbender, H. W. citado por Castañeda Morales (3), que en presencia de azufre la planta es capaz de absorber mayores cantidades de sales amoniacaes que son directamente asimilables y esto se manifiesta ordinariamente, en un aumento de los rendimientos.

En dichos rendimientos no cabe duda de que también influyó la alta dosificación de nitrógeno, elemento que tiene

entre otras de sus funciones, incrementar el peso y la calidad nutritiva del grano al aumentar la proteína. A éste respecto, Rodríguez Quezada (17) nos dice, que el aumento en el contenido de proteína en la semilla de frijol negro, fue directamente proporcional a los niveles de nitrógeno aplicado en forma foliar. Un dato similar considera Chonay, J. J. citado por Rodríguez Q. (17) al observar el incremento de proteína conforme se aumenta el nivel de nitrógeno aplicado al suelo.

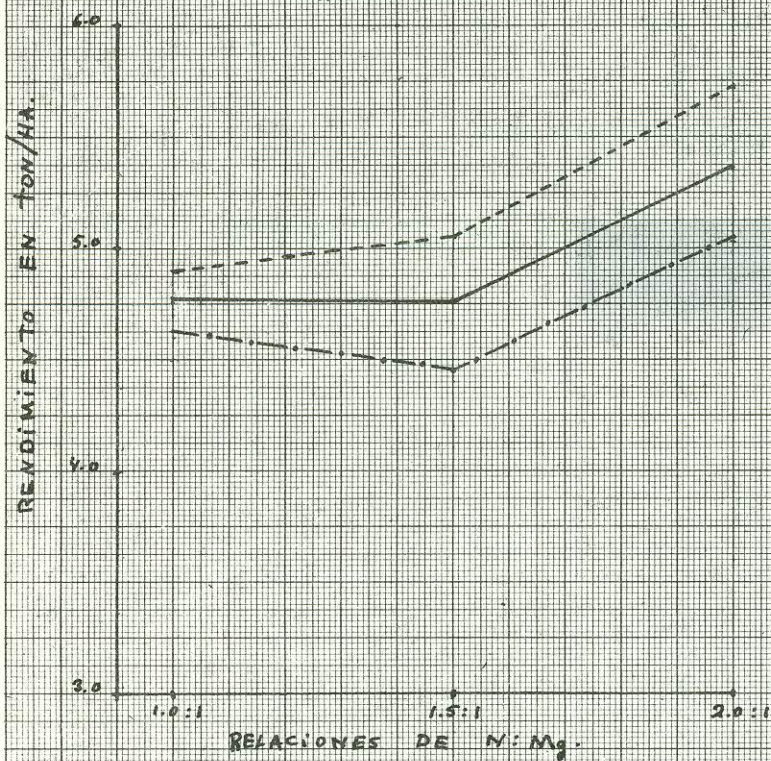
Es oportuno indicar que las parcelas con el nivel mayor de nitrógeno (320 Kg/Ha.) tuvieron una maduración retrasada y fueron afectadas por acame, que aunque mínimo, no dejó de causar ciertas pérdidas sobre todo en los bordes de las mismas; esto se observó con mayor intensidad en los tratamientos azufrados.

Nótese que en los Cuadros anteriores (No. 2, No. 3, No. 4 y No. 5), en lo referente al rendimiento en grano, se aprecia en ellos una diferencia estadísticamente significativa entre réplicas o bloques; estadísticamente esto significa que el experimento estuvo afectado por otras variables no controlables, pudiendo ser, el contenido de materia orgánica presente en el suelo.

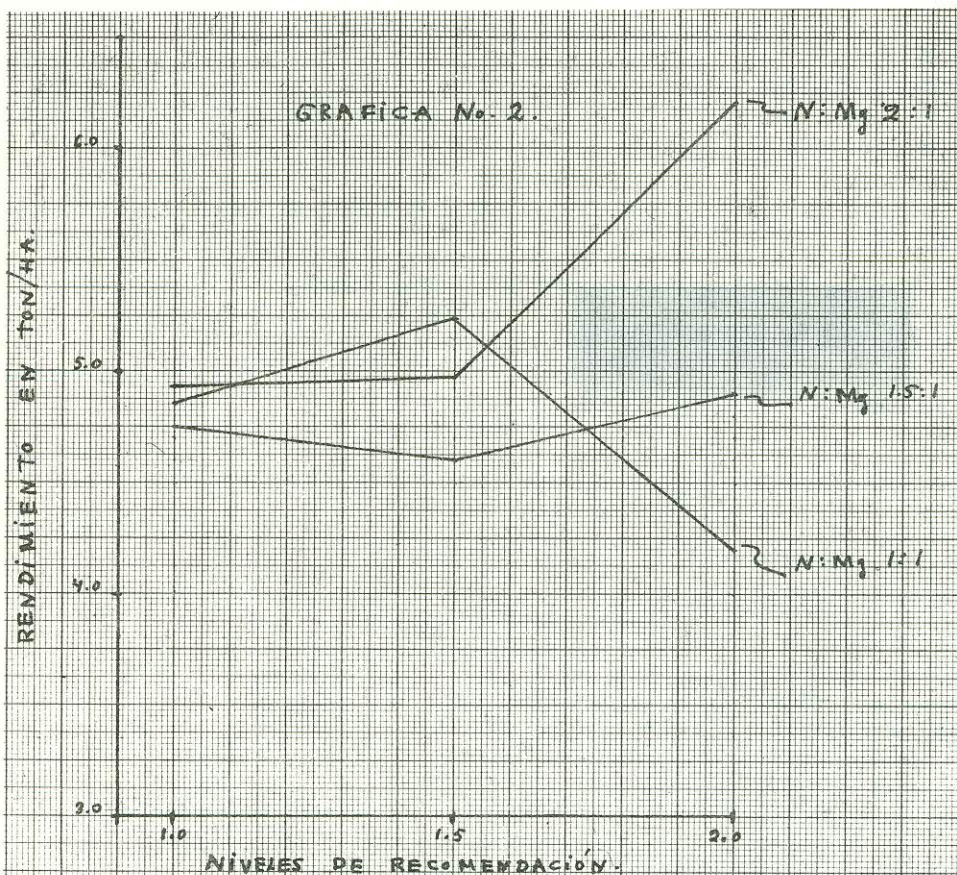
En lo que se refiere a los promedios por réplica (Cuadro No. 8) se notan variaciones entre cada una de ellas, debido en gran parte a la variación en el contenido de materia orgánica descompuesta y semidescompuesta del suelo. En los bloques III y IV hubo una menor cantidad que en los bloques I y II. Esta materia orgánica estaba compuesta en su mayor parte por restos de paja desmenuzada, producto de trías anteriores.

