

01
T(127)
C.3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
"FACULTAD DE AGRONOMIA"

**RESPUESTA DEL TRIGO —Triticum aestivum. L/em Thell—
A LA FERTILIZACION CON NPK y Mg.
EN SUELOS DE QUEZALTENANGO**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

POR:

EDGAR EDULFO LOPEZ DE LEON

En el Acto de Investidura de Ingeniero Agrónomo con el

Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Mayo de 1974.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA

2do Q. Guate, Suces 24-74

**RECTOR DE LA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

Dr Roberto Valdeavellano Pinot.

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano	Ing. Agr. Edgar Lionel Ibarra Arriola
Vocal 1o	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Vocal 2o	Ing. Agr. Ronaldo Prado Ramírez
Vocal 3o	Ing. Agr. Carlos Guillermo Aldana
Vocal 4o	P.A. Napoleón Medina
Vocal 5o	P.A. Miguel Carballo
Secretario	Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

**TRIBUNAL QUE PRACTICO EL
EXAMEN GENERAL PRIVADO**

Decano	Ing. Agr. Edgar Lionel Ibarra. A.
Examinador	Ing. Agr. J. Aníbal Palencia O.
Examinador	Ing. Agr. Jorge Benítez
Examinador	Lic. Romeo Martínez
Secretario	Ing. Agr. Oswaldo Porres G.

ACTO QUE DEDICO:

A DIOS TODO PODEROSO

A MIS PADRES:

Edulfo T. López Rodas
María C. de León de López

A MIS HERMANOS:

Mary, Aída, Herlinda.
A: Julio y Raquelita
Plegarias al cielo.

A MIS FAMILIARES EN GENERAL
EN ESPECIAL

C. Federico López Rodas
O. Adelina Miyares de López

CON ESPECIAL CARIÑO A

Blanca Rosa Medrano L.

A MIS CATEDRATICOS

A MIS COMPAÑEROS DE PROMOCION

A MIS COMPAÑEROS DE TRABAJO

A MIS AMIGOS

A MI PATRIA

A OLINTEPEQUE - QUEZALTENANGO.

TESIS QUE DEDICO:

A LA FACULTAD DE AGRONOMIA

A LOS INGENIEROS AGRONOMOS

Edgar Lionel Ibarra

Aníbal Palencia O.

Astolfo Fumagalli

Salvador Castillo

AL PERSONAL DE LAS ESTACIONES:

Labor Ovalle y Chimaltenango.

Al Personal del Departamento de Estaciones Experimentales de la
Facultad de Agronomía.

AGRADECIMIENTO

Dejo patentizado mi agradecimiento especial al Ingeniero Agrónomo Edgar Lionel Ibarra por la revisión, sugerencias y asesoramiento en este trabajo de tesis.

Este mismo reconocimiento de gratitud a la estrecha colaboración de el técnico en trigo P.A. salvador Cruz Pérez, por la obtención de los datos que son la columna vertebral de este trabajo.

PRESENTACION

HONORABLE JUNTA DIRECTIVA:

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR:

De conformidad con lo que establece la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el grato y satisfactorio honor de someter a vuestro alto criterio el trabajo de tesis que se titula: **"RESPUESTA DEL TRIGO —Triticum aestivum L/m Thell— A LA FERTILIZACION CON NPK y MG EN SUELOS DE QUEZALTENANGO"**.

Al presentarlo como requisito previo a optar el título de **INGENIERO AGRONOMO** con el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas, espero que merezca vuestra aceptación.

Me complace expresaros como vuestro deferente servidor.

Edgar E. López de León.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA
Ciudad Universitaria, Zona 12.
Apertado Postal No. 1945
GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia
Anexo

NO. 144 D.

Guatemala,
18 de Abril de 1974.

Señores Miembros de la
Honorable Junta Directiva
de la Facultad de Agronomía
P r e s e n t e .

Honorable Junta Directiva:

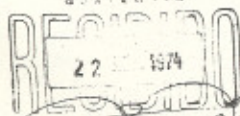
De la manera más atenta me dirijo a Uds. para hacer de su conocimiento que he cumplido con la designación que se me hiciera para asesorar al Br. Edgar Edulfo López de León, en la ejecución y presentación de su trabajo de tesis titulado: "RESPUESTA DEL TRIGO (-Triticum aestivum L/em Thell) A LA FERTILIZACION CON NPK Y MG EN SUELOS DE QUEZALTENANGO".

Dicho trabajo de investigación, al concluir mi asesoramiento, ha llenado satisfactoriamente todos los requisitos para su aprobación, siendo una contribución al desarrollo de la triticultura nacional.

Aprovecho la ocasión para reiterarme como su deferente servidor.


Ing. Agr. Edgar Edulfo Ibarra
ASESOR
DECANO DE LA FACULTAD DE AGRONOMIA

FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE GUATEMALA
GUATEMALA



CONTENIDO

	Página
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	3
III. MATERIALES Y METODOS	9
1.- Localización	9
a) Proyecto I	9
b) Proyecto II	9
c) Proyecto III	9
2.- Suelos	10
3.- Diseño Experimental y Análisis Estadístico	11
4.- Prácticas de cultivo	14
a) Proyecto I	14
b) Proyecto II	15
c) Proyecto III	15
IV RESULTADOS Y DISCUSION	17
1.- Proyectos I y II (Quezaltenango)	27
2.- Proyecto III (Chimaltenango)	29

		Página
v	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	31
VI	BIBLIOGRAFIA	35
VII	APENDICE	39

I. INTRODUCCION

La preocupación de todos los pueblos del mundo es el constante desafío a la sobrevivencia que la naturaleza hace a la humanidad entera. Tasas de natalidad que se proyectan vertiginosamente superando la producción de alimentos, cuya evidencia fuera mencionada a fines del siglo XVI por el economista inglés Thomas Malthus, planteando que la primera crece en progresión geométrica y la segunda en progresión aritmética; causan estremecimiento por la perspectiva de hambre en el mundo.

La medida como los gobiernos han vislumbrado la solución de dicho problema es mediante el mejoramiento de la producción de granos básicos, que son el fundamento primordial de la alimentación humana. De aquí la inquietud que se ha despertado en el ingenio de científicos y técnicos para mejorar dichos cultivos y obtener mejores rendimientos en calidad y cantidad, satisfaciendo la demanda de los pueblos deficitarios en estos granos.

En el presente trabajo nos concierne el caso particular del trigo, donde en nuestro país se importa más del cincuenta por ciento de este cereal para el consumo interno. Que es desfavorable la dependencia externa, es una situación que merece solucionarse mediante varios factores de la producción. Uno de tales factores es la fertilización técnica en los diferentes suelos tritícolas; presumiblemente la fertilización de granos básicos vendría siendo una parte de la solución a nuestro mal endémico llamado sub-alimentación.

La explotación adecuada de esta gramínea es una posibilidad para el progreso de las zonas más densamente pobladas en nuestro país.

El objetivo del presente trabajo, es precisamente un estudio de investigación de fertilizantes en el cultivo del trigo para acrecentar la producción nacional.

Este trabajo, vale decir, es la continuación de un proyecto de investigación sobre uso económico de fertilizantes, que en 1966 inició la Facultad de Agronomía en cooperación con la Estación Experimental Labor Ovalle, del Ministerio de Agricultura y cuyos primeros resultados constituyeron el trabajo de tesis de graduación del Ing. Agr. Carlos Ramírez. Dicho trabajo dejó planteadas algunas interrogantes sobre la respuesta del trigo a la aplicación de fuentes portadoras de NPK y Mg en suelos de las series Quezaltenango y Tecpán. Por lo tanto se pretende ahora, aportar mas información experimental sobre la respuesta al uso de fertilizantes, que pueda ser útil a las recomendaciones que se den a los tricultores sobre las combinaciones y cantidades adecuadas de nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K) y magnesio (Mg).

