

01
T(177)
c. 3

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMIA

**EVALUACION DE LA RESPUESTA DEL TRIGO *Triticum
aestivum* L./em. Thell A LA FERTILIZACION
NITROGENADA USANDO DOS FUENTES, TRES NIVELES
Y TRECE FORMAS DE APLICACION**

TESIS

Presentada a la Honorable Junta Directiva

de la

Facultad de Agronomía

de la

Universidad de San Carlos de Guatemala

Por

HELIO RAMIRO ORTIZ DARDON

en el acto de su investidura como

INGENIERO AGRONOMO

en el Grado Académico de

LICENCIADO EN CIENCIAS AGRICOLAS

Guatemala Noviembre de 1974

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE TESIS-REFERENCIA

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
RECTOR

DR. ROBERTO VALDEAVELLANO

JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE AGRONOMIA

Decano:	Ing. Agrónomo Edgar Lionel Ibarra
Vocal 1o.:	Ing. Agrónomo Salvador Castillo Orellana
Vocal 2o.:	Ing. Agrónomo Ronaldo Prado Ramírez
Vocal 3o.:	Ing Agrónomo Carlos Guillermo Aldana G.
Vocal 4o.:	Perito Agrónomo Napoleón Medina
Vocal 5o.:	Perito. Agrónomo Miguel Angel Carballo
Secretario:	Ing. Agrónomo Oswaldo Porres Grajeda

TRIBUNAL QUE PRACTICO EL EXAMEN
GENERAL PRIVADO

Decano:	Ing. Agrónomo Edgar Ibarra
Examinador:	Ing. Agrónomo Jorge del Valle
Examinador:	Ing. Agrónomo Mario Molina Llardén
Examinador:	Ing. Agrónomo Hernán Quán
Secretario:	Ing. Agrónomo Oswaldo Porres

Guatemala 4 de Noviembre de 1974

Señor Decano de la
Facultad de Agronomía
Ing. Agr. Edgar L. Ibarra A.
Presente

Señor Decano:

En atención al nombramiento emanado de esa Decanatura para asesorar al Br. Helio Ramiro Ortiz Dardón en la elaboración de su tesis de graduación, me es grato hacer de su conocimiento que he seguido de cerca el desarrollo de su trabajo: **EVALUACION DE LA RESPUESTA DEL TRIGO Triticum aestivum L./em. Thell A LA FERTILIZACION NITROGENADA USANDO DOS FUENTES, TRES NIVELES Y TRECE FORMAS DE APLICACION.**

Considero, concluida mi asesoría, que el trabajo presentado reúne todos los requisitos para su aprobación.

Sin otro particular me es grato reiterarme como su atento y seguro servidor.

Ing. Agr. J. Anibal Palencia
Asesor

**HONORABLE JUNTA DIRECTIVA
HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

De conformidad con lo establecido en la ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala previo a optar el título de Ingeniero Agrónomo, tengo el honor de someter a vuestro criterio el trabajo de tesis intitulado:

EVALUACION DE LA RESPUESTA DEL TRIGO *Triticum aestivum* L./em. Thell A LA FERTILIZACION NITROGENADA USANDO DOS FUENTES, TRES NIVELES Y TRECE FORMAS DE APLICACION.

Espero que el presente trabajo sea una contribución a la información básica necesaria para lograr incrementos en la producción del trigo. Al mismo tiempo, espero que sea mercedor de vuestra aceptación.

Ramiro Ortíz Dardón

DEDICO ESTE ACTO

A mis padres

Roberto y María de la Cruz

A mi esposa

Irene

DEDICO ESTA TESIS

A mis hijas

Michelle, Paula y Carolita

AGRADECIMIENTO

Dejo constancia de mi agradecimiento especial al Ingeniero Agrónomo Aníbal Palencia por su interés y acertadas sugerencias en la revisión y asesoramiento de este trabajo de tesis.

Al personal técnico, administrativo y de campo del Centro Experimental "Labor Ovalle" del ICTA, por su valiosa colaboración en la realización del proyecto en su fase de campo.

Asi también, al Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA) por haberme dado la oportunidad de realizar este trabajo de investigación.

CONTENIDO

	Página
1. Introducción	1
2. Revisión de Literatura	3
2.1 La función del Nitrógeno en la planta	3
2.2 El Nitrógeno en el Suelo	4
2.3. Requerimientos de fertilización	5
2.4 Fuentes y formas de aplicación de Nitrógeno	8
3. Materiales y Métodos	11
3.1 Material experimental	11
3.1.1 Características del sitio experimental	11
3.1.2 Material experimental	12
3.2. Metodología experimental	13
3.2.1 Diseño experimental	13
3.2.2 Tratamientos seleccionados	13
3.2.3 Manejo del experimento	14
3.2.4 Análisis estadístico	15
4. Resultados y Discusión	17
4.1 Efecto de las fuentes de Nitrógeno	17
4.2 Efecto de los niveles de Nitrógeno	21
4.3 Efecto de las formas de aplicación	22
5. Conclusiones	27
6. Bibliografía	29

1. INTRODUCCION

Desde el momento de su creación, la humanidad se vió frente a frente con el desafío planteado por la naturaleza: Supervivencia. Actualmente, éste ha tomado formas de aterradora perspectiva que amenaza a la raza humana, pues aún países con un gran desarrollo social y económico se muestran preocupados por el problema que nos afecta a todos en mayor o menor grado.

El ya 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 fertilizantes químicos, ha obligado a muchos gobiernos a poner su atención en programas de producción de granos básicos ofreciendo gran apoyo de tipo económico y especialmente técnico, percatados de que la tecnología es la piedra angular que sirve de base para lograr el éxito deseado.

Entre los granos básicos considerados, debe destacarse la situación del trigo, pues tanto en 1973, como en años anteriores, la producción fue levemente menor al 50o/o del consumo nacional, con un rendimiento promedio muy bajo si lo comparamos con los de otros países productores de este grano. Por esto, se hace necesario una tecnología adecuada para este cultivo en nuestro medio, que venga a optimizar cada uno de los factores de rendimiento. Parte de esta tecnología adecuada, es el uso racional de fertilizantes; práctica con la que se han logrado los mayores incrementos en calidad y cantidad de cosechas.

Las distintas experiencias logradas a la fecha en la región triguera de Guatemala, revelan claramente que el nutrimento más limitante en la producción de este cultivo es el nitrógeno. Ante esta evidencia se han venido haciendo esfuerzos para determinar el nivel más adecuado de fertilización nitrogenada, con resultados que, aunque no definitivos, por lo menos dan idea sobre el requerimiento de aplicación de este elemento nutritivo para alcanzar los mejores rendimientos bajo nuestras condiciones de cultivo.

