

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

EXPLORACION DE LA RESPUESTA DEL TRIGO
(Triticum aestivum L./em. Thell)
A LA FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S.

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por:

GUILLERMO ANTONIO DE LEON AGREDA

En el acto de Investidura como

INGENIERO AGRONOMO

En el grado académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala, Junio de 1978.

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 2o.	Dr. Antonio Sandoval S.
Vocal 3o.	Ing. Agr. Sergio Mollinedo B.
Vocal 4o.	Br. Juan Miguel Irias
Vocal 5o.	P.A. Giovanni Reyes
Secretario:	Ing. Agr. Leonel Coronado C.

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano	Dr. Antonio Sandoval S.
Examinador	Ing. Agr. Jorge Ramos R.
Examinador	Ing. Agr. Salvador Castillo O.
Examinador	Ing. Agr. Ernesto Gonzales G.
Secretario	Ing. Agr. Leonel Coronado C.



Referencia.....
Asunto.....

FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Guatemala, 15 de Junio de 1978

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Rodolfo Estrada G.
PRESENTE

Señor Decano:

En atención a la designación que nos hiciera el Decanato a su digno cargo, nos cabe el honor de hacer de su conocimiento que hemos asesorado al Br. GUILLERMO ANTONIO DE LEON AGREDA, en la ejecución de su trabajo de tesis de grado titulada: "EXPLORACION DE LA RESPUESTA DEL TRIGO (*triticum aestivum* L./em. thell), A LA FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S".

Se presenta esta investigación, basado realmente en el método científico y como el primero de una serie de trabajos proyectados en el Departamento de Edafología de esta Facultad en relación al cultivo de trigo, tendientes todos a efectuar un detenido estudio del efecto de la fertilización foliar tanto en el incremento del porcentaje de proteína como de los factores primarios de la producción de dicho cultivo. Consideramos que los resultados del trabajo son satisfactorios y prometen bastante para la agricultura de Guatemala al dejar abierta una serie de inquietudes científicas en la investigación de granos básicos.

Por lo anteriormente expuesto opinamos que el trabajo del Br. de León Agreda, cumple con todos los requisitos que debe llevar una tesis de graduación a nivel superior, y en consecuencia recomendamos que el mismo sea aceptado para su discusión y defensa en el Examen General Público que el autor debe sostener en el acto de su graduación.

...



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia.....
Asunto.....

-2-

Es nuestro deseo dejar constancia del entusiasmo y dedicación que el autor de esta tesis manifestó durante la programación y ejecución de este estudio.

Sin otro particular, nos es grato reiterar nuestras muestras de consideración y aprecio.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Dr. Emilio Escamilla E.
ASESOR
Investigador Depto. Edafología


Ing. Agr. Salvador Castillo O.
ASESOR
Director Depto. de Edafología



Guatemala, Junio de 1978.

Honorable Junta Directiva,
Honorable Tribunal Examinador.

En cumplimiento con las normas establecidas por la Universidad de San Carlos de Guatemala, Tengo el Honor de someter a vuestra consideración el trabajo de tesis titulado: EXPLORACION DE LA RESPUESTA DEL TRIGO (*Triticum aestivum* L./em. Thell) A LA FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S, como último requisito previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo en el grado académico de Licenciado en Ciencias Agrícolas.

En espera que el presente trabajo merezca vuestra aprobación me es grato suscribirme muy respetuosamente.

Guillermo Antonio de León Agreda

DEDICO ESTA TESIS

**A LA MEMORIA
DE MI ABUELA**

Olga Morales Rivera

DEDICO ESTE ACTO

A MIS PADRES

**Bertha Regina Agreda
Ezequiel De León**

A MIS TIOS

**Carlos Humberto Contreras
Marta de Contreras**

A MIS HERMANOS

**Rolando
Róbin
Francisco
Jerman**

AGRADECIMIENTO

A mis Asesores

Dr. Emilio Escamilla E.
Ing. Agr. Salvador Castillo O.

A

El Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP; en especial al Dr. Ricardo Bressani al proporcionar los laboratorios de la Institución para la determinación de la cantidad de nitrógeno total.

A

Ing. Agr. infieri Jorge Leonel Hernández Campollo sin cuya valiosa y desinteresada contribución no hubiera sido posible el presente trabajo.

A

La compañía agrícola "ARRASOLA S.A."

A

Todas aquellas personas e Instituciones que de una u otra forma hicieron posible la realización de esta tesis.

CONTENIDO

	Página
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 Valor nutritivo	3
2.2 Contenido de proteína	5
2.3 Componentes del rendimiento	6
3. MATERIALES Y METODOS	9
3.1 Localización	9
3.2 Material genético	9
3.3 Prácticas culturales	10
3.4 Metodología experimental	10
3.5 Análisis estadístico	13
3.6 Parámetros estudiados	13
4. RESULTADOS Y DISCUSION	15
4.1 Contenido de proteína	15
4.2 Componentes del rendimiento	21
5. CONCLUSIONES	31
6. BIBLIOGRAFIA	33

1. INTRODUCCION

El trigo es la planta alimenticia de más extenso cultivo en el mundo entero. Más de 1,000 millones de seres humanos lo consumen en diversas formas, y contribuye en mayor proporción que ningún otro alimento a suministrar calorías y proteínas al hombre.

En nuestro medio, el evidente desequilibrio entre el crecimiento de la población y el de la producción de alimentos, que se agudiza más aún por el problema de los energéticos que ha venido a repercutir en un alza en los precios de los insumos agrícolas, han obligado a la investigación para la obtención de mejores alternativas tecnológicas en la producción de granos básicos, que son el fundamento primordial de la alimentación de la población urbana y rural. De aquí la inquietud que se ha despertado en científicos y técnicos para mejorar dichos cultivos y obtener no solo mejores rendimientos, sino incrementar la calidad y cantidad de proteína del grano, satisfaciendo la demanda de los pueblos deficitarios en estos granos.

Entre los granos básicos considerados, debe destacarse la situación del trigo que es en nuestro medio uno de los cultivos básicos que debe merecer atención especial en los programas de producción de alimentos. Es importante señalar que según la Gremial Nacional de Trigueros, tanto en el año de 1977 como en anteriores, la producción fue menor del 50o/o del consumo nacional; lo que trae como consecuencia su importación, afectándose directamente la economía del país, así como la dependencia externa hacia otros países productores de este grano. Por otro lado, debe considerarse también que es un cultivo de gran importancia económica en la región más densamente poblada del país y que según lo señala el ICTA (1976) del cultivo del trigo dependen en Guatemala alrededor de 100,000 pequeños y medianos agricultores que cultivan aproximadamente unas 50,000 manzanas.

Por lo anterior, se hace necesario en nuestro medio una tecnología adecuada para este cultivo, de manera que venga a optimizar cada uno de los factores de la producción. Parte de esta tecnología adecuada, es el uso racional de fertilizantes, práctica con la que se han logrado los más notorios incrementos en la cantidad y calidad de las cosechas.

Con el auge que han tenido en los últimos años los fertilizantes foliares y en busca de nuevas técnicas e ideas, con el

fin de obtener mejores cosechas, se han planeado en Guatemala y están en su fase inicial varios experimentos con diferentes cultivos, en que se usa la fertilización foliar como complemento de la fertilización edáfica.

La creciente demanda de información sobre los efectos de la fertilización en los granos básicos, motivó el presente trabajo, cuyos objetivos pretenden hacer un estudio exploratorio, del efecto que tiene la fertilización foliar con N-P-K-S en:

- a. La cantidad de proteína en el grano de trigo, y
- b. Los componentes del rendimiento.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 VALOR NUTRITIVO

En los últimos tiempos, el valor nutritivo del grano de trigo y los componentes de éste, han sido objeto de detenidos estudios. Se ha reconocido su valor como fuente de proteína y la superioridad de la misma sobre la mayoría de los demás cereales. En el cuadro No.1, tomado por Aykroyd y Doughty (1970) de las tablas de composición de alimentos para uso internacional de la FAO; se indica el rendimiento en calorías y el valor nutritivo del trigo y otros cereales importantes.

