



18  
29

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

Escuela Nacional de Estudios Profesionales  
"ZARAGOZA"

**INFLUENCIA DE LA FERTILIZACION NITROGENADA,  
FOSFATADA Y DE GALLINAZA SOBRE UN CULTI-  
VO DE Triticale hexaploide tarasca - 87 EN UN  
SUELO HIDROMORFO EN EL MUNICIPIO DE  
CHAPA DE MOTA, EDO. DE MEXICO.**

## REPORTE DE INVESTIGACION

Que para obtener el Título de:

**B I O L O G O**

Presentan:

**HERNANDEZ ROSALES ALEJANDRINA  
PARRA MENDOZA MARIA ANGELES**

Asesor: FRANCISCO BARBOSA CORONA

MEXICO, D. F.

1990

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

## CONTENIDO

	Página
Reconocimientos .....	1
Resumen .....	5
Introducción .....	6
Objetivos .....	8
Revisión Bibliográfica .....	9
I. Generalidades sobre abonos y fertilizantes .....	9
II. Características generales de suelos hidromorfos ...	14
III. Importancia del <i>Triticale</i> en México y en el mundo .	17
IV. Clasificación y características botánicas del <i>Triticale</i> .....	19
V. Antecedentes .....	21
Localización y Descripción de la Zona de Estudio .....	23
Materiales y Métodos .....	28
Resultados y Discusión .....	32
Conclusiones .....	70
Bibliografía .....	71
Apéndice .....	75

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Propiedades físicas y químicas del suelo .....	32
Cuadro 2.	Resultados de acame y moho .....	37
Cuadro 3.	Datos climáticos de la Estación Danxho, Edo. de México .....	40
Cuadro 4A.	Resultados promedio de la longitud de espiga, número de granos y altura de planta para cada tratamiento .....	42
Cuadro 4B.	Datos del <i>Triticale</i> en el CIANO/Obregón, Sonora durante el ciclo 1987-88 .....	43
Cuadro 5A.	Análisis de varianza para longitud de espiga .....	44
Cuadro 5B.	Análisis de varianza para número de granos .....	44
Cuadro 5C.	Análisis de varianza para altura de planta .....	44
Cuadro 6.	Prueba de Tukey para longitud de espiga .....	46
Cuadro 7.	Prueba de Tukey para número de granos .....	49
Cuadro 8.	Prueba de Tukey para altura de planta .....	51
Cuadro 9.	Resultados de rendimiento de grano .....	53
Cuadro 10.	Análisis de varianza para rendimiento .....	55
Cuadro 11.	Prueba de Tukey para rendimiento .....	56
Cuadro 12.	Análisis de correlación .....	58
Cuadro 13A.	Análisis de varianza para longitud de espiga por factores .....	59
Cuadro 13B.	Análisis de varianza desglosado para longitud de espiga .....	59
Cuadro 14A.	Análisis de varianza para número de granos por factores .....	60
Cuadro 14B.	Análisis de varianza desglosado para número de granos .....	60
Cuadro 15A.	Análisis de varianza para altura de planta por factores .....	61
Cuadro 15B.	Análisis de varianza desglosado para altura de planta .....	61
Cuadro 16A.	Análisis de varianza para rendimiento por factores .....	63
Cuadro 16B.	Análisis de varianza desglosado para rendimiento ..	63

## INDICE DE MAPAS Y FIGURAS

Mapa 1. Localización geográfica .....	24
Mapa 2. Climas .....	25
Mapa 3. Geología .....	26
Mapa 4. Suelos .....	27
Figura 1. Perfil del suelo .....	36
Figura 2A. Matriz Plan Puebla II para nitrógeno .....	65
Figura 2B. Matriz Plan Puebla II para fósforo .....	65

## RESUMEN

La investigación agrícola, en su esfuerzo por aumentar las posibilidades de producir mayores cantidades de granos alimenticios, ha creado una nueva especie llamada *Triticale* (crucía de trigo con centeno) con características ventajosas con respecto a sus progenitores, como son: resistencia a enfermedades, resistencia al acame, buena calidad nutricional y de grano comparada con el trigo, entre otras. Por lo que en el presente trabajo se pretende probar la eficiencia de esta especie en un suelo hidromorfo (suelo con características de anegamiento y compactación) que impide un buen desarrollo de los cultivos.

El estudio se realizó en Chapa de Mota, Edo. de México. La especie utilizada fue *Triticale hexaploide tarasca-87*.

Siendo de gran importancia el papel que desempeñan los fertilizantes químicos y los abonos orgánicos para aumentar el rendimiento de las cosechas, se hace necesario establecer la dosis óptima de fertilizantes empleados. Para la fertilización nitrogenada se utilizó urea y superfosfato triple para la fosfatada, además se aplicó gallinaza como abono. El diseño experimental empleado fue el Plan Puebla II para la fertilización inorgánica con los siguientes rangos de exploración: para el nitrógeno de 25 a 200 kg/ha y para el fósforo de 30 a 120 kg/ha. Para la gallinaza las cantidades utilizadas fueron 10 y 20 ton/ha.

Se observó que el desarrollo del *Triticale* en este suelo fue bueno, ya que no presentó enfermedades que afectaran el rendimiento; hubo parcelas que presentaron acame, pero éstas fueron fertilizadas con gran cantidad de nitrógeno. En cuanto a la calidad de grano, no fue la esperada debido al daño causado por una helada que se presentó, aunado a esto el posible efecto del exceso de nitrógeno en las parcelas que contenían mayores dosis, en donde se retrasó el proceso de maduración, por lo cual no se obtuvo la dosis óptima. En general, todos los rendimientos fueron bajos, comparados por los obtenidos en el CIMMYT. El tratamiento con 62N, 75P kg/ha y 10 ton/ha de gallinaza fue el de mayor rendimiento (2.52 ton/ha), por lo que se recomienda una combinación de gallinaza con urea y superfosfato triple.

## INTRODUCCION

Actualmente, dos de los problemas más agudos a los que se enfrenta la humanidad son el exceso de población y la escasez de alimentos. Es por esto que los estudios sobre la problemática agrícola han adquirido mayor relevancia, ya que abordan de una u otra forma diversos aspectos que pueden ayudar a solucionar algunos problemas como el de las importaciones de grandes volúmenes de granos, ya que se ha dado el desplazamiento de granos básicos (frijol, trigo y arroz) por otros de mayor redituabilidad económica, como frutas, hortalizas y forrajes.

La investigación agrícola, en su esfuerzo por aumentar las posibilidades de producir mayores cantidades de granos alimenticios, ha formado una nueva especie vegetal como el *Triticale* (cruza de trigo por centeno). El *Triticale* prospera bien en las regiones donde se cultiva trigo, cebada o avena (Altos de Jalisco y Sierra Tarasca), y en la mayoría de los casos se desarrolla mejor en terrenos donde otros cereales tienen problemas por carencia de microelementos, como por ejemplo la escasez de zinc; además de estas características, posee otras: como resistencia a enfermedades, resistencia al acame, buena calidad nutricional y de grano comparable a la de trigo y en lo que se refiere a precipitación, en áreas donde la cantidad de lluvia es alrededor de 500 a 600 mm. las cosechas de *Triticale* son buenas. Por las ventajas que presenta este cultivo con respecto a otros cereales, se prueba su eficiencia en un suelo hidromorfo.

De igual relevancia es el papel que desempeñan los fertilizantes químicos en el aumento de la producción de alimentos. Son fáciles de manejar y transportar, y han contribuido en el rápido aumento de los rendimientos de las cosechas, dado que los nutrimentos se encuentran disponibles para las plantas, lo que ayuda en suelos hidromorfos, pues se menciona (Worthen, 1980) que el horizonte superficial se encuentra lavado. De igual importancia son los abonos

orgánicos, principalmente estiércoles, ya que se ha observado que con éstos se tienen respuestas sorprendentes en el rendimiento de las cosechas. además mejora algunas propiedades físicas del suelo tales como estructura, permeabilidad, densidad aparente que ayudarían a un mejor desarrollo del cultivo en un suelo hidromorfo.

La gran variedad de suelos existentes en cada región y las distintas exigencias de los elementos nutritivos por parte de los diferentes cultivos, señalan la necesidad de conocer a fondo los tipos de fertilizantes y las dosis más convenientes que deben ser empleadas.

El presente trabajo pretende contribuir a encontrar la dosis óptima de fertilización inorgánica para el cultivo del Trébol, así como comparar el rendimiento obtenido al utilizar gallinaza y una combinación de ésta con los anteriores, en un suelo hidromorfo en la región de Orizaba de Puebla, Edo. de México, dado que en este tipo de suelos las características de anegamiento (temporal o permanente) y de compactación a cierta profundidad (horizonte B), impiden un buen desarrollo de los cultivos.



## OBJETIVO GENERAL

DETERMINAR LA DOSIS DE UREA, SUPERFOSFATO TRIPLE Y GALLINAZA NECESARIA PARA UN ÓPTIMO RENDIMIENTO Y COMPARAR LA PRODUCCIÓN OBTENIDA DEL CEREAL *Triticale hexaploide* variedad *Lasca-87*.

## OBJETIVOS PARTICULARES

- Probar la eficiencia del *Triticale hexaploide* en un suelo hidromorfo.
- Registrar y comparar los resultados de longitud de espiga, número de granos por espiga y altura de planta entre los diferentes tratamientos.
- Estimar el rendimiento de acuerdo al peso del grano.
- Estimar la dosis óptima de fertilización de acuerdo al Plan Puebla II.

## REVISION BIBLIOGRAFICA

### I. GENERALIDADES SOBRE ABONOS Y FERTILIZANTES

La historia del hombre, en un sentido, ha sido un conjunto de esfuerzos para el suministro de alimentos incrementando la dotación de nutrimentos asimilables para los cultivos. Durante miles de años el hombre ha empleado cal, marga, cenizas, huesos, estiércol, rieno y leguminosas para agregar nutrimentos al suelo. (Foth, 1975)

Los principales tipos de abonos orgánicos que se utilizaron en la fertilización de los cultivos agrícolas fueron: estiércol animal (gallinaza, bovino, caprino, etc.), composta, abonos verdes, residuos de cosecha, residuos orgánicos e industriales y aguas negras.

Dentro de los abonos orgánicos, el estiércol animal es tradicional y de mayor uso en la agricultura. Entre ellos, la gallinaza muestra un mayor contenido de nitrógeno y fósforo. Los estiércoles de caprino y porcino son muy parecidos en estas características, pero en la gallinaza el contenido de fósforo es de 3 a 5 veces mayor que el de bovino y de 2 a 3 veces mayor que el de porcino y caprino. También se observa un mayor contenido de calcio, zinc y manganeso en la gallinaza que en el estiércol de vacuno. En estos dos últimos abonos, el porcentaje de sales solubles y sodio es mucho mayor que en los estiércoles de porcino y caprino. (Trinidad, 1987)

El valor de uso de los abonos orgánicos sobre las características de los suelos estriba, fundamentalmente, en los cambios que experimentan éstos en sus propiedades físicas, químicas, biológicas y nutricionales.

En lo que se refiere a las propiedades físicas, los abonos mejoran la velocidad de infiltración, conductividad hidráulica, retención de agua, densidad aparente y estabilidad de los agregados. La retención de agua es mayor al aumentar la cantidad de estiércol, en cambio la densidad aparente disminuye, indicando un aumento en la porosidad del suelo. La aplicación de estiércol también favorece la estabilidad de los

agregados. Un efecto negativo de los estiércoles es el incremento en la conductividad eléctrica en la solución del suelo. Esta propiedad señala un aumento en la concentración de sales solubles en el suelo, que podría traer consecuencias negativas en el rendimiento de algunos cultivos.

Dentro de las propiedades químicas del suelo que cambian por efecto en la aplicación de abonos, son principalmente el contenido de materia orgánica, el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio de cationes y la concentración de sales. Todas estas características son indicadoras de un cambio en la disponibilidad de nutrimentos del suelo para las plantas.

El estiércol contiene grandes cantidades de compuestos orgánicos de fácil descomposición, cuya adición al suelo casi siempre resulta en un incremento de la actividad biológica; y que en la mayoría de los casos, el resultado neto del incremento de la actividad biológica repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo, por efecto de la agregación que de los productos de la descomposición ejercen sobre las partículas del suelo.

Los efectos benéficos de los abonos orgánicos en el mejoramiento de las propiedades nutricionales son fácilmente observables, y esto es más evidente en aquellos suelos agrícolas que no han recibido abono orgánico durante los años que han estado sometidos al monocultivo. (Trinidad, 1987)

Existe evidencia que los abonos orgánicos, además de abastecer nutrimentos, propician la disponibilidad de otros elementos del suelo para las plantas. En muchos casos, los beneficios del estiércol en el crecimiento de las plantas son mayores que los que se podrían explicar tan sólo con base en su contenido de nutrimentos. Se cree que son responsables de sustancias orgánicas del tipo de las hormonas. (Rodríguez, 1982)

No hay duda que el estiércol y otros residuos orgánicos son sumamente importantes para conservar la productividad del suelo, pero su utilización como únicos fertilizantes sólo suministraría una pequeña proporción de los nutrimentos necesarios a los niveles actuales de rendimiento en el mundo.

La principal diferencia entre los fertilizantes

minerales y los abonos orgánicos en que los primeros, en la mayoría de los casos, son inmediatamente aprovechables, mientras que los segundos se vuelven aprovechables gradualmente, requiriéndose a veces algunos años. Ambas formas de agregar nutrimentos al suelo tienen sus ventajas y desventajas. Los abonos orgánicos son más moderados y son deficientes en los tres elementos esenciales (N-P-K), por lo que se necesitarían enormes cantidades de abonos orgánicos para obtener óptimos resultados. Además, los requerimientos máximos de las plantas por estos tres elementos, varían de una época del año a otra y también por el tipo de cultivo; para tener la completa seguridad de que cada uno de estos elementos se encuentran en las proporciones correctas, es preferible emplear fertilizantes minerales que abonos orgánicos.

El progreso rápido en el desarrollo de fertilizantes químicos se presentó después del descubrimiento de los nutrimentos vegetales más esenciales. Se ha estimado que cuando menos un cuarto del suministro total de alimentos para el hombre se puede atribuir al uso de fertilizantes químicos.