Este conocimiento, sin embargo, no es suficiente para resolver la problemática que plantea el alto costo de los fertilizantes, particularmente al tricultor pequeño, pues los niveles óptimos económicos de aplicación de un fertilizante dado, que corresponden a los rendimientos más altos, sólo están al alcance de los agricultores de mayor capacidad económica. En consecuencia, se hace necesaria la búsqueda de alternativas que se adecúen a las condiciones del agricultor, pequeño y mediano, cuyo principal recurso es el trabajo.

Al considerar que un mejor de la fertilización nitrogenada acorde con la dinámica del nitrógeno en el suelo y con las épocas de mayor demanda del cultivo podría ofrecer la alternativa requerida, el presente estudio pretende establecer un sistema más eficiente para el uso y manejo de este importante nutrimento, en términos de un mayor número de aplicaciones y de la proporcionalidad de las dosis de aplicación que propicien un requerimiento de nitrógeno más bajo, que el encontrado a la fecha, para lograr los más altos rendimientos.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1 La Función del Nitrógeno en la Plnata

Las plantas, como todos los organismos, requieren nitrógeno para su crecimiento y reproducción (29), debido a que este elemento es un constituyente de todas las proteínas, todas las enzimas, muchos compuestos metabólicos intermedios involucrados en la síntesis y transferencia de energía y también de los ácidos nucleicos que forman parte del código genético (5,12,14,24,25,27,30).

Según Sprague (27), el N es un constituyente importante de la clorofila o pigmento verde de las hojas que juega un rol determinante en el proceso fotosintético. Buckman y Brady (5) indican que en los cereales, una cantidad adecuada de nitrógeno aumenta el volumen del grano y su porcentaje en proteínas. Estos autores (5) señalan además, que en todas las plantas el nitrógeno es un regulador que gobierna en grado considerable la utilización de fósforo, potasio y otros elementos nutritivos.

Esta serie de funciones del nitrógeno, sugieren la importancia de su esencialidad en el crecimiento normal de las plantas, al extremo que su deficiencia provoca graves trastornos a las mismas. Sin embargo debe considerarse, por otro lado, que su exceso es perjudicial. Sobre este último aspecto, Russell y Russell (24) indican que cantidades excesivas de nitrógeno dan hojas con células tan grandes y de pared tan delgada que son fácilmente atacadas por insectos y hongos patógenos y dañadas por condiciones climatológicas desfavorables tales como sequía y heladas. Además, un exceso de este elemento puede retardar la maduración del cultivo propiciando un excesivo crecimiento vegetativo, lo cual da como resultado un debilitamiento de los tallos con el subsecuente acame (5,12,24) y una disminución considerable en la relación grano: paja (24).

Los requerimientos de nitrógeno o de cualquier otro nutrimento por parte de las plantas para su crecimiento óptimo

varían entre especies y aún entre variedades. Joret, citado por Jacob y von Uexküll (12), señala que 100 Kgs de trigo extraen del suelo 2.75 Kg de N, 1.22 Kg de P_2O_5 y 3.5 Kg de K_2O . Martin (17) reporta que una cosecha de 4940 Kg de trigo extraen 208 Kg de N, 60.5 Kg de P_2O_5 y 181.5 Kg de K_2O por Ha.

2.2 El Nitrógeno en el Suelo

Más del 90o/o del nitrógeno del suelo está en forma orgánica, generalmente protéica, la cual no se considera accesible a las plantas (1,2,3,5,16). Este nitrógeno ha sido acumulado ahí a partir de la forma elemental en la atmósfera por procesos de fijación, de los cuales los más importantes son de naturaleza biológica (1,3,29).

Según Bartholomew (2), el nitrógeno en la materia orgánica del suelo ha sido y es una fuente importante de abastecimiento de este elemento para la producción agrícola.

Varios autores (1,2,3,5,16,28) están de acuerdo en que una descomposición microbiana de la materia orgánica en suelos aeróbicos lleva de nuevo el nitrógeno protéico a formas disponibles para la nutrición de las plantas, mediante un proceso llamado "mineralización". Este proceso se inicia con la transformación del nitrógeno orgánico a NH_4^+ llevada a cabo por la acción de varias clases de microorganismos del suelo; este amonio puede ser aprovechado por las plantas, puede ser objeto de fijación por los minerales de arcilla y coloides del suelo y el amonio remanente se ve sometido a la acción oxidante de ciertas bacterias (Nitrosomonas y Nitrobacter) que lo convierten primero en nitritos (NO_2^-) y luego en nitratos (NO_3^-). Los nitratos (NO_3^-) pueden ser aprovechados por las plantas y microorganismos del suelo, pueden ser perdidos por condiciones de mal drenaje en las que organismos anaeróbicos reducen el amonio a óxido nitroso (N_2O) y nitrógeno elemental (N_2) que se escapan a la atmósfera y además, pueden ser perdidos por lixiviación.

Fox (9) indica que en los trópicos húmedos como en las áreas templadas, la lixiviación constituye el principal camino para las pérdidas del N inorgánico del suelo. Este autor (9) indica, además, que la magnitud de estas pérdidas depende de las condiciones de suelo (textura, tamaño de poros, capacidad de intercambio aniónico) y de la precipitación pluvial.

Según Buckman y Brady (5), la cantidad de N en el suelo es pequeña, mientras la cantidad removida anualmente por las cosechas es comparativamente grande. Bartholomew (2) señala que el nitrógeno del suelo no es inagotable y debe disminuir en cantidad ya que abastece con contribuciones netas a los cultivos que crecen en esos suelos.

2.3 Requerimientos de Fertilización

De acuerdo con Fassbender (8), no debe confundirse el concepto de cantidad y relación de nutrimentos requeridos por la planta para su crecimiento óptimo, con el de cantidad por aplicarse a un suelo como fertilizante para que pueda cubrir las necesidades de la planta.

Con respecto a lo anterior, Palencia (21) señala que mientras el primer concepto está ligado más directamente al patrón genético de la planta, el segundo lo está más a las características físicas, químicas y microbiológicas del suelo. Por lo tanto, continúa este autor (21), los requerimientos de fertilización no pueden ser definidos simplemente con obtener la diferencia entre la cantidad de nutrimentos requeridos por la planta para un nivel de rendimiento dado y el contenido natural de éstos en el suelo, sino considerando, además, la dinámica en el suelo de los elementos que habrán de aplicarse para incluir las pérdidas que ocurran por efecto de lixiviación, volatilización, fijación, etc.

Bartholomew (2) indica que hasta el advenimiento de los fertilizantes químicos, la agricultura dependía solamente de los procesos naturales de abastecimiento para la producción de

cultivos. Este autor (2) señala que estos procesos incluían la mineralización del nitrógeno de la materia orgánica del suelo, la fijación del nitrógeno atmosférico principalmente a través de procesos biológicos, el nitrógeno añadido a través de lluvias y otras formas de precipitación y alguna liberación de nitrógeno a través de la meteorización de minerales primarios del suelo.