En efecto, Barriga, P. (1975) dice que el trigo es el cereal cultivado más importante del mundo ya que por su calidad alimenticia se le ubica como uno de los principales alimentos del hombre. Así mismo indica que el término calidad, hasta hace poco se refería a aquellas características físicas y químicas del grano que afectaban la utilización del trigo, una vez que este salía del lugar donde se producía. Ahora, según el mismo autor, el concepto de calidad se relaciona con el valor nutritivo del trigo como alimento humano. La cantidad de proteína en el grano como también la composición de aminoácidos de la proteína, son los factores más importantes en este nuevo concepto de calidad.

El Instituto Chileno de Investigaciones Agropecuarias (1971) señala que la deficiencia de la proteína a escala nutritiva está determinada por el contenido y balance de los aminoácidos que son esenciales para la formación de tejidos y desarrollo del ser humano. En el caso de los cereales, es sabido que la lisina es el aminoácido más limitante.

Actualmente, es bien sabido que en nuestro medio, por razones económicas, un gran sector de la población depende forzosamente de los cereales como fuente principal de alimentos. Por lo tanto, la calidad; vale decir, presencia de una proteína bien balanceada y altamente digerible, es de extraordinaria importancia. Por lo anterior puede decirse que los objetivos básicos para aumentar el valor nutritivo del trigo (calidad), son dos: aumentar el contenido total de proteína y mejorar el balance de aminoácidos esenciales.

CUADRO 1.

CONTENIDO DE CALORIAS Y NUTRIENTES EN EL TRIGO Y OTROS CEREALES (POR 100 GRAMOS)

4

Cereal	Agua	Calorías	Proteínas (*)	Grasas	Total de Carboni- dratos (incluidas fibras)	Calcio	Hierro	Tiamina	Ribofla- vina	Acido nicoti- nico.
	gramos		gramos			miligramos				
Trigo (duro)	12	332	13.8	2.0	70	37	4.1	0.45	0.13	5.4
Trigo (blando)	12	333	10.5	1.9	74	35	3.9	0.38	0.08	4.3
Arroz	13	357	7.5	1.8	77	15	1.4	0.33	0.05	4.6
Maíz	12	356	9.5	4.3	73	10	2.3	0.45	0.11	2.0
Cebada	12	332	11.0	1.8	73	33	3.6	0.46	0.12	5.5
Centeno	12	319	11.0	1.9	73	38	3.7	0.41	0.16	1.3
Avena	9	388	11.2	7.5	70	60	5.0	0.50	0.15	1.0
Sorgo	12	355	9.7	3.4	73	32	4.5	0.50	0.12	3.5
Mijo Africano (Eleusine corocoma)	12	336	5.6	1.5	78	350	5.0	0.30	0.10	1.4
Mijo Americano (Pennisetum americana)	12	363	10.3	5.0	71	25	3.0	0.30	0.15	2.0

(*) El contenido proteínico se ha calculado obteniendo el producto nitrógeno X 5.83

2.2 CONTENIDO DE PROTEÍNA

Hengsted, D.M., et al citados por Aykroyd y Doughty (1970) señalan que el trigo parece tener más variación respecto al contenido de nutrimentos que ningún otro cereal; la gama proteínica en el grano corriente va del 8 al 15 por ciento, pero se han notificado valores inferiores, incluso 7 por ciento, y superiores, que llegan a 24 por ciento.

Aykroyd, W. y Doughty, J. (1970) indican que en la composición del grano de trigo influyen la variedad genética y las condiciones ambientales, entre ellas la temperatura, la pluviosidad, los métodos y estaciones de cultivo y la naturaleza del suelo.

Bradley, W.B., citado por Aykroyd y Doughty (1970) señala que aunque algunas variedades de trigo son más ricas en proteína y ciertos nutrimentos que otras, el objeto primordial de la experimentación genética en el pasado era tendiente a seleccionar nuevas variedades con rendimientos altos y resistentes a las enfermedades, importando poco mejorar el valor nutritivo del grano. La experimentación genética en este último aspecto, ofrece posibilidades que empiezan a explorarse en la actualidad.

Barriga, P. (1975) indica que el contenido de proteína del grano de trigo puede ser aumentado entre otras formas, por el mejoramiento genético usando progenitores de alto potencial proteínico, por fertilización nitrogenada y por un atraso en la época de siembra.

Bressani, R., et al, citados por Chonay (1977) tienen la idea de aumentar el contenido de proteína de cualquier cultivo, mediante el uso de fertilizantes nitrogenados y azufrados, e indican que el contenido de proteína está determinado por las siguientes condiciones: fertilización, condiciones climáticas, variedad que se cultive, localidad y época de siembra.

Morán, T., citado por Aykroyd y Doughty (1970) indica que el contenido de proteína de una determinada variedad de trigo es afectado por el empleo de estiércoles y fertilizantes. También indica, que el nitrógeno aplicado al suelo antes de la fase de floración provoca un aumento en el rendimiento, en vez de elevar el porcentaje de proteína en el grano. Después de dicha etapa, el nitrógeno suministrado, forma proteína en el grano y, una persistente pulverización con fertilizantes nitrogenados puede producir granos que contengan hasta 21 por ciento de proteína, pero siempre con alguna modificación en el equilibrio de aminoácidos.

Poey, F.R. (1975) indica que una alta fertilización nitrogenada ocasiona una mayor acumulación de proteína una vez de que la planta ha recibido todo el nitrógeno que necesita para su desarrollo vegetativo y reproductivo. Las condiciones adversas de clima ocasionan una reducción en el tamaño del grano que se encuentra asociado a un incremento de proteína total del grano.

Bhatia, C.R. (1976) explica que la interacción existente entre la cantidad de proteína en el grano y el rendimiento, es debido a que en cualquier especie son incompatibles el incremento del grano y proteína por consideraciones energéticas, ya que la energía total es mayor en aquellos granos con alto contenido de proteína, en relación con granos con bajo contenido de la misma.

Filip'ev et al, citados por Escamilla, E. (1977) concluyó que la aplicación foliar de Urea, mejora la calidad del grano, la consistencia de la harina y el volumen del pan. Por otro lado, Escamilla, E. (1977) encontró que la fertilización foliar con N-P-K-S en trigo, mejora el contenido de nutrimentos en el grano, aumentando dicho contenido en forma proporcional al nivel de fertilización foliar.

Ries, S.K. et al, citados en el informe del CIMMYT (1969) encontró que pequeñas aplicaciones de simazín y otros herbicidas pueden aumentar el contenido de proteína de muchas especies, inclusive el trigo. Así mismo indica que se estudió en el CIANO, México, el efecto de varias dosis de simazín en trigo en cuatro niveles de fertilización nitrogenada, y observó que el contenido de proteína del trigo tratado con simazín fue significativamente mayor que en el trigo sin tratar. Los mayores aumentos en el porcentaje de proteína se obtuvieron al aplicar simazín a bajos niveles de fertilización nitrogenada.

Hernández, S., A. (1978) estudiando el efecto de la fertilización foliar, sobre la cantidad de proteína y componentes primarios del rendimiento en frijol negro, concluyó que los tratamientos en los que una solución variable de fósforo y azufre fue asperjada, produjeron un incremento en el contenido de proteína de la semilla.

2.3 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Escamilla, E. (1977) indica que el rendimiento en trigo, es función del peso de 1,000 granos, espiguillas por espiga, flores

por espiguilla (que pueden ser expresadas como granos por espiga), y el número de espigas por unidad de área. Así mismo, encontró que dichos componentes del rendimiento, fueron influidos por la variedad, niveles de fertilización, densidad y repeticiones. También determinó que el número total de espigas, fue estadísticamente significativo entre densidades, entre niveles de fertilización, entre variedades y en la interacción densidad por fertilización; esto último podría sugerir que el número de espigas fue influido por la fertilización foliar. Otra variable donde encontró significancia de la interacción antes mencionada, fue en el peso del grano.

