

0185

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE VARIOS NIVELES DE FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y FOSFORICA  
EN EL CULTIVO DEL TRIGO, EN LA ZONA DE GENERAL TEMAN, N. L.

TESIS

CECILIO ESCAREÑO RODRIGUEZ

91  
.633  
1

1971

9  
1  
8  
5

T  
SB191  
.W5  
E8  
C.1





1080062521



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

INVENTARIADO  
AUDITORIA  
U.A.N.L.





# UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE AGRONOMIA



EFFECTO DE VARIOS NIVELES DE FERTILIZACION NITROGENADA Y FOSFORICA  
EN EL CULTIVO DEL TRIGO, EN LA ZONA DE GENERAL TERAN, N. L.

**TESIS**

QUE EN OPCION AL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

PRESENTA

**CECILIO ESCAREÑO RODRIGUEZ**

MONTERREY, N. L.

OCTUBRE DE 1971

T  
SB191  
.W5  
L8

040 633  
FA2  
1971



Biblioteca Central  
Maera Solidaridad  
F. Tesis



BU Raul Rangel Frías  
UANL  
FONDO  
TESIS LICENCIATURA

DEDICO ESTA TESIS:

A MIS PADRES:

SRA. MANUELA RODRIGUEZ SALDIVAR

SR. JOSE ESCAREÑO CARDONA

CON CARINO Y RESPETO

A MIS PADRINOS:

SR. LUIS RODRIGUEZ SALDIVAR

SRA. REGINA DE RODRIGUEZ

CON ESTIMACION Y RESPETO



AL ING. GILDARDO CARMONA RUIZ, M.C.  
POR SU BRILLANTE ASESORIA, EN LA  
CONDUCCION DE ESTE TRABAJO

AL ING. JESUS A. GARZA TORRES,  
POR SU COLABORACION PARA LA  
REALIZACION DE ESTA TESIS

AL TEC. AGRO. JOSE A. BRENES V.  
POR SU VALIOSA AYUDA EN EL  
TRABAJO DE LABORATORIO

A MIS MAESTROS, COMPAÑEROS  
Y AMIGOS

A LOS SRES. INGS. ENRIQUE ELIAS CALLES Y FRANCISCO  
GONZALEZ, YA QUE GRACIAS A SU COLABORACION Y FINAS  
ATENCIONES HICIERON POSIBLE LA REALIZACION DE ESTE  
ESTUDIO EN EL CAMPO EXPERIMENTAL DEL I.N.I.A. LOCA  
LIZADO EN EL MUNICIPIO DE GRAL. TERAN, NUEVO LEON.

A LA SRITA. D.E.B. LUCIA QUIROGA V.  
POR SU VALIOSA ORIENTACION EN LOS -  
PROBLEMAS QUE SE PRESENTARON EN LA-  
DETERMINACION DE LAS PROTEINAS.

A MI NOVIA:

SRITA. PROFRA. CARMEN ELIZABETH PEREZ SAENZ  
POR SU GRAN APOYO MORAL DURANTE MIS ESTUDIOS



# I N D I C E

	PAGINA
INDICE DE TABLAS Y FIGURAS .....	VII
INTRODUCCION .....	1
REVISION DE LITERATURA .....	3
MATERIALES Y METODOS .....	11
RESULTADOS Y DISCUSION .....	18
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	24
RESUMEN .....	26
BIBLIOGRAFIA .....	28
APENDICE A .....	31
APENDICE B .....	32
APENDICE C .....	33
APENDICE D .....	34

## INDICE DE TABLAS Y FIGURAS

TABLA	PAGINA
1 Precipitación pluvial y temperaturas medias, registradas en el Campo Agrícola Experimental del INIA municipio de Gral. Terán, N.L. durante el desarrollo del experimento en el ciclo de invierno 1970 - 71.	11
2 Características físico-químicas de suelo y subsuelo.- En donde se desarrolló el experimento, en el ciclo agrícola 1970 - 71 en el Campo Experimental del INIA, municipio de Gral. Terán, N.L.	12
3 Tratamientos estudiados de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo del trigo en la zona de Gral. Terán N.L.	15
4 Rendimientos medios de grano y paja, relación grano--paja y el porcentaje de proteínas del grano para cada tratamiento.	19
5 Rendimiento de grano de trigo en kilogramos por parcela útil.	31
6 Análisis de varianza de la producción de grano de trigo.	31
7 Rendimiento de paja de trigo expresado en kilogramos--por parcela útil.	32

TABLA	PAGINA
8 Análisis de varianza de los rendimientos de paja obtenidos en los diferentes tratamientos.	32
9 Relación grano-paja en kilogramos por parcela útil.	33
10 Análisis de varianza de la relación grano-paja para los tratamientos estudiados.	33
11 Contenido de proteína del grano de trigo, expresado en porcentaje para cada parcela útil de los diferentes tratamientos.	34
12 Análisis de varianza del porcentaje de proteína contenido en el grano de trigo.	34
FIGURA	PAGINA
1 Tamaño y distribución de las parcelas de los diferentes tratamientos.	17
2 Aspecto general del desarrollo vegetativo del testigo y el tratamiento 150 - 50 - 0 a los 81 días después de la siembra.	22



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

El trigo es el más cultivado de todos los cereales. Se dice que un cultivo de trigo está cosechándose en alguna parte del mundo durante -- cualquier mes del año, y es por eso que en varios países, es el principal alimento del hombre.

El incremento en la producción agrícola es actualmente no sólo en México, sino en el mundo entero, una de las principales preocupaciones de la humanidad. Por lo tanto, la mayoría de los trabajos de investigación agrícola, están encaminados principalmente a la obtención de nuevas variedades y mejores metodologías de fertilización, y algunas otras prácticas que eleven el rendimiento del cultivo.

Para superar las limitaciones en el rendimiento del trigo se requiere de muchos factores involucrados en la relación suelo - planta -- agua, con los cuales se trabaja arduamente para superar los niveles de producción por unidad de superficie.

En las regiones trigueras, con frecuencia los suelos son deficientes en uno o varios elementos, siendo éstos comúnmente nitrógeno y fósforo. Las cantidades óptimas en que se deben aplicar estos elementos va rían grandemente, debido a las diferencias de suelo, clima, manejo y va riedades usadas. Por consiguiente, las recomendaciones de fertilización deben determinarse mediante la investigación para condiciones específicas de producción en cada región.

Con base a las consideraciones anteriores, se planeó el presente - trabajo, con el objeto de probar el efecto de varios niveles de fertili- zación nitrogenada y fosfórica en el cultivo de trigo, en la zona de -- Gral. Terán, N.L., en donde se cultivan aproximadamente 2 500 hectáreas

en el ciclo de invierno, existiendo una tendencia a aumentar la superficie dedicada a dicho cultivo; la zona como se sabe es citrícola, pero - no obstante los agricultores se interesan por la introducción de otros- cultivos, y que estos últimos les proporcionen mayores utilidades econó- micas, pues es conocido que el mercado de los cítricos se encuentra en- crisis.