Debido a esta característica, los coeficientes de variación observados en el experimento fueron bastante altos y de esta forma se explica la diferencia estadísticamente significativa que existe entre repeticiones en la variable rendimiento.

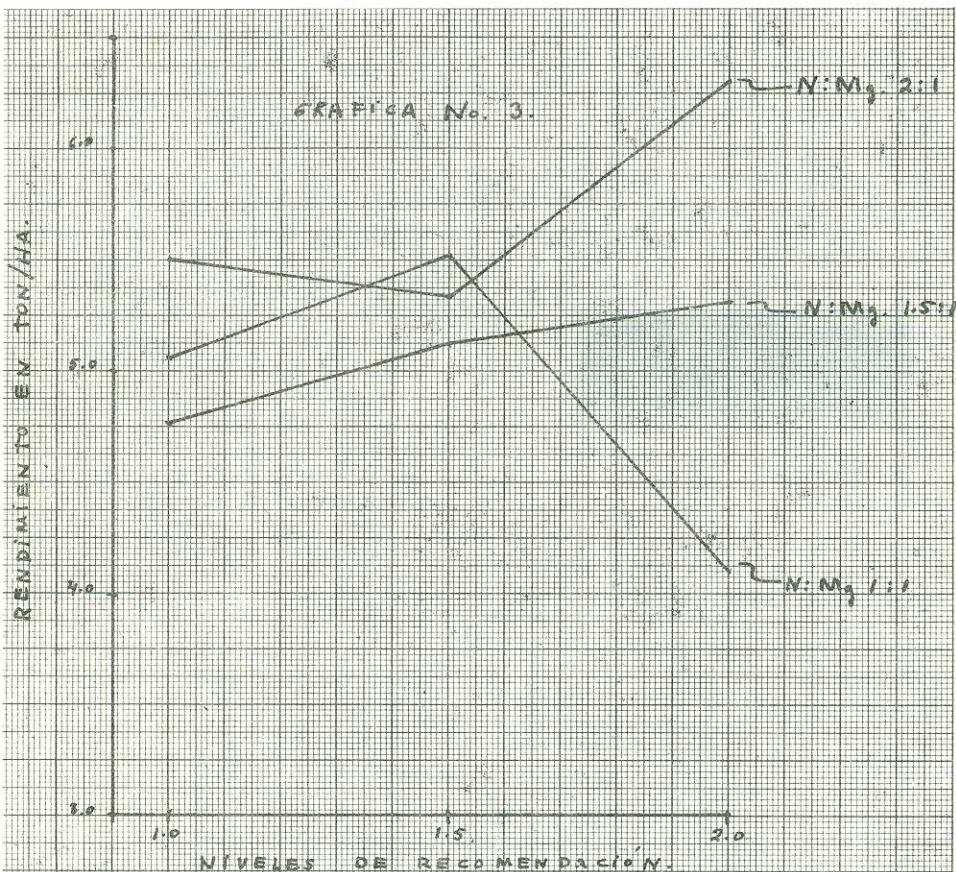
GRAFICA No. 1



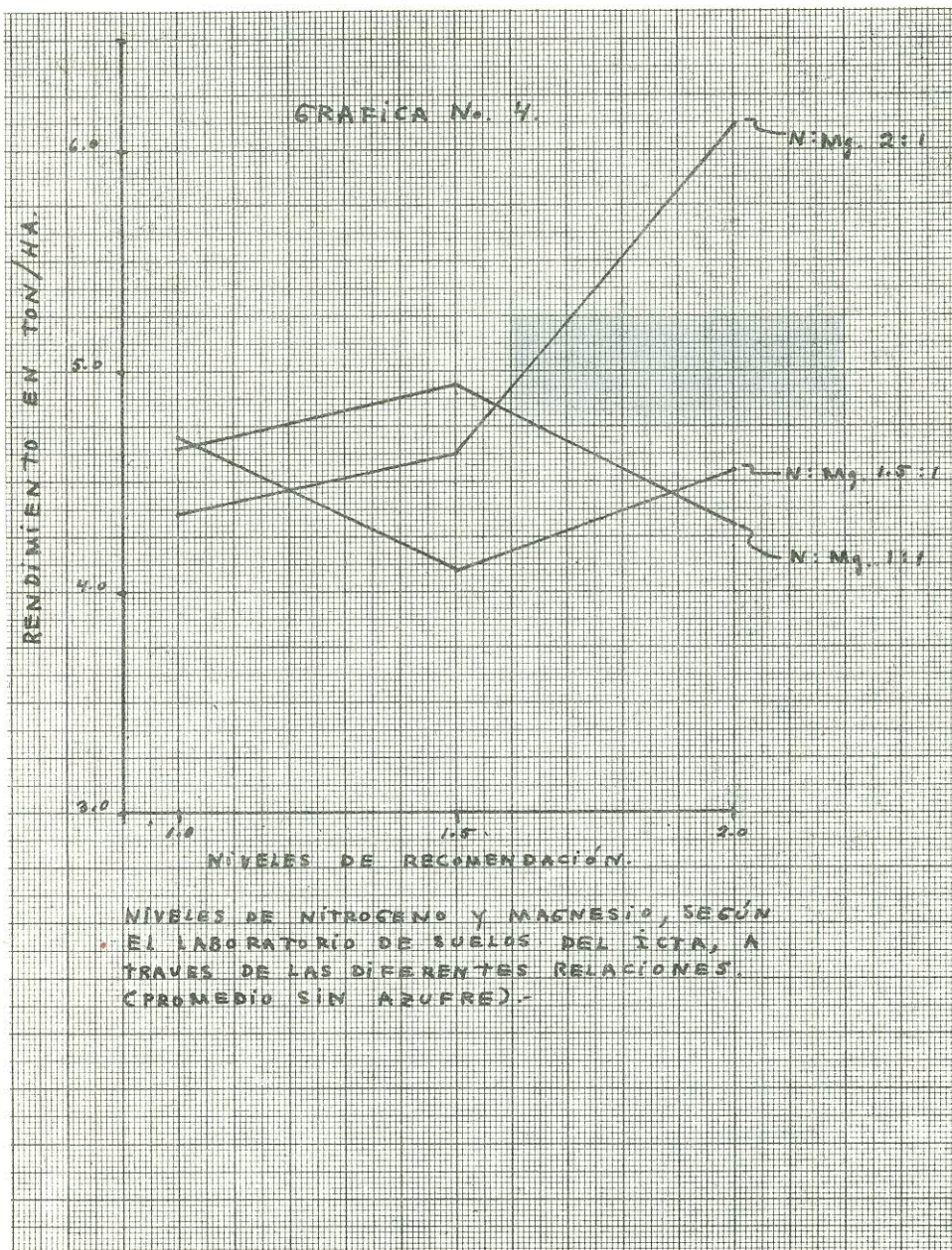
———— PROMEDIO GENERAL.
----- PROMEDIO CON AZUFRE.
-.-.-.- PROMEDIO SIN AZUFRE.