II. REVISION DE LITERATURA.

Desde tiempos remotos, hombres dedicados a las ciencias agrícolas, se han venido preocupando de los constituyentes nutritivos de las plantas.

Así en 1755 Francis Home percibió que lo principal en la agricultura consistía en: la nutrición de plantas (19). En 1761 Wallerius después de analizar las plantas descubre que el humus es la fuente de alimentos (17). En 1796 Kirwan escribió que los álcalis parecen ser el proceso de vegetación (17). Por 1804 Saussure fue el primero en definir claramente la dependencia de las sustancias minerales absorbidas por La raíz (5). En 1834 Boussingault, probando experimentalmente se dio cuenta que el abono aportaba mas materia mineral que lo que la cosecha extraía (17). En 1840-43 (17) Justus von Leibig- quien desterró definitivamente el mito del humus (19), da a conocer las Leyes del mínimo y de la Restitución. La primera de estas leyes enuncia: La ausencia de un solo elemento indispensable, anula la presencia y acción de todos los restantes, por abundantísimos que estos estén en la tierra (2). La segunda Ley Debido a la remoción anual de los nutrientes por las cosechas, deben restituirse éstos, si no se quiere perder la fertilidad del Suelo (12). (*). Lawes y Gilbert, en 1855 sentaron puntos en definitiva acerca de la fertilización: (a) los cultivos requieren fosfatos y sales de los álcalis. (b) las leguminosas requieren algo de nitrógeno (c) la fertilidad de los suelos se puede mantener por lo menos durante algunos años por medio de abonos fertilizantes artificiales. George Ville 1867-75 (1) mantenía que los abonos artificiales eran más remuneradores que el estiércol. Fue el primero que se basó en experimentos de campo por medio de parcelas, y observó sobre su suelo que el trigo requería un buen suministro de nitrógeno (N), menos de fósforo (P) y menos aún de potasio (K).

(*) Estas Leyes serán ampliadas mas adelante.

La producción de un cultivo es la resultante de factores ecológicos, genéticos, técnicos etc. (1, 2, 4, 11, 15). Lo importante según llanos (13), es tratar de establecer relaciones cuantitativas entre esas variables para alcanzar el mayor rendimiento con el mínimo costo. Indica que el factor de mayor importancia es el suelo, porque constituyen en él nutrientes, humedad, temperatura y al mismo tiempo la inter-actuación por parte del hombre.

Bear (2) menciona la Teoría Mineral de Nutrición de las Plantas —de Justus von Liebig, padre de la Química Agrícola— “La cosecha de un campo aumenta o disminuye en la misma proporción al aumento o disminución de las sustancias minerales aportadas al mismo”.

Liebig (2) afirmaba que el agotamiento de los suelos era debido simplemente al resultado de la separación continua de los elementos minerales nutritivos en las cosechas recogidas. De acuerdo a ello sugirió el uso de sales minerales que aportasen los mismos elementos.

Tenemos entonces que cada cosecha extrae del suelo cantidades grandes de los tres principales elementos (15). Garner (10) determinó que el trigo extrae de Nitrógeno 80 Kg./Ha, de fósforo 34 Kg./Ha. y de potasio 46 Kg./Ha.

Jacob & Uexküll (11) citan a Joret, quien determina que la extracción de nutrientes por el trigo es así: En nitrógeno 96 Kg/Ha., en P_{205} 43 Kg/Ha. y de K_{20} 120 Kg/Ha.

Perdomo & Hampton (15) citan a Bennet quien comprueba en 1959 que una cosecha de 35 bushels del 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.

En 1909 (19) E.A. Mitscherlich desarrolló una ecuación que relaciona el crecimiento con la disponibilidad de nutrientes minerales. Observó que cuando se suministraban a las plantas cantidades adecuadas de todos los elementos nutritivos, excepto uno, su crecimiento era proporcional a la cantidad suministrada al suelo de este elemento limitante. El crecimiento de las plantas se incrementaba a medida que se añadía el elemento limitante, pero no en proporción directa a la cantidad de factor añadido. El incremento en cada sucesiva adición del elemento era progresivamente menor. Matemáticamente Mitscherlich (19) lo expresó así $dy = (A-Y)C \cdot \frac{dx}{dx}$, donde dy = incremento en cosechas, dx

= un incremento del factor de crecimiento x , A = es el máximo de cosechas, y = es la cosecha obtenida después de la aplicación de una cantidad dada del factor x ; y C = constante distinta para cada elemento.

Para lograr el uso más económico del fertilizante, Cooke (4), recomienda que simplemente hay que escoger la cantidad óptima del fertilizante adecuado y la aplicación de éste en el lugar preciso y en el tiempo oportuno. Afirma este autor que la forma usual para encontrar la dosificación de fertilizantes para un cultivo, se basa en los experimentos de campo donde se prueba diferentes cantidades de fertilizante y midiendo los resultados que dan éstos se pueden hacer las debidas recomendaciones.

Tenemos que en Guatemala en el año 1948, el Ministerio de Agricultura (9) realizó los primeros experimentos de campo con fertilización de trigo en Tecpán Guatemala-Chimaltenango, se probaron combinaciones de NPK a 3 niveles, el resultado fue el de detectar un efecto lineal significativo a la aplicación de nitrógeno y fósforo. También se observó una interacción de estos elementos. En Quezaltenango se observó que el trigo respondía en forma positiva a la aplicación de 336 Kg/Ha de fertilizante (fórmula 6-12-6).

En el año de 1955, (7) en los suelos de Quezaltenango, Ostuncalco y Totonicapán, se realizaron ensayos en trigo, los cuales respondieron en forma significativa con las aplicaciones del N_yP .

En 1956 (8) se tuvo incremento de cosecha, en suelos de la serie Quezaltenango, en cultivos de maíz y trigo, con la interacción de P y K.

Ortíz M. O.(14) publicó en el año 1965 que obtuvo para las regiones trigueras de Guatemala los mejores resultados con las aplicaciones siguientes: de nitrógeno 50Kg, de fósforo (P_{205}) 100 Kg y de potasio (K_2O) 100 kilogramos por hectarea; esto incorporándolo al momento de la siembra, luego una segunda aplicación de nitrógeno de 100 Kg/Ha. a los 30 días después de la siembra.

Ramírez *et.al.*(16) en su trabajo de tesis de Grado indica que se exploró en los suelos de las series Quezaltenango y Tecpán, la respuesta del trigo a la aplicación con NPK y Mg., en 1969.

En Quezaltenango se tuvieron respuestas significativas a la aplicación de nitrógeno y fósforo. Con la acción de estos dos elementos se observó mayor porcentaje de acame, debido a la influencia que tienen en el mayor desarrollo vegetativo. Este gran porcentaje de acame fue también influenciado por la tormenta Francelia que afectó toda la región triguera del año.

Los granos tuvieron mayor desarrollo con las aplicaciones de potasio, a pesar que en los análisis de suelos éstos resultan ser altos en dicho elemento. El potasio tuvo interacción con la aplicación de Mg. De tal manera que se da la necesidad de usar fórmulas completas de NPK y Mg. Así que en este trabajo (16) se estimó que el nivel óptimo desde el punto de vista económico, las

recomendaciones más favorables son las siguientes, niveles iguales o menores de 75 Kg. de nitrógeno y la misma cantidad para fósforo; además 100 Kg. de K_2O y 12.5 Kg de MgO por Ha.

Los efectos, según Ramírez *et.al.*(16), del nitrógeno y del fósforo sobre el peso del grano fueron estadísticamente significativos produciendo incrementos, los que fueron más favorables cuando se incluyó potasio y magnesio. El rendimiento, crecimiento en altura y peso de mil granos se incrementaron con esos elementos.