El informe anual del CYMMYT (1969) reporta un estudio realizado en el CIANO, México en 1969 utilizando las variedades doble enanas INIA y CIANO, con altos niveles de fertilización nitrogenada en el suelo; la variedad CIANO produjo 449 espigas por metro cuadrado, e INIA produjo 396. En ambas variedades el tamaño del grano y número de espiguillas por espiga fueron semejantes.

Ramírez, C. (1970) indica que entre las localidades donde se condujeron los experimentos, se observó algunas diferencias en el rendimiento del grano, peso de 1,000 granos y peso volumétrico. Además, señala que la cifra de peso de 1,000 granos y de peso volumétrico, parecen estar correlacionadas entre si y que es aparente que estas características están influenciadas por los niveles de potasio y magnesio en el suelo. Así mismo, observó en su ensayo de Campo Viejo (Quezaltenango), un efecto estadísticamente significativo del nitrógeno y fósforo aplicados al suelo sobre el peso de 1,000 granos, pues dicho peso, aumentó de 19.5 a 23.5 gr. con dosis comparativamente bajas de nitrógeno y fósforo (de 0 a 100 Kg/ha); pero con dosis mayores de 100 Kg/ha de cada uno de ellos, el peso de 1,000 granos decrece. En el ensayo llevado a cabo en Chimaltenango, encontró efectos significativos de la combinación de nitrógeno y fósforo, en el peso de 1,000 granos y en la altura de la planta. En la primera de dichas características, se observó que las cifras aumentaron a medida que se incrementó la dosis de nitrógeno y fósforo, y dichos aumentos fueron favorecidos cuando estuvo presente el potasio, en cuyo caso el peso de 1,000 granos se incrementó desde 22.7 gr. en los tratamientos sin nitrógeno y fósforo, hasta 32.4 gr. en el nivel más alto de esos elementos.

Castañeda, C.A. (1973) en su estudio observó que el peso de 1,000 granos varió de 20.3 a 25.7 gr., sin embargo indica que el modelo estadístico utilizado fue adecuado únicamente para el

rendimiento, no así para variables como el peso de 1,000 granos y del peso específico.

En el trabajo presentado por López, E. (1974) se puede observar que hubo respuesta positiva a aplicaciones de potasio, aún cuando los análisis de suelos fueron altos en este elemento. La acción del potasio fue independiente del nitrógeno y el fósforo, ya que este nutrimento favoreció la buena calidad del grano; esto es demostrado por el índice de aumento del peso de 1,000 granos y del peso específico.

Escamilla, E. (1977) entre las variedades de trigo estudiadas, encontró diferencias significativas entre el peso de 1,000 granos, entre granos por espiga y entre el número de espigas por unidad de área. Indica también, que todas las variedades estudiadas mostraron decrecer en el número de granos por espiga a una mayor densidad respecto a una menor densidad y, que la fertilización foliar incrementó el número de granos por espiga, en comparación con el testigo en dos de las variedades estudiadas.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 LOCALIZACION

El presente experimento se realizó en terrenos de la compañía agrícola "ARRASOLA S.A.", situados en el municipio de Fraijanes, Departamento de Guatemala; siendo sus características ecológicas y geográficas las siguientes:

	Max.	Min.	Media.
Temperatura (°C)	23.2	12.0	16.7
Precipitación (mm/año)	1,627.3		
Humedad Relativa (o/o)	84		
Altitud	1,630 m.s.n.m.		
Latitud	14° 27' 48" N		
Longitud	90° 26' 24" S		

Suelos:

Con respecto a los suelos donde se efectuó el experimento, según la clasificación expuesta por Simmons, Tarano y Pinto (1959), éstos suelos corresponden al grupo de los SUELOS DE LA ALTIPLANICIE CENTRAL, correspondientes a la serie FRAIJANES, desarrollados sobre materiales volcánicos firmemente cementados, poco profundos, material madre toba volcánica de color claro, con drenaje interno bueno, de textura arcillosa, friables y de color café muy oscuro.

Según De la Cruz S., J. René (1976) los terrenos de la compañía agrícola "ARRASOLA S.A.", están ubicados en una zona ecológica de bosque húmedo montano bajo subtropical.

3.2 MATERIAL GENETICO

Se utilizó la variedad comercial "Maya 74" y que de acuerdo con lo especificado por ICTA, tiene como características las siguientes: su altura es de 100 Cm., que hace que resista el

acame, con buen macollamiento, no presenta pérdidas por desgrane, su madurez la alcanza entre 140 y 150 días, el grano es de color blanco, y es moderadamente resistente al ataque de las royas del trigo.

3.3 PRACTICAS CULTURALES

Las prácticas culturales realizadas en la plantación comercial y consecuentemente en el área experimental, se pueden resumir de la siguiente manera:

El terreno fue preparado con aradura profunda y con un paso cruzado de rastra, para la pulverización del mismo.

Fertilización: se hizo una aplicación al momento de la siembra con el fertilizante de la fórmula 15-15-15, a razón de 195 Kg/ha y una segunda aplicación de nitrógeno a los 30 días, utilizado como fuente Urea a razón de 65 Kg/ha (un total de 59.15 N, 29.25 P₂O₅ y 29.25 K₂O, Kg/ha).

Para el control de malezas, se utilizó el herbicida U-46D (2-4-D amina) en post-emergencia a razón de 2.8 lts/ha de producto comercial, de la casa "BASF".

No hubo necesidad de efectuar control de plagas y enfermedades, ya que no se presentaron en forma que causaran daños de consideración.

3.4 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

Es de hacer notar que el trabajo de campo y su correspondiente diseño experimental, fue montado dentro de la plantación comercial de la compañía agrícola "ARRASOLA S.A."; es decir, que el área que ocupó el experimento, recibió el mismo tratamiento que toda la plantación comercial. El trazo de las parcelas experimentales, sobre las que se efectuaron las aplicaciones de los distintos niveles de fertilización foliar, fue realizado dentro de la plantación comercial después de observarse el completo espigamiento. El criterio que prevaleció para la elección del área experimental dentro de la plantación comercial, fue la homogeneidad del área respecto a representatividad de las características de la plantación.

El diseño experimental utilizado para evaluar los niveles de fertilización foliar fue el arreglo simple de bloques al azar. El área de las unidades experimentales fue de 10.5 m² (2.1 m X 5.0

m) para la parcela bruta y de 2.7 m^2 (0.9 m X 3.0 m) para la parcela útil. El trigo fue sembrado en forma mecanizada al chorrillo, en surcos separados 0.15 m entre sí; o sea que la parcela bruta comprendió 14 surcos de 5 metros de longitud y la parcela útil los 6 surcos centrales de 3 metros de longitud.

Una formulación completa de N-P-K-S a una relación constante de 10 : 1 : 2 : 1 respectivamente fue asperjada a cinco niveles de concentración.

Los tratamientos efectuados se detallan en el Cuadro No.2, en que se expresa el total de nutrimentos aplicados en tres aspersiones.

CUADRO No.2

CANTIDADES DE N-P-K-S (Kg/ha) UTILIZADOS EN CADA UNO DE LOS TRATAMIENTOS (FERTILIZACION FOLIAR)

NIVELES	N	P	K	S
N-1	0	0	0	0
N-2	20	2	4	2
N-3	40	4	8	4
N-4	60	6	12	6
N-5	80	8	16	8

Como fuente de los elementos N-P-K-S se utilizaron respectivamente los siguientes compuestos: Urea al 46o/o de N; Tripolifosfato de Sodio al 25.3o/o de P; Cloruro de Potasio al 52.4o/o de K y Sulfato de Sodio Anhidro al 22.5o/o de S. El adherente utilizado fue ADSEE 775.