## REVISION DE LITERATURA

La conservación de la fertilidad del suelo implica por una parte - la devolución de los nutrientes extraídos por el cultivo y los lixiviados en el terreno, así como otras pérdidas de volatilización del nitrógeno, insolubilización del fósforo, etc. También considerar la erosión - que en ocasiones llega a ser fatal, para que por dicho efecto quede el suelo totalmente destruido (13).

Los requerimientos de nutrientes que un cultivo necesita para su - crecimiento y desarrollo normal, son muy variables. En este caso para - el cultivo del trigo Baldovinos (4), en una de sus obras, nos reporta - las cantidades de nitrógeno, fósforo y potasio que extrae una cosecha - de 1.68 toneladas por hectárea de grano de trigo, las cuales son: 31.4 - kilogramos de nitrógeno, 14.6 kilogramos de fósforo y 8.6 kilogramos de potasio. Y en esa misma cosecha 2.24 toneladas por hectárea de paja extra en: 11.2 kilogramos de nitrógeno, 3.4 kilogramos de fósforo y 16.8 - kilogramos de potasio.

El nitrógeno, es el elemento esencial para la vida de los vegeta-- les, por eso es de suma importancia conocer en que forma y en que canti-- dades se encuentra en el suelo, para así tener una base de las cantida-- des óptimas para una fertilización adecuada.

Hans Jenny, comprobó hace 40 años que el nitrógeno contenido en el suelo varía inversamente proporcional a la temperatura media anual. -- Jenny concluyó que el contenido de nitrógeno en el suelo, aumenta dos o tres veces por cada 10 grados centígrados de descenso en la temperatura media anual.

Por otra parte hay factores como la humedad del suelo, el pH del -

suelo, el abastecimiento de oxígeno, así como el efecto de otros nutrientes, los cuales influyen en la velocidad de la mineralización del nitrógeno de la materia orgánica para ser absorbidos por las plantas -- (14).

Por lo tanto los estudios de algunos investigadores están encaminados a que el cultivo del trigo reciba una adecuada fertilización, por ser uno de los alimentos básicos en la alimentación humana.

Así en muchos suelos pobres en nutrientes, es posible que haya una respuesta satisfactoria a la aplicación de fertilizantes.

En un estudio realizado en la región de Delicias, Chih. en la que predominan suelos de migajón arenoso, se encontró que con la dosis óptima económica de 150 kilogramos de nitrógeno por hectárea y una densidad de siembra de 80 a 120 kilogramos por hectárea, se produjo un rendimiento promedio de 5.4 toneladas por hectárea (12).

También otros investigadores (15), encontraron respuestas significativas a la aplicación de fertilizantes nitrogenados en el Delta del río Mayo; ellos encontraron que la dosis óptima económica está relacionada al cultivo anterior a la siembra del trigo. Por lo cual recomiendan 80 kilogramos de nitrógeno por hectárea para trigo después de trigo 125 kilogramos de nitrógeno por hectárea para trigo después de sorgo, 110 kilogramos de nitrógeno por hectárea en la rotación trigo después de algodón y 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea después de soya. En este mismo trabajo, de un total de 22 experimentos establecidos en dos años consecutivos ( 1967 - 69 ), solamente uno de ellos mostró respuesta a la aplicación de 40 kilogramos por hectárea de fósforo ( $P_2O_5$ ). En cuanto al potasio, en ninguno de los experimentos se obtuvo respues-

ta, lo que afectará el rendimiento de grano. Los suelos de ésta región son por lo general profundos de textura pesada que se agrietan cuando secos y de una coloración café obscura.

Se ha encontrado que aplicaciones de fósforo tienen un efecto positivo en el rendimiento del grano de trigo, pues en un estudio efectuado en el Valle de Mexicali, B.C. se observó y concluyó que con la dosis óptima económica de 50 kilogramos por hectárea de  $P_2O_5$  y 200 kilogramos por hectárea de nitrógeno se obtienen incrementos en el rendimiento hasta de 0.84 toneladas por hectárea de grano siendo altamente significativo. En este estudio en 11 de los 12 experimentos hubo respuesta estadísticamente significativa a la aplicación de fertilizante fosfórico (7).

Sin embargo, en estudios efectuados algunas veces se encuentra -- que no hay respuesta de los cultivos a la fertilización.

Breton (5), en su trabajo de tesis concluye que: la fertilización del trigo con estiércol semidescompuesto de bovino a dosis de 0, 15, 30, 45 y 60 toneladas por hectárea; acompañado de superfosfato triple de calcio ( 46% de  $P_2O_5$  ), a razón de 0, 60, 120, 180 y 240 kilogramos de fósforo por hectárea, no hubo diferencia significativa en el rendimiento de grano para ninguno de los tratamientos. Sino por el contrario se observó que la adición de estiércol con fósforo redujo la producción de grano. Todos los tratamientos recibieron 80 kilogramos de nitrógeno por hectárea con el fin de que no hubiera interferencia para detectar la respuesta del fósforo con el estiércol de bovino.

Con el afán de determinar la causa o causas por las cuales no responden favorablemente los cultivos a la aplicación de abonos químicos,

se planeó un trabajo en el Campo Agrícola Experimental de Río Bravo, - Tamaulipas. Donde los suelos son de textura arcillosa y además bajos - en el contenido de materia orgánica.

Esto se planeó, con la creencia de que mejorando las condiciones físicas del suelo, por medio de la incorporación de abonos verdes responderían positivamente los cultivos a las aplicaciones de fertilizantes químicos.

Para ésto se establecieron dos experimentos con fertilizantes químicos con idénticos tratamientos pero en uno de ellos, se incorporó -- sorgo forrajero como abono verde en cantidades de 27 a 39 toneladas -- por hectárea.

Se estudiaron cinco niveles de nitrógeno, cinco de fósforo y cinco de potasio en cantidades de 0 a 160 kilogramos por hectárea con intervalos de 40 kilogramos por hectárea para cada tratamiento. Como --- fuente de nitrógeno se usó nitrato de amonio ( 33.5% de N ), para el - fósforo el superfosfato triple de calcio ( 46% de  $P_2O_5$  ), y el cloruro de potasio ( 60% de  $K_2O$  ), para fuente de potasio.