Los cereales como el arroz, el trigo, el sorgo y el maíz proporcionan la mayor parte de la dieta, las calorías y proteínas de la inmensa mayoría de la población mundial. Es indudable el papel fundamental que desempeñan los fertilizantes minerales en la producción de estos cereales. Además, es de suma importancia que los fertilizantes se empleen de la manera más eficaz para lograr el máximo rendimiento de los cultivos y los mayores beneficios para el agricultor. (Foth, 1975)

En las regiones trigueras, con frecuencia los suelos son deficientes en uno o varios elementos, siendo éstos comúnmente nitrógeno y fósforo. El nitrógeno, por su parte, es considerado uno de los elementos nutritivos esenciales de las plantas que más abunda en la naturaleza, ya que es constituyente de toda célula viva. Todo el nitrógeno del suelo proviene de la atmósfera; según la FAO (1984), hay unas 67,000 toneladas en la atmósfera situadas encima de cada hectárea de terreno, sin embargo, la falta de disponibilidad de nitrógeno limita probablemente el rendimiento de los cultivos más que la de cualquier elemento. Pero es a través de los

procesos de fijación que se produce la combinación de este elemento con hidrógeno u oxígeno, ya que el nitrógeno es asimilable en forma inorgánica como nitratos ( $\text{NO}_3^-$ ) y amonios ( $\text{NH}_4^+$ ). La cantidad de nitrógeno asimilable del suelo sufre grandes variaciones, dado que la cantidad de nitrógeno inorgánico de un suelo depende de la velocidad de descomposición de la materia orgánica y de la velocidad de absorción por el cultivo, considerando además pérdidas de nitrógeno por volatilización, erosión y lixiviación. (Tamhané, 1978)

El nitrógeno en forma de nitrato es el más utilizado por las plantas. Es un elemento muy móvil. En su forma mineral ( $\text{NO}_3^-$  y  $\text{NH}_4^+$ ), en el interior de las células, pasa a constituir las bases nitrogenadas para las distintas funciones fisiológicas; ingresa en la formación de los aminoácidos, luego éstos entran en la síntesis de los prótidos y proteínas del vegetal, constituyendo un elemento plástico por excelencia; se halla también en la formación de hormonas, ácidos nucleicos y de la clorofila. (Rodríguez, 1982)

El nitrógeno se encuentra en grandes cantidades en las partes jóvenes de las plantas, más que en las partes viejas y es especialmente abundante en las hojas y semillas, por lo que un buen abastecimiento de nitrógeno promueve un crecimiento rápido con un mayor desarrollo de hojas y de tallos verde oscuro. Aunque una de las funciones más importantes del nitrógeno es el aumento en el desarrollo de las partes aéreas, este crecimiento no puede tener lugar excepto en presencia de cantidades adecuadas de fósforo, potasio y otros elementos esenciales en formas aprovechables. (Foth, 1975)

El fósforo, al igual que el nitrógeno, es un constituyente de todas las células vivas y en el suelo tiene un origen orgánico e inorgánico. en sus distintas proporciones según el tipo de suelo. Es uno de los tres aniones principales absorbidos por las plantas (los otros dos son el nitrato y el sulfato). El nitrógeno, fósforo y azufre se combinan fácilmente con otros elementos para formar compuestos orgánicos y en esta forma no son asimilables por las plantas. (Thompson, 1980)

Las formas asimilables de fósforo por las plantas son

el fosfato monobásico ( $\text{PO}_4\text{H}_2^-$ ) y el dibásico ( $\text{PO}_4\text{H}^-$ ), siendo el primero fácilmente absorbido fisiológicamente. También hay una absorción muy pequeña de otras formas como el pirofosfato, metafosfato y otros compuestos orgánicos. (Rodríguez, 1982)

Aunque se reconoce que el fósforo se encuentra como anión intercambiable, se cree que el intercambio no es importante en la nutrición de la planta con este elemento. Esto es, las raíces de las plantas toman directamente el  $\text{PO}_4\text{H}_2^-$  de la solución en una proporción mucho mayor que el que absorben por intercambio. La cantidad de fosfato no es tan importante como la velocidad a que éste se va disolviendo. Las plantas pueden adquirir un desarrollo satisfactorio con una cantidad muy pequeña de fosfato en la solución, siempre y cuando se mantenga esta concentración. (Thompson, 1980)

Una vez absorbido el fósforo, circula y se translada en el vegetal como fosfato monobásico, siendo interiormente un elemento muy móvil.

El fósforo interviene en:

- La formación de nucleoproteínas y ácidos nucleicos de fosfolípidos.
- La división celular.
- La respiración y la fotosíntesis.
- Síntesis de azúcar, grasas y proteínas.
- La acumulación de energía (en los compuestos de ATP y NADP) en los fenómenos de fosforilación.
- La regulación del pH de las células (sus ácidos y sus sales de "metal fuerte" forman soluciones "buffer" que regulan el pH de las soluciones celulares), etc.

Este elemento se acumula, principalmente, en los tejidos activos (síntesis y respiración), en los meristemas, en las semillas y en los frutos. (Rodríguez, 1982)

Las cantidades óptimas en que se deben aplicar los elementos de nitrógeno y fósforo varían grandemente debido a las deficiencias del suelo, clima, manejo y variedades usadas; por consiguiente, las recomendaciones de fertilización para las condiciones de producción deben establecerse para cada región.

## II. CARACTERISTICAS GENERALES DE SUELOS HIDROMORFOS

Los suelos hidromorfos se caracterizan por presentar fenómenos de reducción o de segregación local de hierro, como consecuencia de la saturación temporal o permanente de los poros por el agua, lo que provoca un déficit prolongado de oxígeno. (Duchaufor, 1984)

Las propiedades más relevantes de los suelos hidromorfos son las siguientes:

- Saturación de agua subterránea (agua presente de 3 a 5 m de profundidad).
- Ocurrencia de un horizonte Hístico, el cual es un horizonte H (horizonte orgánico que está saturado de agua durante periodos prolongados) que tiene más de 20 cm pero menos de 40 cm de espesor. (FitzPatrick, 1984)
- El hierro ferroso, en unos casos, se acumula en el perfil, confiriéndole un tinte gris verdoso (a veces azulado), y en otros, por el contrario, se moviliza y emigra muy localmente, formando en los horizontes minerales manchas herrumbrosas o concreciones de hierro férrico. (Duchaufor, 1984)
- Saturación con agua en algún período del año o drenadas artificialmente, con muestras de procesos de reducción y segregación de hierro. (FitzPatrick, 1984)

Desde el punto de vista ecológico, los suelos hidromorfos se pueden encontrar en cualquier clima, y constituyen, junto con las asociaciones especializadas que los caracterizan, "climax estacionales", ligados a condiciones particulares de material o de mal drenaje: tal es el caso de los gley, de la mayor parte de los stagnogley, de los pelosoles y de los planosoles.

Los suelos hidromorfos están caracterizados por un régimen hídrico particular, que orienta los procesos evolutivos y confiere al perfil caracteres que contrastan con los de los perfiles desarrollados en condiciones comparables, pero en un

medio drenado. Conviene distinguir dos grandes grupos de suelos hidromorfos:

- Los suelos hidromorfos sensu stricto, caracterizados por la presencia de una capa de agua libre, dotada de propiedades reductoras, en los cuales es fácil poner de manifiesto los procesos de óxido-reducción de hierro: pseudogley, stanogley, gley y turbas.
- Los suelos hidromorfos emparentados, que constituyen formas de transición hacia otras clases; en estos suelos, aunque en algunas épocas se produce la saturación de los poros por el agua, en realidad depende de un proceso complejo en el cual desempeña un papel importante la imbibición de los poros finos por el agua capilar; generalmente, estos suelos contienen arcillas expansibles o semiexpansibles, que favorecen este tipo de hidromorfía. En general, los procesos de óxido-reducción son relativamente discretos y se complican con otros procesos secundarios que, en algunos casos, pueden volverse preponderantes, tales como el empobrecimiento en arcilla de los horizontes superficiales (pelosoles y planosoles). (Duchaufor, 1984)

#### Características Generales de Planosoles

La parte superior de estos suelos se encuentra muy empobrecida en elementos móviles, por lo que se decolora y pierde su estructura inicial (horizonte álbico), mientras que la parte inferior sólo evoluciona débilmente y conserva su carácter arcilloso primitivo. La característica principal de los planosoles estriba en que los límites entre el horizonte álbico Az y el horizonte B<sub>1</sub> es muy brusco en todos los aspectos: color, estructura y textura. Las variaciones estacionales del edafoclima, en especial de los perfiles hídricos, están también muy acentuadas, pasando el perfil muy rápidamente de la saturación total de los poros por el agua a una desecación muy acusada.

Los planosoles se localizan, preferentemente, en las zonas de pradera, de estepa o de sabana, y, generalmente, están



asociados a los brunisems o a los vertisoles.

El régimen hídrico es muy contrastado. Las lluvias torrenciales alternan con fases de fuerte desecación del perfil, como la permeabilidad de los horizontes profundos no permite la evacuación del exceso de agua por drenaje vertical, se forman capas de agua superficiales muy efímeras, con circulación lateral, que provocan una erosión selectiva del perfil y el empobrecimiento de los horizontes superiores.(Duchaufor, 1984)

### III. IMPORTANCIA DEL *Triticale* EN MEXICO Y EN EL MUNDO

El *Triticale* surgió en 1876 como una cruce entre centeno y trigo, pero no fue sino hasta 1930 a 1965 en que se lograron mejores adelantos en el desarrollo de esta especie. (García, 1981)

El desarrollo del *Triticale* como cultivo comercial es un gran logro de la fitogenética, en especial cuando se considera el periodo relativamente breve que se ha dedicado al mejoramiento del cultivo. Desde que los científicos iniciaron proyectos para el mejoramiento y desarrollo de esta especie, se han logrado adelantos significativos, solucionando en gran medida problemas relacionados con el acame, la fertilidad floral, la calidad eficiente del grano y la madurez tardía.

La calidad nutritiva del *Triticale* es semejante a la del trigo y en algunos aspectos llega a superarlo. En particular, el mayor contenido de lisina en el *Triticale*, su mejor digestibilidad proteica y el balance de minerales lo hacen especialmente adecuado para reemplazar o complementar a otros cereales en la alimentación humana o animal. Además, el contenido de fósforo del *Triticale* es más alto que el de cualquiera de sus especies progenitoras y esto lo convierte en un elemento conveniente en la alimentación de cerdos y gallinas, cuyas necesidades de fósforo son considerables.

En el año de 1986, el *Triticale* se sembraba en más de un millón de hectáreas (1,075,800) en todo el mundo y se espera que esta superficie cultivada aumente significativamente en el próximo decenio. (Varaghese, 1986)

En México, debido a que el *Triticale* es un cultivo nuevo, los trabajos iniciales se realizaron dentro de campos experimentales. Durante los primeros ensayos desarrollados, el rendimiento del *Triticale* no llegó ni siquiera a la mitad del rendimiento del trigo con mejor adaptación local. Para 1972-1973, por primera vez, se había superado la deficiencia en rendimiento entre los mejores trigos y *Triticale*. En 1979, empezaron las acciones para que el *Triticale* fuera aprovechado

por los agricultores. (Navarro, 1983)

Para 1983, la superficie sembrada con *Triticale* en México apenas alcanzaba centenares de hectáreas y no llegaba a dos mil, pero a medida que se conozcan las ventajas del cultivo puede llegar a popularizarse. (Varaghese, 1986)

En los Altos de Jalisco y la Sierra Tarasca se cultivó con éxito el *Triticale*, y en la parte noroeste del Lago de Pátzcuaro ha desplazado al trigo, porque produce hasta más del 30% de rendimiento en la siembra de temporal. En la región de los Valles Altos del Edo. de Puebla, Tlaxcala e Hidalgo, este cultivo tiene posibilidades de prosperar, porque responde bien a los suelos arenosos, que son frecuentes en esta región, y también porque las heladas erráticas de Julio no la dañan como sucede en los cultivos de maíz y frijol. El área potencial de siembra de temporal del *Triticale* es amplia, pues con las actuales variedades sería posible sembrar más de quince mil hectáreas en los Edos. de Jalisco, Michoacán y alrededor de treinta mil hectáreas en los Edos. de Tlaxcala, Hidalgo, Puebla y Edo. de México. (Navarro, 1983)

Para 1984-85, se observó que algunos *Triticale* daban resultados comparables a los de los trigos en todos los ambientes y eran evidentemente superiores en ciertas condiciones adversas. En 1986, el área cultivada de *Triticale* en México fue de 8,000 ha para los *Triticale* de tipo primavera.

Los incrementos futuros en la producción de alimentos dependerán, en gran medida, de la capacidad de los agricultores para producir cultivos en ambientes marginales y/o adversos. El excelente desempeño de *Triticale* ofrece la posibilidad de mejorar la productividad de recursos asignados a la producción de alimentos en lugares donde estos aumentos pueden ser vitales. (Varaghese, 1986)

#### IV. CLASIFICACION Y CARACTERISTICAS BOTANICAS DEL *Triticale*

El nombre de *Triticale* se deriva del prefijo del género *Triticum* y del sufijo del género *Secale*, que son los géneros progenitores femenino y masculino, respectivamente. (Romero, 1981)

La clasificación botánica del *Triticale* es la siguiente:

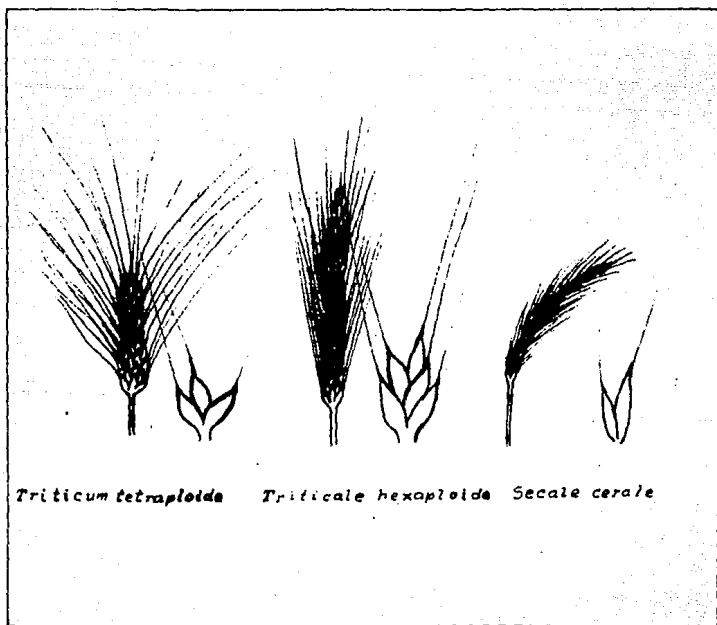
Categoría	Clasificación
Reino	Vegetal
División	tracheophyta
Subdivisión	pteropsidae
Clase	angiosperma
Subclase	monocotiledonae
Grupo	glumiflora
Orden	graminales
Familia	graminae
Tribu	triticeae
Género	<i>Triticale</i>
Especie	<i>Triticale hexaploide</i> <i>Triticale octaploide</i>

Morfológicamente, tanto las partes vegetativas como reproductivas del *Triticale* se asemejan al trigo. pero posee características de crecimiento más vigorosas.

La inflorescencia del *Triticale* es una espiga semejante a la del trigo, más cerrada que la del centeno. La espiga del *Triticale* es frecuentemente más larga que la del trigo o centeno, está compuesta por una serie de espiguillas alternamente dispuestas sobre cada lado del raquis, el número de espiguillas es de 30 a 40 por espiga, cada espiguilla consiste de 4 a 8 florecillas de las cuales usualmente sólo

tres son fértiles.

Cada espiguilla está sustentada por dos glumas (glumas externas) de follaje. La lemma y la palea envuelven cada florecilla en la espiguilla. La lemma, comúnmente termina en la forma de una arista de 7 a 10 cm de longitud, la arista varía en longitud entre cultivos. El *Triticale* es un cereal en el cual se pretende que la lemma y la palea no estén adheridas a la semilla y sea fácilmente removida por una trilladora. Tres anteras y un estigma están presentes en cada florecilla. El *Triticale* es una especie de polinización propia con polen suelto de la florecilla. (Stoskopf, 1978)



## V. ANTECEDENTES

Lagarda (1974) afirma que en el *Triticale* fertilizado con dosis adecuadas, las plantas maduran normalmente y su producción será alta y de buena calidad; en cambio, cuando la cantidad de nutrimentos es excesiva, retrasa la madurez, produciendo un crecimiento vegetativo en exceso.