Según el análisis económico, se determinó para Chimaltenango, que el nivel óptimo de aplicación de nitrógeno y fósforo fue de 140 Kg/Ha. y de potasio (K_2O) 50 Kg/Ha con 12.5 Kg/Ha. de MgO Kg/Ha. Efecto notable fue en el peso de 1000 granos, al observar una diferencia desde 22.5g. sin aplicación de fertilizante, hasta 32.4 gramos en los niveles más altos de nitrógeno y fósforo. Este factor es un índice de la calidad del grano.

Con base en los anteriores resultados, se escogieron los niveles de aplicación de NPK y Mg al diseñar el presente estudio.

III. MATERIALES Y METODOS

1.- LOCALIZACION

a) Proyecto I

Se instaló un ensayo en la Estación "Labor Ovalle", está ubicada en el municipio de Olinstepeque Depto. de Quezaltenango (Latitud Norte, $14^{\circ}52'$ y longitud Oeste de WG $91^{\circ}30'$) a una altitud de 2400 m.s.n.m. La precipitación pluvial se registra todo el año, siendo de mayor intensidad de mayo a octubre. La mayor cantidad se observo de junio a septiembre. La media anual registrada en 22 años en todo el Departamento es de 914.7 m.m, con una humedad relativa media anual de 80o/o (6).

b) Proyecto II

Un ensayo en "Campo Viejo", ubicado en el municipio de la Esperanza, Depto. de Quezaltenango. Tiene las mismas características generales de "Labor Ovalle".

c) Proyecto III

Un ensayo en la Estación Experimental "Chimaltenango", está ubicada en el Depto. de Chimaltenango (Latitud Norte, $14^{\circ}39'$ y longitud Oeste de WG $90^{\circ}49'$) a una altitud de 1793 m.s.n.m. La precipitación pluvial se registra todo el año, principalmente de abril a noviembre, con mayor intensidad de junio a septiembre. La media anual en 8 años de registro es de 1587 m.m. con una humedad relativa media anual de 80o/o (6).

2.- SUELOS

Proyecto I y II - (Quezaltenango)

Simmons, Tárano y Pinto (18) clasifican los suelos de Olinstepeque y la Esperanza, en la serie Quezaltenango. Los describe como profundos, bien drenados, desarrollados sobre ceniza volcánica débilmente cementada, en un clima frío húmedo-seco. Textura franco arenosa fina con una reacción de mediana a ligeramente ácida, pH alrededor de 6.

Según Mazariegos, F.J. y Curly, M.A. *et. al.* (3), Olinstepeque tiene 3219,4 Ha. de las cuales 1396,3 son clase I, 555,7 Has. clase II y 267,4 Has clase III. El contenido de materia orgánica es de mediana a alta. La textura generalizada es la franco orcillo arenosa y franco arenosa. La estructura predominante es la de bloques sub-angulares pequeños y medianos, debilmente desarrollados. Suelos permeables, el color generalizado pardo amarillento y pardo oscuro. El potasio intercambiable se encuentra de mediano a alto contenido. El calcio y magnesio intercambiables es de mediano a bajo contenido.

Los resultados de análisis de suelo de los lugares donde se condujeron los ensayos, se muestran en los siguientes cuadros.

ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELO LABOR OVALLE

		Partes por Millón			Meq/100 gr.	
No.	pH	N	P	K	Ca	Mg
1	5.9	16	10,5	220	5,35	1.10
2	5.9	16	12,3	220	5,75	0.90
3	5.8	16	15.8	220	5,40	1.00

CAMPO VIEJO

No.	pH	Partes por Millón			Meq/100 gr.	
		N	P	K	Ca	Mg
1	5.6	16	11.3	220	4.80	0.55
2	5.6	16	12.3	220	4.85	1.15
3	5.6	16	10.5	220	4.05	0.95

Proyecto III. (Chimaltenango)

Estos suelos están clasificados según Simmons, Tárano y Pinto (18) en la serie Tecpán, Son profundos, bien drenados desarrollados sobre ceniza volcánica blanca, porosa y de grano relativamente fino, en un clima frío húmedo-seco. El drenaje interno bueno, relieve de casi plano a ondulado. La textura del perfil del suelo franco arcillo arenoso. El análisis de suelos se muestra en el cuadro siguiente.

ANALISIS DE MUESTRAS DE SUELO

Chimaltenango

		Partes por Millón			Meq/100 gr.	
No.	pH.	N	P	K	Ca	Mg
1	6.4	16	16.5	146	4.65	1.15
2	6.4	16	9.8	150	4.75	1.10
3	6.5	16	6.7	152	4.75	1.00
4	6.5	16	8.3	200	4.75	1.30

3.- DISEÑO EXPERIMENTAL Y ANALISIS ESTADISTICO.

Se utilizó un diseño factorial incompleto, central compuesto (diseño Sabana Grande), con 18 combinaciones de

hasta cinco niveles de N, P y K que se muestran en el Cuadro 1. El arreglo de tratamientos permite estimar una función de producción de la siguiente forma:

$$y = b_0 + b_1 X_1 + b_2 X_2 + b_3 X_3 + b_4 X_1^2 + b_5 X_2^2 + b_6 X_3^2 + b_7 X_1 X_2 + b_8 X_1 X_3 + b_9 X_2 X_3$$

En la función "y" es la variable que se estima, $X_1 X_2 X_3$ son los niveles codificados de N, P y K. Los coeficientes: $b_0, b_1, \dots, b_9$, son constantes que se estimaron de la matriz de observaciones mediante el método de mínimos cuadrados. Para estimar los valores de los coeficientes se elaboró una tabla especial de inversión de matrices "Gauss-Jordan", mediante la computadora IBM 1620 de la Universidad de San Carlos. También se probó si cada uno de los coeficientes b , eran estadísticamente diferentes de cero. Esto permite establecer la significancia estadística de los efectos lineales, cuadráticos e interacciones entre los factores.

CUADRO: 1
TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES. DISEÑOS "SABANA GRANDE".

Tratamientos No.	Código	Composición de NPK Mg. en Kg/Ha.			Mg
		N	P	K	
1	1 1 1	175	175	150	15
2	1 1-1	175	175	100	15
3	1-1-1	175	75	150	15
4	-1 1 1	175	75	100	15
5	-1 1 1	75	175	150	15
6	-1 1-1	75	175	100	15
7	-1-1 1	75	75	150	15
8	-1-1-1	75	75	100	15
9	0 0 0	125	125	125	15
10	2 0 0	225	125	125	15
11	-2 0 0	25	125	125	15
12	0 2 0	125	225	125	15
13	0-2 0	125	25	125	15
14	0 0 2	125	125	175	15
15	0 0-2	125	125	75	15
16	1 0 0	175	125	125	15
17	0 1 0	125	175	125	15
18	0 0 1	125	125	150	15

El área de cada parcela fue de 60 metros cuadrados (6 x 10m). Entre repeticiones se hicieron calles de 3 metros. Cada repetición se constituyó con dos hileras de 9 parcelas, separadas las hileras con calles de drenajes de 1.5 metros. Cada parcela con 20 surcos, con una longitud de 10 metros separadas a 30 cm.

Se escogieron los 16 surcos centrales de cada parcela para la aplicación de los fertilizantes, cuyas fuentes portadoras fueron las siguientes.