Se sembró maíz de la variedad Asgrow 101 a una población de --- 40 000 plantas por hectárea. Los resultados fueron los siguientes: en el lote experimental en el cual no se incorporó abono verde al terreno no se presentó respuesta a ninguno de los nutrimentos. Al año siguiente se repitió el mismo experimento en el mismo sitio y nuevamente no - se obtuvo respuesta alguna de nitrógeno y potasio, presentandose una - tendencia de respuesta a fósforo al nivel de 60 kilogramos por hectá-  
rea (2),

Por el contrario en el lote en el cual se efectuó la incorpora---

ción del sorgo forrajero como abono verde. Se observó que las parcelas que no recibieron nitrógeno produjeron 5.6 toneladas por hectárea de maíz de grano, mientras que se obtuvieron 6.5 toneladas por hectárea mediante la aplicación de 60 kilogramos por hectárea de nitrógeno, --- siendo este incremento estadísticamente significativo. Al año siguiente se hizo la misma prueba obteniéndose nuevamente el mismo tipo de -- respuesta antes mencionado.

Así mismo, se observó una clara tendencia de respuesta al fósforo con una aplicación de 60 kilogramos por hectárea de  $P_2O_5$ ; esta tendencia siguió mostrándose al año siguiente. En ninguno de los dos años de estudio se obtuvo respuesta alguna a la aplicación de potasio ( $K_2O$ ), de 0 a 160 kilogramos por hectárea; y en cambio se notó una tendencia aparente de los rendimientos a disminuir conforme se fué aumentando la dosis de potasio (2).

Se ha estudiado la posible influencia que puede tener las diferentes fuentes de nitrógeno en el rendimiento y calidad del grano de trigo.

Así Puentes y otros (10), en un trabajo efectuado en la Comarca Lagunera, encontraron que no hay diferencia en rendimiento de grano y paja, al utilizar cualquiera de los fertilizantes nitrogenados como la - urea, sulfato de amonio, nitrato de amonio y nitrato de sodio.

Trabajando en esto mismo Arvizu y Laird (3), observaron que no había ninguna diferencia significativa en el contenido de proteína ni en el rendimiento de grano, al probar cuatro fuentes diferentes de nitrógeno: sulfato de amonio, nitrato de amonio, urea y nitrato de sodio, - por consiguiente esto sugiere que el nitrógeno agregado ya sea en for-

ma de iones amonio o de nitrato se comportan similarmente. Este estudio se llevó a cabo en un suelo arcilloso, bajo en materia orgánica ( 1.62% ), y pH alcalino; utilizando la variedad de trigo Lerma Rojo en la región del Bajío.

Otro aspecto de gran interés es el de saber cuál es la mejor época de aplicación del fertilizante para probar si tiene algún efecto positivo o negativo que repercuta en el rendimiento y calidad del grano.

Para esto se efectuó un experimento en la Comarca Lagunera (11), con el fin de saber si había diferencia en la época de aplicación en el rendimiento y calidad del trigo, y se probó que con 80 kilogramos por hectárea de nitrógeno al momento de la siembra o aplicados en el primer riego de auxilio, así como en el segundo riego; o cuando se dividió y se aplicó en diferentes porciones en estas mismas etapas del cultivo; observaron que se produjo semejantes rendimientos de grano. O sea que la época de aplicación no tuvo influencia en el rendimiento, en cambio se redujo el rendimiento en aproximadamente 0.08 toneladas por hectárea de grano cuando el fertilizante nitrogenado se aplicó antes del tercer riego de auxilio y en 1.5 toneladas por hectárea cuando se demoró la aplicación de nitrógeno hasta antes del cuarto riego de auxilio. En este mismo trabajo encontraron que el porcentaje de proteína en el grano fue máximo cuando se aplicó todo el nitrógeno antes del segundo riego de auxilio. Cabe señalar que la fuente de nitrógeno fue sulfato de amonio ( 20.5% de N ), adicionándose 80 kilogramos por hectárea de fósforo en forma de superfosfato de calcio simple, con el fin de que no hubiera influencia para detectar la respuesta del nitrógeno.

Sánchez y otros citados por Aguilar (1), en su escrito dice que en la región del Bajío, en suelos arcillosos y bajos en materia orgánica



ca, el trigo respondió mejor, cuando el nitrógeno fue aplicado todo al momento de la siembra y no así cuando se dividieron sus aplicaciones.

El clima es otro aspecto que hay que considerar. La temperatura, - radiación solar; son variables climatológicas que se tomaron en conside ración en el estudio de dos variedades ( CIANO y Tobarí ), que se proba ron en dos años sucesivos ( 1968 - 69 ), sembrándose en el mismo terre- no, en condiciones de alta fertilidad y humedad óptima. Se observó que- el rendimiento medio de las dos variedades fue de 36% más en 1969 que - en el 68. Como el suelo, planta y manejo fueron esencialmente los mis- mos en ambos años, parece obvio que las diferencias de clima ocasiona- ron las diferencias en el rendimiento (6).

Hay que considerar qué factores ocasionan pérdidas de nitrógeno en el suelo, porque a veces las pérdidas son muy considerables, de tal ma- nera que se hacen necesarias mayores aplicaciones de fertilizantes.

El nitrógeno se pierde por diferentes causas: por denitrificación, esto sucede cuando el suelo tiene mala aereación debido a un exceso de- agua; se pierde también por volatilización, estas pérdidas varían por - las condiciones del terreno y de una a otra estación del año. Por últi- mo el nitrógeno se pierde por lixiviación y también por la erosión (14)

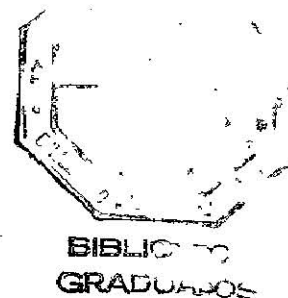
En la superficie del suelo, el nitrógeno puede escaparse en forma- gaseosa como amonio (  $NH_3$  ), nitrógeno elemental y óxidos de nitrógeno. De todas estas formas de pérdidas el amonio es la más grave, principal- mente si los fertilizantes nitrogenados son aplicados muy superficial- mente. Los factores principales que gobiernan las pérdidas por volatili- zación del nitrógeno en forma de amonio son: el pH, temperatura, hume- dad y la capacidad de intercambio catiónico del suelo.

De un estudio de laboratorio se reportaron pérdidas de nitrógeno en forma de amonio, cuando se fertilizó superficialmente con sulfato de amonio ( $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ) se perdió un 5% o menos de nitrógeno; en un suelo que tenía un pH de 6 o más bajo. Por el contrario se perdió un 60% de nitrógeno en forma de amonio, cuando el pH del suelo fue de 8 (9).

Varias fuentes de nitrógeno fueron estudiadas en suelos de pH de 6.2, 7.5 y 8.3; con el fin de observar si tenía alguna influencia el pH del suelo en la correcta asimilación del nitrógeno. Se encontró que había diferencias significativas en la efectividad de las diferentes fuentes que se probaron. Así el fosfato monoamónico fue igual o más efectivo en todos los valores de pH, para proporcionar nitrógeno a un cultivo forrajero de maíz, que cualquiera de las otras fuentes (como la urea, fosfato diamónico, nitrato de amonio, sulfato de amonio, etc.) La urea fue algo efectiva a todos los niveles de pH; el sulfato de amonio fue decreciendo su efectividad a medida que el pH se fue haciendo alcalino.