Alpizar Lobo (1975) realizó un experimento para evaluar el rendimiento de 14 variedades de trigo y una de *Triticale*, con una densidad de siembra de 140 kg/ha. Obteniendo bajos rendimientos, dado que éste se vio seriamente afectado por bajas temperaturas durante la floración en la mayoría de las variedades.

Afridi, Samuillah e Inam (1977), en dos ensayos con variedades de *Triticale* y trigo, con varios niveles de nitrógeno (urea), encontraron que el óptimo fue de 120 kg/ha.

Agrawal (1977) reporta que los rendimientos de grano en 5 variedades de *Triticale* se incrementaron linealmente al aumentar el nivel de nitrógeno de 0-60 kg/ha. Resultados similares obtuvieron Misra (1977) y Ali (1978), al trabajar con niveles de nitrógeno de 0-90 kg/ha.

Nebrada, Later y Parodi (1977), sembrando tres variedades de *Triticale* a cuatro niveles de nitrógeno y potasio, encontraron que las espigas grandes tuvieron mayor peso de grano y rindieron más que las espigas pequeñas, las que tuvieron, sin embargo, mayor contenido de proteínas.

Etchevers y Morganhan (1978) reportan que las aplicaciones de nitrógeno resultaron significativas en los rendimientos de *Triticale* y trigo, debido, principalmente, al incremento en el número de espigas fértiles por hectárea.

Gajardo, Parodi y Nebrada (1978), al probar 4 niveles de fertilización nitrogenada (40-60-80-100 kg/ha) en dos variedades de *Triticale*, observaron que al aumentar el nitrógeno a 100 kg/ha, se incrementó significativamente la altura de la planta. También aumentó el rendimiento de grano con niveles mayores a 80 kg/ha, aunque no hubo diferencia

significativa. Se observaron efectos similares en el peso hectolítrico o proteína de grano.

Andrascik (1978), en experimentos con variedades de *Triticale* y centeno, utilizando tres dosis de fertilización nitrogenada, concluye que los rendimientos fueron mayores en el nivel más bajo de fertilización.

Lees (1979) afirma que el *Triticale* supera los rendimientos de trigo en ausencia del nitrógeno.

Bishnoi y Mugwira (1980) probaron los efectos de nitrógeno (50, 100 y 200 kg/ha) en dos variedades de *Triticale*. Encontraron que al incrementar el nitrógeno aumenta el rendimiento y la altura de la planta, no afectándose el peso hectolítrico.

García García (1981) realizó una investigación sobre el *Triticale* bajo diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra. Los niveles 50-00-120 kg/ha cumplieron con las condiciones más favorables para designarse como dosis óptima económica de capital limitado con un rendimiento medio de 2.246 ton/ha. Así, también designó como dosis óptima económica de capital ilimitado al tratamiento de 120-80-180 kg/ha con un rendimiento medio de 2.872 kg/ha de semilla.

En el CIMMYT se reportan para la variedad *tarasca-87* los siguientes rendimientos: Coahuila 8.5 ton/ha, Michoacán 3.5 ton/ha, Nuevo León 3.8 ton/ha y en Texcoco 7.48 ton /ha, para 1985-86. Se reportan otras variedades como *eronga-83* con mayor rendimiento pero fueron más susceptibles a fusarium.

## LOCALIZACION Y DESCRIPCION DE LA ZONA DE ESTUDIO

### 1) Localización Geográfica

Los terrenos que ocupa la zona de influencia del Municipio de Chapa de Mota, se extiende a la porción Noroccidental del Edo. de México, junto al vértice de mayor penetración del Edo. de Hidalgo. La zona posee una extensión total de 21,600 ha y se encuentra limitada al Norte por el Municipio de Jilotepec y al Sur por el Municipio Villa del Carbón. El área de estudio se localiza a los 19°51' latitud Norte y 99°33' longitud Oeste del Meridiano de Greenwich, siendo su altitud de 2500 m.s.n.m..(Mapa 1)2) Clima

Según Köppen (modificado por Enriqueta García, 1975), se presenta un clima tipo C(w2) b(1) g, para la estación Presa Danxho, lo cual indica que es un clima templado, subhúmedo con lluvias en verano, verano fresco, temperatura del mes más caliente menor de 22°C, con poca oscilación de temperatura (diferencia de temperatura entre el mes más frío y el más caliente entre 5° y 7°C) y marcha de temperatura tipo ganges. (Mapa 2)

### 3) Geología

La mayor parte de las formaciones geológicas de esta área corresponden a rocas calizas, margas y areniscas que provienen de la Era del Cretácico medio inferior, las cuales presentan una estructura compacta y un color grisáceo o negro azulado en ciertos casos. Estas rocas se intercalan con otras de la Era Terciaria y Postterciaria que tuvieron su origen en tres épocas sucesivas de actividad volcánica. Las rocas correspondientes a la última fueron basálticas (Barocio, 1976). Según la carta geológica DETENAL en la zona de estudio se presenta rocas areniscas-toba (Mapa 3).

### 4) Edafología

La carta edafológica DETENAL de escala 1:50,000 reporta para la zona 8 unidades de suelo (mapa 4):

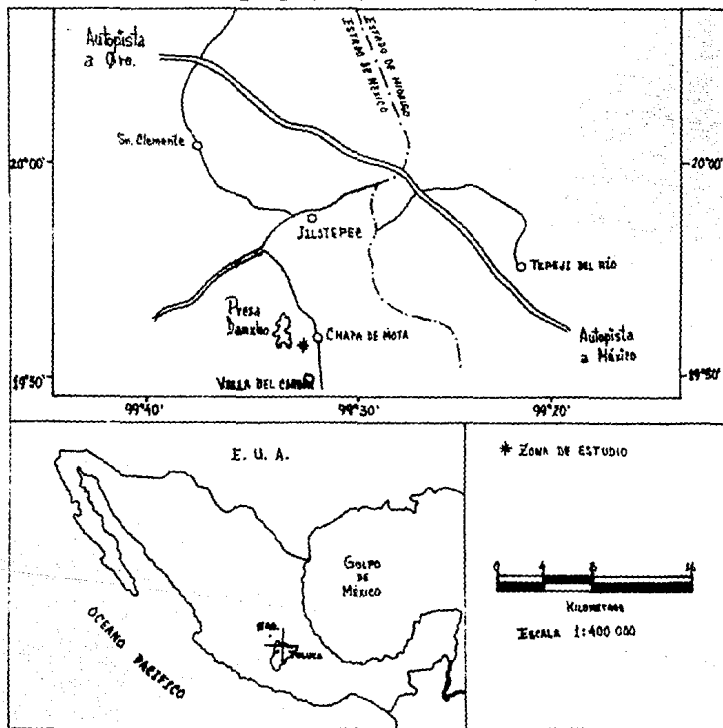
- Existe una mayor porción de suelo de tipo Feozem



háptico y lúvico, así como Andosol mólico y húmico, todos con texturas medias. Se encuentra principalmente en zonas forestales.

- Vertisol pélico y Gleysol vértico, ambos con texturas finas en zonas agrícolas y pecuarias, respectivamente.
- Litosol de textura media, en zonas erosionadas.
- Planosol mólico de textura media, en zonas agrícolas y pecuarias. En este suelo es donde se localiza la zona de estudio del presente trabajo. (Mapa 4)

MAPA 1 LOCALIZACION GEOGRAFICA



MAPA 2 CLIMA

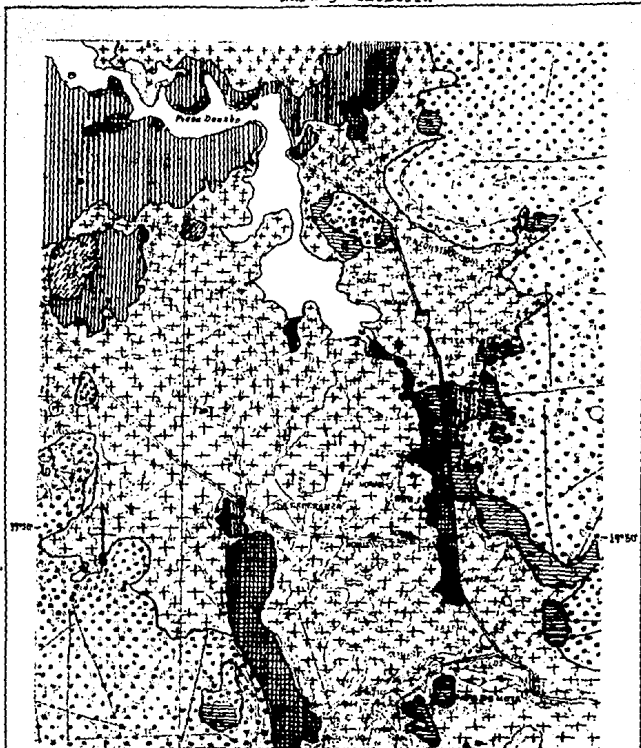


\* Zona de Estudio

Escala 1:500,000

		Por su Humedad	
Por su Temperatura	Templados	Subhúmedos	
	3a Cb	C(w2)	C(w1)
	K1 K'	C(w2)b	C(w1)x'
	Semifríos	C(w2)x'b'	C(w1)b'
			C(w1)x'b'
			Cs b
		Semisecos o Semifríos	
	Templados	BS1 Kw	
	Ca Cb	BS1 Kx'	
	K1 K'		

MAPA 3 GEOLÓGICA



99°55'

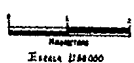
19°50'

- \* Zona de Estudio
- Garretera Estatal
- - - Brechas
- Terraceria
- Presa

Escala 1: 50,000

- |  |                             |
|--|-----------------------------|
|  | al Aluvial                  |
|  | A Andesita                  |
|  | ar-T Arenisca-Toba          |
|  | ar-cg Arenisca-Conglomerado |
|  | B Basalto                   |
|  | Bv Brecha Volcánica         |
|  | re Residual                 |