Cuadro: 2

Fuentes Portadoras, cifras en Kg/Ha

Elemento	Fuente	Código:	-2	-1	0	1	2
Nitrógeno	Urea (46o/o N)		25	75	125	175	225
Fósforo	Triple Superfosfato (46o/o P_2O_5)		25	75	125	175	225
Potasio	Muriato de Potasio (60o/o K_2O)		75	100	125	150	175
Magnesio	Oxido de Magnesio (60o/o MgO)		15	15	15	15	15

4.- PRACTICAS DE CULTIVO.

a) Proyecto I "Labor Ovalle"

Se siguieron las prácticas culturales que se hacen para el trigo, en la estación experimental. La tierra se preparó en la segunda quincena de mayo y la siembra se realizó el 27 de junio, utilizando la variedad de trigo Xelajú-66;25 gramos por surco.

Los fertilizantes se aplicaron en la siguiente forma:

En el momento de la siembra, la mitad de la dosis de nitrógeno. El fósforo, potasio y magnesio en sus dosis completas. A los 45 días después de la siembra se aplicó la otra mitad del nitrógeno. Esta práctica se hizo en banda en el surco. La cosecha se efectuó en la segunda quincena de diciembre de 1970. La siega

se hizo a mano en los 8 surcos centrales (2.40 metros) con 8 metros de longitud. Esto debido a que se dejaron bordes de 1 metro en las cabeceras y 1.80 metros en los laterales (6 surcos). La parcela neta que se segó fué de 19.20 metros cuadrados. Se trilló mecánicamente el grano, resultando con una humedad (higrómetro) de 12 - 15.5 o/o.

b) Proyecto II "Anexo Campo Viejo"

En la preparación de la tierra, siembra y la cosecha de todo el cultivo se siguió el mismo procedimiento que en la "Labor Ovalle".

c) Proyecto III "Chimaltenango"

En la segunda quincena de agosto se preparó la tierra. En la primera quincena de septiembre se sembró la variedad Tobari 66. A los 25 días después de la siembra se efectuó la segunda aplicación de fertilizante. La cosecha se obtuvo en la segunda quincena de enero de 1971. Se realizaron las mismas operaciones de los Proyectos I y II.

ONSERVACIONES DE CAMPO.

Las enfermedades que se observaron en los tres proyectos son los siguientes:

- | | | |
|----|------------------|---------------------|
| 1) | Rolla de la hoja | Puccinia rubigovera |
| 2) | Rolla del tallo | Puccinia graminis |
| 3) | Septoria | Septoria triticum |

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En forma sintetizada se indican en los cuadros 3, 4 y 5 los valores medios de cada uno de los 18 tratamientos, de las siete características que fueron observadas con mediciones de campo.

En los tres experimentos hubo algunas diferencias con respecto a las características estudiadas. Así tenemos que en el experimento de la "Labor Ovalle" el acame fue mayor, teniendo una media de casi 50 por ciento. En el experimento de "Campo Viejo" se tuvo menor incidencia de acame, la media de altura fue similar a la de "Labor Ovalle" alrededor de 1.20 mts.

En Chimaltenango el ensayo tuvo un acame menor que los dos experimentos de Quezaltenango, la media de acame fue de 10 por ciento y la media de altura de 80 cm. Vale aclarar que en este experimento se usó la variedad Tobarí y en Quezaltenango la Xelajú-66 y que esta situación explica las diferencias en cuanto a crecimiento.

En los cuadros 3, 4 y 5 se aprecian las influencias de los tratamientos. En Quezaltenango se observó consistentemente que en las dosis altas de nitrógeno combinadas con dosis altas de fósforo, las plantas tuvieron mayor altura y fue en estas combinaciones donde mayor porcentaje de acame se manifestó, por esto último el rendimiento fue menor así como el peso de mil granos y el peso específico.

Lo anterior fue también observado por Ramírez y Ortíz, en el área de Quezaltenango, en sus respectivas investigaciones (14, 16).

En los tratamientos con niveles bajos y medios de nitrógeno y fósforo combinados con cantidades moderadas de

CUADRO: 3
OBSERVACIONES DE CAMPO, VALORES MEDIOS DE LAS
CARACTERISTICAS QUE SE INDICAN "LABOR OVALLE" 1970

No.	Tratams. Código	Rendimiento Kg / Ha	Peso del Grano Al 14o/oh. Kg/Ha	Altura en Acame Cm.	Días a o/o Madurez	Peso de Mil Granos en Gr.	Peso Específico	
1	1 1 1	2025	2064	122	87	137	25	70
2	1 1-1	2401	2447	120	83	135	27	70
3	1-1 1	2264	2321	118	67	136	26	69
4	1-1-1	2151	2197	120	67	137	25	69
5	-1 1 1	2999	3231	118	2	126	31	76
6	-1 1-1	2886	2943	123	25	129	30	73
7	-1-1 1	2640	2841	115	00	126	31	75
8	-1-1-1	2898	2941	118	2	129	31	75
9	0 0 0	2500	2670	123	56	133	28	72
10	2 0 0	1703	1746	120	87	138	23	70
11	-2 0 0	2557	2597	110	00	121	31	75
12	0 2 0	2608	2648	123	50	131	28	72
13	0-2 0	2439	2510	115	12	129	25	71
14	0 0 2	2388	2439	120	73	133	27	71
15	0 0-2	2425	2472	120	67	135	27	71
16	1 0 0	1972	2018	120	73	137	24	70
17	0 1 0	2248	2301	120	77	136	27	72
18	0 0 1	2289	2545	120	60	133	27	71
TOTAL		43393	44931	2145	888	2381	493	1292
MEDIA GENERAL		2411	2496	119	49	132	27	72

CUADRO: 4
OBSERVACIONES DE CAMPO. VALORES MEDIOS DE LAS
CARACTERISTICAS QUE SE INDICAN "CAMPO VIEJO" 1970

No.	Tratams. Código	Rendimiento Kg./Ha	Peso del Gramo Al 14o/oh. Kg/Ha.	Altura en Cm.	Acame o/o	Días a Madurez	Peso de Mil Granos en Gr.	Peso Específico
1	1 1 1	1525	1561	120	77	137	23	69
2	1 1-1	1570	1621	118	70	138	23	68
3	1-1 1	1940	1977	115	12	135	25	70
4	1-1-1	1866	1916	117	25	136	23	70
5	-1 1 1	1966	2015	120	30	136	26	70
6	-1 1-1	1902	1949	118	30	136	27	72
7	-1-1-1	1955	2004	117	3	134	27	72
8	-1-1-1	2511	2222	115	7	133	27	73
9	0 0 0	1855	1902	118	36	137	25	70
10	2 0 0	1567	1610	118	53	137	24	69
11	-2 0 0	2219	2258	117	2	131	29	74
12	0 2 0	1509	1552	118	63	137	23	69
13	0-2 0	1655	1692	110	00	131	25	71
14	0 0 2	1953	2005	115	33	134	25	70
15	0 0-2	1838	2047	117	46	138	27	70
16	1 0 0	1798	1828	118	43	137	24	69
17	0 1 0	1614	1647	120	57	137	24	70
18	0 0 1	1953	2048	118	30	136	25	72
TOTAL		33196	33854	2109	617	2440	452	1268
MEDIA GENERAL		1844	1880	117	34	136	25	70

CUADRO: 5
OBSERVACIONES DE CAMPO. VALORES MEDIOS DE LAS
CARACTERISTICAS QUE SE INDICAN "CHIMALTENANGO" 1970

No.	Tratams. Código	Rendimiento Kg./Ha.	Peso del Grano Al 14o/oh. Kg/Ha.	Acame o/o	Altura en Cm.	Peso de Mil Granos en Gr.	Peso Específico
1	1 1 1	3074	3098	4	82	29	78
2	1 1-1	3192	3192	3	78	30	78
3	1-1 1	3081	2932	10	78	31	78
4	1-1-1	3053	3077	6	82	31	79
5	-1 1 1	2887	2909	11	83	31	79
6	-1 1-1	3021	3036	2	80	31	79
7	-1-1 1	2289	2302	20	78	31	78
8	-1-1-1	2816	2832	11	80	31	80
9	0 0 0	3041	3071	8	83	29	78
10	2 0 0	2953	2976	18	80	31	79
11	-2 0 0	2001	2016	3	80	31	78
12	0 2 0	3261	3292	12	80	29	78
13	0-2 0	2662	2688	20	73	33	80
14	0 0 2	2872	2900	7	82	29	78
15	0 0-2	2781	2807	13	80	30	78
16	1 0 0	2983	3012	10	80	30	78
17	0 1 0	3148	3179	15	83	31	80
18	0 0 1	2914	2937	3	85	30	78
TOTAL		52029	52256	175	1447	548	1414
MEDIA GENERAL		2891	2903	9.7	80	30	79

potasio; el porcentaje del acame disminuyó en forma significativa, aumentando el peso de los mil granos y obteniéndose a la vez pesos específicos mayores. Esto fue también notado en las respuestas exploradas por Ramírez *et al.* (16).