Se concluyó que el pH del suelo influyó en la volatilización del nitrógeno. De tal manera que para el sulfato de amonio a pH de 6.2, 7.5 y 8.3 fue aprovechado el 76% el 68 y el 53% respectivamente; concluyéndose que a pH alcalino se perdió más nitrógeno (9).

Todos estos aspectos antes analizados se tienen que tener presentes en un estudio de fertilización, para poder hacer conclusiones o hipótesis de la causa o causas por las cuales hay o no respuesta a la aplicación de los fertilizantes químicos.



## MATERIALES Y METODOS

El presente estudio se llevó a cabo en el Campo Agrícola Experimental del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas ( INIA ), localizado en el municipio de Gral. Terán, N.L., encontrándose localizado -- en las coordenadas geográficas 25°16' latitud norte y 99°38' longitud -- oeste, a una altura sobre el nivel del mar de 332 metros.

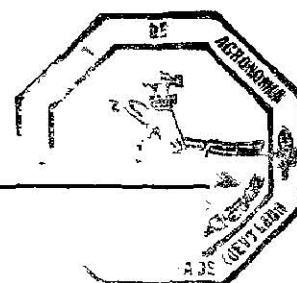
Cuenta con una precipitación pluvial media anual de 475 milímetros y una temperatura media anual de 23° centígrados, teniendo como temperatura máxima 43° centígrados y como mínima 12° centígrados bajo cero.

Considerando lo anterior el clima es árido, según la clasificación de los geógrafos españoles J. Dantin Cereceda y A. Revenga Carbonell -- (8).

Las condiciones de precipitación pluvial y temperatura que prevalecieron durante el desarrollo del experimento se presentan en la Tabla -- No. 1.

Tabla 1.- Precipitación pluvial y temperaturas medias, registradas en -- el Campo Agrícola Experimental del INIA municipio de Gral. Terán, N.L. durante el desarrollo del experimento en el ciclo -- de invierno 1970 - 71.

M e s e s	Temperatura Media °C.	Precipitación Pluvial en mm
Diciembre	18.5	0.0
Enero	15.5	9.0
Febrero	17.0	0.0
Marzo	21.7	0.0
Abril	25.4	5.0



Con anterioridad a la fecha de siembra, se efectuó un muestreo de-suelo y subsuelo, con el fin de conocer sus condiciones físico-químicas. Dicho muestreo se hizo a la profundidad de 0 - 30 centímetros para el -suelo y 30 - 60 centímetros para el subsuelo; las cuales fueron secadas al aire libre, tamizadas y analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Agronomía de la Universidad Autónoma de Nuevo León. Las de-terminaciones efectuadas se reportan en la Tabla No. 2.

Tabla 2.- Características físico-químicas de suelo y subsuelo. En donde se desarrolló el experimento, en el ciclo agrícola 1970 - 71- en el Campo Experimental del INIA, municipio de Gral. Terán,- N.L.

Determinaciones	Suelo 0 - 30	Subsuelo 30 - 60
Color Seco	10 YR 5/1	10 YR 5/8
Color Húmedo	10 YR 4/1	10 YR 5/6
pH	7.5	7.7
Arena %	22.76	16.04
Textura Limo %	27.28	26.72
Arcilla %	49.96	57.24
Materia Orgánica %	2.83	0.34
Nitrógeno Total %	0.19	0.13
Fósforo Aprovechable (Kg./Ha.)	270.00	125.00
Potasio Aprovechable (Kg./Ha.)	749.00	594.00
Sales Solubles (mmhos/cm. a 25° C.)	2.40	3.00

A continuación se describen los resultados del análisis del suelo y subsuelo efectuado.

Reacción del suelo ( pH ). Se determinó en una relación suelo-agua ( 1 : 2 ), utilizando un potenciómetro photovolt modelo 115. El valor del suelo fue de 7.5 clasificándolo como ligeramente alcalino; y el sub suelo dio un valor de 7.7 siendo su clasificación igual a la del suelo.

Textura.- Se realizó por el método del hidrómetro de Bouyocus, clasificándose al suelo y subsuelo como arcilloso.

Materia Orgánica.- Se utilizó el método de Walkley y Black, los valores reportados en porcentaje de materia orgánica para el suelo fue de 2.83 clasificándose como medianamente rico; y para el subsuelo se obtuvo un valor de 0.34 clasificándose como pobre.

Nitrógeno Total.- Se determinó por el método de Kjeldahl, resultando el suelo con un contenido de 0.19% clasificándose en mediano su contenido en nitrógeno. Y para el subsuelo el porcentaje de nitrógeno fue de 0.13% siendo medianamente pobre.

Fósforo Aprovechable.- Se determinó por el método de Peech y Eh--- glish, habiéndose encontrado un contenido de 270 y 125 kilogramos por hectárea de  $P_2O_5$  aprovechable para el suelo y subsuelo respectivamente, clasificándose ambos como extremadamente ricos.

Potasio Aprovechable.- Se utilizó el mismo método anterior, reportando un contenido de 749 y 594 kilogramos por hectárea de  $K_2O$  aprovechable para el suelo y subsuelo, ambos clasificándose como extremadamente ricos.



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

**Sales Solubles.**— Se determinó en el extracto de suelo saturado utilizando el puente de Wheatstone con celda de pipeta. Los valores para el suelo fueron de 2.40 mmhos/cm. a 25° centígrados, resultando muy ligeramente salino. El subsuelo reportó 3.00 mmhos/cm. a 25° centígrados, considerándose también como un contenido de sales solubles, que no afecta el cultivo del trigo.

**Color.**— Se usó la escala de Munsell. Siendo el suelo de color gris y el subsuelo de color café amarillento en la prueba en seco; y para la prueba en húmedo el suelo dio una coloración gris oscura, y el subsuelo dio un color café amarillento.

El diseño experimental que se utilizó fue el de bloques al azar — con cuatro repeticiones. Se trabajó con ocho tratamientos habiéndose — probado cuatro niveles de nitrógeno y cuatro de fósforo. En la Tabla — No. 3 se enlistan los tratamientos probados.

El terreno en donde se instaló el experimento tenía dos años de — descanso y nunca había recibido fertilización. Durante este tiempo el — suelo estuvo cubierto con zacate Johnson (Sorghum halapense L.). La preparación del terreno se hizo de acuerdo a las labores comunes de la región, las cuales son: barbecho, rastreo, cruza y nivelación; para la — buena distribución del agua de riego.