MAPA 4 SUELOS



◆ Zona de Colaba
















○ Ciudad Esfala  
 ● Teniente  
 ~~~~~ Buzos  
 >>> Pasa

LEYENDA MAPA 4

YK + YK - ms - n/2

Suelo predominante + suelo secundario - fase salina y/o

SONICW/

|                                                                                   |                       |                                                                                    |            |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------------------------------------------------------------------|------------|
|  | G Gleysol             |  | I Andosol  |
|  | Dv Gleysol<br>váltico |  | fm mólico  |
|  | I Litosol             |  | Th hémico  |
|  | W Planosol            |  | L Luvisol  |
|  | Wm mólico             |  | Lc crómico |
|  | V Vertisols           |  | H Feozem   |
|  | Vp pélico             |  | Hl idúico  |
|                                                                                   |                       |  | Hn haplico |

Salinidad expresada como conductividad del extracto de saturación por lo menos una parte del suelo a menos de 125 cm. de profundidad medida en milios/cm a 25°C.

1s suelo salino conductividad de 4 a 8 milios

ms suelo moderadamente salino conductividad de 8 a 10 milios

fs suelo fuertemente salino conductividad de 16 ó más  
 n sodica-suelos con más de 15% de saturación de sodio en alguna porción a menos de 125 cm de profundidad.

Clase textural (en los 30 cm superficiales del suelo)

1 Gruesa 2 Media 3 Fina

## MATERIALES Y METODOS

En el presente trabajo se utilizó la especie *Triticale hexaploide* variedad *tarasca-87*, empleando urea como fuente de nitrógeno y superfosfato triple como fuente de fósforo, mientras que como abono se utilizó gallinaza.

El área de estudio fue dividida en 34 parcelas de 9 m<sup>2</sup> cada una, utilizando como diseño experimental el Plan Puebla II (apéndice) para la fertilización inorgánica, con los siguientes rangos de exploración: 1) Nitrógeno de 25 a 200 kg/ha.

2) Fósforo de 30 a 120 kg/ha.

Para la gallinaza se utilizaron 10 ton/ha con 25 y 62 kg/ha de nitrógeno con 60 y 75 kg/ha de fósforo, respectivamente, y 20 ton/ha de gallinaza como tratamientos complementarios. Como se puede observar, las dosis de nitrógeno utilizadas en los tratamientos complementarios son las mitades de las cantidades agregadas en el tratamiento 01 (de menor dosis) y el tratamiento 05 (de dosis media); mientras que las cantidades de fósforo son las mismas que en estos tratamientos mencionados, respectivamente. Las combinaciones realizadas fueron las siguientes:

| Tratamientos | Nitrógeno kg/ha | Fósforo kg/ha | Gallinaza ton/ha |
|--------------|-----------------|---------------|------------------|
| 00           | 0               | 0             | 0(testigo)       |
| 01*          | 50              | 60            | 0                |
| 02*          | 100             | 30            | 0                |
| 03*          | 100             | 60            | 0                |
| 04*          | 100             | 90            | 0                |
| 05*          | 125             | 75            | 0                |
| 06*          | 150             | 60            | 0                |
| 07*          | 150             | 90            | 0                |
| 08*          | 150             | 120           | 0                |
| 09*          | 200             | 90            | 0                |
| 10           | 25              | 60            | 10               |
| 11           | 62              | 75            | 10               |
| 12           | 0               | 0             | 20               |

\* Plan Puebla II

locos los tratamientos fueron distribuidos aleatoriamente dentro del área de estudio y se realizaron tres repeticiones.

#### Muestreo de Suelos

Antes de la siembra se realizó un perfil, que muestra las características morfológicas más importantes de este suelo. Posteriormente se realizó el muestreo de suelo, en el cual se utilizó el muestreo semialineado (sistemático) o en zig-zag. Este último consistió en trazar una línea en zig-zag a lo largo del terreno de manera que lo pudiera cubrir homogéneamente, el número de submuestras tomadas fue 13. La cantidad colectada por muestra fue de 2 kg, las cuales formaron la muestra compuesta, de la cual se extrajo la misma cantidad.

La recolección de las muestras se realizó mediante una pala recta, cavando a una profundidad de 30 cm (zona de mayor actividad radicular).

El suelo obtenido de la muestra compuesta fue transportado al laboratorio para la realización de las siguientes pruebas:

- Textura. Método del hidrómetro Bouyoucos (1962).
- Materia orgánica. Método de vía húmeda Walkley y Black (1934).
- Determinación de nitrógeno total. Método semimicro-kjeldahl Bremner (1965).
- Determinación de fósforo asimilable. Método Bray P-1 (1945)
- Determinación de sodio y potasio aprovechable. Método espectroflamómetro por emisión. (Grande, 1984)
- Determinación de calcio y magnesio intercambiable. Extracción con Acetato de Sodio y titulación con EDTA. (Jackson, 1980)
- Determinación del pH. Potenciométrico. Relación 1:1. (Jackson, 1980)
- Capacidad de Intercambio Catiónico. (Jackson, 1980)

#### Preparación del Suelo

Antes de la siembra, los sitios experimentales fueron sometidos a las siguientes prácticas:

- a) Barbecho, que se realizó con arado de tracción animal a una profundidad de 30 cm.
- b) Rastreo, que se dió previo a la siembra para dar una buena

cama a la semilla y lograr una germinación uniforme y abundante.

#### Siembra

La siembra se realizó al voleo y con una densidad de 160 kg por ha. posteriormente la semilla fue cubierta por una fina capa de suelo.

#### Fertilización

En el abonado, la gallinaza fue aplicada al momento de la siembra.

En lo que respecta a la fertilización inorgánica, se realizó en forma distinta. La urea se aplicó en dos etapas, la primera mitad se aplicó 35 días después de la siembra y la segunda 55 días después. En cuanto al superfosfato triple, la fertilización se realizó en una sola etapa que fue 35 días después de que se sembró la semilla.

Las observaciones de campo realizadas en el ciclo reproductivo fueron:

- Altura de la planta.
- Longitud de la espiga.
- Presencia de acame.
- Daño por plagas.

Los datos de temperatura y precipitación fueron obtenidos de los registros de la estación Danxho, de la Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.

#### Cosecha

Para cosechar el cultivo, dentro de cada parcela se midió un metro cuadrado, para evitar el efecto de orilla, y con la ayuda de una hoz se cortaron todas las plantas que existían dentro del cuadro. Una vez realizado lo anterior, la cosecha se empaquetó y transportó al laboratorio, en donde se tomó una muestra seleccionada al azar para determinar el número de granos por espiga de cada tratamiento. Se trilló y se pesó el grano para obtener el rendimiento.

#### Pruebas estadísticas

Las pruebas estadísticas realizadas fueron las siguientes:

- Análisis de varianza (Reyes, 1980). Para observar la variación entre tratamientos, repeticiones y factores.

- Comparación de medias, Prueba de Tukey (Reyes, 1980). Para ver la magnitud de la diferencia que indicó el primer dato y observar cuales son las variaciones en un mismo rango.
- Análisis de correlación (Johnson, 1976). Se realizó para observar la relación que existe entre las variables.
- Plan Puebla II (Turrent, 1975). Se utilizó para obtener la dosis óptima.



## RESULTADOS Y DISCUSION

### CUADRO 1

Propiedades físicas y químicas del suelo

| Determinaciones                             | Profundidad 30 cm |
|---------------------------------------------|-------------------|
| Textura migajón-arcilloso                   | Arena 43.28%      |
|                                             | Limo 20.00%       |
|                                             | Arcilla 36.72%    |
| pH (relación 1:1)                           | 6.4               |
| Materia orgánica                            | 6.20%             |
| Calcio                                      | 12.73 meq/100 g   |
| Magnesio                                    | 8.53 meq/100 g    |
| Potasio (aprovechable)                      | 6.04 meq/100 g    |
| Sodio (aprovechable)                        | 4.57 meq/100 g    |
| Capacidad de Intercambio<br>Catiónico Total | 36.12 meq/100 g   |
| Nitrógeno                                   | 0.31%             |
| Fósforo aprovechable                        | 10.67 ppm         |

En este cuadro se presentan los resultados de los análisis químicos y físicos de una muestra compuesta en los primeros 30 cm.

**Textura.**— Con respecto a esta característica, se puede observar que de acuerdo a los resultados obtenidos, el suelo corresponde a un migajón arcilloso. Este tipo de textura es óptima para el cultivo de la mayoría de los cereales, destacando, entre otros, el trigo, la cebada, el arroz y el sorgo (FAO 1981, citado por Ortiz U. y Ortiz S. 1987), ya que

presentan una buena permeabilidad y retención de humedad en la capa superficial (0 a 30 cm.), mientras que en la capa profunda es menor la permeabilidad (ver perfil).

**pH.**- Por el valor obtenido se puede decir que es un suelo ligeramente ácido, el cual es adecuado para el cultivo de trigo, ya que las reacciones óptimas del suelo ocurren entre 5.4 a 7.0 (Guerrero, 1981). Es importante señalar que en estos suelos existe cierto grado de desbasificación, en el cual el  $Fe^{++}$  juega un papel sobresaliente ya que éste desplaza a los cationes intercambiables  $Ca^{++}$ ,  $Mg^{++}$ ,  $K^+$ ,  $Na^+$  y  $NH_4^+$ , los cuales pueden ser lixiviados durante la fase anaeróbica. (Fonnamperuma, 1972)

**Materia orgánica.**- El contenido de materia orgánica es alto (6.2 %), y esto se debe a que existe una importante incorporación de residuos orgánicos provenientes de la vegetación nativa de pastos que ahí se han desarrollado. Foth (1975) menciona que los suelos con alto contenido de arcilla y aireación deficiente tienen gran cantidad de materia orgánica, pues es menor su velocidad de descomposición.

**Calcio.**- Según Tah Iuit, el valor obtenido es adecuado ya que se encuentra entre el 30 y 80% de la CIC. Thompson (1980) menciona que el calcio es un componente estructural de la pared celular, por lo que es vital para la formación de nuevas células. Una deficiencia de este elemento restringe el crecimiento de tallos, hojas y limita el de las raíces impidiendo a la planta la exploración de nuevos espacios para obtener agua y nutrimentos. En el cultivo no se presentó deficiencia de este elemento.

**Magnesio.**- Es un nivel bueno de magnesio, dado que corresponde al nivel aceptado como adecuado de 10 a 40% de CIC. El magnesio es vital para la producción de la clorofila y realización de la función fotosintética; funciona, además, en el sistema enzimático involucrado en el metabolismo de los carbohidratos. (Thompson, 1980)

**Potasio.**- El valor obtenido es considerado como alto (Tah Iuit, 1987). Este elemento interviene en la absorción de otros nutrimentos y en el desplazamiento de los mismos dentro de la planta. Ayuda a mantener la concentración osmótica

necesaria para mantener la turgencia celular.

**Sodio.**- En pequeña dosis, el Na ejerce una influencia favorable sobre la mayoría de los vegetales superiores. Se sabe que el sodio confiere propiedades desfavorables a las arcillas si pasan de 15 % en la saturación del complejo. Lo cual no sucede en este suelo, pues es menor la cantidad de sodio existente. (Gaucher, 1971)

**C.I.C.T..**- En los suelos arcillosos esta característica excede por lo general de 30 meq/100g (Tamhané, 1978), por lo que se considera buena. En esta característica el calcio es el elemento de mayor importancia, siguiéndole el magnesio, el potasio y el sodio, respectivamente. La influencia de la C.I.C. es muy importante en la estructura del suelo, ya que si ésta tiene como catión dominante el calcio en el complejo arcilloso favorecerá a una máxima floculación de las partículas v. por lo tanto, a la formación de una estructura granular, la cual garantiza buena permeabilidad, aereación, estabilidad y laboreo del suelo.

**Nitrógeno.**- La cantidad de este elemento es extremadamente rico (Moreno, D.M., 1970). La principal fuente de este elemento proviene de la materia orgánica y en menor proporción del nitrógeno amoniacal, nitrógeno molecular, de los nitratos y nitritos. Las transformaciones entre estas diferentes formas son esencialmente debidas a la actividad de los microorganismos que dependen de las condiciones del medio y, particularmente, de la naturaleza, de la cantidad de materia orgánica, del potencial oxido-reducción, del pH y de la temperatura. En este caso particular de suelos con exceso de agua (condiciones anaerobias), las principales transformaciones de las sustancias nitrogenadas se llevan a cabo por medio de la desnitrificación, esto es, la reducción del nitrato y la formación de gas nitrógeno, el cual escapa del suelo (Foth, 1975). Sin embargo, aunque este nivel es adecuado, hay una respuesta a la fertilización nitrogenada.

**Fósforo.**- Según Bray y Kurtz (1945), el valor de fósforo obtenido en este suelo es medio, el cual está íntimamente ligado con los niveles de materia orgánica encontrada, sin embargo, es posible que una parte del fósforo

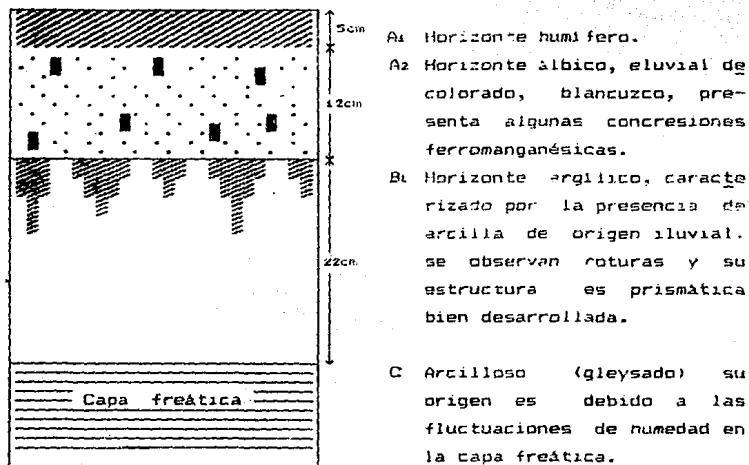
se encuentre fijado al Fe y Al formando compuestos insolubles de baja aprovechabilidad para las plantas, así mismo en el pH encontrado (6.4) la fijación puede ocurrir principalmente con la arcilla y con los cationes divalentes ( $\text{Ca}^{++}$  y  $\text{Mg}^{++}$ ) en el complejo del suelo, por lo tanto, el cultivo respondió a la fertilización fosfórica.

La solubilidad del fósforo aumenta con un mayor contenido de humedad, por lo tanto, en tiempo de lluvias el fertilizante utilizado se va a encontrar más en solución y con esto más disponible para las plantas. (Thompson, 1980)

Por lo anteriormente discutido, puede establecerse que el suelo es apto para el cultivo.

FIGURA 1

Perfil del suelo, se presentan algunas características morfológicas más importantes



El perfil descrito concuerda con las características de los planosoles, ya que un rasgo característico es que el horizonte A reposa abruptamente en la parte superior del horizonte B (figura 1) fuertemente diferenciado. (Duchaufor, 1984)

CUADRO 2  
Resultados de acame y moho.

| Tratam | N   | P   | IS | Acame | Mohos       |
|--------|-----|-----|----|-------|-------------|
| 00     | 00  | 00  | 00 |       | 3<br>3<br>3 |
| 01*    | 50  | 60  | 00 |       | 1<br>2<br>3 |
| 02*    | 100 | 30  | 00 |       | 2<br>2<br>3 |
| 03*    | 100 | 60  | 00 |       | 3<br>2<br>2 |
| 04*    | 100 | 90  | 00 |       | 3<br>2<br>2 |
| 05*    | 125 | 75  | 00 |       | 1<br>1<br>2 |
| 06*    | 150 | 60  | 00 |       | 2<br>1<br>2 |
| 07*    | 150 | 90  | 00 |       | 1<br>2<br>2 |
| 08*    | 150 | 120 | 00 |       | 2<br>2<br>2 |
| 09*    | 200 | 90  | 00 |       | 2<br>2<br>3 |

(continua...)

CUADRO 2  
Resultados de acame y moho.  
(Continuación...)

| Tratam | N  | P  | G  | Acame | Mohos |
|--------|----|----|----|-------|-------|
| 10     | 25 | 60 | 10 |       | 1     |
|        |    |    |    |       | 2     |
|        |    |    |    | +     | 1     |
| 11     | 52 | 75 | 10 | ++    | 1     |
|        |    |    |    | ++    | 2     |
|        |    |    |    | ++    | 1     |
| 12     | 00 | 00 | 20 | ++    | 1     |
|        |    |    |    | ++    | 1     |