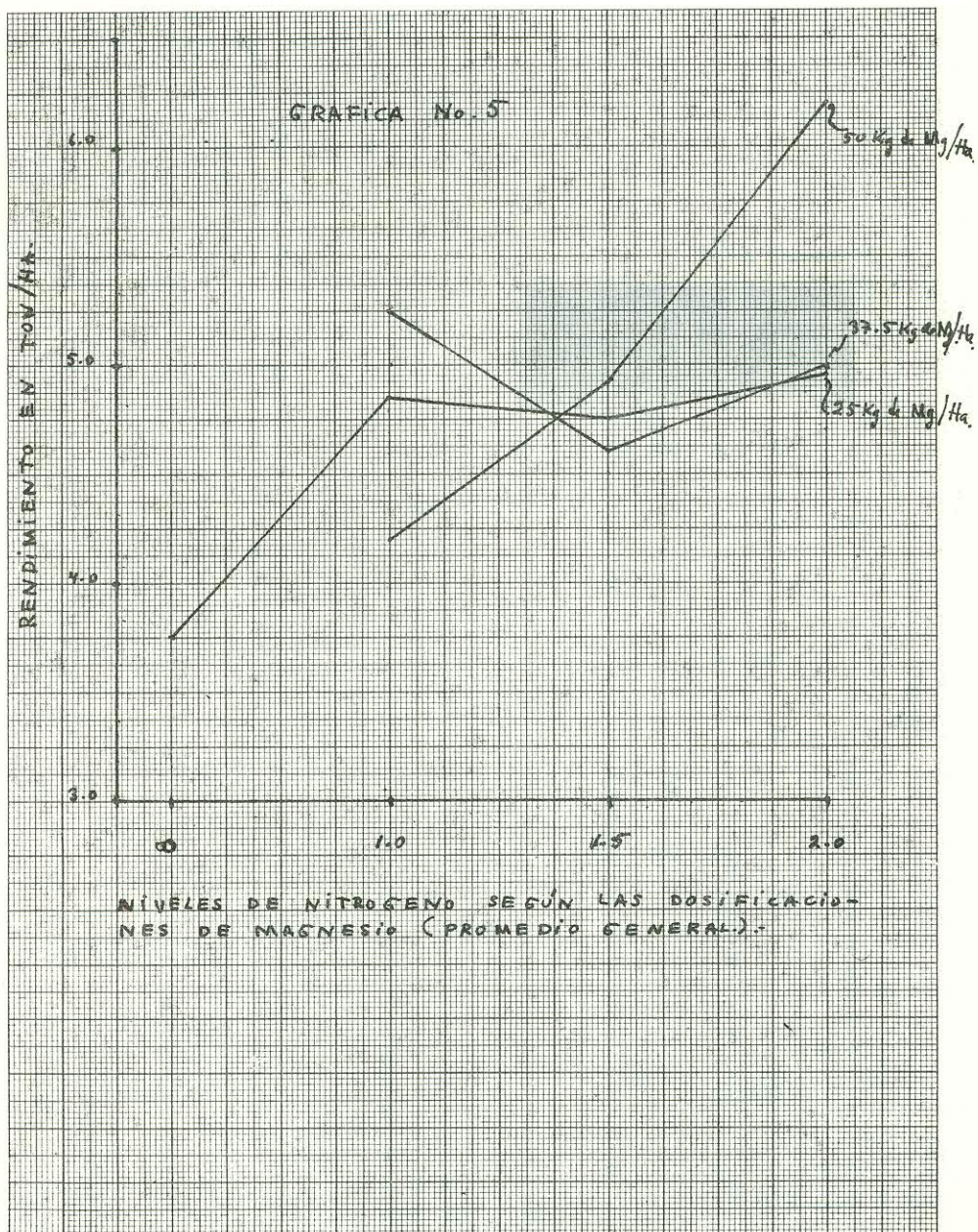


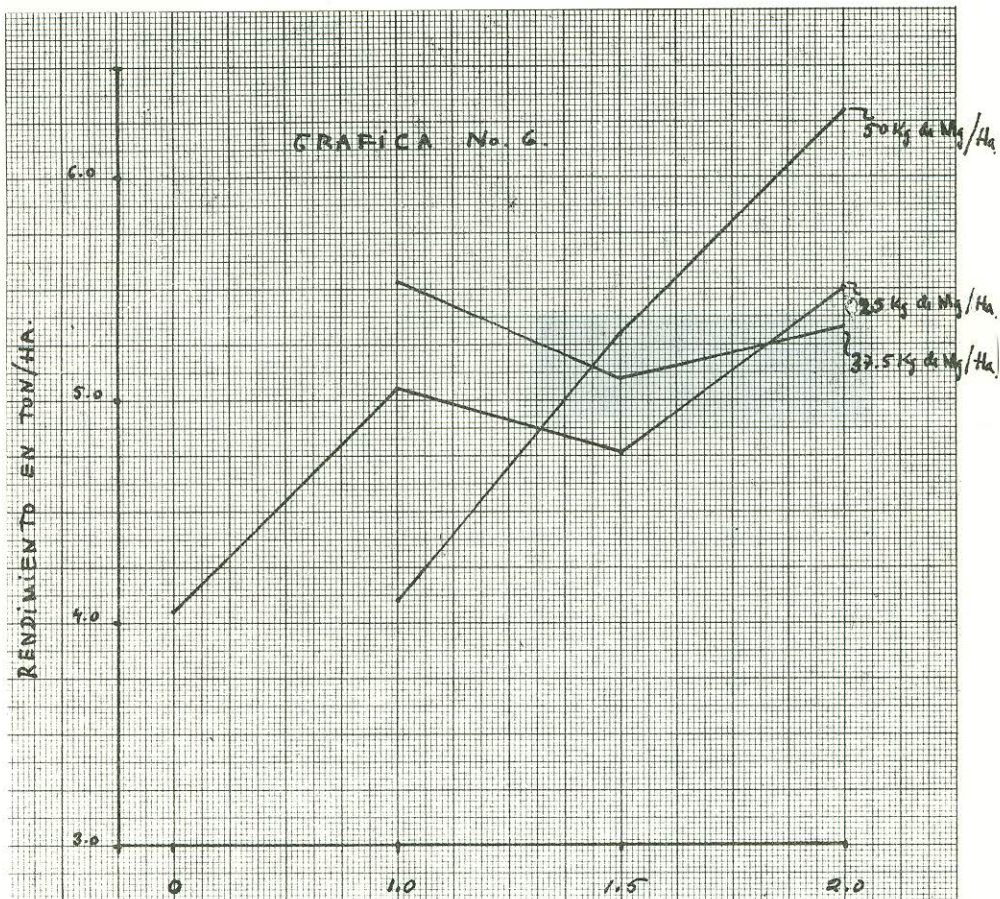
NIVELES DE NITRÓGENO Y MAGNESIO, SEGÚN
EL LABORATORIO DE SUELOS DEL ICTA, A
TRAVÉS DE LAS DIFERENTES RELACIONES.
(PROMEDIO GENERAL).



NIVELES DE NITRÓGENO Y MAGNESIO, SEGÚN
EL LABORATORIO DE SUELOS DEL ICTA, A
TRAVÉS DE LAS DIFERENTES RELACIONES.
(PROMEDIO CON AZÚCAR).

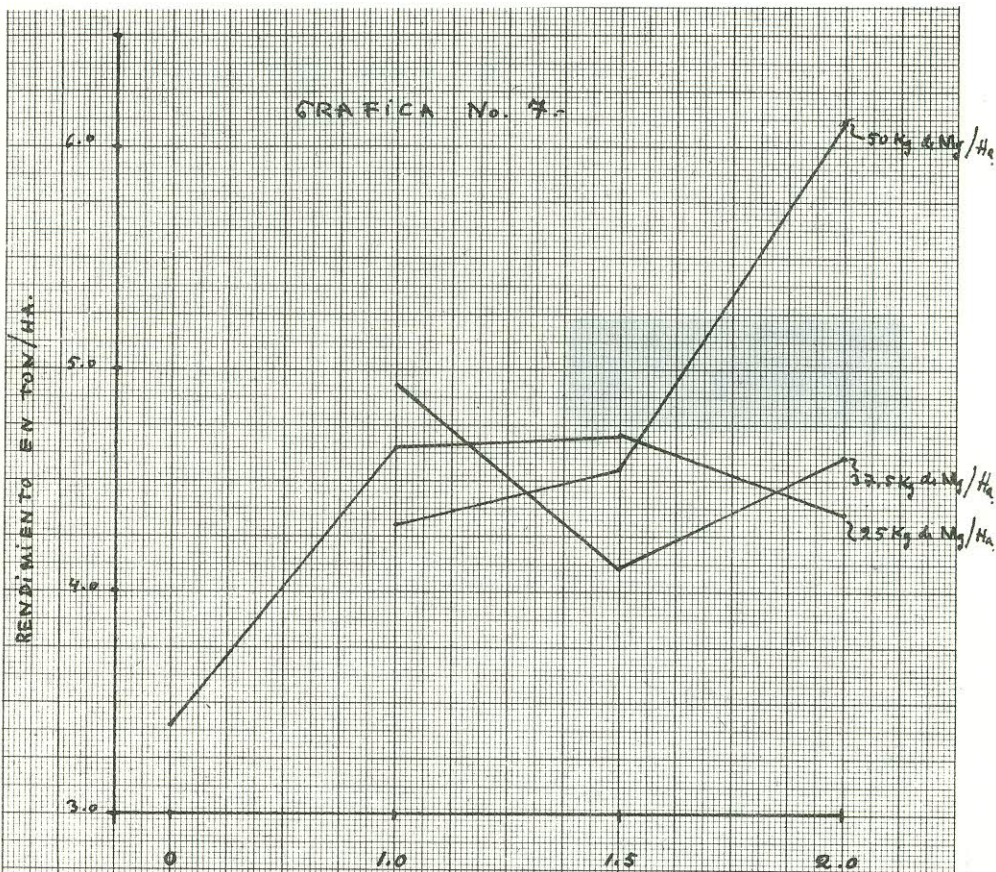






NIVELES DE NITROGENO SEGÚN LAS DOSIFICACIONES DE MAGNESIO (CON AZUFRE).-

GRAFICA No. 4-



NIVELES DE NITRÓGENO SEGÚN LAS DOSIFICACIONES DE MAGNESIO (SIN AZUFRE).

CUADRO No. 8

PROMEDIOS DEL RENDIMIENTO EN TON/Ha. POR REPLICAS O BLOQUES

<u>Réplica</u>	<u>Rendimiento Promedio</u>
I	5.42
II	5.43
III	3.95
IV	4.01

En el apéndice se encuentran los resultados del rendimiento en grano en Ton/Ha. por réplicas o bloques de los 12 tratamientos de que consta el presente estudio. En él se aprecia que en los bloques I y IV el rendimiento del testigo absoluto (No. 12) es menor que cualquiera de los otros tratamientos, con excepción del bloque II, en el cual se pone de manifiesto el efecto de la materia orgánica, ya que siendo testigo absoluto, es decir, sin ningún fertilizante, alcanzó un rendimiento superior a otras parcelas fertilizadas y del bloque III, cuya área estaba afectada por partes de materia orgánica, asumiéndose que fue esta variable la que influyó en las variaciones del rendimiento.

Otro dato importante es que los tratamientos No. 11 (fertilizados con 80 Kg. de N. por Ha. y 0 Kg. de Mg. por Ha.) tanto con azufre como sin éste elemento, alcanzaron un mayor rendimiento que los tratamientos No. 10 (0 Kg. de N. por Ha. y 25 Kg. de Mg. por Ha.). Esto es de suma importancia ya que nos viene a corroborar lo expresado en el Cuadro No. 6, que nos indica que es mayor la eficiencia del nitrógeno que la del magnesio para incrementar los rendimientos, aún cuando los suelos de ésta serie se consideran deficientes en magnesio.