Los mismos resultados se observaron en Chimaltenango, solo que con menor intensidad. Allí el nitrógeno aparentemente incrementó la altura en las plantas, pero hubo menor porcentaje de acame debido posiblemente a la característica de la variedad Tobarí que tiene menor altura y también a las condiciones meteorológicas imperantes.

En los cuadros 6, 7 y 8 se muestran los resultados del análisis estadístico a que fueron sometidas las características experimentales, los cuales se discuten más adelante.

En el ensayo de Labor Ovalle fue donde el acame tuvo una fuerte tendencia al aumento, cuando se aplicaron dosis altas de nitrógeno y fósforo. Se observa en el cuadro 3 que el mayor porcentaje fue de 87o/o para los tratamientos con dichas dosis y dando un rendimiento de granos al 14o/o de humedad, de 2064 Kg/Ha (31.80qq/Mz).

El menor porcentaje de acame que fue de cero, se manifestó en los tratamientos con dosis relativamente bajas de NPK, donde se produjeron rendimientos de 2841 Kg/Ha (43.78 qq/Mz).

Estos resultados son los que más coinciden con los de Ramírez *et al* (16).

A continuación se presenta la información sobre superficies de respuesta, a través de las funciones de producción de cada una de las características de campo, en aquellos casos en que las diferencias entre tratamientos son estadísticamente significativas, según los cuadros 6 y 7.

CUADRO: 6

**COMPONENTES DE VARIANZA DE LAS CARACTERISTICAS QUE SE INDICAN
"LABOR OVALLE" 1970**

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Altura en Cm.	Acame o/o	Peso Específico	Peso de Mil Granos en Gr.	Rendimiento Al 14o/oh. Kg/Ha.
TOTAL	53	14.5	2293	59471	7.94	0.58
REPETICIONES	2	31.0*	35	12984	4.16	0.30
TRATAMIENTOS	17	26.5*	6878	149968*	19.39*	1.31*
ERROR	34	7.5	133	16956	2.43	0.23

* Estadísticamente significativo, $P \leq 0.05$

CUADRO: 7

COMPONENTES DE VARIANZA DE LAS CARACTERISTICAS. QUE SE INDICAN.

"CAMPO VIEJO" 1970

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Altura en Cm.	Acame o/o	Peso Específico	Peso de Mil Granos en Gr.	Rendimiento Al 14o/oh. Kg/Ha.
TOTAL	53	10	378.5	310.0	3.49	0.30
REPETICIONES	2	10	323.7	381.2*	8.66*	0.82
TRATAMIENTOS	17	18*	892.6*	750.4*	7.77*	0.48
ERROR	34	6	124.6	85.6	1.04*	0.18

* Estadísticamente significativo, $P \leq 0.05$

CUADRO: 8

COMPONENTES DE VARIANZA DE LAS CARACTERISTICAS QUE SE INDICAN
CHIMALTENANTO 1970

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Altura en Cm.	Acame o/o	Peso Específico	Peso de Mil Granos en Gr.	Rendimiento Al 14o/oh. Kg/Ha.
TOTAL	53	16.29	147.8	4.61	2.65	1.00
REPETICIONES	2	19.90	722.2	4.56	5.60	0.32
TRATAMIENTOS	17	20.39	158.1	1.06	3.67	1.11
ERROR	34	14.02	108.8	6.37	1.96	0.98

* Estadísticamente significativo, $P \leq 0.05$

CUADRO: 9

SUPERFICIE DE RESPUESTAS "LABOR OVALLE"

Coefficientes de las ecuaciones de respuestas sobre las características que se indican.

Fuente	Rendimiento Coef D	Altura Coef D	Acame Coef D	P. Mil gramos Coef D	P. Especi Coef D
Intercep' ción	4.72 —	121.16 —	49.88 —	27.61 —	71.85 —
N	-0.55+0.14	1.59+0.78	21.93+3.29	-1.70+0.29	-2.02+0.72
P	0.03+0.14	-1.84+0.78	7.68+3.29	2.00+0.29	0.35+0.72
K	0.60+0.14	13.68+0.78	2.49+3.29	3.56+0.29	8.61+0.72
N ²	-0.09+0.14	-2.12+0.78	-3.98+3.27	0.09+0.28	-0.40+0.72
P ²	0.10+0.14	7.93+0.78	-4.47+3.27	-0.00+0.28	-0.02+0.72
K ²	0.05+0.14	-0.09+0.78	1.12+3.27	-0.01+0.28	-0.09+0.72
NP	-0.06+0.20	-0.38+1.14	0.16+4.77	0.22+0.42	0.37+1.04
NK	-0.67+0.20	0.88+1.14	3.60+4.77	-0.23+0.42	-0.38+1.04
PK	-0.79+0.20	0.38+1.14	-1.67+4.77	-0.35+0.42	0.28+1.04

Los valores mayores a los valores "D" son estadísticamente diferentes de cero, al 0.05 de probabilidad.

CUADRO: 10
SUPERFICIE DE RESPUESTA "CAMPO VIEJO"
COEFICIENTES DE LAS ECUACIONES DE RESPUESTAS SOBRE LAS
CARACTERISTICAS QUE SE INDICAN.

Fuente	Rendimiento Coef. D	Altura Coef. D	Acame Coef. D	P. Mil Granos Coef. D	P. Específico Coef. D
Intercepción	3.73 —	119.26 —	37.40 —	2473 —	70.41 —
N	-0.25 ± 0.121	0.03 ± 0.70	4.57 ± 3.19	-1.34 ± 0.29	-1.31 ± 2.64
P	-0.15 ± 0.121	2.15 ± 0.70	8.69 ± 3.19	-0.39 ± 0.29	-0.60 ± 2.64
K	$+0.46 \pm 0.121$	14.01 ± 0.70	-0.18 ± 3.19	3.28 ± 0.29	8.38 ± 2.64
N ²	-0.03 ± 0.120	-0.22 ± 0.69	-2.60 ± 3.17	0.36 ± 0.28	-0.36 ± 2.63
P ²	-0.15 ± 0.120	-1.05 ± 0.69	-1.59 ± 3.17	-0.09 ± 0.28	-1.11 ± 2.63
K ²	$+0.02 \pm 0.120$	-0.58 ± 0.69	2.78 ± 3.17	-0.51 ± 0.28	0.36 ± 2.63
NP	-0.07 ± 0.175	0.00 ± 1.01	3.21 ± 4.62	-0.41 ± 0.42	-0.21 ± 3.83
NK	-0.00 ± 0.175	-0.50 ± 1.01	-0.09 ± 4.62	0.50 ± 0.42	0.32 ± 3.83
PK	0.01 ± 0.175	0.50 ± 1.01	1.47 ± 4.62	-0.50 ± 0.42	-0.10 ± 3.83

Los valores mayores a los valores "D" son estadísticamente diferentes de cero, al 0.05 de probabilidad.