Según Fox (9), el cultivo continuo disminuye el contenido de N del suelo a causa del consumo por el cultivo y por filtración y llega el momento en que se requiere agregar nitrógeno para mantener elevados rendimientos.

Cooke (7) recomienda que para lograr el uso más económico del fertilizante se debe escoger la cantidad óptima de fertilizante adecuado y la aplicación de éste en el lugar preciso y el tiempo oportuno. Este mismo autor (7), indica que la forma usual para encontrar la dosificación de fertilizantes para un cultivo se basa en los experimentos de campo donde se prueban diferentes cantidades de fertilizante y midiendo los resultados que dan éstos se pueden hacer las debidas recomendaciones.

Reconocida la importancia de este concepto, en Guatemala han sido conducidos algunos estudios, a nivel de campo, tendientes a definir requerimientos de fertilización en el cultivo del trigo.

El informe del Instituto Agropecuario Nacional de 1948-49, citado por Ramírez (23), señala que los primeros ensayos formales de fertilización al trigo fueron realizados en Tecpán, Chimaltenango en 1948 y donde se obtuvo respuesta significativa y de efecto lineal a la aplicación de nitrógeno, de fósforo y a la interacción NP.

Johnston et al (13) en 1951, informan que los ensayos de abono químico en Quezaltenango demostraron que la aplicación de 35 lbs/cuerda de la fórmula 6-12-6 hizo aumentar los rendimientos hasta en un 50o/o sobre las parcelas testigos; no obstante, hacen notar, que estos rendimientos no eran todavía satisfactorios por lo poco económico que resultaba la aplicación

de la mayoría de los fertilizantes comerciales; y que esa fórmula (6-12-6) y otras, no deben ser aplicadas a la generalidad de nuestros suelos sin previo estudio de ellos.

En la región triguera de Guatemala, durante 1965, Ortiz (20) informa haber obtenido los mejores resultados con la aplicación de 150 Kg de N, 100 Kg de P_2O_5 y 100 Kg de K_2O por hectárea.

Ramírez (23) al explorar la respuesta del trigo a la fertilización con NPK y Mg en los suelos de las series Quezaltenango y Tecpán en el año de 1969, estimó que para Quezaltenango el nivel óptimo de aplicación fue de 75 Kg de N y 75 Kg de P_2O_5 por Ha, con el cual, además de aplicar 50 Kg de K_2O y 12.5 Kg de MgO por hectárea, se alcanzaron rendimientos de 1,600 Kg de trigo por hectárea (25 qq/Mz).

López (15), informa que en suelos de Quezaltenango obtuvo el mayor rendimiento de trigo (3,292 Kg/Ha), con la aplicación de 125 Kg de N, 225 Kg de P_2O_5 , 125 Kg de K_2O y 15 Kg de Mg por hectárea.

El Programa de Nutrición Vegetal del ICTA (10), al evaluar la respuesta del trigo a la fertilización con NPK en varias localidades del altiplano, encontró efectos estadísticamente significativos únicamente a la aplicación de nitrógeno. La tasa de respuesta observada fue en promedio, de 13.6 Kg de trigo producido/Kg de N aplicado, en un rango de rendimiento que varió de 923 Kg/Ha en el nivel cero de aplicación a un rendimiento máximo estable de 1,892 Kg/Ha que se alcanzó con la aplicación de 71 Kg/Ha de nitrógeno. Sin embargo, para las condiciones imperantes en el valle de Olinstepeque, el nivel de aplicación para alcanzar el rendimiento máximo estable fue de 111 Kg/Ha de N, el cual es semejante al usado por los agricultores de la región.

2.4 Fuentes y Formas de Aplicación de Nitrógeno

Según Bartholomew (2), la época y frecuencia de aplicación, la posición o ubicación en el suelo, las fuentes de nitrógeno y las enmiendas asociadas y aplicadas con nitrógeno tienen influencia en el grado del uso del nitrógeno por ciertos cultivos en sitios de suelos y regiones climáticas específicos. Agrega este autor (2), que el agricultor puede controlar en una forma más efectiva la eficiencia de uso del nitrógeno por medio de las fuentes, épocas y métodos de aplicación que él seleccione. Sobre este particular, Fox (9) sugiere que las formas de limitar las pérdidas por deslave o desnitrificación, es aportando el fertilizante nitrogenado a un ritmo suficientemente lento para que la planta absorba el nitrógeno antes de que se pierda.

Jacob y von Uexküll (12) al considerar que en las regiones tropicales y sub-tropicales el período vegetativo del trigo es más corto que en zonas de clima templado, señalan que la disponibilidad de nutrimentos debe ser alta en las primeras fases de dicho período. A este respecto, Iso, citado por estos mismos autores (12) indica que para las condiciones climáticas de Formosa, donde el ciclo vegetativo es de 120 días, los fertilizantes deben ser aplicados durante los primeros 70 días de crecimiento.

Para las condiciones de la región triguera de Guatemala, Ortiz (20) informa que obtuvo los mejores resultados aplicando 50 Kg de N/Ha al momento de la siembra y 100 Kg de N/Ha a los 30 días después de la siembra, todo esto en presencia de 100 Kg de P_2O_5 y 100 Kg de K_2O por hectárea aplicados a la siembra.

De acuerdo a datos publicados en su Memoria Anual de 1973, la Gremial Nacional de Trigueros (11), señala que además de algunas fórmulas completas, las dos fuentes de nitrógeno más usadas en las áreas trigueras fueron la Urea y el nitrato de amonio.

Olson y Dreier, citados por Viets (30), reportan que la mayoría de portadores de nitrógeno soluble colocados con la semilla inhibirán la germinación, especialmente en suelos secos. Brague et al, citado por el mismo autor (30), encontró que la urea fue más dañina que el nitrato de amonio a la germinación del trigo y cebada, y atribuyó esta depresión a toxicidad amoniacal y a "biuret" contenido en la urea comercial. Según Tisdale y Nelson (29), la urea en forma de fertilizante puede tener cantidades variables de un compuesto conocido como "biuret", que se forma por la combinación de dos moléculas de urea con la liberación de una molécula de amonio (NH_4^+) cuando la temperatura en el proceso de manufactura va arriba de cierto nivel. Aseguran estos autores (29), que el "biuret" es tóxico, y si el contenido de éste en la urea es muy alto, resultará en perjuicio para la planta. Malavolta (16) afirma que la legislación brasileña tolera un máximo de 0.25o/o de "biuret" en la urea.

Tisdale y Nelson (29) señalan que la urea es una excelente fuente de N y sus problemas pueden ser resueltos a través de una forma de colocación correcta y asegurándose que su contenido de "biuret" sea menor de 1.5 - 2.0o/o.