2. **Altura de plantas, largo de espigas y número de florecillas por espiga.**

En el Cuadro No. 9 se aprecian los efectos tanto de las relaciones de nitrógeno y magnesio como de los niveles recomendados de estos elementos en la altura de plantas, largo de

espigas y número de florecillas por espiga, pudiéndose notar que los datos más altos se encuentran con las relaciones y con los niveles de 1.5, aunque la diferencia con los demás es muy pequeña.

Para los tres parámetros en cuestión se nota que las mayores expresiones se obtienen en los tratamientos en los que ha sido aportado azufre. Esto está de acuerdo con lo dicho por Ortiz (14) y, Perdomo y Hampton (15), en el sentido de que la deficiencia de azufre en un suelo, produce poco crecimiento radicular, se reduce el crecimiento de las hojas, afectando el desarrollo de las plantas enteras y como resultado de una síntesis pobre de proteínas la floración se ve restringida.

Por su parte, el nitrógeno (Cuadro No. 10) que es un elemento que incide en el buen desarrollo de las partes de las plantas y cuyo efecto es necesario para alcanzar rendimientos altos, así como que induce a una mejor absorción de fósforo, potasio, calcio y magnesio (19), en éste estudio produjo diferencias sobre todo en las alturas de las plantas, variando desde 86.25 cm. con un nivel 0, hasta 98 cm. con 180 Kg/Ha. de nitrógeno. En cuanto al largo de espigas y número de florecillas, estas alcanzan sus mejores resultados con los mayores niveles de nitrógeno, aunque siempre las diferencias son pequeñas, mientras que con magnesio estas se logran con un nivel de 37.5 Kg/Ha. (Cuadro No. 11).

La mejor relación de nitrógeno, magnesio y azufre para alcanzar los resultados más satisfactorios de los parámetros medidos y descritos anteriormente es la de aplicaciones de 120 Kg/Ha. de nitrógeno; 37.5 Kg/Ha. de magnesio y 20 Kg/Ha. de azufre, niveles que concuerdan con unos de los mejores resultados alcanzados en cuanto a rendimiento se refiere (Cuadro No. 1 tratamiento No. 2).

López De León (10) en su trabajo de experimentación obtuvo los mejores resultados en rendimiento de trigo con aplicaciones de 111 y 125 Kg/Ha. de nitrógeno. Por su parte, Ortíz Dardón (12) encontró diferencias significativas en el rendimiento con aplicaciones de 50 y 100 Kg/Ha. de nitrógeno, que concuerdan con lo obtenido por Ramírez Aldana (16), quién encontró el nivel óptimo de aplicación con 75 Kg/Ha. de nitrógeno.

CUADRO No. 9

EFFECTO DE LAS RELACIONES Y NIVELES DE FERTILIZANTE EN LOS PARAMETROS MEDIDOS

Relaciones	Número de Florecillas			Largo de Espigas (cm)			Altura de Plantas (cm)		
	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"
1 : 1	52	55	50	10.50	11.00	10.00	92.50	99.00	86
1.5 : 1	52	55	49	11.00	11.00	11.00	98.50	104.00	93
2 : 1	48	48	48	10.50	11.00	10.00	94.50	96.00	93
Media	50.67	52.67	49	10.67	11.00	10.33	95.17	99.67	90.67
Niveles de Recomendación									
0	51.00	—	51.00	10.00	—	10.00	90.00	—	90.00
1 (sin mg)	48.00	51.00	45.00	10.50	11.00	10.00	99.00	103.00	95.00
1 (con mg)	50.99	51.66	50.33	10.99	11.66	10.33	94.83	98.66	91.00
1.5 (con mg)	51.66	54.00	49.33	11.16	11.66	10.66	98.33	104.00	92.66
2 (con mg)	50.99	52.33	49.66	10.99	11.66	10.33	93.33	96.33	90.33
Media	50.53	52.25	49.06	10.73	11.50	10.26	95.10	100.50	91.80

CUADRO No. 10

EFECTO DE LOS NIVELES DE NITROGENO EN LOS PARAMETROS MEDIDOS

Kg/Ha. Nivel	Número de Florecillas			Largo de Espigas (cm).			Alturas de Plantas (cm).		
	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"
0	46.00	44.00	48.00	9.25	9.00	9.50	86.25	85.00	86.50
80	50.00	52.50	47.50	10.50	11.00	10.00	95.75	101.00	90.50
120	51.00	51.50	50.50	11.25	11.50	11.00	96.25	99.50	93.00
160	49.50	50.50	48.50	10.75	11.50	10.00	96.25	99.00	93.50
180	51.50	53.00	50.00	11.50	12.00	11.00	98.00	104.00	92.00
240	52.00	54.50	49.50	11.00	12.00	10.00	95.25	98.00	92.50
320	52.50	54.00	51.00	11.50	12.00	11.00	96.50	97.00	96.00
Media	50.36	51.43	49.29	10.82	11.29	10.36	94.89	97.64	92.00

En nuestro caso los rendimientos máximos en grano al 140/o de humedad se obtuvieron con dosificaciones elevadas de fertilizante, tanto con azufre como sin éste elemento (Cuadro No. 1 tratamiento No. 9). Dicho tratamiento es el de los máximos valores de nitrógeno y magnesio. El alto consumo de nitrógeno se puede decir que se debió en buena parte, a la gran cantidad de materia orgánica descompuesta y semidescompuesta presente en el suelo, siendo los valores de los elementos usados del orden de 320 Kg/Ha. de nitrógeno; 50 Kg/Ha. de magnesio y 20 Kg/Ha. de azufre.

No debemos descuidar la atención del tratamiento No. 2 que tiene un rendimiento bastante alto (5.24 Ton/Ha.) comparado con el testigo absoluto (No. 12) y los testigos parciales (No. 10 y No. 11), siendo superado únicamente por el tratamiento No. 9. Tal y como se apuntó anteriormente, el nivel de los fertilizantes empleados según el tratamiento No. 2 es del orden de 120 Kg/Ha. de nitrógeno, 37.5 Kg/Ha. de magnesio y 20 Kg/Ha. de azufre, cifras que concuerdan con las mejores relaciones de nitrógeno y de magnesio en los parámetros estudiados (altura de plantas, largo de espigas y número de florecillas) y con la conclusión a la que llegó López De León (10), quien obtuvo los mejores resultados en rendimiento de grano de trigo con aplicaciones de 111 y 125 Kg/Ha. de nitrógeno.