|        |    |    |    |       | 2     |

\* Plan Puebla II

+ Poco acame (25% aprox.)

++ Mayor acame (50% aprox.)

1 Poco moho (20%)

2 Regular moho (45%)

3 Mucho moho (80%)

En el cuadro 3 se muestra el daño por mohos y la presencia de acame en cada una de las parcelas estudiadas. Se observa que el acame se presenta en una de las repeticiones del tratamiento 09, 10 y en las que fueron abonadas con gallinaza, el tratamiento 11 y 12, presentándose mayor acame en todas las repeticiones del tratamiento 11. Por lo que el acame puede ser debido al exceso del nitrógeno existente en estas parcelas, ya que una de las funciones más importantes de este elemento es aumentar el desarrollo y el área foliar de la planta, disminuyendo la resistencia de sus partes basales. (Black, 1975) (Cuadro 4A)

El nitrógeno en exceso provoca una desproporción entre proteínas y carbohidratos, favoreciendo las primeras, con lo que la resistencia de la planta se ve disminuida.

Con respecto a los mohos, todas las parcelas presentaron daños (pudiendo ser *Alternaria*, *Cladosporium*, *Stemphylium*, *Epicoccum*). Fueron afectadas en menor grado las parcelas a las que se les adicionó gallinaza, así como el tratamiento que contenía 125 y 75 kg/ha de nitrógeno y fósforo, respectivamente. Lo cual se debe tal vez a que la gallinaza, al proporcionar elementos como el potasio, ayuda a la planta a resistir el ataque por plagas criptogámicas, ya que una deficiencia de este elemento produce una disminución en la presión osmótica de las células, favoreciendo la entrada de patógenos. (Rodríguez, 1982)

Prescott et al. (1986) mencionan que cuando el tiempo es lluvioso o húmedo durante la maduración del cultivo o cerca de ella, es posible que sean invadidas por varios hongos, por ejemplo, mohos negros. Sin embargo, desde el punto de vista económico, estos mohos, por lo general, no son importantes.



CUADRO 3

Datos climáticos de la Estación Danxho, Edo. de México  
(1988)

| Mes        | Temperatura<br>media °C | Temperatura<br>mínima °C | Frecuencia<br>de heladas | Precipitación<br>en el mes mm |
|------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Enero      | 10.2                    | -10.0                    | 0                        | 7.0                           |
| Febrero    | 12.3                    | - 1.5                    | 10                       | 0.2                           |
| Marzo      | 12.6                    | - 0.5                    | 9                        | 22.0                          |
| Abril      | 15.3                    | 3.0                      | 1                        | 40.0                          |
| Mayo       | 16.1                    | 3.0                      | 1                        | 33.5                          |
| Junio      | 15.6                    | 5.0                      | 0                        | 31.5                          |
| Julio      | 15.2                    | 8.0                      | 0                        | 156.5                         |
| Agosto     | 14.8                    | 6.5                      | 0                        | 158.0                         |
| Septiembre | 13.0                    | - 2.0                    | 1                        | 128.6                         |
| Octubre    | 12.6                    | 1.5                      | 7                        | 4.5                           |
| Noviembre  | 12.1                    | - 3.0                    | 17                       | 22.0                          |
| Diciembre  | 10.9                    | - 1.5                    | 24                       | 0.0                           |

En este cuadro se muestran los datos climáticos de la estación Danxho, del año (1988) en que se realizó el presente estudio.

Cada especie vegetal tiene preferencia por una determinada temperatura bajo la cual se desarrolla más intensamente, siendo ésta su temperatura óptima. Por carecer de información sobre el *Triticale* se hace referencia al trigo. Su temperatura óptima de germinación es de 20 a 25°C. (Guerrero, 1981).

Como se observa en el cuadro 3, la temperatura promedio de los meses Mayo y Junio fue de 16.1 y 15.6°C, respectivamente, etapa vegetativa 76 días para tarasca-87 (reportado por el CIMMYT). ambas temperaturas estuvieron por debajo de la requerida para su germinación, sin embargo, esto no evita tal proceso, ya que, según Guerrero (1981), es amplio el intervalo de temperatura para la germinación del trigo.

podriendo llegar a germinar a temperaturas de 3 a 4°C.

En la etapa reproductiva (Julio-Noviembre) el promedio de las temperaturas (ver cuadro 3) estuvo cercano al requerido para el llenado de grano que es de aproximadamente de 15°C, según Waqand y Cuellar (1981). Por lo que se esperaba un alto rendimiento del cereal, sin embargo, no sucedió así y se atribuye esto a la presencia de una helada temprana de -2°C en el mes de Septiembre. Según Guerrero (1981), una helada produce una deshidratación de las células que puede congelar el protoplasma y afectar el llenado de grano.

Otro factor importante para el desarrollo de los cultivos es la cantidad de agua disponible.

El trigo de primavera necesita de una precipitación de 600 mm, mientras que un trigo de invierno requiere aproximadamente de 800 mm. (Mondofredo, 1981)

En la etapa vegetativa la precipitación requerida para la germinación y principios de amacollamiento del trigo es de 100 a 150 mm (López Saldivar, 1980). Como se observa en el cuadro 3, la precipitación en esta etapa (Abril-Junio) fue de 104 mm, esto es, que estuvo dentro del límite requerido, sin embargo, en los meses de Abril y Mayo no fue la precipitación deseada.

De la etapa de amacollamiento al llenado de grano en trigo, los requerimientos de agua son de 150 a 250 mm. La precipitación que se tuvo en esta etapa fue mayor a la requerida (442 mm) (cuadro 3), lo que facilitó el desarrollo de enfermedades criptogámicas, como mohos negros, que se ven favorecidos además por suelos ácidos, con textura tendiente a arcillosa y poco drenaje del suelo. Sin embargo, dicha enfermedad no es determinante para disminuir la producción. (Prescott, 1986)

En el secado de grano, la precipitación debe ser nula; sin embargo, esto no ocurrió en campo ya que en los meses de Octubre y Noviembre se presentó precipitación (cuadro 3), con lo que se retrasó el secado del grano.

CUADRO 4 A

Resultados promedio de longitud de espiga, número de granos y altura de planta para cada tratamiento

| Trat | N   | P   | G  | Long/espiga<br>X (cm) | No.de granos<br>por espiga | Altura de<br>planta(cm) |
|------|-----|-----|----|-----------------------|----------------------------|-------------------------|
| 00   | 00  | 00  | 00 | 5.95                  | 10.32                      | 83.4                    |
| 01   | 50  | 60  | 00 | 7.48                  | 28.05                      | 101.2                   |
| 02   | 100 | 30  | 00 | 7.67                  | 26.35                      | 102.8                   |
| 03   | 100 | 60  | 00 | 7.45                  | 27.85                      | 101.3                   |
| 04   | 100 | 90  | 00 | 7.68                  | 28.60                      | 104.9                   |
| 05   | 125 | 75  | 00 | 7.65                  | 25.96                      | 103.4                   |
| 06   | 150 | 60  | 00 | 8.87                  | 27.93                      | 108.8                   |
| 07   | 150 | 90  | 00 | 8.45                  | 27.63                      | 107.8                   |
| 08   | 150 | 120 | 00 | 8.10                  | 27.54                      | 108.8                   |
| 09   | 200 | 90  | 00 | 9.25                  | 33.65                      | 117.9                   |
| 10   | 25  | 60  | 10 | 11.15                 | 45.97                      | 131.1                   |
| 11   | 62  | 75  | 10 | 11.55                 | 42.45                      | 123.1                   |
| 12   | 00  | 00  | 20 | 12.18                 | 48.40                      | 136.3                   |

En el presente cuadro se muestran los resultados de la longitud de espiga, número de granos y altura de planta. Se observa que los mayores valores de estas tres características se presentan en los tratamientos que contienen gallinaza, mientras que los menores valores los posee el testigo. De manera general, se puede decir que a medida que aumenta la dosis de fertilización aumenta la longitud de espiga, número de granos y altura de planta.

En el cuadro 4 B, se muestran los resultados del CIAND/Obregón, Sonora para la variedad en estudio como criterio de comparación con los resultados obtenidos, en Chapa de Mota.

CUADRO 4 B

Datos del *Triticale* en el CIANO/Obregón, Sonora  
durante el ciclo 1987-1988

| Variedad   | Número de granos<br>(cm) | Altura de planta |
|------------|--------------------------|------------------|
| Tarasca-87 | 44                       | 137              |

Comparando los resultados con respecto al número de granos y altura de planta para el *Triticale* sembrado en Chapa de Mota, con los obtenidos por el CIANO en Obregón, Sonora, se observa que, en general, son más bajos los del presente estudio a excepción de los de gallinaza (cuadro 4 A), que sobrepasan al número de los mismos, sin embargo, es de considerarse las diferentes condiciones de clima y suelo existentes en cada región; también debe considerarse que en el CIANO los cultivos están bajo condiciones de riego y en el presente trabajo están bajo condiciones de temporal.

CUADRO 5 A

Análisis de varianza para Longitud de Espiga (tarasca-87)

| Causas de la varianza | G.L. | S.C.     | C.M.   | Valor de F | Pr>F     |
|-----------------------|------|----------|--------|------------|----------|
| Tratamiento           | 12   | 104.6508 | 8.7209 | 16.26      | 0.0001** |
| Error                 | 26   | 12.3333  | 0.5362 |            |          |
| Total                 | 38   | 116.9841 |        |            |          |

CUADRO 5 B

Análisis de varianza para Número de Granos (tarasca-87)

| Causas de la varianza | G.L. | S.C.      | C.M.     | Valor de F | Pr>F     |
|-----------------------|------|-----------|----------|------------|----------|
| Tratamiento           | 12   | 2683.9754 | 223.6646 | 6.75       | 0.0001** |
| Error                 | 26   | 762.4503  | 33.1500  |            |          |
| Total                 | 38   | 3446.4257 |          |            |          |

CUADRO 5 C

Análisis de varianza para Altura de Planta (tarasca-87)

| Causas de la varianza | G.L. | S.C.      | C.M.     | Valor de F | Pr>F     |
|-----------------------|------|-----------|----------|------------|----------|
| Tratamiento           | 12   | 5467.4283 | 455.6190 | 6.84       | 0.0001** |
| Error                 | 26   | 1533.0717 | 66.5552  |            |          |
| Total                 | 38   | 7000.5000 |          |            |          |

\*\* Altamente significativo

Alfa = 0.05

En los cuadros 5 A, 5 B y 5 C se presentan los análisis de varianza para la longitud de espiga, número de granos por espiga y altura de planta, respectivamente. Como puede observarse, para las tres variables existe una alta diferencia significativa, acentuándose más entre los valores de longitud de espiga. Esta significancia puede explicarse al considerar los altos valores de longitud de espiga en los tratamientos con gallinaza (11.55 cm del tratamiento 11) y los bajos valores del testigo (5.95 cm), ver cuadro 4 A.

Con lo anterior sólo podemos mencionar que existe diferencia significativa entre los tratamientos, esto es, que producen efectos distintos, pero no se puede decir qué tratamientos producen efectos semejantes, para determinar esto se utilizó la prueba de Tukey.

CUADRO 5

Prueba de Tukey para la Longitud de Espiga

| Trat             | 12    | 11    | 10    | 09   | 06   | 07   | 08   | 04   | 02   | 05   | 01   | 03   | 00   |      |
|------------------|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| $\bar{x}$<br>Des | 12.18 | 11.55 | 11.15 | 9.25 | 8.87 | 8.45 | 8.10 | 7.68 | 7.67 | 7.65 | 7.48 | 7.45 | 5.95 |      |
| 00               | 5.95  | 6.23  | 5.60  | 5.20 | 3.30 | 2.92 | 2.50 | 2.15 | 1.73 | 1.72 | 1.70 | 1.53 | 1.50 | 0.00 |
| 03               | 7.45  | 4.73  | 4.10  | 3.70 | 1.80 | 1.42 | 1.00 | 0.65 | 0.25 | 0.22 | 0.20 | 0.03 | 0.00 |      |
| 01               | 7.48  | 4.70  | 4.07  | 3.67 | 1.77 | 1.38 | 0.97 | 0.62 | 0.20 | 0.18 | 0.17 | 0.00 |      |      |
| 05               | 7.65  | 4.53  | 3.90  | 3.50 | 1.60 | 1.22 | 0.80 | 0.45 | 0.03 | 0.02 | 0.00 |      |      |      |
| 02               | 7.67  | 4.52  | 3.88  | 3.48 | 1.58 | 1.20 | 0.68 | 0.43 | 0.02 | 0.00 |      |      |      |      |
| 04               | 7.68  | 4.50  | 3.87  | 3.47 | 1.66 | 1.18 | 0.77 | 0.42 | 0.00 |      |      |      |      |      |
| 08               | 8.10  | 4.08  | 3.45  | 3.05 | 1.15 | 0.77 | 0.35 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |
| 07               | 8.45  | 3.73  | 3.10  | 2.70 | 0.80 | 0.42 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |
| 06               | 8.87  | 3.32  | 2.68  | 2.28 | 0.38 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 09               | 9.25  | 2.93  | 2.30  | 1.90 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 10               | 11.15 | 1.03  | 0.40  | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 11               | 11.55 | 0.63  | 0.00  |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 12               | 12.18 | 0.00  |       |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Diferencia Mínima Significativa = 2.40

En el cuadro 6 se muestra la prueba de Tukey para la longitud de espiga. Las diferencias arriba de la raya en escalón son significativas, en tanto que las diferencias abajo de dicha raya no son significativas, dado que son valores menores a 2.40 (diferencia mínima significativa). Dentro de los valores que presentan significancia es posible apreciar cuatro grupos. El primero comprende al tratamiento 00 (testigo), que presenta diferencia significativa con los tratamientos 12, 11, 10, 09, 06 y 07, esto puede deberse a que tales tratamientos contienen cantidades adecuadas de nutrimentos que ayudan a una mayor longitud de espiga.

El segundo grupo contiene los tratamientos 03, 01, 05, 02, 04, 08 y 07, que presentan diferencia significativa con los tratamientos 10, 11 y 12. La diferencia con respecto a estos tratamientos radica en que estos últimos contienen gallinaza, esto es, que entre los primeros tratamientos mencionados, que son los de fertilización inorgánica, no hay gran diferencia en la longitud de espiga.

Posteriormente, se observa que el tratamiento 06 es diferente de los tratamientos 11 y 12, sin embargo, se podría considerar dentro del grupo anteriormente descrito (línea punteada), a pesar de no presentar diferencia significativa con el tratamiento 10, ya que, como puede observarse en el cuadro 6, el valor obtenido en este caso no es muy diferente del valor de la diferencia mínima significativa, por lo que quizá se debe al azar tal resultado.

El tercer grupo se refiere al tratamiento 09, que presenta diferencia significativa únicamente con el tratamiento 12, debido a que este último sólo contiene gallinaza y en mayor cantidad, sin embargo, el tratamiento 09 contiene fertilizantes inorgánicos con mayor cantidad de nitrógeno, por lo que se diferencia de los demás.