Para la aplicación de los tratamientos de fertilización foliar, se efectuaron un total de tres aspersiones, con intervalos de ocho días cada una a partir de los doce días después de haber ocurrido la antesis. Para realizar las aplicaciones, se utilizó una aspersora de mochila marca "Berthoud" de 15 litros de capacidad, a la que para realizar el estudio hubo necesidad de efectuar las siguientes modificaciones:

- Adaptación de un manómetro de 0 - 100 libras de presión por pulgada cuadrada cuyo objetivo era indicar y por

consiguiente controlar una presión constante de 40 libras por pulgada cuadrada durante cada aspersión.

- b) El tubo original de aspersión se reemplazó por uno de mayor longitud (1.60 m) al que en el extremo final hubo de hacerse una curvatura en U invertida con la finalidad de que la boquilla descargara en forma perpendicular, a una altura aproximada de un metro sobre la superficie de la plantación a lo largo de las parcelas.
- c) La boquilla original de la bomba —tipo cono— fue sustituida por un Teejet No. 8001 tipo abanico, la que a la altura antes indicada (un metro), cubría un ancho de aspersión de 1.05 metros. Esto hizo necesario asperjar media parcela caminando de Norte a Sur, y la otra media caminando en sentido contrario por las calles que formaron parte del campo experimental, habiendo sido la descarga media de 400 cc/minuto; se aplicó durante 40 segundos, lo que equivale a 267 cc/parcela (254.3 lts/ha) en cada aspersión.

En el Cuadro No. 3, se anotan las concentraciones de cada uno de los niveles de fertilización foliar utilizados en el experimento.

CUADRO No. 3
CONCENTRACION EN o/o DE N-P-K-S UTILIZADAS
EN CADA UNO DE LOS NIVELES DE
FERTILIZACION FOLIAR

NIVELES	CONCENTRACION EN o/o				lts/ha
	N	P	K	S	
N-1	0	0	0	0	254.3
N-2	7.86	0.78	1.57	0.78	254.3
N-3	15.72	1.56	3.14	1.56	254.3
N-4	23.58	2.34	4.71	2.34	254.3
N-5	31.44	3.12	6.28	3.12	254.3

3.5 ANALISIS ESTADISTICO

Para comparar el porcentaje de proteína, el rendimiento y los componentes del rendimiento, evaluados como consecuencia de los cinco niveles de fertilización foliar que fueron estudiados, se realizó el análisis de varianza del diseño de bloques al azar, auxiliándose con la prueba de "F" con niveles de significancia del 5o/o y 1o/o. La prueba de "Duncan" se utilizó en las comparaciones estadísticas de las medias del contenido de proteína de cada tratamiento de fertilización foliar.

3.6 PARAMETROS ESTUDIADOS

Los parámetros sobre los que versa la discusión en el presente estudio son los siguientes:

- Porcentaje de proteína por tratamiento de fertilización foliar.
- Peso de 1,000 granos.
- Número de granos por espiga.
- Número de espigas por unidad de área.
- Rendimiento de grano de trigo por unidad de área.

El primer parámetro fue determinado en los laboratorios del Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (INCAP), y se basó en el contenido de nitrógeno total del grano utilizándose el método de Micro-Kjeldhal cuyos principales pasos se describen a continuación:

1. Pesar 100 mg. de grano molido en un molino eléctrico "Wiley" utilizándose un tamíz de 20 mallas.
2. Colocar la muestra en un balón Micro-Kjeldhal agregándole 100 mg. de Sulfato de Sodio, 0.2 ml. de Acido Selenioso al 20o/o, como catalizadores y, 3 ml. de Acido Sulfúrico concentrado.
3. Digerir la muestra por un lapso de dos horas.
4. Determinar el porcentaje de proteína (o/o P), aplicando la fórmula siguiente:

$$\text{o/o P} = N_T \times 6.25$$

Los otros parámetros fueron estimados a partir de los siguientes datos de campo:

Se cosechó la parcela útil para obtener el peso del grano por parcela; para la trilla se utilizó maquinaria diseñada especialmente para este tipo de trabajo y se efectuó en la estación experimental "Chimaltenango" del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. La humedad del grano a la cosecha fue determinada con un determinador de humedad "Burrows".

Al momento de la cosecha fueron seleccionadas al azar 30 espigas dentro de la parcela útil, las cuales fueron desgranadas a mano con el propósito de determinar el número de granos por espiga y el peso de 1,000 granos. Este último parámetro se determinó empleando una balanza eléctrica monoplato "Mettler".

El número de espigas por metro cuadrado, se determinó de acuerdo al siguiente cálculo:

$$\text{Número de espigas/m}^2 = \frac{\text{Rendimiento en gr/m}^2 \times 30 \text{ espigas}}{\text{Peso en gr. de las semillas de 30 espigas}}$$

4. RESULTADOS Y DISCUSION

Para evaluar la respuesta del trigo, a los diferentes niveles de fertilización foliar, se utilizaron los valores medios obtenidos en los resultados experimentales del ensayo. Estos resultados corresponden al grano con 13o/o de humedad y constituyen el promedio de cuatro repeticiones de cada uno de los niveles evaluados.

4.1 CONTENIDO DE PROTEINA

Al realizar el análisis de varianza de acuerdo al diseño establecido, con los datos del contenido de proteína en el grano de trigo, se puede apreciar diferencias estadísticas altamente significativas (1o/o) entre los tratamientos (Cuadro No. 4).

Puede apreciarse al comparar las medidas de los tratamientos de fertilización foliar (Cuadro No. 5), que el contenido de proteína en el grano de trigo, se incrementó de 13.65o/o a 16.87o/o y fue máximo con el tratamiento de 40-4-8-4 Kg/ha de N-P-K-S respectivamente. Sin embargo, al efectuar la prueba comparativa de las medias del contenido de proteína como consecuencia de los tratamientos de fertilización foliar estudiados, se puede observar (Cuadro No. 6), que no hubo diferencia estadística entre los tratamientos con los cuales se obtuvo el mayor incremento en el contenido de proteína en el grano.

Los resultados medios obtenidos en el presente estudio, indican que se ha logrado el incremento buscado en cuanto al contenido de proteína en el grano y que la cantidad de proteína fue máxima con el tercer nivel de fertilización foliar, mientras que el menor porcentaje se obtuvo con el nivel uno (testigo), lo cual puede observarse en el Cuadro No. 5. Estos resultados están de acuerdo con el rango expuesto por Hengsted, D.M., et al citados por Aykroyd y Doughty (1970) quienes indican que se ha observado en diferentes cultivares de trigo, que el contenido de proteína oscila entre 7 y 24 por ciento. Escamilla, E. (1977) en un estudio de invernadero sobre el efecto de soluciones nutritivas aplicadas en forma foliar durante el período de llenado del grano en variedades de trigo de primavera, encontró que el contenido de nutrientes en el grano fueron incrementados en forma proporcional a los niveles de fertilizantes aplicados. Morán, T. citado por Aykroyd y Doughty (1970) aumentó el contenido de proteína en el grano de trigo en 21 por ciento mediante las pulverizaciones con fertilizantes nitrogenados.

CUADRO No. 4

**ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES
DE FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S EN LA CANTIDAD
DE PROTEINA EN EL GRANO DE TRIGO**

Fuentes de variación	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	F_c	F_t	Significancia
Total	19	31.09				
Repeticiones	3	0.18	0.06			
Tratamientos	4	27.56	6.89	24.6	3.26	(**)
Error	12	3.35	0.28			
Coeficiente de variación 8.26o/o						

(**): Significativo al 1o/o de probabilidad.

CUADRO No. 5

RESULTADOS MEDIOS DE LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION FOLIAR EN EL PORCENTAJE DE PROTEINA, PESO DE 1,000 GRANOS, NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA, NUMERO DE ESPIGAS POR METRO CUADRADO Y RENDIMIENTO POR METRO CUADRADO.