3. **Peso específico y Peso de Mil semillas.**

Tanto el nitrógeno como el magnesio y el azufre tienen entre sus funciones específicas, mejorar o aumentar el peso y la calidad del grano (5, 19, 20). Esto se indica en el Cuadro No. 1, en donde se expone ordenadamente el peso específico de los diferentes tratamientos y se puede observar que no es posible precisar con exactitud el tratamiento que induce a un mayor peso específico del grano, ya que basándonos en los promedios de los tratamientos, se nota una gran variación en los pesos y estos no tienen ninguna tendencia y no dan idea alguna de su comportamiento. Se indica esto como base para establecer comparaciones de los tratamientos contra el testigo absoluto (tratamiento No. 12), pero éste último no muestra ninguna diferencia con los demás. En cuanto al peso específico en sí, en forma general se nota que está bajo, pero probablemente esto se deba a que el trigo utilizado es de grano tipo suave.

CUADRO No. 11
EFFECTO DE LOS NIVELES DE Mg. EN LOS PARAMETROS MEDIDOS

kg/Ha. Nivel	Número de Florecillas			Largo de Espigas (cm)			Altura de Plantas (cm).		
	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"
0	49.50	51.00	48.00	10.50	11.00	10.00	97.75	103.00	92.50
25.0	49.37	49.75	49.00	10.50	11.00	10.00	91.50	94.00	89.00
37.5	51.66	54.00	49.33	11.16	11.66	10.66	97.66	102.66	92.66
50.0	50.91	52.33	49.50	10.99	11.66	10.33	94.99	96.33	93.66
Media	50.36	51.77	48.96	10.79	11.33	10.25	95.47	99.00	91.96

En cuanto al peso de 1000 semillas (Cuadro No. 1) se puede notar el efecto de los fertilizantes y se corrobora lo dicho por Fernández Valiela (5) y, Tisdale y Nelson (19), que tanto el nitrógeno como el magnesio y el azufre tienden a aumentar el peso del grano, pues el peso de cualquiera de los tratamientos es superior al peso del tratamiento testigo (No. 12) usado como medida de comparación. Los mejores promedios son los que pertenecen al tratamiento No. 4, pero los demás al igual que en los datos del peso específico no dan una buena idea de su comportamiento, ya que los datos varían sin ninguna tendencia.

Se debe tomar en cuenta que los mayores promedios de rendimiento, peso de 1000 semillas y de peso específico del grano, son los que pertenecen a los tratamientos con azufre (Ver Cuadros No. 1, No. 12 y No. 13).

Para el nitrógeno no es posible determinar (Cuadro No. 12) el mejor de los niveles para estos dos parámetros, notándose únicamente que para el peso de 1000 semillas cualquiera de los tratamientos es superior al testigo. Sin embargo, esto no es cierto con respecto al peso específico.

CUADRO No. 12

EFFECTO DEL NITROGENO SEGUN LOS NIVELES A TRAVES DE LAS DIFERENTES RELACIONES, CON Y SIN AZUFRE

Kg. N/Ha. Niveles	Peso Específico (Kg/Hlt)			Peso de 1000 semillas (gr.)		
	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"
0	72.98	73.93	72.03	39.72	41.20	38.24
80	71.84	72.20	71.49	41.19	41.85	40.54
120	72.42	72.63	72.20	42.65	42.57	42.72
160	71.71	71.88	71.55	40.61	40.66	40.56
180	72.25	71.87	72.63	42.22	43.22	41.21
240	71.88	72.04	71.72	40.81	41.06	40.56
320	71.71	72.52	70.90	42.11	42.52	41.70
Media	72.11	72.44	71.79	41.33	41.87	40.79

El Cuadro No. 13 muestra los resultados promediados de los diferentes niveles de magnesio usados en el experimento, tanto para el peso específico como para el peso de 1000 semillas y se observa una variación sin tendencia entre los datos, como en casos anteriores.

CUADRO No. 13

**EFFECTO DEL MAGNESIO SEGUN LOS NIVELES A
TRAVES DE LAS DIFERENTES RELACIONES,
CON Y SIN AZUFRE.**

Kg. Mg/Ha. Niveles	Peso Específico (Kg/Hlt).			Peso de 1000 semillas (gr.)		
	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"
00.0	72.84	73.50	72.19	40.25	42.11	38.39
25.0	72.00	72.52	71.49	42.68	41.81	43.56
37.5	72.00	72.20	71.81	41.76	42.07	41.44
50.0	71.89	71.87	71.91	40.07	41.21	40.92
Media	72.18	72.52	71.85	41.19	41.80	41.08

Rodríguez Quezada (17) en su investigación hecha en frijol expone: "a medida que se seleccione, ya sea por un alto número de vainas por planta o por un alto número de semillas por vaina, se estará mejorando el rendimiento" Lo anteriormente expresado por Rodríguez Q. lo podemos aplicar al presente estudio, ya que como se ve en cuadros anteriores, con relaciones de 1.5 : 1 de nitrógeno y magnesio se aumentan los rubros señalados (número de florecillas y largo de espigas), aumentándose de esta manera los rendimientos en grano.

Es de hacer notar que en los Cuadros No. 12 y No. 13 los valores de los parámetros están confundidos con respecto a los niveles de nitrógeno y magnesio. Para tener una idea mas realista del efecto se deberá consultar el Cuadro No. 14, en el que se presentan diferentes niveles de nitrógeno con una aplicación constante de 25 Kg/Ha. de magnesio. Un Cuadro parecido al No. 14 no se puede obtener con respecto a los niveles de

magnesio con una aplicación de nitrógeno en una forma constante, por estar confundidos ambos elementos a través de los distintos tratamientos, por lo que se recomienda analizar esta situación con respecto a rendimiento, ya que el peso específico del grano y el peso de 1000 semillas no presentan gran variación a través de los distintos niveles estudiados.