3. MATERIALES Y METODOS

3.1 MATERIAL EXPERIMENTAL

3.1.1 Características del Sitio Experimental

El experimento se llevó a cabo en el Centro de Investigación y Producción Agrícolas de Occidente "Labor Ovalle" del Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas (ICTA). Dicho centro está situado en el municipio de Olinstepeque, departamento de Quezaltenango a 2,400 m. s.n.m. entre las paralelas geográficas de 14°52' latitud norte y 91°30' longitud oeste de Greenwich.

Según la clasificación de Holdridge (19), esta región se encuentra ubicada dentro de una zona ecológica de bosque húmedo montano bajo donde la precipitación pluvial anual es de 969.61 mm distribuidos principalmente entre mayo y octubre y la temperatura media mensual oscila entre 20.3 y 23.4°C.

Los suelos de este centro son de la serie Quezaltenango. Estos suelos son descritos por Simmons, Tárano y Pinto (28) como de textura franco-arenosa fina, profundos, bien drenados y desarrollados sobre ceniza volcánica pumícea, débilmente cementada, en clima seco. Son suelos con declives menores del 50/o, donde puede cultivarse cualquier cosecha adaptada con el mínimo riesgo de erosión, inundación y/o dificultad a la penetración de raíces (19).

En el Cuadro 1 podemos observar algunas características químicas de los suelos donde se instaló el experimento. Estas características nos indican que los suelos son deficientes en nitrógeno y adecuados en fósforo y potasio de acuerdo a los niveles críticos establecidos por el Laboratorio de Nutrición Vegetal del ICTA (10).

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
BIBLIOTECA
DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIONES Y REFERENCIA

CUADRO 1

Características Químicas de los Suelos de la localidad donde se efectuó el estudio

pH	N	ug/ml	K	Meq/100 gr	
		P		Ca	Mg
5.9	16	7.2	185	5.60	0.97

3.1.2 Material Experimental

Se probaron dos fuentes de nitrógeno en tres niveles diferentes de aplicación. Niveles constantes de P, K, S y Mg a razón de 230 Kg P_2O_5 , 90 Kg K_2O , 90 Kg S y 75 Kg MgO por Ha, fueron aplicados a todo el experimento para evitar que la deficiencia de uno de estos elementos fuera limitante al desarrollo normal del cultivo en cuestión. Para el efecto fueron utilizadas las siguientes fuentes:

Nitrógeno: Urea (46o/oN) y Nitrato de Amonio (33.5o/oN)

Fósforo: Triple Superfosfato (46o/o P_2O_5)

Potasio: Sulfato de Potasio-Magnesio (22o/o K_2O)

Azufre: Sulfato de Potasio-Magnesio (22o/o S)

Magnesio: Sulfato de Potasio-Magnesio (18o/o MgO)

Se usó la variedad de trigo Azteca, la cual es de un ciclo vegetativo de 130 días, con 60 días a floración.

3.2 METODOLOGIA EXPERIMENTAL

3.2.1 Diseño Experimental

Se usó el diseño experimental de parcelas divididas con sub-división repetida (parcelas sub-subdivididas), con tres repeticiones. El área del experimento fue de 2351.7 metros cuadrados (33.5 x 70.2 metros). El área de las unidades experimentales fue de 5 m x 1.8 m (9 metros cuadrados) para la parcela total y de 5 m x 1.2 m (6 metros cuadrados) para la parcela neta. El trigo fue sembrado al chorrillo en surcos separados 0.30 m entre sí, o sea que la parcela total fue de 6 surcos de 5 metros de longitud y la parcela neta los 4 surcos centrales de 5 metros de longitud.

3.2.2 Tratamientos Seleccionados

Las parcelas principales o tratamientos principales fueron dos fuentes de Nitrógeno:

- A. Urea (46o/o N)
- B. Nitrate de Amonio (33.5o/o N)

Los sub-tratamientos o sub-parcelas, fueron tres niveles de nitrógeno a aplicar:

- a. 50 Kg N/Ha
- b. 100 Kg N/Ha
- c. 150 Kg N/Ha

y los sub-sub tratamientos o sub-subparcelas fueron formas de aplicación de nitrógeno, considerando una, dos y tres épocas de aplicación, tal como se consigna en el Cuadro 2 (con siembra, 25 días después de la siembra y 40 días después de la siembra).

CUADRO 2

Trece formas de aplicación de N al Trigo en una a tres épocas

Forma de Aplicación	o/o del N Total Aplicado en C/Epoca		
	Siembra	25 días des- pués Siembra	40 días des- pués Siembra
1	100	--	--
2	--	100	--
3	--	--	100
4	67	33	--
5	67	--	33
6	--	67	33
7	--	33	67
8	33	67	--
9	33	--	67
10	33	33	33
11	50	50	--
12	50	--	50
13	--	50	50

3.2.3 Manejo del Experimento

El ensayo se efectuó siguiendo el sistema de prácticas culturales acostumbrado en el Centro de Investigación "Labor Ovalle". El terreno fue preparado con aradura profunda y con paso cruzado de rastra. La siembra se realizó a mano con una densidad de 15 gr de semilla por surco, depositada al fondo de éste. La siembra se realizó el 29 de junio.

Las dosis constantes de fósforo, potasio, azufre y magnesio fueron aplicadas a mano al momento de la siembra, al

fondo del surco junto con la semilla. En los casos que se debía aplicar nitrógeno a la siembra, fue aplicado en la misma forma. En la segunda y tercera aplicación de nitrógeno (25 y 40 días después de la siembra), éste fue aplicado en banda superficial al lado del surco.

Para el control de malezas fue aplicado al suelo el herbicida Tribunil en forma pre-emergente, a razón de 1.5 Kg i.a./Ha. No se aplicaron insecticidas ni fungicidas. La siega se efectuó el 22 de diciembre y para la trilla se utilizó maquinaria diseñada especialmente para este tipo de ensayo. Se determinó humedad y se llevó el peso del grano a humedad constante (140/o). Esta operación se realizó en un aparato. Steini Electronic Fuster, modelo G.

3.2.4 Análisis Estadístico

Los efectos de los tratamientos seleccionados y de sus correspondientes interacciones fueron evaluados a través de un análisis estadístico sobre la variable peso de grano al 140/o de humedad, de acuerdo al siguiente esquema de varianza.

Fuente de Variación	G.L.
Repeticiones	2
Fuentes de N	1
Error (a)	2
Total	5
Niveles de N	2
Fuentes x Niveles	2
Error (b)	8
Total	17
Formas de aplicación	12
Formas x Fuentes	12
Formas x Niveles	24
Formas x Niveles x Fuentes	24
Error (c)	144
Total	234

4. RESULTADOS Y DISCUSION

En el cuadro 3 se presentan los resultados experimentales logrados en el presente estudio. Estos resultados que corresponden al rendimiento de trigo obtenido en cada uno de los tratamientos seleccionados, sirvieron de base al análisis de varianza practicado para evaluar el efecto de los distintos tratamientos, tal como se consigna en el cuadro 4.