NIVELES DE FERTILIZACION	o/o DE PROTEINA EN EL GRANO	RENDIMIENTO POR METRO CUADRADO (gr)	1,000 GRANOS (gr)	NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA	NUMERO DE ESPIGAS POR METRO CUADRADO
N-1	13.65	189.45	38.98	27.4	178.38
N-2	14.90	205.00	39.23	27.7	187.96
N-3	16.87	214.44	36.14	31.3	195.31
N-4	15.33	199.26	38.30	28.7	181.91
N-5	16.60	192.97	37.90	28.1	183.48

CUADRO No. 6

PRUEBA COMPARATIVA ENTRE LAS MEDIAS DE
CONTENIDO DE PROTEINA (o/o) CORRESPONDIENTES
A LOS TRATAMIENTOS DE FERTILIZACION FOLIAR
(PRUEBA DE DUNCAN)

NIVELES DE FERTILIZACION	o/o MEDIO DE PROTEINA EN EL GRANO	
N-3	16.87	a
N-5	16.60	a
N-4	15.33	b
N-2	14.90	b
N-1	13.65	c

Nota: Los tratamientos que tienen la misma letra, son estadísticamente iguales con el 5o/o de grado de significancia.

Es importante señalar que en este estudio, la proteína se incrementó en forma proporcional hasta el tercer nivel de N-P-K-S aplicados foliarmente, observándose luego un descenso en el cuarto nivel, para incrementarse de nuevo, en el quinto nivel; lo cual puede apreciarse gráficamente en la Figura No. 1. Aún cuando no se observó significancia estadística en el peso del grano (Cuadro No. 8), puede inferirse que el descenso significativo en el porcentaje de proteína observado en el cuarto nivel de fertilización foliar, posiblemente esté asociado con un incremento en el peso del grano respecto al menor peso observado en el nivel tres, como puede apreciarse en el Cuadro No. 5.

En base a las consideraciones anteriores, puede decirse que los resultados obtenidos en cuanto al incremento significativo del contenido de proteína en el grano de trigo, podrían tener explicación por el hecho de que los nutrimentos aplicados en forma foliar, fueron aportados en el momento de mayor exigencia de elementos, como lo es el período de llenado del grano; es decir, que las sustancias nutritivas que fueron aplicadas al follaje y otras partes de la planta, fueron rápidamente absorbidas e incorporadas al proceso metabólico, pudiendo así ser aprovechadas en mejor forma por la planta para formar proteína en el grano, ya que no existe demanda de nutrimentos para la formación de partes vegetativas durante este período; vale decir, que cuando la planta no demanda nutrimentos para formar estructuras vegetativas, los nutrimentos disponibles son utilizados para la formación de proteína y compuestos energéticos; esto parece estar de acuerdo con lo indicado por Poey, F. (1975). Así también, puede decirse que el aumento en el porcentaje de proteína en el grano, pudo haberse debido a factores fisiológicos de la planta, posiblemente de tipo hormonal, lo cual está fuera del alcance del presente estudio. Otra razón pudo haber sido el aumento del nivel nutricional provocado por los elementos aplicados en los diferentes niveles de fertilización foliar, en el momento requerido para la formación de proteínas hasta los primeros estados de maduración del grano (estado de leche) satisfaciendo así los momentos de mayor demanda de nutrimentos cuya absorción del suelo es grandemente restringida por la limitación en la traslocación de energéticos como los carbohidratos, que son utilizados principalmente en la fabricación de compuestos formativos de las semillas.

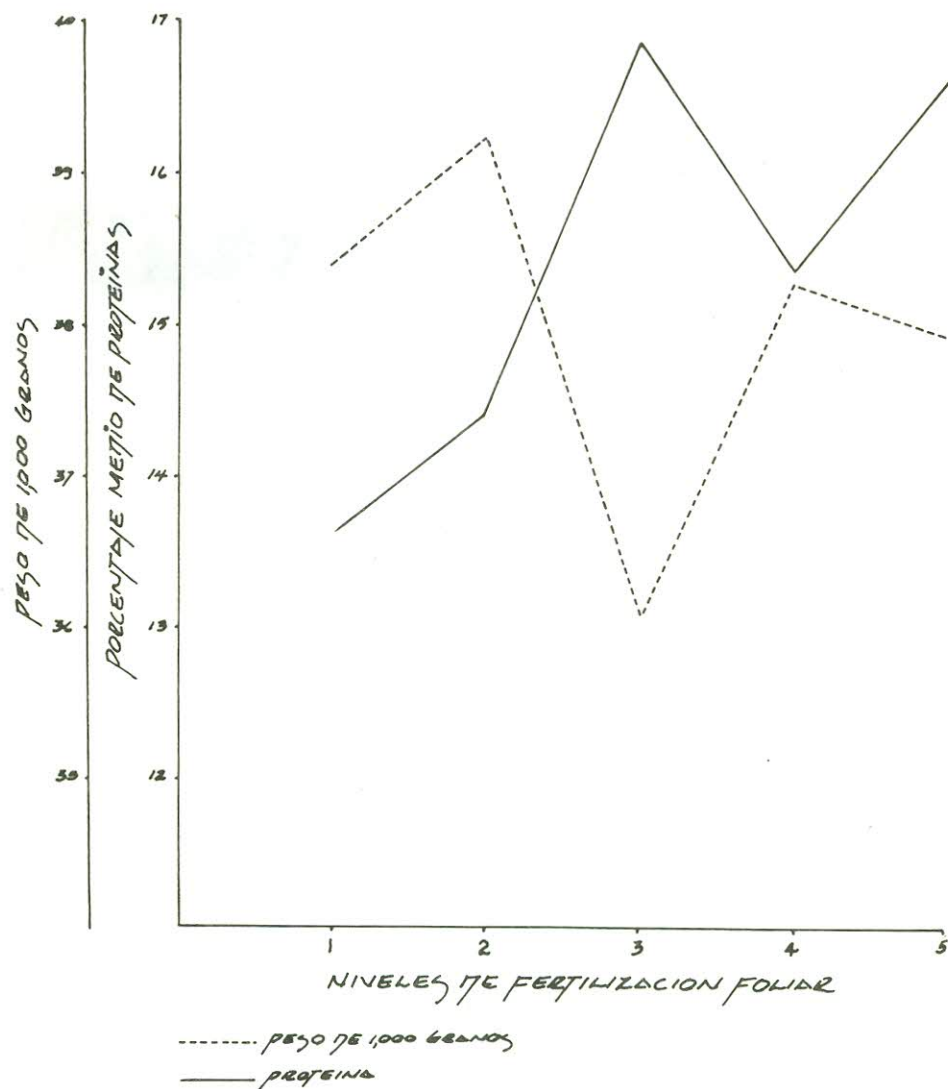
En base a la descripción anterior, se determina que la fertilización foliar logró incrementar el contenido de proteína en el grano de trigo, aspecto muy importante desde el punto de vista

nutritivo e industrial. Sin embargo, resulta difícil atribuir a un elemento en particular el incremento de dicha proteína, pues ya quedó mencionado que una formulación completa de N-P-K-S a una relación de 10 : 1 : 2 : 1 respectivamente, fue asperjada a cinco niveles de concentración en una base de aplicaciones de 254.3 Lts/ha de solución. Por consiguiente, será necesario llevar a cabo experimentos para investigar el comportamiento que tiene cada elemento en el rendimiento y contenido de proteína y estudiar también las relaciones entre ellos y, poder establecer así, el punto óptimo de combinación para obtener el máximo incremento en cuanto al contenido de proteína en el grano de trigo.

También se puede observar que el peso del grano fue menor en los tratamientos con los cuales se obtuvo el mayor contenido de proteína (Cuadro No. 5 y Figura No. 1), encontrándose una correlación negativa alta entre estas dos variables.