La fertilización se hizo al momento de la siembra, haciéndose a voleo. Como fuente de nitrógeno se usó el sulfato de amonio (20.5% de N), para fósforo se utilizó el superfosfato triple de calcio (46% de  $P_2O_5$ ). Después para mezclar superficialmente el fertilizante con el suelo se utilizó un rastrillo.

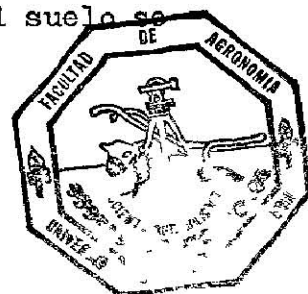


Tabla 3.- Tratamientos estudiados de nitrógeno, fósforo y potasio en el cultivo del trigo en la zona de Gral Terán, N.L.

Tratamientos	Kg./Ha. N	Kg./Ha. $P_2O_5$	Kg./Ha. $K_2O$
1.-	0	0	0
2.-	0	50	0
3.-	50	50	0
4.-	100	50	0
5.-	150	50	0
6.-	100	0	0
7.-	100	75	0
8.-	100	100	0

Para la siembra se usó una densidad de 120 kilogramos por hectárea de la variedad de trigo Lerma Rojo 64 - A, sembrándose en líneas de 15 centímetros. La siembra se efectuó los días 13, 14 y 15 del mes de diciembre de 1970.

El número de riegos fue de cinco, incluyéndose el de asiento o presiembra, el cual se aplicó el día nueve de diciembre de 1970.

En las inspecciones realizadas al experimento, se observó que ninguno de los tratamientos sufrió ataque de enfermedades. Debido quizá a que el ciclo del cultivo fue muy seco en ese año, y no se presentaron condiciones favorables para las enfermedades tales como chahuixtles.

En cuanto a plagas se hicieron muestreos, encontrándose Diabrotica que en ningún momento ocasionó problema.

La cosecha se efectuó a mano al ras del suelo, atándose los haces de cada parcela útil que midió una superficie de nueve metros cuadrados procediéndose después a pesar para obtener el peso paja-grano. A continuación se procedió a trillar para obtener el peso en grano y por diferencia el de paja.

En cada una de las parcelas se tomaron muestras de grano para determinar el contenido de proteínas.

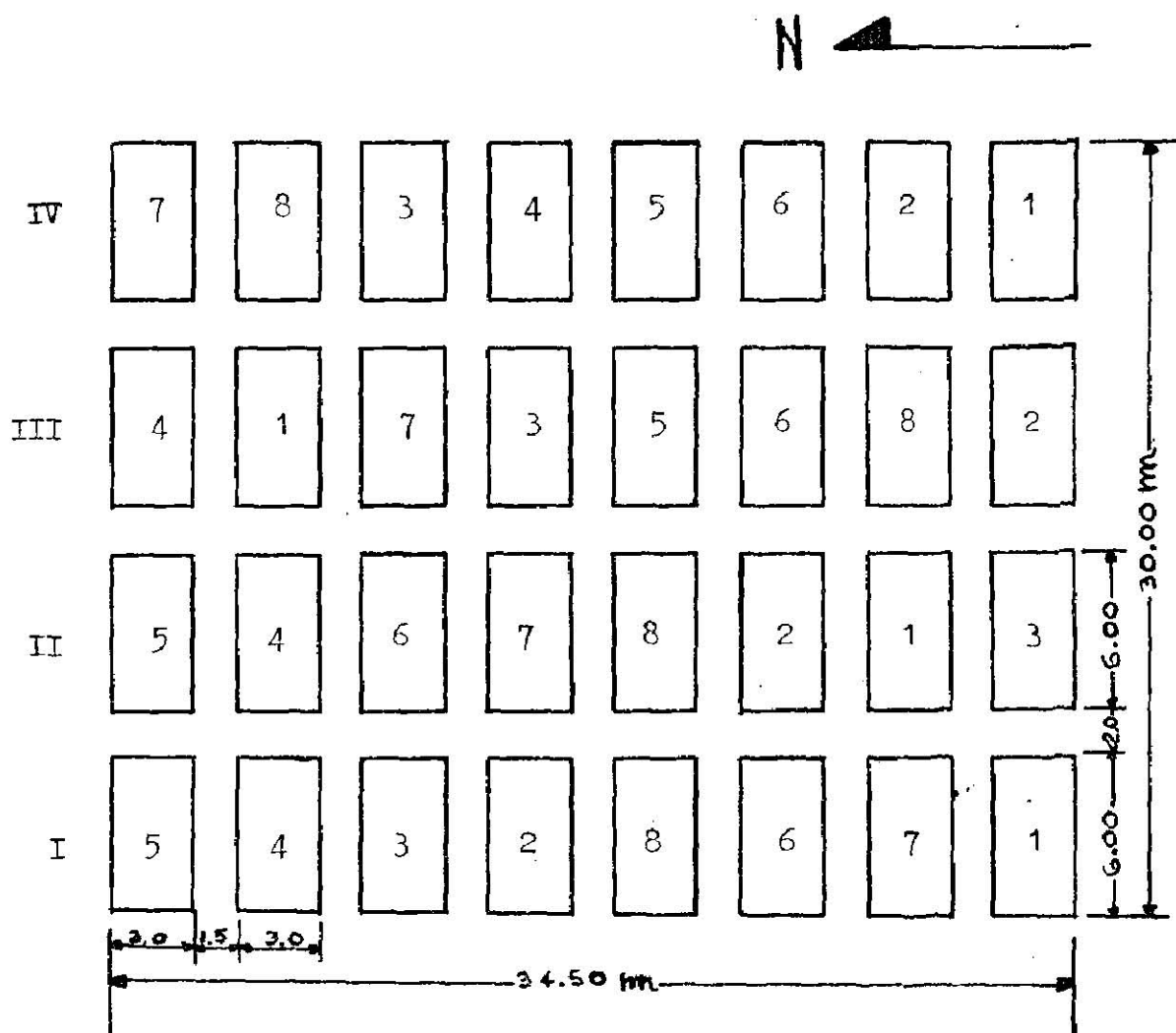
Durante el ciclo del cultivo se hicieron observaciones tales como: rendimiento de paja, rendimiento de grano, relación grano-paja, altura de las plantas y porcentaje de proteína del grano; que sirvieron para evaluar los efectos de cada tratamiento, utilizando para ello el análisis estadístico.

En la Figura No. 1, se muestran las dimensiones de las parcelas -- así como su distribución.



BIBLIOTECA  
GRADUADOS





1.-	0 -	0 -	0
2.-	0 -	50 -	0
3.-	50 -	50 -	0
4.-	100 -	50 -	0
5.-	150 -	50 -	0
6.-	100 -	0 -	0
7.-	100 -	75 -	0
8.-	100 -	100 -	0

Fig. 1.- Tamaño y distribución de las parcelas de los diferentes mientos.