4.1 Efecto de las fuentes de nitrógeno:

Para estudiar el efecto de las fuentes de nitrógeno involucradas en el estudio (Urea y Nitrato de amonio), se utilizaron los valores totales de rendimiento expresados en Kg de grano que se consignan en el cuadro 5, donde la diferencia observada no alcanzó significancia estadística al nivel de 5o/o de probabilidad, según el análisis de varianza correspondiente (cuadro 4).

Esta falta de diferencia estadísticamente significativa, que permite inferir que ambas fuentes se comportaron en igual forma, se debió a que posiblemente las condiciones preexistentes en el suelo del lugar donde se llevó a cabo el experimento, no propiciaron las pérdidas de nitrógeno que pudieron esperarse por efecto de la lixiviación de nitratos, cuya magnitud, según Fox (9), depende de la textura, tamaño de los poros y capacidad de intercambio catiónico del suelo y de la precipitación pluvial. Debe considerarse además, que el N fue aportado al cultivo a un ritmo lo suficientemente lento para evitar las pérdidas aludidas, de acuerdo a lo que este mismo autor (9) señala sobre el particular.

CUADRO 3
Rendimiento en Kgs/Parcela (6 m²) observado en los distintos tratamientos correspondientes a fuentes, niveles y formas de aplicación de nitrógeno en el cultivo del trigo (Grano al 14o/o de humedad)

Fuente	Nivel de N Aplic Kg/Ha	Formas de Aplicación													Total
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	
Urea A	50	2.10	1.85	1.89	2.11	2.17	1.96	2.00	2.21	2.14	2.03	2.20	2.05	1.93	26.67
	100	2.01	1.87	1.81	2.02	2.33	1.83	1.76	2.03	1.98	2.13	1.96	2.07	2.06	25.87
	150	2.30	1.98	2.20	2.06	2.02	1.84	2.10	2.14	2.02	1.88	2.14	2.05	2.01	26.76
	Total	6.41	5.71	5.91	6.19	6.52	5.64	5.86	6.38	6.15	6.03	6.31	6.18	5.99	79.29
Nitrato de Amonio B	50	1.86	1.76	2.19	1.99	1.94	1.83	1.92	2.05	1.94	1.95	1.88	2.11	1.93	25.35
	100	1.91	1.93	2.08	1.98	2.03	2.12	2.38	2.13	1.91	2.06	2.14	2.06	2.09	26.83
	150	1.74	1.89	1.87	1.96	1.88	2.09	2.00	1.72	2.00	1.86	1.83	2.00	2.07	24.84
	Total	5.52	5.58	6.15	5.93	5.85	5.96	6.30	5.90	5.84	5.87	5.85	6.17	6.09	77.02
Urea A	50	1.85	2.17	2.00	2.05	2.35	2.15	2.35	2.26	2.32	2.38	2.02	2.20	2.06	28.16
	100	2.20	2.07	2.06	2.12	2.14	2.04	2.22	2.04	2.00	2.05	2.16	2.09	2.25	27.46
	150	2.16	2.06	2.02	1.94	1.81	2.02	2.29	2.11	2.20	2.09	1.86	2.08	2.10	26.75
	Total	6.20	6.30	6.09	6.11	6.30	6.21	6.86	6.41	6.52	6.52	6.05	6.38	6.41	82.37
Nitrato de Amonio B	50	2.13	2.36	2.10	2.29	1.92	2.15	2.15	2.23	2.07	2.29	2.18	2.21	2.06	28.15
	100	2.22	2.08	2.29	2.11	2.14	2.16	2.07	2.09	2.20	2.06	1.92	2.22	2.16	27.73
	150	1.86	2.03	2.10	1.89	1.96	2.30	2.11	1.83	1.89	1.93	2.02	2.08	1.87	25.88
	Total	6.22	6.48	6.49	6.30	6.03	6.61	6.32	6.15	6.16	6.28	6.13	6.52	6.09	81.76
Urea A	50	2.24	2.13	2.10	2.17	2.37	2.08	2.09	1.98	2.20	2.15	2.13	2.01	2.07	27.73
	100	2.04	2.18	2.16	2.05	2.17	2.13	2.12	2.06	2.07	2.54	2.15	2.15	2.28	28.11
	150	1.85	1.91	1.98	1.76	2.09	2.02	2.42	1.93	2.10	1.95	1.82	2.03	2.04	25.91
	total	6.14	6.23	6.25	5.99	6.63	6.23	6.63	5.96	6.37	6.64	6.10	6.19	6.39	81.75
Nitrato de Amonio	50	2.14	2.14	2.16	2.16	2.36	2.15	2.38	2.32	2.12	2.33	2.31	2.35	2.21	29.13
	100	2.28	2.22	1.96	2.06	2.07	2.01	2.08	2.11	2.16	2.29	2.16	2.05	2.22	27.69
	150	2.04	2.21	2.17	1.97	1.98	2.14	2.07	1.90	2.10	1.95	1.98	2.08	2.13	26.74
	Total	6.46	6.57	6.30	6.19	6.41	6.31	6.53	6.33	6.38	6.57	6.46	6.48	6.56	83.57

REP. I

REP. II

REP. III

CUADRO 4

Análisis de Varianza

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	"F"
Repeticiones	2	0.6129	0.3065	5.6550
Fuentes N	1	0.0047	0.0047	0.0867 NS
Error (a)	2	0.1083	0.0542	
Total	5	0.7259		
Niveles N	2	0.5023	0.2512	5.2552*
Fuentes x Niveles	2	0.0526	0.0263	0.5500
Error (b)	8	0.382	0.0478	
Total	17	1.6628		
Formas Aplicación	12	0.2907	0.0242	2.5473**
Formas x Fuentes	12	0.1133	0.0094	0.9894
Formas x Niveles	24	0.4128	0.0172	1.8100*
Formas x Niveles x Fuentes	24	0.48	0.02	2.1052**
Error (c)	144	1.37	0.0095	
Total	233	4.3296		

NS No significativo

* Significativo al 0.05 de probabilidad

** Significativo al 0.01 de probabilidad

CUADRO 5

**Rendimientos totales por repetición en Kgs
de grano al 14o/o H, correspondientes a
las dos fuentes de N estudiadas**

Fuente de N	Trata- miento	Totales por Repetición (Kgs)			Total
		I	II	III	
Urea	A	79.292	82.368	81.747	243.407
Nitrato de Amonio	B	77.025	81.764	83.567	242.356
	Total	156.317	164.132	165.314	485.763