1.- PROYECTOS I Y II (QUEZALTENANGO)

EFFECTOS PRINCIPALES:

De acuerdo con los cuadros 9 y 10, que muestran las funciones de respuesta y tomando en consideración los coeficientes estadísticamente significativos; se discuten los siguientes efectos producidos por la aplicación de los fertilizantes.

Efecto del Nitrógeno:

El nitrógeno tuvo un efecto lineal sobre el rendimiento de granos, tanto en Labor Ovalle como en Campo Viejo; caracterizado por incrementos en el mismo, pero en combinación con dosis bajas de potasio y fósforo. Por el contrario, cuando se aplicaron altas dosis de nitrógeno en combinación también con dosis altas de fósforo y potasio, se produjo una sensible disminución del rendimiento. El gráfico 1 ilustra este tipo de respuesta del nitrógeno en relación a las aplicaciones de fósforo.

Una explicación a estos resultados está posiblemente en el hecho de que la concurrencia de los elementos NPK en dosis altas, induce un mayor acame, con lo cual al final se pierde el grano por la caída al suelo. Lo anterior también se infiere de los datos en los cuadros 9 y 10, donde aparece significativo el efecto de incrementos en el acame debido al nitrógeno.

En cuanto al peso específico y el peso de mil granos, características consideradas como índice de la calidad del mismo, se observó que el nitrógeno produjo un efecto disminutivo de los mismos.

Efecto del Fósforo:

En forma independiente, no se observó efecto significativo del fósforo en el rendimiento; tanto en Labor Ovalle

como en Campo Viejo. Sin embargo hay que observar la aparente interacción que mostró con el nitrógeno, lo cual fue indicado anteriormente.

En ambas localidades, también se observó que el fósforo incrementó el acame en forma lineal y este efecto tiende a reforzar la posible explicación dada a la causa de disminución de rendimiento cuando se aplican dosis altas de nitrógeno y fósforo.

Efecto del Potasio:

El potasio fue el elemento que produjo mayor respuesta en cuanto al rendimiento, el crecimiento en altura y en los índices de calidad del grano; en las dos localidades donde se condujeron los ensayos. Dicha respuesta significó incrementos lineales en las referidas características. Por otra parte, no influyó significativamente en el acame. El efecto favorable a las aplicaciones de potasio que se observó en los ensayos no era esperado, ya que los análisis de muestras de suelos tomadas antes de la fertilización indicaron contenidos altos de este elemento. Sin embargo, esta situación también ya había sido observada en el trabajo anterior realizado por Ramírez *et al* (16)

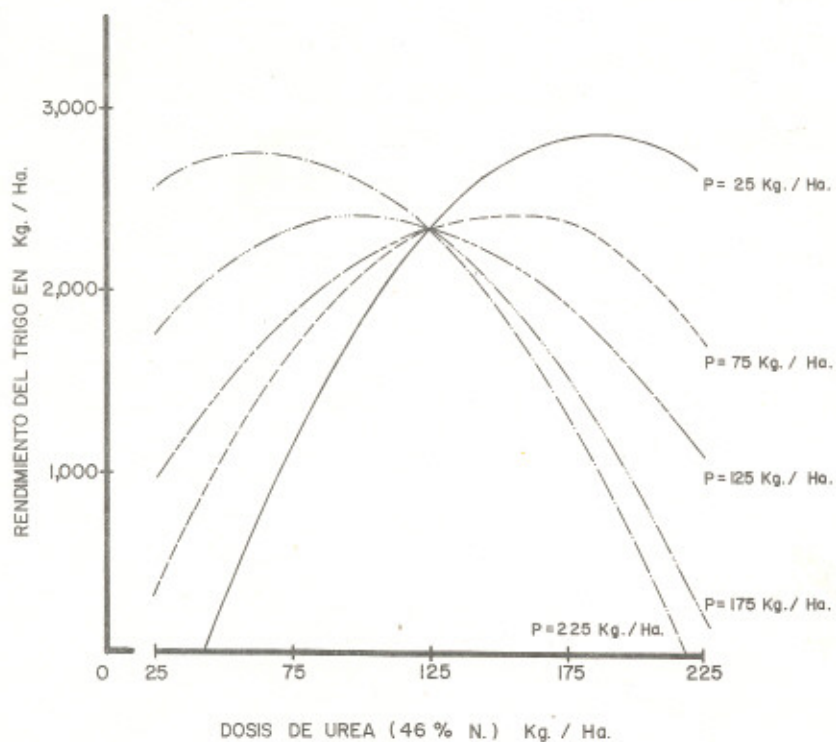
En el gráfico 1 y 2 se muestran los efectos del nitrógeno, fósforo y potasio con el magnesio constante. Según las curvas de dichos gráficos, se percibe lo siguiente:

El rendimiento es aumentado con el potasio pero en los niveles bajos de nitrógeno.

La tendencia de la pendiente de las curvas se mantiene con cualquiera que sea el nivel del fósforo. Cuando se mantienen los niveles de nitrógeno bajos, es cuando hay mas probabilidades de aumentar los rendimientos con las aplicaciones de potasio.

" GRAFICO Nº 1 "

EFFECTO DE N.-P.-K. y Mg. EN EL RENDIMIENTO DEL GRANO
- HACIENDO "P.", CONSTANTE POR CURVA -

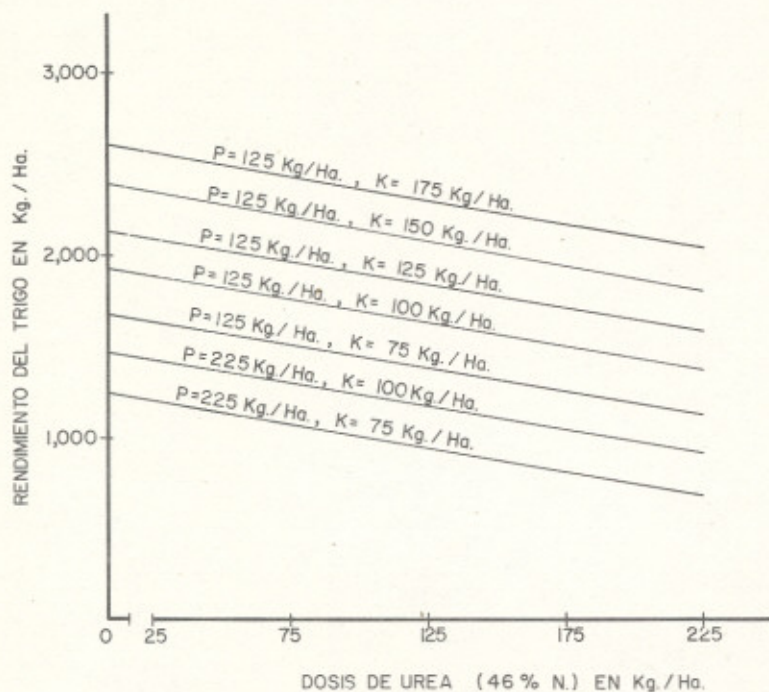


" LABOR OVALLE "

"GRAFICO N°2"

EFFECTO DE N.-P.-K. y Mg. EN EL RENDIMIENTO DEL GRANO

— HACIENDO "P", CONSTANTE POR CURVA —



"CAMPO VIEJO"

Si el acame es un factor crítico para obtener los mayores rendimientos, lo más conveniente en esas condiciones es aplicar fósforo y potasio en dosis hasta de 225 Kg/Ha de K y hasta 150 Kg de P.; en combinación con bajos niveles de nitrógeno aplicando este último elemento en dos fracciones, la mitad al momento de la siembra y la otra mitad a los 45 días después.