En cuanto al efecto del nitrógeno, éste se manifestó en primer lugar en el desarrollo vegetativo de las plantas (altura), siendo esto más notorio en los tratamientos que contenían azufre. Como ya quedó expresado anteriormente, las parcelas con el nivel más alto de nitrógeno (320 Kg/Ha.) tuvieron una maduración retrasada y fueron afectadas por acame, principalmente en los bordes, que aunque mínimo no dejó de afectar por las pérdidas causadas, principalmente, en los tratamientos azufrados, que fueron los que acusaron las mayores alturas, comprobándose de esta manera lo dicho por varios autores e investigadores sobre el efecto del nitrógeno (2, 4, 5, 11, 14, 15, 19, 20).

Parece ser que el nitrógeno acusa cierta relación con el magnesio, ya que ambos muestran los mejores resultados con relaciones de 1.5 : 1 en los parámetros medidos y en el rendimiento total, siendo éstos del orden de 120 Kg/Ha. de nitrógeno, 37.5 Kg/Ha. de magnesio y 20 Kg/Ha. de azufre, como quedó indicado anteriormente.

En cuanto al rendimiento, peso específico y peso de 1000 semillas, la aplicación de nitrógeno y magnesio no tiene un efecto lineal de incremento, ya que si bien es cierto, se alcanzaron rendimientos altos (Cuadro No. 1, tratamiento No. 9) superiores a todos los demás tratamientos, estos se alcanzaron con las máximas dosificaciones de nitrógeno y magnesio, pero en esto pudo haber influido también, la materia orgánica presente en el suelo.

En cuanto a la altura de las plantas, se produjo una disminución ya que con una relación de 1.5 : 1 de nitrógeno y magnesio, se tuvo un promedio de 98.50 cm. de altura y, al elevar la relación a 2.0 : 1, las alturas promedidas bajaron a 94.50 cm. Ramírez Aldana (16) en su trabajo de experimentación obtuvo una respuesta similar en cuanto a la altura, al ser aumentado el magnesio.

CUADRO No. 14

**EFFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE NITROGENO BAJO UN
NIVEL CONSTANTE DE MAGNESIO**

Niveles (Kg/Ha.) N — Mg	Rendimiento en ton/Ha.			Peso Específico (Kg/Hlt)			Peso de 1000 Semillas (gr.)		
	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"	Promedio	Con "S"	Sin "S"
0 — 25	3.74	4.06	3.42	73.1	73.9	72.2	40.9	41.2	40.7
80 — 25	4.86	5.06	4.65	70.7	70.9	70.5	40.9	41.6	40.1
120 — 25	4.75	4.77	4.72	73.0	73.1	72.9	43.3	43.5	43.0
160 — 25	4.94	5.51	4.37	71.3	72.2	70.5	40.7	40.9	40.5
Media	4.57	4.85	4.29	70.0	72.5	71.5	41.4	41.8	41.1

En cuanto al azufre, éste elemento nutritivo ejerce un efecto favorable en la producción, pudiéndose notar las diferencias en su incremento entre los diferentes tratamientos que llevan o no éste elemento, respecto a todos los parámetros medidos y estudiados, altura de plantas, largo de espigas, número de florecillas, relaciones y niveles de fertilizante, peso específico, peso de 1000 semillas y rendimiento en general.

En los tratamientos en donde se aplicó azufre se notó un mejor desarrollo vegetativo y una coloración verde más intensa, teniendo esto como explicación lo dicho por Fassbender, H. W. citado por Castañeda Morales (3), que el azufre favorece la transformación de los fermentos nítricos; así mismo, el mismo autor indica que el trabajo de las bacterias amonizantes del suelo es activado por la presencia del azufre.

El efecto del azufre es como activador de las bacterias y las plantas en presencia de este elemento, absorben mayores cantidades de sales amoniacales directamente asimilables, manifestándose esto en un aumento de los rendimientos.

Lo anteriormente dicho hace suponer que una adición de azufre produce un mayor consumo de las reservas nitrogenadas, siendo necesario compensar este consumo con aportaciones de nitrógeno, para evitar empobrecer estas reservas tal y como lo aconsejan Buckman y Brady (2) y Fox, R. (6).

V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1) El mayor efecto en cuanto a la altura de las plantas, largo de espigas y número de florecillas por espiga, se encuentra con las relaciones de 1.5 : 1 de nitrógeno y magnesio.
- 2) En cuanto a rendimiento y peso de 1000 semillas, todos los tratamientos se muestran superiores comparados con el testigo absoluto, lo que comprueba el efecto positivo de los elementos usados como nutrimentos.
- 3) A través de los niveles de fertilizante que se evaluaron se aprecia el aumento del rendimiento en grano (la variable medida más importante, económicamente), que varió desde 3.62 Ton/Ha sin fertilizante, hasta 6.21 Ton/Ha con los máximos valores de nitrógeno y de magnesio.
- 4) Los niveles con los cuales se alcanzaron los mayores rendimientos son del orden de 320 Kg/Ha. de nitrógeno, 50 Kg/Ha. de magnesio y 20 Kg/Ha. de azufre.
- 5) Según las respuestas obtenidas se concluye que el rendimiento se beneficia grandemente con aplicación de magnesio y azufre, siendo necesario contemplar estos elementos, dentro de las fórmulas de fertilizantes para trigo.
- 6) En suelos de la serie Ostuncalco se observó que el nitrógeno tiene una mayor efectividad en incrementar el rendimiento de grano de trigo que el magnesio.
- 7) El uso de azufre influye en una forma altamente significativa en el rendimiento, siendo los resultados obtenidos de los tratamientos con azufre mayores que los tratamientos sin éste elemento.
- 8) Estas conclusiones son valederas para las condiciones en que se efectuó el ensayo, y por lo tanto, se recomienda la confirmación de los resultados del presente trabajo, ya

que debido a las condiciones del suelo, éstas pudieron haber hecho variar las respuestas requeridas.

- 9) La aplicación de altos niveles de magnesio, usando como fuente óxido de magnesio, resulta sumamente caro, haciéndose necesario recomendar la exploración de otras fuentes de magnesio.
- 10) Se recomienda hacer variar los niveles de magnesio en trabajos posteriores, con la finalidad de poder determinar cual es su punto de inflexión en la curva ascendente del rendimiento y ver la eficiencia del nitrógeno respecto al magnesio, variando también los niveles del azufre.
- 11) Para los suelos de la serie Ostuncalco, que son bajos en calcio y magnesio, se recomienda la exploración del efecto de las adiciones de:
 - a) calcio y magnesio.
 - b) materia orgánica.
 - c) calcio, magnesio y azufre.
 - d) calcio, magnesio y materia orgánica.
 - e) calcio, magnesio, azufre y materia orgánica.con el objeto de tratar de obtener la mayor información posible sobre ésta serie de suelos para recomendaciones posteriores.