Por último, en el cuarto grupo no existe diferencia significativa entre los tratamientos 10, 11 y 12, los cuales contienen gallinaza. Cabe aclarar que estos tratamientos fueron los que presentaron mayor longitud de espiga.

Otra forma de apreciar estas agrupaciones es por medio de la siguiente representación:



|   |              |              |              |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|--------------|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T | 12           | 11           | 10           | 09   | 06   | 07   | 08   | 04   | 02   | 05   | 01   | 03   | 00   |
| X | <u>12.18</u> | <u>11.55</u> | <u>11.15</u> | 9.25 | 8.87 | 8.45 | 8.10 | 7.68 | 7.67 | 7.65 | 7.48 | 7.45 | 5.95 |

---

en donde las medias unidas por la misma línea no presentan diferencia significativa. Por lo que vendría siendo un complemento del cuadro 5. Por ejemplo, el primer grupo que se estableció, fue aquel en donde el tratamiento 00 presentaba diferencia significativa con los tratamientos 12, 11, 10, 09, 06 y 07. En esta representación, la cuarta línea indica que los tratamientos 08, 04, 02, 05, 01, 03 y 00 no son diferentes, y así, sucesivamente.

CUADRO 7

Prueba de Tukey para Número de Granos por Espiga

| Trat             | 12    | 10    | 11    | 09    | 04    | 01    | 06    | 07    | 08    | 03    | 02    | 05    | 00    |      |
|------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| x <sub>med</sub> | 48.40 | 45.97 | 42.46 | 33.65 | 28.60 | 28.05 | 27.93 | 27.63 | 27.54 | 27.25 | 26.35 | 25.96 | 10.32 |      |
| 00               | 10.32 | 38.08 | 35.65 | 32.14 | 23.33 | 18.28 | 17.73 | 17.61 | 17.31 | 17.22 | 16.93 | 16.03 | 15.64 | 0.00 |
| 05               | 25.96 | 22.44 | 20.01 | 16.50 | 7.96  | 2.94  | 2.09  | 1.97  | 1.67  | 1.58  | 1.29  | 0.39  | 0.00  |      |
| 02               | 26.35 | 22.05 | 19.63 | 16.12 | 7.31  | 2.25  | 1.70  | 1.58  | 1.28  | 1.19  | 0.91  | 0.00  |       |      |
| 03               | 27.25 | 21.15 | 18.72 | 15.21 | 6.40  | 1.35  | 0.79  | 0.68  | 0.37  | 0.29  | 0.00  |       |       |      |
| 08               | 27.54 | 20.86 | 18.44 | 14.92 | 6.11  | 1.06  | 0.51  | 0.39  | 0.09  | 0.00  |       |       |       |      |
| 07               | 27.63 | 20.77 | 18.35 | 14.84 | 6.03  | 0.97  | 0.42  | 0.30  | 0.00  |       |       |       |       |      |
| 06               | 27.93 | 20.47 | 18.04 | 14.53 | 5.72  | 0.67  | 0.12  | 0.00  |       |       |       |       |       |      |
| 01               | 28.05 | 20.35 | 17.93 | 14.42 | 5.61  | 0.55  | 0.00  |       |       |       |       |       |       |      |
| 04               | 28.60 | 19.80 | 17.37 | 13.68 | 5.05  | 0.00  |       |       |       |       |       |       |       |      |
| 09               | 33.65 | 14.65 | 12.32 | 8.31  | 0.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| 11               | 42.46 | 5.94  | 3.51  | 0.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| 10               | 45.97 | 2.43  | 0.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |
| 12               | 48.40 | 0.00  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |      |

Diferencia Mínima Significativa = 18.88

En el cuadro se presenta la prueba de Tukey para número de granos por espiga. Se distinguen tres grupos dentro de los valores que presentan significancia. El primero de ellos corresponde al testigo que presenta diferencia significativa con los tratamientos 09, 10, 11 y 12, debido a que estos últimos contienen gallinaza y el tratamiento 09 una mayor dosis de nitrógeno, sin embargo, como los valores de los tratamientos 04, 01, 06, 07 y 08 se acercan a la diferencia mínima significativa, podrían considerarse también diferentes del testigo (línea punteada).

Los tratamientos 05 y 02 presentan diferencia significativa con los tratamientos 10 y 12.

En el segundo grupo se encuentran los tratamientos 03, 08, 07, 06, 01 y 04 que presentan diferencia significativa con el tratamiento 12, ésta diferencia quizá se deba a que este último tratamiento sólo contiene gallinaza.

Los tratamientos 05 y 02 con el segundo grupo podrían ser unidos en uno sólo, ya que en este último los tratamientos tienen valores muy cercanos a los de la diferencia mínima significativa (18.88), por lo que podrían ser diferentes del tratamiento 10 (cuadro 7. línea punteada). En tal caso, consideraríamos que no hay diferencia significativa entre los tratamientos fertilizados a excepción del tratamiento 09, a pesar de que cada uno de ellos tuvo diferentes dosis de fertilización.

Finalmente, en el tercer grupo se observa que los tratamientos 09, 10, 11 y 12 no presentan diferencia significativa entre sí.

De la misma forma que para el análisis de longitud de espiga, se realizó la agrupación de medias para número de granos por espiga, con las mismas bases para su descripción:

|   |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| T | 12   | 10   | 11   | 09   | 04   | 01   | 05   | 07   | 08   | 03   | 02   | 05   | 00   |
| X | 48.4 | 46.0 | 42.5 | 33.7 | 28.6 | 28.1 | 27.9 | 27.6 | 27.5 | 27.3 | 26.4 | 26.0 | 10.3 |

CUADRO B

Prueba de Tukey para la Altura de Planta

| Trat                      | 12     | 10     | 11     | 09     | 06     | 08     | 07     | 04     | 05     | 02     | 03     | 01     | 00    |      |
|---------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|------|
| $\bar{x}$ $\frac{d_{05}}$ | 135.93 | 131.13 | 123.13 | 117.87 | 108.80 | 108.77 | 107.83 | 104.93 | 103.35 | 102.80 | 101.30 | 101.20 | 83.40 |      |
| 00                        | 83.40  | 52.53  | 47.73  | 39.73  | 34.47  | 25.40  | 25.37  | 24.43  | 21.53  | 19.95  | 19.40  | 17.90  | 17.80 | 0.00 |
| 01                        | 101.20 | 34.73  | 29.93  | 21.93  | 16.67  | 7.60   | 7.57   | 6.63   | 3.73   | 2.15   | 1.60   | 0.10   | 0.00  |      |
| 03                        | 101.30 | 34.63  | 29.83  | 21.83  | 17.57  | 7.50   | 7.47   | 6.53   | 3.63   | 2.05   | 1.50   | 0.00   |       |      |
| 02                        | 102.80 | 33.13  | 28.33  | 20.33  | 15.07  | 6.00   | 5.97   | 5.03   | 1.60   | 0.55   | 0.00   |        |       |      |
| 05                        | 103.35 | 32.58  | 27.78  | 19.78  | 14.52  | 5.45   | 5.42   | 4.48   | 1.58   | 0.00   |        |        |       |      |
| 04                        | 104.93 | 31.00  | 26.20  | 18.14  | 12.94  | 3.87   | 3.84   | 2.90   | 0.00   |        |        |        |       |      |
| 07                        | 107.83 | 28.10  | 23.30  | 15.25  | 10.03  | 0.97   | 0.93   | 0.00   |        |        |        |        |       |      |
| 08                        | 108.77 | 27.17  | 22.37  | 14.37  | 9.10   | 0.03   | 0.00   |        |        |        |        |        |       |      |
| 06                        | 108.80 | 27.13  | 22.33  | 14.33  | 9.07   | 0.00   |        |        |        |        |        |        |       |      |
| 09                        | 117.87 | 18.07  | 13.27  | 5.27   | 0.00   |        |        |        |        |        |        |        |       |      |
| 11                        | 123.13 | 12.80  | 8.00   | 0.00   |        |        |        |        |        |        |        |        |       |      |
| 10                        | 131.13 | 4.80   | 0.00   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |      |
| 12                        | 135.93 | 0.00   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |       |      |

Diferencia Mínima Significativa = 26.77

En el cuadro 9 se muestran los resultados de la prueba de Tukey para la altura de planta. Se distinguen cuatro grupos. El primer grupo es semejante al del cuadro anterior, donde el testigo presenta diferencia significativa con los tratamientos 09, 10, 11 y 12.

El segundo grupo comprende los tratamientos 01, 03, 02 y 05 que presentan diferencia significativa con los tratamientos 10 y 12.

El tercer grupo contiene los tratamientos 04, 07, 08 y 06 que tienen diferencia significativa unicamente con el tratamiento 12.

En el cuarto grupo se observa que no existe diferencia significativa entre los tratamientos 09, 10, 11 y 12.

Se representó de la misma manera que en los análisis anteriores la agrupación de medias:

|   |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |    |
|---|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|----|
| T | 12  | 10  | 11  | 09  | 06  | 08  | 07  | 04  | 05  | 02  | 03  | 01  | 00 |
| X | 134 | 131 | 123 | 118 | 109 | 109 | 108 | 105 | 103 | 103 | 101 | 101 | 83 |

CUADRO 9

Rendimiento promedio del *Triticale hexaploide*

| Trat | Nitrógeno<br>kg/ha | Fósforo<br>kg/ha | Gallinaza<br>ton/ha | Rendimiento<br>ton/ha |
|------|--------------------|------------------|---------------------|-----------------------|
| 00   | 00                 | 00               | 00                  | 0.82                  |
| 01*  | 50                 | 60               | 00                  | 1.66                  |
| 02*  | 100                | 30               | 00                  | 1.62                  |
| 03*  | 100                | 60               | 00                  | 1.90                  |
| 04*  | 100                | 90               | 00                  | 1.89                  |
| 05*  | 125                | 75               | 00                  | 1.92                  |
| 06*  | 150                | 60               | 00                  | 1.87                  |
| 07*  | 150                | 90               | 00                  | 2.21                  |
| 08*  | 150                | 120              | 00                  | 2.36                  |
| 09*  | 200                | 90               | 00                  | 2.27                  |
| 10   | 25                 | 60               | 10                  | 1.85                  |
| 11   | 62                 | 75               | 10                  | 2.52                  |
| 12   | 00                 | 00               | 20                  | 2.45                  |

\* Plan Puebla II

En el cuadro 9 se aprecian los resultados promedio de rendimiento. Se observa que el testigo es el de menor rendimiento y que los tratamientos 08, 09, 11 y 12 son los de mayor rendimiento.

En general, se aprecia que el rendimiento de grano vario de 0.82 ton/ha (testigo) a aproximadamente 2.0 ton/ha, lo cual nos indica que hubo una respuesta a la fertilización. Gros (1981) menciona que el empleo de fertilizantes inorgánicos acelera la descomposición de la materia orgánica en el suelo, ello es una manifestación del crecimiento de la actividad biológica que se traduce en una mejora de la fertilidad y, por lo tanto, de los rendimientos.

Con respecto a los tratamientos que fueron abonados con la gallinaza, el de menor rendimiento fue el tratamiento 10, el cual estuvo por debajo de casi todos los tratamientos de

fertilización inorgánica, lo que puede ser atribuido a que se observó una menor densidad de población, debido a una baja germinación, dado a que quizá no se presentaron las condiciones adecuadas para la emergencia de la semilla.

No se puede cuantificar con exactitud el daño que produjo la helada temprana de septiembre de  $-2.0^{\circ}\text{C}$ . asimismo, el retraso de la maduración del grano observado principalmente en los tratamientos con mayor contenido de nitrógeno (08, 09, 10, 11 y 12). Sin embargo, debe considerarse que los rendimientos para todos los tratamientos debieron ser más altos, comparados con los rendimientos obtenidos por el CIMMYT, los cuales fueron de 8.5 ton/ha en Coahuila, 7.48 ton/ha en Texcoco y 3.8 ton/ha en Nuevo León para esta variedad.

CUADRO 10  
Análisis de varianza para el rendimiento

| Causas de la varianza | G.L. | S.C.    | C.M    | Valor de F | Pr>F      |
|-----------------------|------|---------|--------|------------|-----------|
| Tratamientos          | 12   | 4.5110  | 0.3759 | 1.57       | 0.1692 NS |
| Error                 | 26   | 5.4956  | 0.2389 |            |           |
| Total                 | 38   | 10.0076 |        |            |           |

NS = No Significativo

Alfa = 0.05

En este cuadro se aprecia que no hay diferencia significativa entre los tratamientos con respecto al rendimiento.

Al presentar la longitud de espiga y el número de granos por espiga diferencia significativa entre los tratamientos, se esperaba que en el rendimiento también se encontrara tal diferencia significativa, ya que los tratamientos que fueron abonados con gallinaza (10, 11 y 12) y el de mayor contenido de nitrógeno (09), presentaron mayor promedio de longitud de espiga y número de granos por espiga con respecto a los demás (cuadro 4). Sin embargo, esto no ocurrió, debido, quizá, al exceso de nitrógeno en estas parcelas, lo cual es un inconveniente dado que provoca un retraso en la maduración del grano (Gros, 1981), y, por lo tanto, se vieron más afectadas por la helada.



CUADRO 11

Prueba de Tukey para el Rendimiento

| Trat |      | 11   | 12   | 08   | 09   | 07   | 05   | 03   | 04   | 06   | 10   | 01   | 02   | 00   |
|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| x    |      | 2.52 | 2.45 | 2.36 | 2.27 | 2.21 | 1.92 | 1.90 | 1.89 | 1.87 | 1.85 | 1.66 | 1.62 | 0.82 |
| 00   | 0.82 | 1.70 | 1.65 | 1.55 | 1.45 | 1.39 | 1.10 | 1.09 | 1.07 | 1.05 | 1.04 | 0.85 | 0.81 | 0.00 |
| 02   | 1.62 | 0.90 | 0.83 | 0.74 | 0.65 | 0.59 | 0.40 | 0.28 | 0.27 | 0.25 | 0.23 | 0.04 | 0.00 |      |
| 01   | 1.66 | 0.85 | 0.79 | 0.70 | 0.60 | 0.54 | 0.25 | 0.24 | 0.22 | 0.20 | 0.19 | 0.00 |      |      |
| 10   | 1.85 | 0.67 | 0.60 | 0.51 | 0.42 | 0.36 | 0.07 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.00 |      |      |      |
| 05   | 1.87 | 0.65 | 0.58 | 0.49 | 0.40 | 0.34 | 0.05 | 0.03 | 0.02 | 0.00 |      |      |      |      |
| 04   | 1.89 | 0.63 | 0.56 | 0.48 | 0.38 | 0.32 | 0.03 | 0.02 | 0.00 |      |      |      |      |      |
| 03   | 1.90 | 0.62 | 0.55 | 0.46 | 0.37 | 0.31 | 0.02 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |
| 05   | 1.92 | 0.60 | 0.53 | 0.44 | 0.35 | 0.29 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |
| 07   | 2.21 | 0.31 | 0.24 | 0.15 | 0.06 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 09   | 2.27 | 0.25 | 0.18 | 0.10 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 08   | 2.36 | 0.16 | 0.09 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 12   | 2.45 | 0.07 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
| 11   | 2.52 | 0.00 |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Diferencia Mínima Significativa = 1.60

En el cuadro 11 se muestra la prueba de Tukey para el rendimiento, se puede apreciar que sólo existe diferencia significativa del testigo con los tratamientos 11 y 12; es decir, que la respuesta del testigo es semejante a la de los demás tratamientos a pesar de que éstos fueron fertilizados (primer grupo). Al considerar que los valores de los tratamientos 11 y 12, con respecto al testigo, son muy cercanos a la diferencia mínima significativa, podría retomarse la explicación del cuadro 10. Por otro lado, se puede observar en este cuadro que todos los tratamientos son iguales a excepción del tratamiento 00 (segundo grupo).

De igual forma que para longitud de espiga, número de granos y altura de planta, se realizó para el rendimiento la agrupación de medias siguiente, donde se observan los dos grupos anteriormente descritos.

|   |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |             |
|---|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| T | 11          | 12          | 08          | 09          | 07          | 05          | 03          | 04          | 06          | 10          | 01          | 02          | 00          |