2. PROYECTO III (Chimaltenango)

En el ensayo localizado en la Estación Experimental de Chimaltenango del Ministerio de Agricultura, en suelos de la serie Tecpán, no se detectaron respuestas significativas a la aplicación de NPK y Mg, tanto en el rendimiento del grano como en las demás características agronómicas que se midieron; tal como se muestra en el cuadro 8 correspondiente al análisis de varianza de este ensayo.

Este resultado era inesperado ya que los análisis de las muestras de suelo de esa localidad mostraba deficiencia en cuanto al N y P y aún el K estaba relativamente más bajo que los de Quezaltenango. Otros factores como la capacidad de intercambio catiónico están mas o menos iguales a los de Quezaltenango en tanto que el pH. sí es un tanto menos ácido.

También es importante indicar que en el caso de Chimaltenango no hay concordancia en los resultados de Ramírez *et al* (16), ya que dichos investigadores sí encontraron una respuesta al nitrógeno y fósforo, manifestado en mejores rendimientos y mejor calidad del grano.

Los rendimientos medios observados en este ensayo se muestran en el cuadro 5, y es aparente que rendimientos de igual o ligeramente superior a 3,000 Kg/Ha (46.20 qq/Mz) se observaron donde, los tratamientos tuvieron las siguientes combinaciones y rendimientos.

ELEMENTOS EN Kg/Ha.				Rendimiento (al 14o/o de Humedad) en Kg/Ha	
N	P	K	Mg		
1)	175	75	100	15	3077
2)	175	125	125	15	3012
3)	175	175	100	15	3192
4)	175	175	150	15	3098
5)	125	125	125	15	3071
6)	125	225	125	15	3292

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. Siendo el rendimiento la variable más importante, bajo el punto de vista económico se permite considerar entonces que el diseño experimental y el modelo de la función del rendimiento son apropiados en los dos experimentos.
2. En términos generales, para los dos experimentos de Quezaltenango, se observó que el nitrógeno decrece el rendimiento en forma lineal, con cualquiera que sea la dosis de K, y particularmente cuando se combina con dosis altas de fósforo.
3. En los tratamientos con niveles altos de N, P y K el porcentaje del acame se proyectó en cifras grandes. Esto se explica por la consecuencia de mayor desarrollo vegetativo en altura.
4. El potasio fue el elemento que mostró mayor efecto, sobre el rendimiento, en el sentido de incrementar las cosechas en forma proporcional a la cantidad aplicada independientemente de los efectos del nitrógeno y fósforo.
5. Hay mayor probabilidad de incrementar los rendimientos con niveles altos de K, en combinación con niveles bajos de N con niveles relativamente bajos de fósforo.
6. Lo más conveniente es que cuando se dan condiciones en que el acame sea un factor crítico y limitante; es importante la aplicación de P y K en dosis hasta de 225Kg/Ha de K_2O (3.46 qq/Mz), hasta 150 Kg/Ha de P_2O_5 (2.30 qq/Mz), y en combinación con dosis bajas de nitrógeno. Haciendo las aplicaciones de nitrógeno en dos intervalos, la primera mitad de la dosis al inicio de la siembra, la segunda 45 días después.

7. La respuesta al potasio fue al igual que lo observado por Ramírez *et al* (16), sorprendente, por la razón de que los análisis de suelos son altos en este elemento. La acción de K fue independiente del N y de P, favoreciendo así la buena calidad del grano siendo este demostrado en el índice del aumento del peso de 1,000 granos en gramos y del peso específico.
8. Las conclusiones anteriores revelan que el rendimiento se ve beneficiado con la aplicación de K y con las aplicaciones de Mg. Estas respuestas implican la necesidad de contemplar el uso de fórmulas completas con NPK y Mg.
9. Algunas de las combinaciones mas favorables de NPK y Mg en Kg/Ha para Quezaltenango son las siguientes:

ELEMENTOS Kg/Ha.				Rendimiento esperado al (14o/o de humedad)	
N	P	K	Mg	Kg/Ha.	
1)	25	125	125	15	2428
2)	25	125	150	15	2475
3)	25	125	175	15	2550
4)	75	75	150	15	2523
5)	75	75	100	15	2582

Estas se presentan en esta forma para dejar libre al agricultor la decisión de escoger de acuerdo a su capacidad económica.

10. En el ensayo III (Chimaltenango) no se detectaron respuestas significativas a las aplicaciones NPK y Mg, tanto en el rendimiento del grano como en las otras características medidas.
11. Este resultado no se esperaba ya que los análisis de muestras de suelos resultaron bajos en nitrógeno y fósforo y el potasio resultó ser relativamente más bajo que en Quezaltenango.
12. Los rendimientos medios en este ensayo, que son iguales o ligeramente superiores a 3,000 Kg/Ha (46.20 qq/Mz); tuvieron las siguientes combinaciones de NPK y Mg en Kg/Ha.

ELEMENTOS en Kg/Ha.					Rendimiento (al 14o/o de humedad) en Kg/Ha.
N	P	K	Mg		
1)	175	75	100	15	3077
2)	175	125	125	15	3012
3)	175	175	100	15	3192
4)	175	175	150	15	3098
5)	125	125	125	15	3071
6)	125	225	125	15	3292

BIBLIOGRAFIA

1. BUCMAN, H. O & BRADY, N.C. Naturaleza y propiedad de los Suelos. Trad. R. Salord. Barcelona. Montaner y Simmon, S.A. 1970. 590 p.
2. BEAR, FIRMAN E. Suelos y Fertilizantes. 4a. ed. Trad. por Jorge Bozal. Barcelona. Ediciones Omega. 1958. 458 p.
3. CONGRESO NAC. DE AGRONOMIA, I. Colegio de Ingenieros Agrónomos, Guatemala, 9-14 noviembre 1970. Estudio agrológico semidetallado de suelos para riego del proyecto Quezaltenango. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Recursos Naturales Renovables. División de Suelos. Diciembre de 1969. 43 p.
4. COOKE, G.W. Fertilizantes y sus usos. 2da. ed. Trad. Alonso Blackaller Valdes. México. Editorial Continental. 1965. 180 p.
5. CARVAJAL, J.F. y LOPEZ, C.A. Hojas representativas para el análisis de nitrógeno, fósforo y potasio. Para fines de diagnóstico en plantas de café. Fitotecnia Latinoamericana. San José de Costa Rica. Vol. I. No. 1 ppl-14. 1954.
6. GUATEMALA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. DIGESA. DIRECCION DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Observatorio Nac. Datos Meteorológicos de las cabeceras departamentales. 1972. 23 p.

7. -----, Informe anual. 1955 del Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Guatemala, SCIDA., 1956. 167 p.
8. -----, Informe anual 1956 del Servicio Cooperativo Interamericano de Agricultura. Guatemala, SCIDA, 1957. 144 p.
9. GUATEMALA. Ministerio de Agricultura. Informe del Instituto Agropecuario Nac., por el período de enero de 1948 a junio 1949. Servicio Técnico Cooperativo entre el Ministerio de Agricultura de Guatemala y el U.S. Department of Agriculture. Guatemala. Imp. Hispania, 1949. 136 p.
10. GARNER, H.V. et al. Utilidad de los Fertilizantes. Trad. José Luis Potosí, México. Cía. Editorial Continental, S.A. 1956. 218 p.
11. JACOB, A. y UEXKULL, H. Fertilización; Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. de L. López de Alva. Alemania. Hannover Verlagsgesellschaft Für Ackerbau mbH. 1966. 626 p.
12. LABRADOR, JUAN. Prontuario de Agricultura Ganadería e Industrias Agrícolas. 3a. ed. Madrid. Editorial Tesoro. Serie carreras especiales Koeb. No. 37. 1970. 472 p.
13. LLANOS LLANOS, REMBERTO. Funciones de respuesta y dosis óptima de Fertilización en caña de azúcar. Revista Agronómica del Noroeste Argentino. Universidad Nac. de Tucuman, Facultad de Agronomía y Zootecnia. (Argentina) VIII (3-4) pp. 341-372. 1971.