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

## RESULTADOS Y DISCUSION

Los rendimientos de grano y paja en kilogramos por parcela útil, - la relación grano-paja y el porcentaje de proteínas en el grano, así como los análisis de varianza respectivos se presentan en los apéndices - A, B, C y D.

Por lo que respecta a las características de desarrollo y produc--ción de los diferentes tratamientos se observó que había diferencias de alturas, así como de color que mostraron las parcelas de los diferentes tratamientos. A los 50 días después de la siembra se tomaron alturas -- promedio de cada tratamiento, midiendo el testigo 22 centímetros y el - tratamiento 100 - 100 - 0 midió 38 centímetros, siendo el más alto de - todos los tratamientos que se probaron.

Por lo tanto la diferencia de 16 centímetros de altura nos hace suponer que el nitrógeno aplicado al suelo, marcó estas diferencias en el desarrollo vegetativo, pero sin llegar a tener efectos significativos - en el rendimiento de grano.

Cuando se efectuó la cosecha a los 114 días después de la siembra- todavía se encontraron diferencias en alturas, por ejemplo el testigo - midió un promedio de 77 centímetros en contraste con los tratamientos - cinco, seis y ocho; que midieron un promedio de 90 centímetros cada uno

En la Tabla No. 4 se muestran los resultados promedio del rendi--miento de grano y paja en toneladas por hectárea; la relación grano-pa-ja, así como el porcentaje de proteínas del grano para cada tratamien--to.

Tabla 4.- Rendimientos medios de grano y paja, relación grano-paja y el porcentaje de proteínas del grano para cada tratamiento.

Tratamientos	Rendimiento Ton./Ha.		Relación g/p	Proteína %
	Grano	Paja		
1.- 0 - 0 - 0	1.41	3.88	3.10	12.68
2.- 0 - 50 - 0	1.53	5.44	4.17	14.04
3.- 50 - 50 - 0	1.53	5.11	3.77	13.73
4.- 100 - 50 - 0	1.48	6.21	4.73	15.19
5.- 150 - 50 - 0	1.49	5.95	5.09	15.54
6.- 100 - 0 - 0	1.68	5.49	3.68	14.34
7.- 100 - 75 - 0	1.80	5.93	3.66	14.76
8.- 100 - 100 - 0	1.60	6.39	4.67	14.19
D.M.S. al 5%	N.S.	0.900 (*)	N.S.	N.S.

Estos resultados muestran que no hay diferencia significativa habiendo estadísticamente entre los tratamientos probados, ni para el rendimiento en grano, relación grano-paja o para el porcentaje de proteínas en el grano; sin embargo los rendimientos en paja sí resultaron estadísticamente diferentes.

Los rendimientos de grano no mostraron ningún incremento al variar los niveles de nitrógeno de 0, 50, 100 y 150 kilogramos por hectárea, - acompañados con 50 kilogramos de  $P_2O_5$ ; sin embargo, cuando el nitrógeno se aplicó sólo a razón de 100 kilogramos por hectárea produjo un incremento de 270 kilogramos por hectárea de grano, conforme al testigo; no obstante este aumento se consideró no significativo estadísticamente.

Respecto a los niveles de fósforo 0, 50, 75 y 100 kilogramos por -

hectárea adicionados con 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea, se observaron ligeros aumentos en el rendimiento de grano. A un nivel de 75 kilogramos por hectárea de fósforo y 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno, se obtuvo el mayor de los rendimientos ( 1.8 toneladas por hectárea ). Así también cuando el fósforo se probó solo ( 0 - 50 - 0 ), éste aumentó la producción en 120 kilogramos por hectárea respecto al testigo absoluto.

Analizando los resultados de la producción de paja, se puede decir que: los niveles de nitrógeno de 0 hasta 100 kilogramos por hectárea -- con 50 kilogramos por hectárea de fósforo, tuvieron cierta tendencia a incrementar la producción, considerándose significativo este incremento. Cuando el nitrógeno se aplicó sin la adición de fósforo éste elevó la producción de paja a 1.61 toneladas por hectárea respecto al testigo.

Los niveles de fósforo de 0 a 100 kilogramos por hectárea en forma de  $P_2O_5$  acompañados con 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno, produjeron aumentos significativos. Así mismo cuando el fósforo se aplicó -- sin nitrógeno el cultivo respondió con un aumento significativo en comparación con el testigo. En la Figura No. 2, se muestra un aspecto del testigo y del tratamiento 150 - 50 - 0, que fue uno de los de mayor altura. En la figura antes mencionada se puede apreciar la marcada diferencia que hubo en el desarrollo vegetativo debido a la aplicación de los fertilizantes.

En la relación grano-paja, ninguno de los tratamientos es significativo sin embargo, en los niveles de nitrógeno 0, 50, 100 y 150 kilogramos por hectárea se nota que tienen una marcada tendencia a elevar la relación; así también al estudiar el nitrógeno sin la aplicación de fósforo se observa que tiende a elevarse la relación grano-paja con res

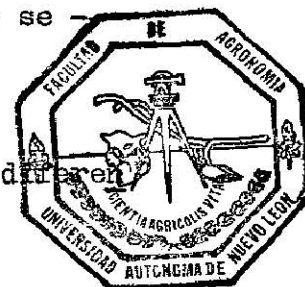
pecto al testigo. Los niveles de fósforo probados no incrementaron absolutamente nada la relación grano-paja; no obstante la aplicación de 50-kilogramos por hectárea de  $P_2O_5$  sin nitrógeno, sí incrementaron la relación grano-paja respecto al testigo.

El porcentaje de proteína en el grano, varió de 12.68% en el testigo hasta 15.54% en el tratamiento 150 - 50 - 0, que fue el que más recibió nitrógeno; así pues, el aumento de nitrógeno tendió a elevar el contenido de proteína en el grano, sin llegar a ser significativa esta diferencia al 5% de probabilidad.

Se observa que con sólo aplicar 100 kilogramos de nitrógeno por hectárea el porcentaje de proteína varió en 1.66% respecto al testigo. Los niveles de fósforo fueron 0, 50, 75 y 100 kilogramos por hectárea - acompañados con 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno, no tuvieron efecto alguno en la mayor cantidad de proteína del grano. Sin embargo 50 kilogramos de fósforo solos, probados en contra del testigo incrementaron en 1.36% las proteínas del grano.

Se considera que los rendimientos de grano no mostraron incrementos estadísticamente significativos, debido a que los nutrientes aplicados al suelo no fueron utilizados por la planta, en virtud de que probablemente el pH, y las condiciones de textura y estructura del suelo fueron factores que pudieron influir para el aprovechamiento correcto de los nutrientes por el cultivo. Bajo condiciones de pH elevado y texturas pesadas el nitrógeno, puede principalmente sufrir pérdidas por volatilización, trayendo como consecuencia que el nitrógeno aplicado se pierda hasta en un 60% (9).