Analizando más detenidamente los resultados medios obtenidos en el presente estudio resumidos en el Cuadro No. 5, se aprecia que el mayor descenso en el peso del grano —una de las características indicativas del rendimiento en trigo— produjo el mayor incremento en el contenido de proteína; mientras tanto el peso del grano más alto, se produjo con el primer incremento de proteína (segundo nivel de fertilización foliar). Lo enunciado anteriormente, puede explicarse por el hecho de que existe una asociación inversa entre el incremento de proteína y el peso del grano, debida al efecto de compensación de energía total requerida en el momento de llenado del grano; esto parece estar de acuerdo a lo indicado por Bhatia, C.R. (1976). El número de granos por espiga y el número de espigas por metro cuadrado, resultaron altamente asociados con el contenido de proteína en el grano, dando valores de correlaciones altas y positivas, indicando con ello que aumentando el número de granos por espiga y el número de espigas por metro cuadrado, podríamos aumentar el rendimiento de proteína por unidad de área. Los valores de correlación encontrados en las variables en mención, podrían tener explicación por el mayor número de espigas por metro cuadrado y número de granos por espiga obtenidos en los niveles que reportaron los más altos porcentajes de proteína en el grano (Cuadro No. 5); lo cual posiblemente esté directamente relacionado con el número de espigas por unidad de área; es decir, que al existir un mayor número de espigas receptoras en un área determinada, se estará en mejor posibilidad para aprovechar más eficientemente los nutrimentos aportados en forma foliar.

Fig. 1



Sin embargo, se encontró una estrecha correlación positiva entre el porcentaje de proteína y el rendimiento por unidad de área; lo cual indica que en la variedad utilizada en el estudio, sí existe asociación, aunque no muy alta, entre esas dos variables. No está demás indicar que el peso del grano, manifestó correlaciones negativas altas tanto con el porcentaje de proteína como con el rendimiento, (Cuadro No. 7).

4.2 COMPONENTES DEL RENDIMIENTO

Al observar los análisis de varianza de las otras variables presentadas en el Cuadro No. 5 (rendimiento, peso de 1,000 granos, número de granos por espiga y número de espigas por metro cuadrado), puede apreciarse que no demostraron diferencias estadísticamente significativas (Cuadros del 8 al 11); de lo que se concluye que la respuesta fue similar. Sin embargo, sí se observa que en el nivel tres, las variables porcentaje de proteína, número de granos por espiga y número de espigas por metro cuadrado, están ligeramente arriba que en los demás niveles; el caso contrario es cierto para el peso del grano. Esto último puede tener explicación en el mayor número de granos por espiga obtenidos con dicho nivel de fertilización foliar; es decir, que se originó una competencia de los nutrimentos por la mayor formación de semillas en la espiga; el incremento de proteína posiblemente sea debido a una diferente calidad de la misma en comparación con semillas más pesadas, pero los datos en el presente estudio no son concluyentes. No obstante, se encontró una correlación negativa alta entre el peso del grano y número de granos por espiga (Cuadro No. 7 y Figura No. 2).

Así mismo, se puede apreciar en el Cuadro No. 5, que el mayor incremento de proteína a igual que el mayor rendimiento por unidad de área, se obtuvo con el tercer nivel de fertilización foliar (40-4-8-4 Kg/ha de N-P-K-S respectivamente). Esto reviste gran importancia en relación con los esfuerzos por aumentar el rendimiento y contenido de proteína simultáneamente, para poder estar así en mejor capacidad de satisfacer las crecientes necesidades humanas de proteínas.

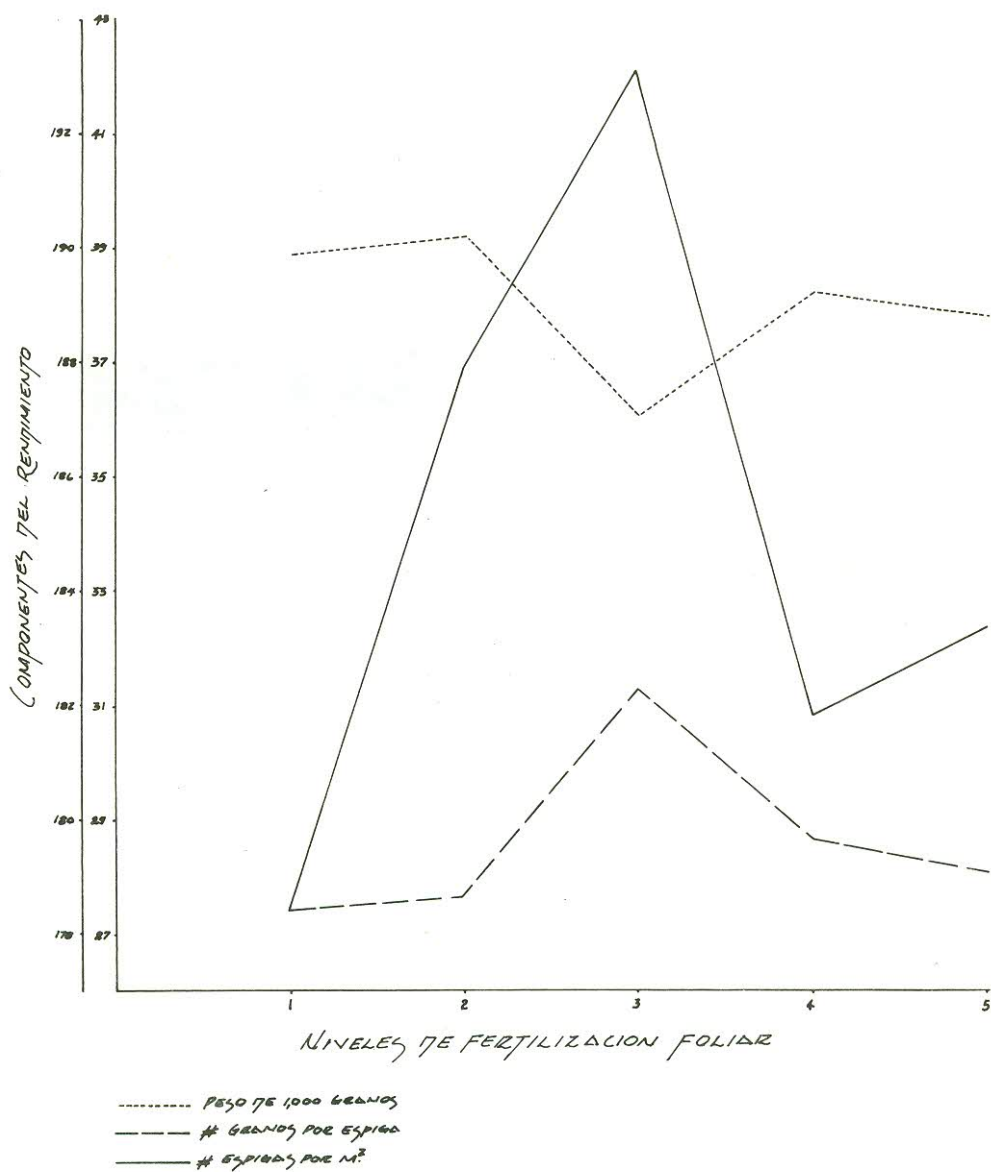
Al analizar los resultados obtenidos de los componentes del rendimiento, puede explicarse la razón por la cual no fue afectado el rendimiento. Esto pudo haber sido porque cuando un componente del rendimiento cambia a una dirección positiva (aumentando), los otros componentes cambian a una dirección negativa (disminuyen), como puede verse en el Cuadro No. 5 y Figura No. 2.

CUADRO No. 7

VALORES DE CORRELACION ENTRE LAS VARIABLES ANALIZADAS
EN EL ESTUDIO, TOMANDO LOS VALORES PROMEDIO DEL
EFECTO DE CADA TRATAMIENTO EN LAS MISMAS

	RENDIMIENTO EN gr.	PESO DE 1,000 GRANOS EN gr.	NUMERO DE GRANOS POR ESPIGA	NUMERO DE ESPIGAS POR UNIDAD DE AREA.
o/o DE PROTEINA	0.55	-0.82	0.72	0.69
RENDIMIENTO EN gr.		-0.63	0.81	0.95
PESO DE 1,000 GRANOS EN gr.			-0.95	-0.72
NUMERO DE GRA- NOS POR ESPIGA				0.82

Fig. 2



CUADRO No. 8

ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S, SOBRE EL PESO DE 1,000 GRANOS EN TRIGO

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	F_c	F_t	Significancia
Total	19	129.19				
Repeticiones	3	28.31	9.43			
Tratamientos	4	24.52	6.13	0.963	3.26	(NS)
Error	12	76.36	6.36			
Coeficiente de Variación 6.83o/o						

(NS): No hay significancia al 5 y 1o/o.