| X | <u>2.52</u> | <u>2.45</u> | <u>2.36</u> | <u>2.27</u> | <u>2.21</u> | <u>1.92</u> | <u>1.90</u> | <u>1.89</u> | <u>1.87</u> | <u>1.85</u> | <u>1.66</u> | <u>1.62</u> | <u>0.82</u> |

CUADRO 12  
Análisis de correlación

|    | LE      | NG      | AP      | R      |
|----|---------|---------|---------|--------|
| LE | -----   | 0.8691* | 0.9588* | 0.4582 |
| NG | 0.8691* | -----   | 0.9036* | 0.5444 |
| AP | 0.9588* | 0.9046* | -----   | 0.5521 |
| R  | 0.4582  | 0.5444  | 0.5521  | -----  |

\* Correlacionadas

LE = Longitud de espiga

AP = Altura de planta

NG = Número de granos

R = Rendimiento

En este cuadro se muestra el análisis de correlación para todas las variables. Se utilizó el criterio de "puntos de decisión" (Johnson, 1976) para determinar en que grado se encontraban correlacionadas las variables. El tamaño de muestra para realizar la correlación fue de 13, con un punto de decisión de 0.553, por lo que todos los valores mayores a éste indicarán correlación entre las variables.

Como se observa, todas las variables están correlacionadas entre sí, excepto el rendimiento, lo cual nos indicaría que el rendimiento tiene muy baja relación con las demás variables, atribuyendo esto al efecto que causó la helada, la cual origina un movimiento del agua desde el interior hacia el exterior de las células, yendo a ocupar los espacios intercelulares donde se hiela y se transforma en cristales, en consecuencia, se produce una deshidratación de las células que puede llegar a producir una congelación del protoplasma. (Guerrero, 1981)

La correlación entre las variables es positiva en todos los casos, esto es, que por ejemplo al aumentar la longitud de espiga en el cultivo, también se incrementará el número de granos por espiga, lo cual es observado en los tratamientos con gallinaza (cuadro 4 A). Aún así, este número de granos no son los suficientes para obtener el óptimo rendimiento.

CUADRO 13 A

Análisis de varianza para Longitud de Espiga por Factores

| Causas de la varianza | G.L. | S.C      | C.M.    | Valor de F | Pr>F     |
|-----------------------|------|----------|---------|------------|----------|
| Tratamientos          | 6    | 102.6668 | 17.1111 | 34.66      | 0.0001** |
| Error                 | 29   | 14.3173  | 0.4935  |            |          |
| Total                 | 35   | 116.9841 |         |            |          |

CUADRO 13 B

Análisis de varianza desglosado para la Longitud de Espiga

| Factores | G.L. | C.M.    | Valor de F | Pr > F    |
|----------|------|---------|------------|-----------|
| N        | 1    | 16.8458 | 34.12      | 0.0001 ** |
| P        | 1    | 0.1592  | 0.32       | 0.5745 NS |
| G        | 1    | 78.5700 | 159.15     | 0.0001 ** |
| NxP      | 1    | 0.8795  | 1.78       | 0.1923 NS |
| NxG      | 1    | 4.6009  | 9.32       | 0.0048 ** |
| PxG      | 1    | 1.6113  | 3.26       | 0.0802 NS |

Alfa = 0.05

\*\* Altamente significativo

NS No significativo

En el cuadro 13 A se muestra el análisis de varianza para los factores y sus interacciones en la longitud de espiga. Se presenta una alta significancia; sin embargo, no se sabe a qué factor se puede atribuir esta significancia, por lo que en el cuadro 13 B se desglosa el análisis anterior. Se encontró que existe alta significancia en nitrógeno (N), gallinaza (G) y la interacción entre ambos (NxG), esto es, que tienen gran influencia sobre la longitud de espiga. Por lo que se considera que el nitrógeno tiene gran influencia en el crecimiento, ya que como menciona Gros (1981), ayuda al espigamiento de las plantas, promoviendo el crecimiento de tallo, hojas y frutos.

CUADRO 14 A

Análisis de varianza para Número de Granos por Factores

| Causas de la varianza | G.L. | S.C.      | C.M.     | Valor de F | Pr > F   |
|-----------------------|------|-----------|----------|------------|----------|
| Factores              | 6    | 2568.0158 | 428.0026 | 14.13      | 0.0001** |
| Error                 | 32   | 878.4099  | 30.2899  |            |          |
| Total                 | 38   | 3446.4257 |          |            |          |

CUADRO 14 B

Análisis de varianza desglosado para Número de Grano

| Factores | G.L. | C.M.      | Valor de F | Pr > F    |
|----------|------|-----------|------------|-----------|
| N        | 1    | 554.5179  | 15.31      | 0.0002 ** |
| P        | 1    | 41.6916   | 1.38       | 0.2503 NS |
| G        | 1    | 1741.3505 | 57.49      | 0.0001 ** |
| N x P    | 1    | 154.4790  | 5.10       | 0.0316 *  |
| N x G    | 1    | 21.2443   | 0.70       | 0.4092 NS |
| P x G    | 1    | 54.7324   | 1.81       | 0.1893 NS |

Alfa = 0.05

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

NS No Significativo

CUADRO 15 A

Análisis de varianza para Altura de Planta por Factores

| Causas de la<br>varianza | G.L. | S.C.      | C.M.     | Valor<br>de F | Pr > F   |
|--------------------------|------|-----------|----------|---------------|----------|
| Factores                 | 5    | 5348.1504 | 891.3584 | 15.56         | 0.0001** |
| Error                    | 32   | 1661.0685 | 57.2782  |               |          |
| Total                    | 38   | 7009.2189 |          |               |          |

CUADRO 15 B

Análisis de varianza desglosado para Altura de Planta

| Factores | G.L. | C.M.      | Valor de F | Pr > F    |
|----------|------|-----------|------------|-----------|
| N        | 1    | 602.6512  | 10.52      | 0.0030 ** |
| P        | 1    | 25.3572   | 0.44       | 0.5111 NS |
| G        | 1    | 4319.9259 | 75.42      | 0.0001 ** |
| N x P    | 1    | 116.6063  | 2.04       | 0.1643 NS |
| N x G    | 1    | 3.3539    | 0.06       | 0.8105 NS |
| P x G    | 1    | 280.2558  | 4.89       | 0.0350 *  |

Alfa = 0.05

\* Significativo

\*\* Altamente Significativo

NS No Significativo

En los cuadros 14 A, 14 B, 15 A y 15 B se realizaron para número de granos y altura de planta, respectivamente, los mismos análisis de varianza que en los cuadros 13 A y 13 B.

Con respecto al número de granos, se obtiene que hay diferencia significativa, la cual se debe al nitrógeno (N), la gallinaza (G) y la interacción entre nitrógeno y fósforo (NxP).

Gros (1981) menciona que un suministro adecuado de nitrógeno mejora el número de granos por espiga, ya que al aumentar la fertilidad de la espiga se tendrá espiguillas más completas y mayor número de granos. Asimismo, Tisdale (1970) señala que la adición de nitrógeno tiene efectos benéficos sobre la absorción del fósforo por la planta, ya que el nitrógeno puede afectar el metabolismo de las plantas y la capacidad de las raíces para absorber el fósforo. Este elemento, que fomenta la formación de raíces laterales y fibrosas, lo que aumenta la superficie de absorción de nutrimentos, aumenta el número de renuevos de los cereales y, por tanto, crece el número de vástagos que, por último, generan mayor número de espigas y de granos, incrementándose el rendimiento de grano. (Tamhané, 1978)

Por otro lado, en la altura de planta también existe alta significancia entre factores y su interacción, sin embargo, esta significancia se debe al nitrógeno (N), gallinaza (G) y fósforo-gallinaza (PxG).

El nitrógeno actúa sobre la altura de planta favoreciendo el alargamiento entre nudos (sobre todo de la base), en tanto más temprana es la aplicación, mayor es el crecimiento. (Gros, 1981)

Con respecto a los abonos orgánicos, existe evidencia que además de abastecer nutrimentos, proporcionan la disponibilidad de otros elementos del suelo para las plantas. Thompson (1980) menciona que la adición de estiércol junto con el superfosfato ayuda a conservar en forma asimilable el fosfato del suelo. En muchos casos, los beneficios del estiércol en el crecimiento de las plantas son mayores que los que podría explicar tan sólo con base en su contenido de nutrimentos. (Trinidad, 1987)

CUADRO 16 A

Análisis de varianza para Rendimiento por Factores

| Causas de la varianza | G.L. | S.C     | C.M.   | Valor de F | Pr > F   |
|-----------------------|------|---------|--------|------------|----------|
| Factores              | 6    | 4.3646  | 0.7274 | 3.74       | 0.0071** |
| Error                 | 32   | 5.6420  | 0.1946 |            |          |
| Total                 | 38   | 10.0066 |        |            |          |

CUADRO 16 B

Análisis de varianza desglosado para Rendimiento

| Factores | G.L. | C.M.   | Valor de F | Pr > F    |
|----------|------|--------|------------|-----------|
| N        | 1    | 0.1864 | 0.96       | 0.3357 NS |
| P        | 1    | 0.3701 | 1.90       | 0.1783 NS |
| G        | 1    | 3.4198 | 17.58      | 0.0002 ** |
| N x P    | 1    | 0.0005 | 0.00       | 0.9592 NS |
| N x G    | 1    | 0.0020 | 0.01       | 0.9185 NS |
| P x G    | 1    | 0.3855 | 1.98       | 0.1699 NS |

Alfa = 0.05.

\*\* Altamente significativo

NS No Significativo

Ecuación para Rendimiento

$$R = 1.8321 + 0.29847 G \dots\dots\dots \text{ecuación 1}$$

donde:

R = Rendimiento

G = Gallinaza

En los cuadros anteriores se muestran los análisis de varianza por factores, así como su interacción con base en el rendimiento. A diferencia del análisis realizado para los



tratamientos (cuadro 10), en este caso se presentó alta significancia, debido a la gran influencia que tuvo la gallinaza sobre el rendimiento, como se observa en el cuadro 16 B.

Debido a que ninguno de los otros factores (N y P) mostró influencia sobre el rendimiento, según el análisis realizado, el rendimiento sólo se expresó en función de la gallinaza (ver ecuación 1). Tal ecuación muestra que por cada ton/ha de gallinaza, se incrementa el rendimiento del Trénculo en 0.29847 ton/ha.

Cooke (1984) menciona que los abonos orgánicos ayudan en dos formas a producir las cosechas: ellos proporcionan nitrógeno, fósforo y potasio justamente como los fertilizantes lo hacen, pero también mejoran las condiciones del suelo en sus propiedades físicas, químicas y lo convierten en un sitio mejor para que las plantas crezcan en él. Las propiedades químicas que cambian son el contenido de materia orgánica, el porcentaje de nitrógeno total, la capacidad de intercambio catiónico y la concentración de sales. Todas estas características son indicadores de un cambio en la disponibilidad de nutrimentos del suelo para las plantas.

Castellanos y Muñoz (1987) señalan que la aplicación de estiércol en suelos de baja infiltración aumenta la captación de agua y reduce la resistencia del mismo a la penetración radicular, por lo que debido al mejoramiento de las propiedades físicas del suelo incrementa el rendimiento del cultivo.

PLAN FUENGA 11

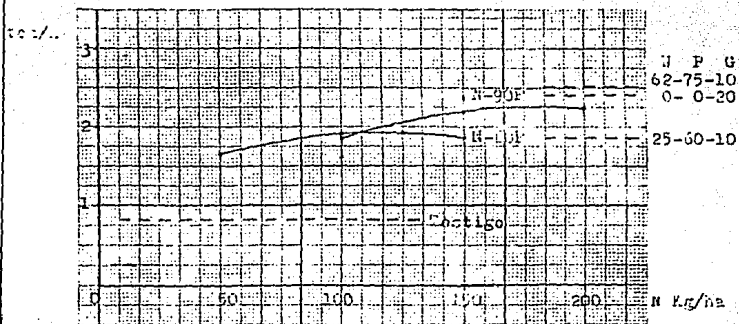


FIGURA 2A. Respuesta del Triticale a diferentes dosis de fertilización nitrogenada

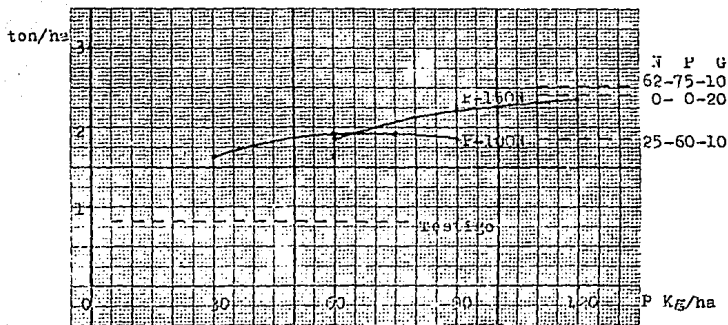


FIGURA 2A. Respuesta del Triticale a diferentes dosis de fertilización fosfatada

En las figuras 2 A y 2 B se muestran, por separado, la respuesta del *Triticale* al nitrógeno y al fósforo, respectivamente, y a la gallinaza en ambas figuras.

La curva marcada N-60, en la figura 2 A, representa la respuesta de *Triticale* al nitrógeno cuando hay constante 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>. La curva N-90 representa la respuesta del *Triticale* al nitrógeno cuando está constante 90 kg/ha de fósforo. En la primera curva es posible observar que con 50 kg/ha de nitrógeno se aumenta la producción al doble en comparación con el testigo de 0.82 a 1.66 ton/ha. También se observa que con 100 kg/ha de nitrógeno se elimina, prácticamente, las deficiencias de este elemento cuando se mantiene constante 60 kg/ha de fósforo, pero cuando se aumenta la dosis de fósforo a nivel de 90 kg/ha, la cantidad de nitrógeno resulta insuficiente para eliminar esta deficiencia.

En la figura 2 B se aprecia la respuesta al fósforo. Se observa que con 60 kg/ha de fósforo no hay deficiencia de este elemento, cuando el nitrógeno tiene un nivel de 100 kg/ha, sin embargo, al aumentar el nitrógeno a 150 kg/ha (curva P-150), se observa una deficiencia del fósforo con 60 kg/ha, pero no con 90 kg/ha.

En ambas curvas los tratamientos de gallinaza (a excepción del tratamiento 10) producen mayores rendimientos que los de fertilización inorgánica. Los rendimientos obtenidos en los tratamientos 11 y 12 son tres veces mayores que el testigo, el bajo rendimiento del tratamiento 10 ya fue anteriormente explicado.

Se puede señalar que la respuesta promedio del *Triticale* al nitrógeno y al fósforo no es significativa, ya que el incremento de algunos de los fertilizantes, manteniendo constante al otro, produce sólo un pequeño aumento, lo que se corrobora con el análisis de varianza realizado, es decir, que las dosis de nitrógeno y fósforo aplicadas no tienen gran influencia sobre el rendimiento, mientras que la gallinaza sí.

En general, al considerar los resultados obtenidos en el presente estudio, es posible establecer tres grupos de

acuerdo al rendimiento.

El primer grupo corresponde al rendimiento más bajo, siendo este el testigo. Este tratamiento presentó un aspecto raquítico, con mucho moho, altura pequeña (83.4 cm) y número de granos muy bajo (10) en comparación con los datos obtenidos en Obregón, Sonora (altura 137 cm y 44 granos/espiga); para la longitud de espiga también se obtuvo un menor valor (5.95 cm) con respecto a los demás tratamientos de este experimento, ya que se carece de datos de esta variedad en Obregón, Sonora.

Las particularidades de este tratamiento se vieron reflejadas en el rendimiento.

Esto nos indica la importancia que tienen los fertilizantes y abonos en el desarrollo de los cultivos, ya que, como menciona Thompson (1980), cuando se aplican los fertilizantes adecuados suele presentarse una considerable mejora en la calidad y cantidad de las cosechas.

El segundo grupo está comprendido por los tratamientos 01, 02, 03, 04, 05, 06 y 10, cuyos rendimientos van de 1.62 a 1.72 ton/ha. Es posible apreciar que estos tratamientos superan al rendimiento del testigo al doble o más de éste. En general, estos rendimientos fueron bajos, lo que se atribuye a su longitud de espiga (7.48 a 8.87 cm) y número de granos por espiga bajos (25.96 a 28.60); que comparados con los obtenidos por el CIANO en Obregón Sonora (44 granos/espiga), se encuentran por debajo, a excepción del tratamiento 10, el cual fue afectado por una menor densidad de plantas debido a una baja germinación.

En el tercer grupo se encuentran los tratamientos 07, 08, 09, 11 y 12, cuyos rendimientos fueron los más altos en el presente trabajo (de 2.21 a 2.52 ton/ha), sin embargo, tales rendimientos estuvieron por debajo de los obtenidos por el CIMMYT para la variedad tarasca-87, en Coahuila y Texcoco, que fueron de 8.5 y 7.48 ton/ha, respectivamente. Esta diferencia puede explicarse dadas las diferentes condiciones en cada lugar, ya que en el CIMMYT, generalmente, los cultivos se encuentran bajo condiciones de riego, mientras que en el presente estudio es de temporal. Maksimov, citado por Marinato y Palacio (1979), encontró que el déficit de agua al comienzo

del periodo vegetativo conducía a una disminución en el rendimiento de trigo. Situación que se presentó en la realización del presente trabajo, debido al retraso de lluvias.