Probablemente la época de aplicación, influyó para que las diferen

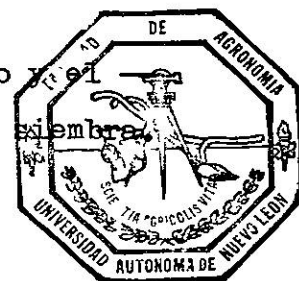


BIBLIOTECA  
GRADUADOS





Fig. 2.- Aspecto general del desarrollo vegetativo del testigo y del tratamiento 150 - 50 - 0 a los 81 días después de la siembra.



cias encontradas entre los tratamientos probados se haya reflejado sola  
mente en la producción de paja.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

De los resultados obtenidos en este estudio se puede concluir lo siguiente:

1.- Las aplicaciones de nitrógeno de 0 hasta 150 kilogramos por hectárea, acompañados con 50 kilogramos por hectárea de  $P_2O_5$ , no tuvieron efecto estadísticamente significativo en los rendimientos de grano, en la relación grano-paja, ni en el porcentaje de proteínas del grano.

2.- Los rendimientos de paja se vieron incrementados en forma significativa hasta un nivel de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno, acompañados de 50 kilogramos de  $P_2O_5$ .

3.- Se observó que con la aplicación de nitrógeno hasta un nivel de 150 kilogramos por hectárea, tuvo una ligera tendencia a aumentar la relación grano-paja, y el porcentaje de proteína en el grano.

4.- Las aplicaciones de fósforo de 0 hasta 100 kilogramos por hectárea acompañadas con 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno, no tuvieron efecto estadísticamente significativo en el rendimiento de grano en la relación grano-paja; ni en el porcentaje de proteína.

5.- Los rendimientos de paja fueron incrementados en forma significativa con la aplicación de 100 kilogramos por hectárea de  $P_2O_5$  acompañados de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno.

6.- Se recomienda efectuar más trabajos de fertilización en suelos de esta zona, en los cuales se corrija previamente por medio de abonos-verdes la textura y estructura del suelo, así como su pH. Para poder --



observar si una vez corregidos estos factores, el cultivo responde de -  
una manera más marcada a la aplicación de los fertilizantes químicos.

## R E S U M E N

Con el propósito de obtener información sobre la respuesta del cultivo del trigo a las aplicaciones de fertilizantes nitrogenados y fosfóricos; se llevó a cabo un estudio en el Campo Agrícola Experimental -- del INIA, localizado en el municipio de Gral. Terán, N.L.

El diseño que se utilizó fue el de bloques al azar con cuatro repeticiones. Se probaron cuatro niveles de nitrógeno ( 0, 50, 100 y 150 ), y cuatro de fósforo ( 0, 50, 75 y 100 ); no aplicándose ningún nivel de potasio.

Las dimensiones de las parcelas fueron de 18 metros cuadrados, cosechándose nueve metros cuadrados como parcela útil.

La fertilización de las parcelas se hizo a mano al momento de la siembra, aplicándose el fertilizante a voleo; utilizando como fuente de nitrógeno el sulfato de amonio ( 20.5% de N ), y para el fósforo se utilizó el superfosfato triple de calcio ( 46% de  $P_2O_5$  ).

La siembra se efectuó los días 13, 14 y 15 de diciembre de 1970; - utilizando la variedad de trigo Lerma Rojo 64 - A, a una densidad de -- 120 kilogramos por hectárea.

El número de riegos fue de cinco, incluyéndose el de asiento o presiembra.

Los resultados obtenidos de este estudio fueron los siguientes:

El nitrógeno aplicado de 0 hasta 150 kilogramos por hectárea, acompañado con 50 kilogramos por hectárea de  $P_2O_5$ , no tuvieron efecto esta-

dísticamente significativo en los rendimientos de grano, en la relación grano-paja; ni en el porcentaje de proteína del grano.

Los rendimientos de paja se vieron incrementados en forma significativa hasta un nivel de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno ( con 50 kilogramos por hectárea de  $P_{25}O$  ).

Con las aplicaciones de nitrógeno hubo una ligera tendencia a aumentar la relación grano-paja; y el porcentaje de proteína en el grano de trigo; con las aplicaciones de nitrógeno hasta un nivel de 150 kilogramos por hectárea.

Respecto al fósforo con aplicaciones de 0 hasta 100 kilogramos por hectárea, acompañados con 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno, no tuvieron efecto estadísticamente significativo en el rendimiento de grano, en la relación grano-paja; ni en el porcentaje de proteína.

Sin embargo, los rendimientos de paja si fueron incrementados en forma significativa con la aplicación de 100 kilogramos por hectárea de  $P_{25}O$  acompañados de 100 kilogramos por hectárea de nitrógeno.

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

- 1.- Aguilar, S.H. 1970. Determinación del calendario óptimo de riegos para el trigo y su interacción con distintos niveles de fertilización nitrogenada en la Comarca Lagunera. Tesis Profesional FAUANL. p.p. 12, 13.
- 2.- Alarcón, C.J.E., R. Maciel R., y R. Moreno D. 1965. Estudios efectuados para determinar las mejores prácticas de fertilización de maíz temprano de riego, en la Región de Matamoros. - Reynosa, Tamaulipas. Boletín Mensual de la Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. México, D.F. Vol. II No. 2 - p.p. 2 - 22.
- 3.- Arvizu, R.Z. y R.J. Laird. 1959. Efecto de diferentes fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento y contenido de proteínas en el trigo. Agricultura Técnica en México. 1 (9). p.p. 2, 3
- 4.- Baldovinos, De la P.G. 1957. El Desarrollo fisiológico y el rendimiento de cosechas. Fondo de Publicaciones de la Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, México, Méx. p. 194.
- 5.- Breton, B.L.A. 1968. Influencia de la aplicación de estiércol de bovino, reforzado con superfosfato triple, sobre el rendimiento de trigo ( Triticum aestivum L. ) variedad Monterrey-60 - 1 cultivado en un suelo calcario. Tesis Profesional - ITESM. p.p. 35, 36.
- 6.- Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. 1968. Informe Anual. p. 106.