VI BIBLIOGRAFIA

- 1) ANDERSON, K. D. Fertilización. En: Agricultura de las Américas (USA). Diciembre. 1959 Vol. 7. 23 — 24 p.
- 2) BUCKMAN, H. O. y BRADY, N. C. Naturaleza y propiedades de los suelos. Trad. por: R. Salord. Barcelona, Montaner y Simmon, S.A., 1970, 590 p.
- 3) CASTAÑEDA MORALES, H. R. Efecto de la aplicación de azufre sobre el rendimiento de Sorgo Granífero (*Sorghum bicolor*) y su incidencia económica en Chiquimulilla, Santa Rosa. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, 1977. 27 p. (Tesis Ing. Agr.)
- 4) COOKE, G. W. Fertilizantes y sus usos. 2a. Ed. Trad. por: Alonzo Blackaller Valdez. México, Editorial Continental, 1965. 180 p.
- 5) FERNANDEZ VALIELA, M. Introducción a la fitopatología. 2a. Ed. Buenos Aires, Argentina, Editorial Marymar, 1952. 872 p.
- 6) FOX, R. H. Fertilización con nitrógeno en los trópicos húmedos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.) 1974. 16 p.
- 7) GUATEMALA, MINISTERIO DE AGRICULTURA. DIGESA. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Observatorio Nacional. Datos de las Estaciones Meteorológicas. S. F.
- 8) JACOB, A. y VON UEXKUL, H. Fertilización, nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. por: López Martínez de Alba. Alemania, Hannover Verlagsgesellschaft Für Ackerbau mbh, 1966. 626 p.
- 9) LABRADOR, J. Prontuario de agricultura ganadería e industrias agrícolas. 3a. Ed. Madrid, Editorial Tesoro. Serie: Carreras especiales Keeb. No. 37. 1970. 472 p.

- 10) LOPEZ DE LEON, E. E. Respuesta del trigo (*Triticum aestivum* L/em. Thell) a la fertilización con N-P-K y Mg. en suelos de Quezaltenango. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, 1974. 43 p. (Tesis Ing. Agr.).
- 11) MILLER, E. V. Fisiología Vegetal. Trad. por: Francisco Latorre. México, Uteha, 1967. 344 p.
- 12) ORTIZ DARDON, H. R. Evaluación de la respuesta del trigo (*Triticum aestivum* L/em. Thell) a la fertilización nitrogenada, usando dos fuentes, tres niveles y trece formas de aplicación. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, 1974. 32 p. (Tesis Ing. Agr.).
- 13) ORTIZ M., O. Experiencias sobre fertilización en Guatemala. Guatemala, Ministerio de Agricultura; Dirección General de Investigación y Control. 1965. 38 p. (Bol. Téc. No. 15).
- 14) ORTIZ M., O. Manual de suelos y fertilización del café. Guatemala, Anacafé, 1973. 89 p. (Bol. Téc. No. 12).
- 15) PERDOMO, R. y HAMPTON, H. E. Ciencia y tecnología del suelo. Guatemala, USAC, Centro de Producción de Materiales, 1970. 366 p.
- 16) RAMIREZ ALDANA, C. H. Exploración de la respuesta del trigo con N-P-K y Mg. en suelos de las series Quezaltenango y Tecpán. Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, 1970. 40 p. (Tesis Ing. Agr.).
- 17) RODRIGUEZ QUEZADA, E. R. Efecto de la fertilización foliar con N-P-K-S, a diferentes niveles de N y K, en la cantidad de proteína y componentes primarios del rendimiento en el frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.). Guatemala, USAC, Facultad de Agronomía, 1978. 54 p. (Tesis Ing. Agr.).
- 18) SERRANO LOARCA, G. F. El cultivo del trigo. Quezaltenango, (Guatemala), 1977. 29 p. Copias mimeografías. (Inédito).

- 19) TISDALE, S. y NELSON, W. L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. por: Jorge Balash y Carmen Peña. Barcelona, Montaner y Simmon, S.A. 1970. 760 p.
- 20) WILSON, C. L. y LOOMIS, W. E. Botánica. Trad. por: Irina L. de Coll. México, Centro Regional de Ayuda Técnica (A.I.D.). 1968. 682 p.

Vo. Bo. Palmira R. de Quan
Jefe del Centro de Documentación
e Información Agrícola.

VII APENDICE

RENDIMIENTO EN TON/HA POR REPLICAS

Tratamiento		I	II	III	IV
1	Con S	6.25	5.39	5.25	3.36
	Sin S	6.25	4.94	3.66	3.73
2	Con S	7.41	6.33	4.60	3.78
	Sin S	6.25	5.54	4.21	3.74
3	Con S	4.96	5.40	3.25	2.84
	Sin S	4.88	5.06	3.57	3.69
4	Con S	7.16	5.22	3.47	3.22
	Sin S	5.64	5.54	3.89	3.80
5	Con S	4.99	5.70	4.90	4.79
	Sin S	4.67	4.21	2.76	4.79
6	Con S	5.22	7.10	5.01	3.86
	Sin S	4.19	6.10	4.18	3.73
7	Con S	4.19	6.75	3.10	4.01
	Sin S	4.81	5.13	3.07	4.45
8	Con S	7.01	5.55	4.69	4.10
	Sin S	5.18	4.83	4.18	4.27
9	Con S	8.61	5.86	4.94	5.85
	Sin S	5.21	7.92	6.26	5.01
10	Con S	4.82	3.96	4.27	3.18
	Sin S	3.60	3.94	3.13	3.00
11	Con S	5.10	4.72	2.59	5.58
	Sin S	5.18	4.30	2.51	5.24
12		3.17	5.46	3.46	2.37

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia

Asunto

IMPRIMASE:

A large, stylized handwritten signature in dark ink, likely belonging to Rodolfo Estrada Gonzalez.

ING. AGR. RODOLFO ESTRADA GONZALEZ
D E C A N O



BIBLIOTECA CENTRAL-USAC
DEPOSITO LEGAL
PROHIBIDO EL REPOSICION EXTERNO