CUADRO 6

**Rendimientos totales en Kgs de grano al 14o/o H,
correspondientes a las formas de aplicación
de cada nivel de Nitrógeno**

Formas de Aplicación	Niveles de N Aplic. (Kgs N/Ha)			Total	\bar{X} (Kg/6m ²)
	50	100	150		
1	12.327	12.672	11.947	36.946	2.1396
2	12.422	12.362	12.083	36.867	2.1067
3	12.451	12.367	12.363	37.181	2.1066
4	12.772	12.356	11.594	36.722	2.0966
5	13.123	12.878	11.738	37.739	2.0853
6	12.319	12.303	12.333	36.955	2.0794
7	12.894	12.623	12.996	38.513	2.0656
8	13.057	12.458	11.625	37.140	2.0633
9	12.792	12.319	12.319	37.430	2.0530
10	13.130	13.132	11.660	37.922	2.0525
11	12.719	12.502	11.672	36.893	2.0496
12	12.933	12.646	12.340	37.919	2.0481
13	12.251	13.071	12.214	37.536	2.0401
Total	165.190	163.689	156.884	485.763	
\bar{X} (Kg/6 m ²)	2.118	2.099	2.011		

Otra posible causa de la similitud en el efecto de ambas fuentes deberá ser atribuida al escaso contenido de biuret en la urea usada, pues siendo menor al 10/o no fue tóxico al trigo en coincidencia con lo señalado por Tisdale y Nelson (29).

4.2 Efecto de los niveles de nitrógeno:

Los valores totales de rendimiento de cada nivel de nitrógeno aplicado (cuadro 6), fueron utilizados para evaluar su efecto sobre la producción de grano.

Estos valores indican una tendencia decreciente a medida que se incrementó el nivel de nitrógeno aplicado, con diferencias que alcanzaron significancia estadística al 50/o de probabilidad, según el análisis de varianza practicado (cuadro 4).

Al aplicar la prueba de Duncan a las medias correspondientes (cuadro 7), se encontró que tales diferencias fueron significativas entre los niveles de 50 y 100 Kg de N/Ha y el de 150 Kg N/Ha, no así entre los dos primeros. Puede inferirse entonces, que independientemente de las formas de aplicación del nitrógeno consideradas en el presente estudio, los mejores tratamientos correspondieron a la aplicación de 50 y 100 Kg de N/Ha, en concordancia con los 75 Kg de N/Ha determinados por Ramírez (23) como nivel óptimo de aplicación, aunque no así con lo encontrado por López (15) y el Programa de Nutrición Vegetal de ICTA (10) quienes obtuvieron los mejores rendimientos con la aplicación de 125 y 111 Kg de N/Ha respectivamente, trabajando todos bajo las mismas condiciones de suelo.

El efecto detrimental observado en la dosis más alta de aplicación de N (150 Kg/Ha), posiblemente obedeció al efecto del elevado suministro de N sobre el crecimiento vegetativo del trigo, que se tradujo en una disminución de la relación grano: paja, tal como lo señalan Russell y Russell (24).

CUADRO 7

Prueba comparativa entre las medias de rendimiento
(Kgs/6 m²), correspondientes a los niveles
de aplicación (Prueba de Duncan)

Niveles de Aplicación (Kg N/Ha)	\bar{X} (Kgs/6 m ²)
50	2.118 a
100	2.099 a
150	2.011 b

4.3 Efecto de las formas de aplicación:

Los valores totales de rendimiento de cada forma de aplicación (cuadro 6) fueron utilizados para evaluar el efecto de las mismas sobre el rendimiento de trigo en grano.

Entre estos valores se detectaron diferencias altamente significativas ($P < 0.01$), tal como se muestra en el análisis de varianza realizado (cuadro 4) y al efectuar la prueba de Duncan con las medias generales de rendimiento correspondientes (cuadro 8), se encontró que las formas de aplicación 7, 10, 12, 5, 13, 9 y 3; y las formas 10, 12, 5, 13, 9, 3, 8, 6, 1, 11, 2 y 4 no mostraron diferencias estadísticamente significativas entre ellas, pero sí entre las del primer grupo y las últimas seis (8, 6, 1, 11, 2 y 4) del segundo. El hecho de que las diferencias entre las medias de las formas de aplicación señaladas en el segundo grupo no hayan alcanzado significancia estadística, indica que la forma de

aplicación 7 tuvo un efecto significativamente superior al resto. Sin embargo, debe señalarse, que dicho comportamiento se refiere al efecto total de las formas de aplicación, el cual involucra los tres niveles de nitrógeno considerados.

CUADRO 8

**Prueba comparativa entre las medias de rendimiento
(Kgs/6 m²) correspondientes a las formas
de aplicación (Prueba de Duncan)**

Forma de Aplicación	\bar{X} (Kg/6 m ²)
7	2.1396 a
10	2.1067 a b
12	2.1066 a b
5	2.0966 a b
13	2.0853 a b
9	2.0794 a b
3	2.0656 a b
8	2.0633 b
6	2.0530 b
1	2.0525 b
11	2.0496 b
2	2.0481 b
4	2.0401 b

En el cuadro 9 donde se consignan los rendimientos promedio observados en cada nivel y forma de aplicación y en el gráfico 1 donde se ilustran estos resultados, puede notarse que a excepción de las formas de aplicación 1, 7 y 13, todas las demás mostraron un efecto negativo sobre el rendimiento a medida que se incrementó el nivel de nitrógeno aplicado.

Este comportamiento explica el efecto estadísticamente significativo de la interacción Niveles x Formas detectado a través del análisis de varianza (cuadro 4).

El efecto significativo de esta interacción sugiere que el requerimiento de nitrógeno para alcanzar los mejores rendimientos baja en función de la forma en que se lleve a cabo la aplicación, pues como puede observarse en el gráfico 1, los rendimientos más altos corresponden al nivel de 50 Kg de N/Ha, un requerimiento considerablemente menor al determinado por otros autores en la misma región (10, 13, 15, 20, 23).

De acuerdo con una prueba de significancia (Duncan) practicada a las medias de rendimiento de las formas de aplicación en el nivel de 50 Kg de N/Ha (cuadros 9 y 10), se determinaron diferencias estadísticamente significativas entre los rendimientos promedio de las formas 5, 10, 8, 12 y 7, con respecto al resto de las consideradas. A excepción de la forma 7, que por lo demás mostró un comportamiento errático en relación a la tendencia general mostrada por la mayoría de las formas de aplicación, las mejores formas tuvieron una aportación al momento de la siembra, no mayor de $2/3$ ni menor a $1/3$, del nitrógeno total aplicado. Es de hacer notar que la forma 12 (la mitad de la dosis total de N aplicada al momento de la siembra y la otra mitad 40 días después) es la usada por la mayoría de los agricultores de la zona.