14. ORTIZ, M.O. Experiencias sobre Fertilización en Guatemala. Boletín Técnico No. 15. Guatemala, Ministerio de Agricultura; Dirección General de Investigación y Control, DGIC, 1965. 38 p.
15. PERDOMO, R. & HAPTON, H.E. Ciencia y Tecnología del Suelo. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. Centro de producción de materiales. 1970. 366 p.
16. RAMIREZ, CARLOS H. et al. Exploración de la Respuesta del Trigo con NPK y Mg en suelos de las series Quezaltenango y Tecpán. Tesis. Facultad de Agronomía de la USAC. Guatemala. Julio 1970. 40 p. (Tesis Ing. Agr.)
17. RUSSELL, E. J. & RUSSELL, E.W. Las Condiciones del Suelo y el Desarrollo de las Plantas 3a. ed. Trad. por: Gaspar González y González. Madrid, Aguilar S.A. de ediciones. 1964. 771 p.
18. SIMMONS, C.S. TARANO, J.M. y PINTO, J.H. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala Ministerio de Educación Pública. ed. Escolar Piedra Santa. 1959. 1000 p.
19. TISDALE, SAMUEL & NELSON, WERNER L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes Trad. por: Jorge Balash y Carmen Peña. Barcelona, Montaner y Simón, S.A. 1970. 760 p.

APENDICE

RESULTADO DEL ENSAYO EN LABOR OVALLE, 1970
RENDIMIENTOS ALTOS

Código	Dosis en Kg/Ha N P K	Rendimiento Kg/Ha	Peso del Grano 14o/o humedad en Kg/Ha	Altura en Cm.	Acame o/o	Peso de mil granos Gr.	Peso específico
-1 1 1	75+175+150	2999	3231	118	2	31	75
-1-1 1	75+ 75+150	2640	2841	115	00	31	75
-1-1-1	75+ 75+100	2898	2941	118	2	31	75
-2 0 0	25+125+125	2557	2597	110	00	31	75
-1 1-1	75+175+100	2886	2943	123	25	30	73
0 0 0	125+125+125	2500	2670	123	56	28	72
0 2 0	125+125+125	2608	2648	123	50	28	72

RENDIMIENTOS MEDIOS

Código	Dosis en Kg/Ha N P K	Rendimiento Kg/Ha	Peso del Grano 14o/o humedad en Kg/Ha	Altura en Cm.	Acame o/o	Peso de mil granos Gr.	Peso específico
1 1-1	175+175+100	2401	2447	120	83	27	71
0 0 2	125+125+200	2388	2439	120	73	27	71
0 0-2	125+125+ 75	2425	2472	120	67	27	71
0 1 0	125+175+125	2248	2301	120	77	27	71

RENDIMIENTOS BAJOS

Código	Dosis en Kg/Ha	Rendimiento Kg/Ha	Peso del Grano 14o/o humedad en	Altura en cm.	Acame o/o	Peso de mil granos Gr.	Peso específico
1 1 1	175+175+150	2025	2064	122	87	25	70
1-1-1	175+ 75+100	2151	2197	120	67	25	70
0-2 0	125+ 25+125	2439	2510	115	12	25	70
1 0 0	175+125+125	1972	2018	120	73	24	70

RESULTADO DEL ENSAYO EN CAMPO VIEJO, 1970

RENDIMIENTOS ALTOS

Código	Dosis en Kg/Ha N P K	Rendimiento Kg/Ha	Peso del Grano 14o/o humedad en Kg/Ha	Altura en cm.	Acame o/o	Peso de mil granos	Peso específico
- 2 0 0	25+125+125	2219	2258	117	2	29 gr.	74
- 1 1 1	75+175+100	1902	1949	118	30	27 "	72
- 1-1 1	75+ 75+150	1955	2004	117	3	27 "	72
-1-1 1	75+ 75+100	2511	2222	115	7	27 "	72
0 0-2	125+125+ 75	1838	2047	117	46	27 "	70

RENDIMIENTOS MEDIOS

Código	Dosis en Kg/Ha N P K	Rendimiento Kg/Ha	Peso del Grano 14o/o humedad	Altura en cm.	Acame o/o	Peso de mil granos	Peso específico
1-1 1	175+ 75+150	1940	1977	115	12	25 gr.	70
- 1 1 1	75+175+150	1966	2015	120	30	26 "	70
0 0 0	125+125+125	1855	1902	118	36	25 "	70
0-2 0	125+ 25+125	1655	1692	110	00	25 "	71
0 0 2	125+125+175	1953	2005	115	33	25 "	70
0 0 1	125+125+150	1953	2048	118	30	25 "	72

RENDIMIENTOS BAJOS

Código	Dosis en Kg/Ha N P K	Rendimiento Ka	Peso del Grano 14o/o humedad en Kg/Ha	Altura en cm.	Acame o/o	Peso de mil granos	Peso específico
1 1 1	175+175+150	1525	1561	120	77	23 gr.	69
1 1-1	175+175+100	1570	1621	118	70	23 "	68
1-1-1	175+ 75+100	1886	1916	117	25	23 "	70
0 2 0	125+225+125	1509	1552	118	63	23 "	69

RESULTADOS DEL ENSAYO EN CHIMALTENANGO, 1970

RENDIMIENTOS BAJOS

Código	Dosis en Kg/Ha N P K	Rendimiento Kg/Ha	Peso del Grano 14o/o humedad en Kg/H	Altura en cm.	Acame o/o granos	Peso de mil	Peso específico
0-2 0	125+125+125	2662	2688	73	20	33	80
0 1 0	125+175+125	3148	3179	83	15	31	80
-1-1-1	75+ 75+100	2816	2832	80	11	31	80
1-1-1	175+ 75+100	3053	3077	82	6	31	79
-1 1 1	75+175+150	2887	2909	83	11	31	79
-1 1-1	75+175+100	3021	3036	80	2	31	79
2 0 0	225+125+125	2953	2976	80	18	31	79
-2 0 0	25+125+125	2001	2016	80	3	31	78

RENDIMIENTOS BAJOS

Código	Dosis en Kg/Ha N P K	Rendimiento Kg/Ha	Peso del Grano 14o/o humedad en Kg/Ha	Altura en cm.	Acame o/o	Peso de mil granos	Peso específico
0 0 1	125+125+150	2914	2937	85	3	30	78
1 0 0	175+125+125	2983	3012	80	10	30	78
0 0-2	125+125+ 75	2781	2807	80	13	30	78
1 1-1	175+175+100	3192	3192	78	3	30	78

RENDIMIENTOS BAJOS

Código	Dosis en Kg/Ha N P K	Rendimiento Kg/Ha	Peso del Grano 14o/o humedad en Kg/Ha	Altura en cm.	Acame o/o	Peso de mil granos	Peso específico
1 1 1	175+175+150	3074	3098	82	3	29	78
0 0 0	125+125+125	3041	3071	83	8	29	78
0 2 0	125+225+125	3261	3292	80	12	29	78
0 0 2	125+125+200	2872	2900	82	7	29	78

REPUBLICA CENTRAL-AMERICANA
ESTADO LIBRE ASOCIADO
GUATEMALA

Edgar Edulfo López de León

Vo.Bo.

Ing. Agr. Edgar L. Ibarra A
Asesor

IMPRIMASE:

Edgar Leonel Ibarra A.
Decano