CUADRO No. 10

ANALISIS DE VARIANZA DEL EFECTO DE DIFERENTES NIVELES DE FERTILIZACION FOLIAR CON N-P-K-S, SOBRE EL NUMERO DE ESPIGAS POR METRO CUADRADO EN TRIGO

Fuentes de Variación	Grados de Libertad	Sumatoria de Cuadrados	Cuadrado Medio	F_c	F_t	Significancia
Total	19	6,858.09				
Repeticiones	3	344.76	114.92			
Tratamientos	4	679.99	169.99	0.349	3.26	(NS)
Error	12	5,833.34	486.11			
Coeficiente de Variación 10.25o/o						

Con los resultados anteriores, se infiere que en el presente estudio, la fertilización foliar aumentó el contenido de proteína en el grano, sin llegar a producir una alteración estadísticamente significativa, en los componentes del rendimiento y consecuentemente en el rendimiento del trigo. Sin embargo, Escamilla, E. (1977) encontró significancia en el número de granos por espiga, como consecuencia de la aplicación de fertilizantes foliares, en dos de las variedades evaluadas respecto al testigo; el mismo autor cita a Langer y Liew (1973) quienes indican que el incremento de nitrógeno aplicado foliarmente incrementa el número de granos por espiguilla.

Por otro lado, al considerar el número de espigas por unidad de área, puede decirse que los distintos niveles de fertilización foliar evaluados, no tuvieron ninguna influencia sobre este componente del rendimiento. Escamilla, E. (1977) encontró diferencias estadísticas entre el número de espigas por unidad de área en las variedades de trigo que estudió, debido a las densidades que evaluó. Con respecto al peso de 1,000 granos, en el presente estudio, no se observó diferencias estadísticamente significativas como resultado de los distintos niveles de fertilización foliar aplicados; pero el autor antes mencionado y Ramírez, C. (1970) reportan haber encontrado diferencias significativas en este componente del rendimiento.

Estos resultados podrían tener explicación en el hecho de que los distintos niveles de fertilización foliar, fueron aplicados después de la antesis; es decir, después que la espiguilla terminal estaba completamente formada; por ello puede inferirse que la falta de acción de los niveles de fertilización foliar sobre los componentes del rendimiento, se debió principalmente a la época inadecuada de aplicación, de acuerdo al estado de crecimiento de las plantas, y porque las condiciones del experimento no lograron influenciar el número de espiguillas. Sin embargo, el único componente que la fertilización foliar posiblemente pudo incrementar, fue el número de granos debido a esto a un incremento en el cuaje de los mismos, pero dicho incremento no fue significativo. En otras palabras, la aplicación de nutrimentos en forma foliar durante el período de llenado del grano va a prevenir una disminución en la absorción de florecillas; lo cual posiblemente se deba a un incremento en el nivel nutricional. Con respecto al peso de 1,000 gramos, puede decirse que aunque estadísticamente no hubo significancia, dicho componente del rendimiento sí fue afectado por la aplicación de los distintos niveles de fertilización foliar, pero dicha modificación estuvo estrechamente asociada con el incremento en el porcentaje de proteína en el grano.

Otra posible razón por la cual no hubo incremento en el rendimiento, fue debido a la rápida maduración observada después de la primera aplicación de los distintos niveles de fertilización foliar, en el follaje y principalmente en la hoja bandera, aún en los tratamientos testigos; por ello, puede decirse que el potencial de la planta para la elaboración de compuestos a partir de los nutrimentos aportados foliarmente disminuyó considerablemente. La rápida maduración observada, pudo haberse debido a que las plantas entraron a su etapa de madurez fisiológica, proceso que posiblemente fue influido por el adherente o los mismos fertilizantes foliares utilizados en el experimento, a que ocurriera más rápidamente, y que en un momento dado pudieron haber causado cierto grado de fitotoxicidad en la superficie foliar de las plantas; no permitiendo por lo tanto un óptimo aprovechamiento del fertilizante en las posteriores aplicaciones; es decir, los procesos de absorción, formación y traslocación de nutrimentos a las semillas, se vieron grandemente restringidos, lo cual también es cierto para la movilización de nutrimentos de los lugares de almacenamiento. Sin embargo, esa situación no se observó en las espigas, lo cual permitió, que a través de las glumas, los nutrimentos aplicados foliarmente fueran absorbidos y posteriormente traslocados al grano en formación. Lo anterior, podría tener explicación por la posición que guardan tanto las espigas como el follaje en la planta; las primeras por su posición netamente vertical y tamaño, tienen una menor área de exposición, no así el follaje que por su posición y tamaño, tienen consecuentemente una mayor área de contacto, por lo que fueron posiblemente más afectadas; tomando en cuenta además que la hoja bandera y en general las hojas superiores, pudieron formar una barrera que impidió la penetración del fertilizante foliar a las hojas inferiores.

En cuanto al efecto del adherente y, posiblemente también de los mismos fertilizantes evaluados, sobre la rápida maduración del follaje observada después de efectuada la primera aplicación del fertilizante foliar, puede atribuirse probablemente a quemaduras causadas principalmente en las hojas. Esta situación puede tener explicación por el hecho que las gotas asperjadas inmediatamente salen del atomizador, están sujetas a la evaporación debido a la influencia de condiciones ambientales tales como la humedad, temperatura y velocidad del viento. Es importante indicar, que la función de un atomizador es producir gotas en cantidad suficientemente grande y de tamaño adecuado. Idealmente las gotas emitidas deben ser todas del mismo tamaño, pero en la práctica no todas las gotas emitidas, tendrán el mismo tamaño ni resultará el mismo patrón de distribución sobre la

superficie tratada; de tal manera que se puede decir que el depósito del fertilizante foliar no fue completamente uniforme. Así se tiene que la gota formada en una aspersión convencional, como la efectuada en el presente estudio, tiene un tamaño promedio de 0.3 mm (300 micras). Es claro por consiguiente que lo importante es la concentración de cada uno de los fertilizantes en la aspersión. Por lo anteriormente expuesto, puede decirse que la cantidad exacta de adherente así como la clase del mismo a ser utilizada en cualquier formulación, tendrá que determinarse mediante posteriores estudios para asegurar una mejor efectividad de contacto con la hoja, pero sin que se llegue a causar daño a las mismas. Así mismo también se deben conducir futuros estudios para evaluar el efecto de distintas concentraciones de los elementos usados como fertilizantes foliares, para determinar el grado de fitotoxicidad que pueda presentar cada uno de ellos y su efecto en la calidad y cantidad de grano.

En vista de que la materia orgánica, tiene una marcada influencia sobre las propiedades físicas del suelo y por lo tanto en el crecimiento y desarrollo de las plantas; otro aspecto que se puede discutir para explicar los resultados de este experimento, es el bajo contenido de la misma, ya que suelos como los de Fraijanes cuando ocupan relieves desnudos, están expuestos constantemente a la erosión hídrica y tienen muy bajo contenido de materia orgánica. A lo anterior, debemos agregar la falta de nutrimentos necesarios para un mejor crecimiento y desarrollo de las plantas, provocada probablemente por una inadecuada fertilización edáfica.

Por último se podría también discutir que los resultados obtenidos, pudieron estar gobernados por el potencial genético de la variedad utilizada en el experimento, y porque las condiciones del mismo no lograron influenciar el comportamiento de los componentes del rendimiento estudiados; esto deja la posibilidad de efectuar estudios con materiales genéticos distintos, principalmente de alto contenido proteínico, y establecer las épocas más adecuadas para un mejor aprovechamiento de las fertilizaciones foliares.