CUADRO 9

Valores medios del rendimiento observado en cada nivel y forma de aplicación (Kg/6 m²)

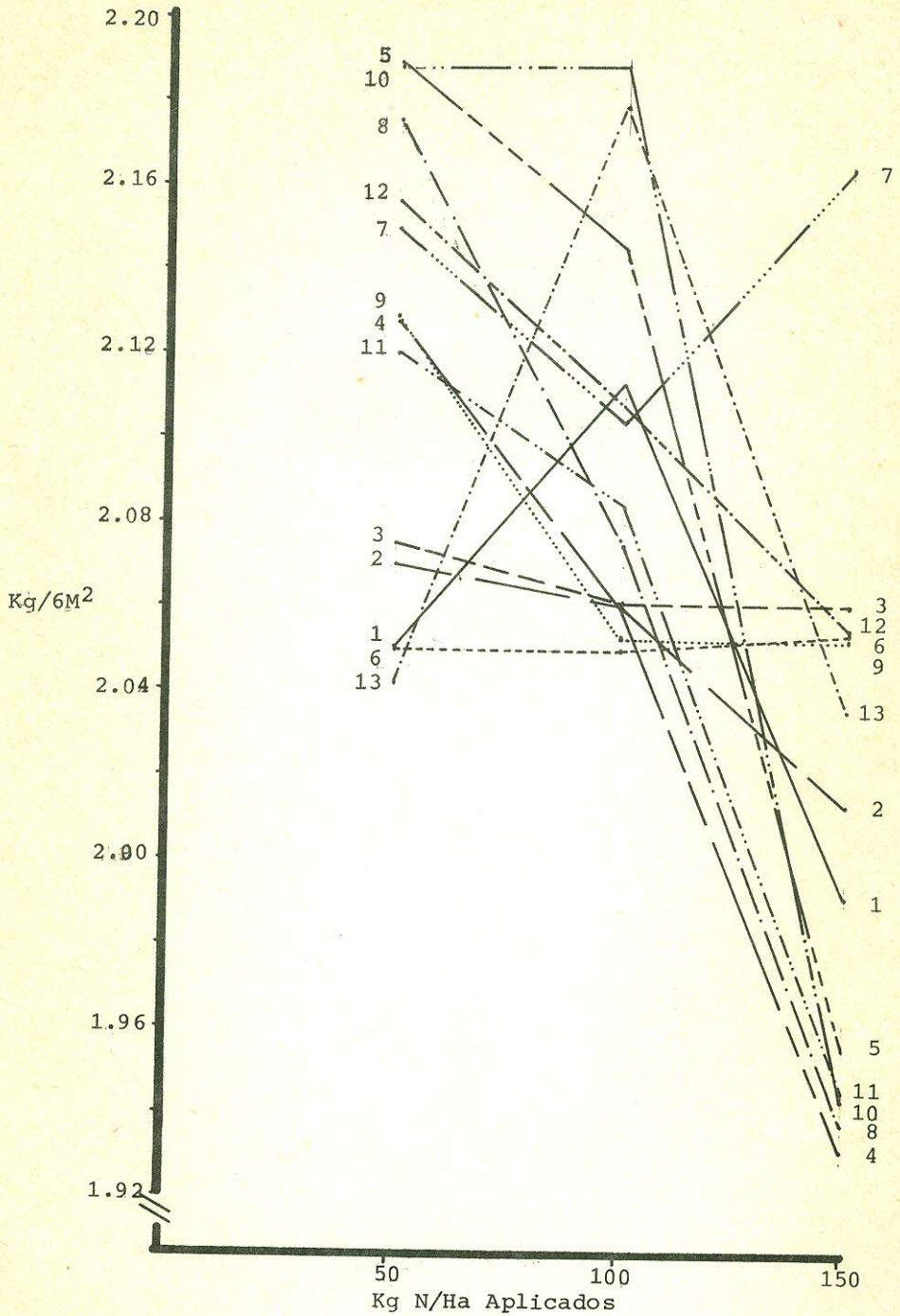
Formas de Aplicación	Valores Medios para Cada Nivel de Aplicación (Kg N/Ha)			\bar{X}
	50	100	150	
1	2.054	2.112	1.991	2.0523
2	2.070	2.060	2.014	2.0481
3	2.075	2.061	2.061	2.0656
4	2.129	2.059	1.932	2.0401
5	2.187	2.146	1.956	2.0966
6	2.053	2.051	2.056	2.0530
7	2.149	2.104	2.166	2.1396
8	2.176	2.076	1.938	2.0633
9	2.132	2.053	2.053	2.0794
10	2.188	2.189	1.943	2.1067
11	2.120	2.084	1.945	2.0496
12	2.156	2.108	2.057	2.1066
13	2.042	2.179	2.036	2.0853

CUADRO 10

Prueba comparativa de medias de rendimiento
(Kgs/6 m²) en el nivel de 50 Kg N/Ha
aplicado (Prueba de Duncan)

Forma de Aplicación	\bar{X} (Kg/6 m ²)	Rendimiento (Kg/Ha)	
10	2.189	3648	a
5	2.188	3647	a
8	2.176	3627	a
12	2.156	3593	a
7	2.149	3582	a
9	2.132	3553	a b
4	2.129	3548	a b c
11	2.120	3533	a b c
3	2.075	3458	b c d
2	2.070	3450	b c d
1	2.054	3423	c d
6	2.053	3422	c d
13	2.042	3403	d

Grafico 1: Efecto de los Niveles y Formas de Aplicación de Nitrógeno Sobre el Rendimiento del Trigo (grano 14% humedad)



5. CONCLUSIONES

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

- 5.1 Las dos fuentes de nitrógeno evaluadas no mostraron ningún efecto diferencial sobre el rendimiento de trigo. En consecuencia, tanto la urea como el nitrato de amonio podrían ser utilizados indistintamente en la fertilización nitrogenada de este cultivo, aunque la elección final dependería del precio de la unidad de nitrógeno.
- 5.2 El efecto de los niveles crecientes de nitrógeno aplicado fue detrimental sobre el rendimiento en grano del trigo, especialmente el observado en el nivel de 150 Kg/Ha posiblemente debido al efecto de alta dosis de N sobre la relación grano: paja que se tradujo en la disminución del rendimiento.
- 5.3 El mejor nivel de aplicación de nitrógeno resultó ser correspondiente a 50 Kg/Ha, con el cual se lograron rendimientos superiores a 3.6 TM/Ha debido al efecto positivo de la interacción con la forma de aplicación.
- 5.4 Las formas de aplicación de nitrógeno ejercieron un efecto altamente significativo sobre el rendimiento del trigo. Este efecto sobre el incremento de los rendimientos estuvo comprendido entre 1/3 y 2/3 del N total aplicado.
- 5.5 Las formas más eficientes en la administración del nitrógeno al cultivo de trigo, con las cuales se logró reducir el requerimiento de nitrógeno para alcanzar los mejores rendimientos, fueron las siguientes:

Forma de Aplicación (50 Kg N/Ha)	Proporción del N total aplicado por época			Rendimiento Kg/Ha
	a	b	c	
10	1/3	1/3	1/3	3648
5	2/3	0	1/3	3647
8	1/3	2/3	0	3627
12	1/2	0	1/2	3593

- a = Con la siembra
- b = 25 días después de la siembra
- c = 40 días después de la siembra

6. BIBLIOGRAFIA

1. ALEXANDER, MARTIN. El Nitrógeno del suelo: Problemas del presente y del futuro. EN El uso del nitrógeno en el trópico. Editado por Héctor Medina O. Medellín, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Julio 1972. pp. 1-8.
2. BARTHOLOMEW, W.V. Soil Nitrogen. International Soil Fertility Evaluation and Improvement Program. Raleigh, North Carolina State University. Technical Bulletin No.6. Oct. 1972. 78 p.
3. BLACK, C.A. Soil-plant relationships. 2nd. Ed. New York. John Wiley & Sons, Inc. 1968. 792 p.
4. BORLAUG, NORMAN E. Mejoramiento del Trigo: Su impacto en el abastecimiento mundial de alimentos. México, Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, 1969. 39 p.
5. BUCKMAN, H.O. y BRADY, N.C. Naturaleza y Propiedades de los Suelos. Trad. R. Salord. Barcelona, Montaner y Simmon, S.A., 1970. 590 p.
6. CASTAÑEDA S., CESAR A. Respuesta del trigo a la fertilización con NPK y efecto del Cycocel 500-A en el acame, en Santa Cruz Balanyá, Chimaltenango. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1973. 39 p. (Tesis Ing. Agr.)
7. COOKE, G.W. Fertilizantes y sus usos. 2a. ed. Trad. Alonso Blackaller Valdez. México, Editorial Continental, 1965. 180 p.
8. FASSBENDER, H. W. La Fertilización del frijol. EN Turrialba 17 (1): 46-52. 1967.

9. FOX, RICHARD H. Fertilización con nitrógeno en los trópicos húmedos. México, Centro Regional de Ayuda Técnica (AID), 1974. 16 p.
10. GUATEMALA. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas. Informe Anual 1973 del Programa de Nutrición Vegetal. Guatemala, Junio 1974. 71 p.
11. GUATEMALA, Gremial Nacional de Trigueros. Memoria Anual 1973. Quezaltenango, Guatemala. 73 p.
12. JACOB, A. y von UEXKÜLL, H. Fertilización; Nutrición y abonado de los cultivos tropicales y subtropicales. Trad. por López Martínez de Alva. Alemania. Hannover Verlagsgesellschaft Für Ackerbau mbH, 1966. 626 p.
13. JOHNSTON, JOHN W. et al. Mejoramiento del cultivo de trigo en Guatemala. Guatemala, Instituto Agropecuario Nacional. Boletín de Divulgación No.3. 1951. 24 p.
14. LEVITT, JACOB. Introduction to plant physiology. Saint Louis. The C.V. Mosby Company, 1969. 304 p.
15. LOPEZ DE LEON, EDGAR E. Respuesta del trigo a la fertilización con NPK y Mg en suelos de Quezaltenango. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1974. 43 p. (Tesis Ing. Agr.)
16. MALAVOLTA, E. Manual de química agrícola; Adubos e adubacao. 2a. ed. Sao Paulo, Brasil, Editora Agronómica "CERES" Ltda. 1967. 606 p.
17. MARTIN, SANTFORD (Editor). Potassium for Agriculture. Atlanta, Potash Institute of North America. Better Crops with Plant Food No. 1, 1973. 31 p.

18. McCANTS, C.B. Movimiento del nitrógeno en el suelo. EN El uso del nitrógeno en el trópico. Editado por Héctor Medina O. Medellín, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Julio 1972. pp. 29-34.
19. OBIOLS, A. Atlas Preliminar de Guatemala. 3a. ed. Guatemala, Instituto Geográfico Nacional, 1966. 22 p.
20. ORTIZ M., OSCAR. Experiencias sobre fertilización en Guatemala, Guatemala, Ministerio de Agricultura; Dirección General de Investigación y Control. Bol. Téc. No. 15. DGIC, 1965. 38 p.
21. PALENCIA ORTIZ, J. A. Algunos aspectos sobre la fertilización del maíz en Guatemala. Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícolas, Guatemala, 1974. 11 p. (Mimeografiado).
22. PALENCIA, JULIO ANIBAL y WALKER, J.L. Evaluación de la respuesta de varios cultivos de la fertilización en diferentes suelos de Guatemala. DIGESA, Ministerio de Agricultura. Guatemala, Agosto 1972. 11 p (mimeografiado).
23. RAMIREZ A., CARLOS H. Exploración de la respuesta del trigo a la fertilización en suelos de las series Quezaltenango y Tecpán. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1970. 40 p. (Tesis Ing. Agr.)
24. RIVERO R., GUILLERMO. Funciones del nitrógeno en la planta. EN El uso del nitrógeno en el trópico. Editado por Héctor Medina O. Medellín, Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Julio 1972. pp 9-11.

25. RUSSELL, E. J. y 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. 1964. 771 p.
26. SANCHEZ A., LUIS GERARDO. La microparcela de campo como un sustituto de la parcela tradicional en los ensayos de fertilización en maíz. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía, 1973. 45 p. (Tesis Ing. Agr.)
27. SPRAGUE, H. B. (Editor). Hunger signs in crops. A symposium, 3rd. ed. New York, David McKay Company. 1964. 460 p.
28. 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" y Ministerio de Agricultura, IAN-SCIDA, 1959. 1,000 p.
29. TISDALE, J. W. y NELSON, W.L. Soil Fertility and fertilizers. 2nd. ed. New York, The MacMillan Company. 1966. 694 p.
30. VIETS, F. G. The plant's need for and use of nitrogen. EN Bartholomew, W.V. y Clark, F.E. (Editors). Soil nitrogen. Madison, Wisconsin. American Society of Agronomy, Inc. 1965. pp 503-549.

CONTENIDO

Vo. Bo.

Introducción

Historia de la Literatura

Asesor

Julio Aníbal Palencia Ortíz

Ingeniero Agrónomo

Teoría y Métodos

1.1. Características

Imprímase:

1.2. Clasificación

1.3. Metodología

1.4. Metodología experimental

1.5. Metodología teórica

1.6. Metodología de campo

1.7. Metodología de laboratorio

1.8. Metodología de gabinete

Decano

Edgar Lionel Ibarra

Ingeniero Agrónomo

PROHIBIDO EL PRESTAMO EXTERNO
DEPOSITO LEGAL
CENTRAL-USAC