- 7.- De Anda, V. y E. Ortega T. 1969. Respuesta del trigo a las aplicaciones de fertilizantes fosfóricos en el Valle de Mexicali, B.C. Memorias del IV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Vol. 1 Agosto de 1969 p.p. 82 - 89.
- 8.- Loronte, J.H. 1966. Meteorología. Ed. Labor, S.A. Barcelona. Madrid. p.p. 197, 198.
- 9.- Nelson, L.B. 1969. Changing patterns in fertilizer use. 2a. ed. - Soil Science Society of America, Inc. Madison Wisconsin, U.S.A. p.p. 26 - 38.
- 10.- Puente, B.L. "et al" 1964. Estudio comparativo de cuatro fertilizantes nitrogenados aplicados al cultivo del trigo, en la Comarca Lagunera. Agricultura Técnica en México. Vol. II (4). p.p. 154 - 155.
- 11.- Puente, B.L. "et al" 1964. Efecto de la época de aplicación del nitrógeno sobre el rendimiento de grano y algunas características agronómicas de la planta de trigo, en la Comarca Lagunera. Agricultura Técnica en México. Vol. II (4). p.p. 152 - 155.
- 12.- Rivera Molina, M. y J. Moncada De la Fuente. 1969. Influencia de la densidad de siembra y la fertilización nitrogenada en el rendimiento del trigo en la Región de Delicias, Chih. Memorias del IV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Vol. 1. Agosto de 1969. p.p. 139 - 150.
- 13.- Russell, E.J. y E.W. Russell. 1959. Las Condiciones del suelo y desarrollo de las plantas. Ed. Aguilar. Madrid. p. 540.

- 14.- Stanford. G. 1971. Como opera el nitrógeno en el suelo. La Hacienda 8 (3). p.p. 20 - 23.
- 15.- Torres, B.M. y E. Ortega T. 1969. Fertilización del trigo en el -- Delta del Río Mayo. Memorias del IV Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Vol. 1. Agosto de 1969. p.p. 178 - 196

APENDICE A

Tabla 5.- Rendimiento de grano de trigo en kilogramos por parcela útil.

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
1.- 0 - 0 - 0	0.834	1.693	1.423	1.127	1.269
2.- 0 - 50 - 0	0.912	1.705	1.207	1.704	1.382
3.- 50 - 50 - 0	1.080	1.462	1.410	1.567	1.379
4.- 100 - 50 - 0	1.085	1.218	1.475	1.567	1.336
5.- 150 - 50 - 0	0.809	1.204	1.633	1.725	1.342
6.- 100 - 0 - 0	1.218	1.688	1.545	1.587	1.509
7.- 100 - 75 - 0	1.746	1.625	1.586	1.538	1.624
8.- 100 - 100 - 0	0.988	1.456	1.557	1.750	1.438

Tabla 6.- Análisis de varianza de la producción de grano de trigo.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Valores de F		
				Calculada	5%	1%
Media	1	63.630	63.630			
Bloques	3	1.169	0.3897	9.278	3.07	4.87**
Tratamientos	7	0.451	0.0644	1.534	2.49	3.64
Error	21	0.882	0.0420			
Total	32					

APENDICE B

Tabla 7.- Rendimiento de paja de trigo expresado en kilogramos por parcela útil.

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
1.- 0 - 0 - 0	2.066	4.157	3.527	4.223	3.493
2.- 0 - 50 - 0	4.988	5.045	4.143	5.396	4.893
3.- 50 - 50 - 0	4.620	5.432	3.525	4.833	4.602
4.- 100 - 50 - 0	5.365	5.632	5.775	5.583	5.589
5.- 150 - 50 - 0	6.691	5.546	3.916	5.275	5.357
6.- 100 - 0 - 0	4.832	5.562	4.155	5.213	4.940
7.- 100 - 75 - 0	5.554	5.675	4.264	5.862	5.339
8.- 100 - 100 - 0	6.062	5.044	6.093	5.800	5.750

Tabla 8.- Análisis de varianza de los rendimientos de paja obtenidos en los diferentes tratamientos.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Valores de F		
				Calculada	5%	1%
Media	1	798.5406	798.5406			
Bloques	3	3.7950	1.2650	2.843	3.07	4.87
Tratamientos	7	14.3763	2.0537	4.615	2.49	3.64**
Error	21	9.3451	0.4450			
Total	32					

D.M.S. al 5% =  $0.810 \text{ Kg./9 m}^2$ . ( 0.900 Ton./Ha.).

D.M.S. al 1% =  $1.186 \text{ Kg./9 m}^2$ .



APENDICE C

Tabla 9.- Relación grano-paja en kilogramos por parcela útil.

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
1.- 0 - 0 - 0	2.477	2.455	2.478	3.747	2.789
2.- 0 - 50 - 0	5.469	2.959	3.432	3.166	3.756
3.- 50 - 50 - 0	4.278	3.715	2.500	3.084	3.394
4.- 100 - 50 - 0	4.945	4.624	3.915	3.563	4.261
5.- 150 - 50 - 0	8.270	4.606	2.398	3.057	4.583
6.- 100 - 0 - 0	3.967	3.295	2.689	3.285	3.309
7.- 100 - 75 - 0	3.181	3.492	2.688	3.811	3.293
8.- 100 - 100 - 0	6.136	3.464	3.913	3.314	4.207

Tabla 10.- Análisis de varianza de la relación de grano-paja para los -  
tratamientos estudiados.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Valores de F		
				Calculada	5%	1%
Media	1	437.8802	437.8802			
Bloques	3	15.2555	5.0852	5.251	3.07	4.87**
Tratamientos	7	10.3851	1.4836	1.532	2.49	3.64
Error	21	20.3359	0.9684			
Total	32					

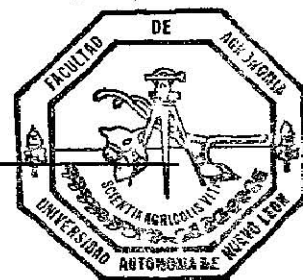
APENDICE D

Tabla 11.- Contenido de proteína del grano de trigo, expresado en porcentaje para cada parcela útil de los diferentes tratamientos.

Tratamientos	I	II	III	IV	Promedio
1.- 0 - 0 - 0	12.16	13.03	13.66	11.87	12.68
2.- 0 - 50 - 0	14.68	12.54	13.75	15.17	14.04
3.- 50 - 50 - 0	13.91	12.35	14.35	14.29	13.73
4.- 100 - 50 - 0	15.07	14.49	15.81	15.37	15.19
5.- 150 - 50 - 0	17.21	16.14	15.19	13.62	15.54
6.- 100 - 0 - 0	14.88	14.00	14.27	14.20	14.34
7.- 100 - 75 - 0	15.17	13.52	16.32	13.62	14.66
8.- 100 - 100 - 0	11.77	15.27	13.60	16.14	14.19

Tabla 12.- Análisis de varianza del porcentaje de proteína contenido en el grano de trigo.

F.V.	G.L.	S.G.	C.M.	Valores de F		
				Calculada	5%	1%
Media	1	6539.2477	6539.2477			
Bloques	3	2.0003	0.6668	0.443	3.07	4.87
Tratamientos	7	21.9558	3.1365	2.086	2.49	3.64
Error	21	31.5788	1.5037			
Total	32					



BIBLIOTECA  
GRADUADOS



BIBLIOTECA  
GRADUADOS