Sin haber observado significancia estadística en los componentes del rendimiento, se efectuó el análisis de correlación entre todas las variables estudiadas (Cuadro No. 7), habiéndose encontrado una correlación positiva alta entre el rendimiento y el número de granos por espiga, así como entre el primero y el número de espigas por unidad de área. Lo anterior determina que a medida que se seleccione ya sea para un alto

número de granos por espiga o para un alto número de espigas por unidad de área, posiblemente también se estará mejorando con respecto a el rendimiento. El peso del grano, mostró correlaciones negativas altas con el rendimiento, número de granos por espiga y número de espigas por unidad de área; esto indica que no es posible mejorar el rendimiento basándonos en el peso del grano. Entre el número de granos por espiga y el número de espigas por unidad de área, también se encontró una correlación positiva alta, indicando que al aumentar el número de espigas por unidad de área, podría aumentarse el número de granos por espiga y de esta forma también mejorar el rendimiento. Es importante hacer notar que el peso del grano, respecto a los demás componentes del rendimiento, porcentaje de proteína en el grano y rendimiento, mantuvo una correlación negativa. (Figuras No. 1 y 2).

5. CONCLUSIONES

De acuerdo con la discusión de los resultados experimentales obtenidos bajo las condiciones en que se llevó a cabo el presente estudio, que como ya quedó mencionado es de tipo exploratorio, pueden considerarse las siguientes conclusiones:

- 5.1 Según el análisis estadístico, los niveles evaluados produjeron incremento en el contenido de proteína del grano, lo cual reviste gran importancia en relación con los esfuerzos por obtener alimentos que tengan mayor capacidad para satisfacer las necesidades humanas de proteínas.
- 5.2 El porcentaje de proteína acumulada en el grano como respuesta a la fertilización foliar varió de 13.65o/o a 16.87o/o con una media de 15.44o/o.
- 5.3 Los mejores niveles de fertilización foliar, para lograr el incremento de la proteína del grano, resultaron ser los correspondientes a 40-4-8-4 y 80-8-16-8 Kg/ha de N-P-K-S respectivamente.
- 5.4 La no significancia de los componentes del rendimiento, permiten determinar que en el estudio realizado, los diferentes niveles de fertilización evaluados, no tuvieron efecto sobre los mismos, lo cual se debió posiblemente a la época inadecuada de aplicación, o a que de acuerdo al estado de crecimiento de las plantas influido por una inadecuada fertilización edáfica, no hubo respuesta a dichos niveles.
- 5.5 Los componentes del rendimiento no mostraron una variación estadísticamente significativa al efecto de la fertilización foliar, sin embargo, el cuadro total de correlaciones de dichos componentes, indican que el número de granos por espiga y el número de espigas por unidad de área, estuvieron positivamente correlacionadas con el rendimiento.
- 5.6 El número de espigas por unidad de área, probablemente fue el componente que más influyó para lograr una mayor eficiencia de los nutrimentos aportados foliarmente, para obtener un mayor porcentaje de proteína y rendimiento de grano.

- 5.7 Se obtuvo una correlación estrecha positiva entre el contenido de proteína y el rendimiento. Sin embargo, la aplicación de 40-4-8-4 Kg/ha de N-P-K-S respectivamente, reportó el mayor aumento en el contenido de proteína y rendimiento de grano.
- 5.8 Por la naturaleza exploratoria del presente estudio, que en sí representa la fase inicial de trabajos de investigación de este tipo en el cultivo del trigo en nuestro medio, se recomienda que estos estudios tengan continuidad y el debido apoyo, con el fin de incrementar la información y mejorar las recomendaciones que de ello se deriven para el uso de fertilizantes foliares.
- 5.9 En particular, se recomienda que debido a las condiciones donde se efectuó el estudio, se confirmen los presentes resultados mediante ensayos que utilicen ya no solo niveles variables y en una sola variedad, si no que se combinen niveles de elementos, manteniendo alguno de ellos a diferentes valores de la relación estudiada y en diferentes variedades de trigo, principalmente con materiales genéticos que contengan mayor contenido de proteína en el grano, con el objeto de estudiar sus interrelaciones y respuestas. Así mismo, variar la época de aplicación y ejecutar los ensayos en las zonas de mayor producción triguera.

6. BIBLIOGRAFIA

1. AYKROYD, W.R. y J. DOUGHTY. El trigo en la alimentación humana. Roma, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación, 1,970. 185 p.
2. BARRIGA, PATRICIO y otros. "Contenido de nitrógeno, lisina y potasio en grano de trigo en función de época de siembra y cultivar". Turrialba, Vol. II: 260-263, 1,976.
3. BHATIA, C.R. "Bionergetic consideration in cereal breeding of protein improvement". Science, Vol. 194: 1,418-1,420, 1,976.
4. CASTAÑEDA S., CESAR A. Respuesta del trigo (*Triticum aestivum* L./ em Thell) a la fertilización con N P K y efecto del Cycocel 500-A en el acame, en Santa Cruz Balanyá Chimaltenango. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1,973. 39 p. (Tesis Ing. Agr.).
5. CHILE. INSTITUTO DE INVESTIGACIONES AGROPECUARIAS. Investigación agropecuaria. Santiago, 1,974. 446 p.
6. CHONAY, J.J. Relación de nitrógeno aplicado al suelo y la variación del contenido de proteína en el grano de frijol. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1,977. 36 p. (Tesis Ing. Agr.).
7. DE LEON, RAFAEL. Cultivo del trigo. Guatemala, 1,972. 31 p. (mimeografiado).
8. DE LA CRUZ S., J. RENE. Clasificación de zonas de vida de Guatemala basada en el sistema Holdrige. Guatemala, INAFOR, 1,976. 24 p.
9. ESCAMILLA E., E. Greenhouse studies on the effect of foliar spray of nutrient solutions during the grain filling on spring wheat (*Triticum aestivum* L.) and black field bean (*Phaseolus vulgaris* L.) varieties. Iowa, State University, 1,977. 129 p. (Thesis Dr. of Philosophy).

10. GUATEMALA. GREMIAL NACIONAL DE TRIGUEROS. Memoria anual 1,974, Quezaltenango, 63 p.
11. ————— Memoria anual 1,975, Quezaltenango, 80 p.
12. ————— INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGIA AGRICOLAS. Objetivos, organización y funciones. Guatemala, 1,976. 23 p.
13. ————— Semillas mejoradas. Guatemala, 1,975. 8 p.
14. HERNANDEZ S., ARNULFO N. Efecto de la fertilización foliar con N P K S a diferentes niveles de P y S en la cantidad de proteína y componentes primarios del rendimiento en frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.). Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1,978. 22 p. (Tesis Ing. Agr.).
15. LOPEZ DE LEON, EDGAR E. Respuesta del trigo (*Triticum aestivum* L./ em. Thell) a la fertilización con N P K y Mg en los suelos de Quezaltenango. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1,974. 43 p. (Tesis Ing. Agr.).
16. MEXICO. CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. Informe anual 1,968-1,969. México, 1,969. 122 p.
17. POEY, FEDERICO. Fundamentos genéticos para el mejoramiento nutricional de granos básicos. Guatemala, Ministerio de Agricultura: instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, 1,975. pp 1-29. (mimeografiado).
18. RAMIREZ A., CARLOS H. Exploración de la respuesta del trigo (*Triticum aestivum* L./em. Thell) a la fertilización con N P K y Mg en los suelos de las series de Quezaltenango y Tecpán. Guatemala, Universidad de San Carlos, Fac. de Agronomía, 1,970. 40 p. (Tesis Ing. Agr.).
19. 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. "José Pineda Ibarra" y Ministerio de Agricultura, IAN-SCIDA, 1,959. 1000 p.

20. TISDALE S.L. y NELSON, W.L. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. Trad. Jorge Balasch y Carmen Piña España, Montaner y Simmon S.A. 1,970. 760 p.

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE AGRONOMIA

Ciudad Universitaria, Zona 12.

Apartado Postal No. 1545

GUATEMALA, CENTRO AMERICA

Referencia	_____
Asunto	_____

IMPRIMASE:

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



PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO
DEL DOLAR LEGAL
INSTITUTO ECONOMICO USAC