Cabe aclarar que la presencia de la helada temprana afectó por igual a los tratamientos, disminuyendo notablemente el rendimiento. Por lo que no fue posible obtener una dosis óptima como se pretendía, sin embargo, por los resultados obtenidos, ésta podría encontrarse entre los tratamientos 08 y 09 para la fertilización mineral, esto es, 150 N, 120 P y 200 N, 90 P, respectivamente.

Con lo anterior, se explica el por qué no hubo diferencia significativa en el análisis de varianza por tratamientos con respecto al rendimiento, a pesar de que se presentaron pequeñas diferencias entre éstos (ver cuadro 9). Sin embargo, en la prueba de Tukey se establece una diferencia entre el testigo y los tratamientos 11 y 12 (de mayor rendimiento). Quizá esta diferencia se deba al efecto de la gallinaza.

Trinidad (1987) menciona que el valor de uso de los abonos orgánicos sobre las características de los suelos, estriba fundamentalmente en los cambios que experimentan éstos en sus propiedades físicas, químicas, biológicas y nutricionales.

Los abonos orgánicos mejoran las propiedades físicas de los suelos, principalmente en lo que se refiere a la velocidad de infiltración, conductividad hidráulica, retención de agua, densidad aparente y estabilidad de los agregados, que facilita una estructura abierta con un volumen de poros adecuados para una buena aireación. Esta función es muy importante en suelos de contenido moderado o fuertemente arcilloso, como es el caso del suelo de la zona de estudio. (Thompson, 1980)

Además, los abonos orgánicos aplicados en forma continua, generalmente, ejercen cambios marcados en las características químicas (materia orgánica, nitrógeno total, capacidad de intercambio total), en la fertilidad del suelo y en el desarrollo de las plantas. (Trinidad, 1987)

El estiércol contiene grandes cantidades de compuestos orgánicos de fácil descomposición, cuya adición al suelo casi

siempre resulta en un incremento en la actividad biológica, que repercute en el mejoramiento de la estructura del suelo.

Aunque los estiércoles contienen una concentración baja de nutrimentos, la disponibilidad de estos es constante para las plantas por la gradual descomposición que experimentan al ser incorporados en las cantidades comúnmente utilizadas (Trinidad, 1987). Los abonos orgánicos son más completos, porque no sólo proporcionan los elementos que los fertilizantes minerales ofrecen, sino también otros elementos que las plantas necesitan. Además, los compuestos orgánicos que contienen (sobre todo sustancias húmicas) incrementan los procesos fisiológicos y bioquímicos, elevando, por consiguiente, el consumo de nutrimentos del suelo mismo y de los fertilizantes aportados. (Kononova, 1982)

Como se puede observar en el cuadro 9, el mayor rendimiento obtenido fue de 2.52 ton/ha, que corresponde al tratamiento 11, que tiene 52 N, 75 P kg/ha y 10 ton/ha de gallinaza. Este tratamiento estuvo por encima de todos los tratamientos, incluyendo al que sólo contenía gallinaza, esto se debe a que con la aplicación de sólo abono orgánico no siempre se obtienen los máximos rendimientos. (Trinidad, 1987)

Ciertamente, los abonos minerales aceleran la descomposición de la materia orgánica en el suelo: ello es una manifestación del crecimiento de la actividad biológica del suelo que se traduce en la práctica en una mejora de la fertilidad y, por tanto, de los rendimientos.

Los abonos orgánicos crean, frecuentemente, las condiciones necesarias para la eficacia del empleo de fertilizantes minerales. La creación de condiciones locales ideales para los vegetales, sin embargo, solamente es posible mediante la interacción de los abonos orgánicos y fertilizantes minerales, dado que los primeros favorecen las propiedades edáficas y los últimos aportan nutrientes vegetales. (Jacob, 1973)

Por lo anterior, se puede inferir que la importancia de los abonos orgánicos en los suelos agrícolas radica en una buena combinación de ellos con los fertilizantes químicos.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El desarrollo del *Triticale* en este tipo de suelo (hidromorfo), se puede considerar satisfactorio, así lo demuestran los datos obtenidos de longitud de espiga, número de granos por espiga y altura de planta. Sin embargo, en el rendimiento no se aprecia esta eficiencia de la variedad debido a la helada de  $-2.0^{\circ}\text{C}$  que se presentó.

- En general, puede decirse que este género *Triticale* se recomienda para esta zona, sin embargo, es necesario probar otras variedades que tengan un ciclo más corto para evitar un bajo rendimiento como el que se presentó en el presente estudio, debido a una helada temprana.

- La influencia de los fertilizantes minerales sobre el rendimiento del cultivo no fue significativa, a pesar de las diferencias observadas a través de su desarrollo. En todo caso, las condiciones meteorológicas del año tuvieron más influencia sobre el desarrollo de la planta que la fertilización.

- No fue posible obtener la dosis óptima para este cultivo, debido al problema de la helada con lo cual los rendimientos fueron bajos. Sin embargo, se considera que la dosis óptima se encuentra entre 150 N, 120 P y 200 N, 90 P kg/ha.

- El abonado orgánico influyó de una manera significativa en el rendimiento por las características propias que presenta.

- Por los resultados obtenidos, se considera que se obtiene un mejor rendimiento cuando se aplica al cultivo abono orgánico y fertilizante químico (tratamiento II), ya que ambos se complementan y mejoran el desarrollo de la planta.

- Se recomienda realizar estudios en esta misma zona con dosis de fertilización para esta especie, utilizando como base rangos de exploración cercanos a los anteriormente mencionados.

## BIBLIOGRAFIA

- 1) Afridi, M.M.R.K., N. Samuillah, A. Inam Ashgaf. 1977. "Effect on nitrogen on the yield of wheat and *Triticale*". *Acta Botánica Indica*. 5(2):24.
- 2) Agrawal, J.P. 1977. "Response on *Triticale* varieties to nitrogen". *Indian Journal of Agronomy*. 22(2):112
- 3) Aguilar Santelises, A., D. Etchevers y R. Castellanos. 1987. "Análisis químicos para evaluar la fertilidad de suelo". Publicación especial No. 1. Sociedad Mexicana de la Ciencia del Suelo. Chapingo, Edo. de México.
- 4) Ali, M. and P.R. Rajput. 1978. "A note on studies on nitrogen requirement of *Triticale* under reined conditions". *Annale of Arid Zone*. 17(2): 229-232.
- 5) Alpizar Lobo. 1975. "Comportamiento de diferentes niveles de fertilización con nitrógeno y potasio en el rendimiento de trigo (*Triticum aestivum* L.) variedad Monterrey 70-2, en Apodaca, N.L." Licenciatura en Agronomía. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nvo. León. pp 50-52.
- 6) Andrascik, M. and M. Licko. 1978. "A study of effect of graded doses of nutrients on yield components of winter cereals in the potato growing region". *Pol nohospodarstvo*. 24(1): 3-21.
- 7) Barocio Mol, A.J. y G. Flores Mata. 1976. Secretaría de Recursos Hidráulicos. Subsecretaría de Planeación. Dirección de Agrología.
- 8) Bishnoi, V.R. and L. M. Mugwira. 1980. "Effects of nitrogen rates and sources on agronomic performance of spring *Triticale*". *Communications in Soil and Plant Analysis*. 11(9): 873-879.
- 9) Black. 1975. "Relaciones suelo-planta". Vol. II. Hemisferio Sur. Buenos Aires, Argentina. pp 577
- 10) Castellanos, R. y V. Muñoz. 1987. "Efecto del estiércol de bovino sobre las características de un suelo arcilloso y el rendimiento de alfalfa". No. 68. SARH. INIFAP. México, D.F.



- pp 6 y 35.
- 11) Cooke, G.W. 1964. "Fertilizantes y sus usos". CECSA. México, D.F. pp 70.
  - 12) Duchaufour, PH. 1984. "Edafología 1. Edafogénesis y su clasificación". Masson S.A. Barcelona, España. pp 367 y 368.
  - 13) Etchevers, J.D. and J.T. Moraghan. 1978. "The influence of C.C.nitrogen and performance of wheat and *Triticale*". *Agror Sur.* 6(2):90-96.
  - 14) FAO. 1984. "Uso óptimo de los fertilizantes para cereales". Roma, Italia. pp 6
  - 15) FitzPatrick, E.A. 1984. "Suelos: su formación, clasificación y distribución". CECSA. México, D.F. pp 223 y 301
  - 16) Foth, H.D. y L.M. Turck. 1975. "Fundamentos de la ciencia del suelo". CECSA. México, D.F. pp 318, 339-347 y 357.
  - 17) Gajardo, R.P., P.C. Parodi and N.M. Nebrada. 1978. "*Triticale* and wheat response nitrogen fertilizer". *Agronomy Abstracts.* No. 95.
  - 18) García de Miranda, Enriqueta. 1980. "Apuntes de climatología". 3a. Edición. Derechos reservados por E. García de Miranda. México, D.F. pp 110 y 111.
  - 19) García García, J.M. 1981. "Respuesta del cultivo del *Triticale* a diferentes niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra en la zona de Navidad en el Edo. de N.L.". Licenciatura en Agronomía. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, Nvo. León. pp 39-41.
  - 20) Gaucher, G. 1971. "El suelo y sus características agronómicas". Omega. Barcelona, España. pp 367.
  - 21) González Gallardo, A. 1941. "Introducción al estudio de los suelos". Banco Nacional de Crédito Agrícola S.A. México, D.F.
  - 22) Grande López, R. 1974. "Métodos para análisis físicos y químicos en suelos agrícolas". Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Instituto de Investigaciones de zonas desérticas. pp 48.
  - 23) Gros, A. 1981. "Abonos". 7a Edición. Mundi-Prensa. Madrid, España. pp. 30, 31, 407 y 409.

- 24) Guerrero, A. 1981. "Cultivos herbáceos extensivos". 2a edición. Mundiprensa. Madrid, España. pp 20, 53 y 68.
- 25) Jackson, M.L. 1982. "Análisis químicos de suelos". 4a Edición. Omega. Barcelona, España. pp 78, 100, 614 y 615.
- 26) Jacob, A. 1973. "Fertilización". 4a edición. EURAM pp 65.
- 27) Johnson, R. 1976. "Estadística Elemental". Trillas. México, D.F. pp 93.
- 28) Kononova, M.M. 1982. "Materia orgánica del suelo". Oikos-Tau. Barcelona, España. pp. 154.
- 29) Lagarda, G.R.A. 1974. "Fertilización en trigo para diferentes rotaciones de cultivos en la delta de río Mayo". Licenciatura en Agronomía. Escuela de Agronomía de Ciudad Delicias Chihuahua, Chihuahua. pp 37-43.
- 30) Lees, P. 1979. "Triticale man made grain on the future world farming". 21(6):40-44.
- 31) López Saldivar, H.E. 1980. "Prueba de seis niveles de gallinaza en trigo (Yecora F-70) bajo riego en la región de Marín, Nuevo León". Licenciatura en Agronomía. Universidad Autónoma de Nvo. León. Monterrey, Nvo. León. pp 2, y 7-11.
- 32) Marinato, M.R. y E. Palacio. 1979. "Respuesta del cultivo del trigo a variaciones de la humedad en el suelo en diferentes etapas de crecimiento". Agrociencia. No. 38. pp 3 y 4.
- 33) Misra, P.N. 1972. "Note on response of Triticale varieties to nitrogen doses grown in alkaline soils". Pantnagar Journal of Research. pp 2, 95 y 96.
- 34) Moreno Damne, R. 1970. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos.
- 35) Motoñedo et al. 1981. "Manual de producción agropecuaria: Trigo, cebada y avena". Trillas. México, D. F. pp 25.
- 36) Navarro, F. M. y M. Gálvez. 1983. "Logros y aportaciones de la investigación agrícola en los cultivos de cebada, avena y Triticale". SARH. México. pp 69-73.
- 37) Ortiz, V. y S. Ortiz. 1984. "Edafología". 4a Edición. Universidad Autónoma de Chapingo, México. pp 206-243.
- 38) Ponnamperna, F.N. 1972. "The chemistry of submerged soils". Adv. Agron. 24:29-96.
- 39) Prescott, J.M., P.A. Burnett, et al. 1986. "Enfermedades y

- plagas del trigo". CIMMYT. México. pp 53.
- 40) Quiñones Leyva, M.A. 1967. "Mejoramiento genético del anfiploide *Triticale*". CIMMYT, México. pp 21 y 22.
- 41) Reyes Castañeda, P. 1980. "Diseños de experimentos aplicados". 2a Edición. Trillas. México, D.F. pp 96-111.
- 42) Rodríguez Suppo, F. 1982. "Fertilizantes, nutrición vegetal". AGT. Editor S.A. México, D.F. pp 53-55 y 69-73.
- 43) Romero González, A. 1981. "Efecto de dos épocas de siembra y dos de corte en el rendimiento y calidad forrajera de 11 líneas de *Triticale* sembrado solo o en asociación con veza (*Vicia villosa*)". Maestría en Ciencias, Especialidad en Ganadería. Instituto de Enseñanzas de Investigación en Ciencias Agrícolas. Colegio de Posgraduados. Chapingo, México. pp 51-53.
- 44) Russell, J.E. y E. W. Russell. 1968. "Las condiciones del suelo y el crecimiento de las plantas". 4a Edición. Aguilar S.A. Madrid, España. pp 14 y 15.
- 45) Stoskopf. 1978. "Cereal, grain and crops". Reston. pp 421 y 423.
- 46) Tah Iuit, J.F. 1987. "Análisis químico de suelos". Universidad Autónoma de Chapingo.
- 47) Tamhané, R.V., et al. 1978. "Suelos, su química y fertilidad en zonas tropicales". Diana. México, D.F. pp 200-210.
- 48) Thompson, L.M. 1980. "El suelo y su fertilidad". 3a Edición. Reverté S.A. Barcelona, España. pp 190, 203, 215 y 216.
- 49) Tisdale, L. y L. Werner., 1970. "Fertilidad de los suelos y fertilizantes". Montaner y Simon, S.A. Barcelona, España. pp 571.
- 50) Treviño Garza, R. 1979. "Ensayo de rendimiento de ocho variedades de *Triticale* bajo la aplicación de un fertilizante en el ciclo de invierno 78-79 en Apodaca, Nvo. León". Licenciatura en Agronomía. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Monterrey, Nvo. León. pp 3, 45 y 47.
- 51) Trinidad Santos, A. 1987. "Uso de abonos orgánicos en la producción agrícola". Cuadernos de Edafología del Colegio

de Postgraduados. No. 10. Chapingo. Mexico.

- 52) Turrent, F.A. y R.J. Laird. 1975. "La Matriz Experimental Plan Puebla para ensayos sobre prácticas de producción de cultivos." Escritos sobre la metodología de la investigación en productividad de agrosistemas. No. 1. Departamento de Editorial. Rama de suelos. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- 53) Varaghese, T.B. y E. Saari. 1986. "Triticale". CIMMYT. México.
- 54) Wiegand, C.L. and J.A. Cuellar. 1981. "Duration of grain filling and kernel weight of wheat as affected by temperature". Crop Sci. 21:95-101.
- 55) Worthen, M.S. y Ph. Aldrich. 1980. "Suelos agrícolas, su conservación y fertilización". 2a Edición. Uteha S.A. de C.V. México, D.F. pp. 383.

**ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA**

## APÉNDICE

Primeramente, se hace una breve exposición de la Matriz Experimental Plan Puebla y posteriormente se muestran los tratamientos obtenidos por este método:

A la vez que se ha mejorado el diseño de las prácticas óptimas de producción, el uso del método matemático creó una dependencia de parte del investigador hacia las facilidades de cálculo electrónico. Por el momento, el investigador de provincia no posee facilidades de cálculo electrónico en el interior de la República. Por esto, parecería necesaria la disponibilidad de un procedimiento con posibilidad de ser interpretado tanto gráfica como matemáticamente.

En respuesta a esto, se desarrolló una familia de matrices experimentales llamadas matrices Plan Puebla, las cuales han introducido la flexibilidad al método matemático, para permitirse la interpretación gráfica, además de la matemática.

Este método consiste en llevar a cabo experimentos de campo en que se trata al cultivo con varias combinaciones de factores modificables de la producción: fertilizantes, densidad de población, combate de malezas y otros, de acuerdo a un cierto diseño de tratamientos o matrices experimentales.

En la matriz Plan Puebla está implícito el conocimiento agronómico sobre las relaciones de respuesta de un cultivo en conjunto, a varios factores limitativos. Por ejemplo, cuando el maíz responde en conjunto a los fertilizantes nitrogenados y fosfóricos, se sabe que la dirección en que aumentaron los rendimientos en el espacio bivariado de exploración:  $(N_1-N_2)$   $(P_1-P_2)$ , figura 1A, a partir de cualquier punto  $N_1$   $P_1$  sería al NE (flechas continuas) y no en ninguna otra dirección (flechas punteadas). Lo anterior será cierto cuando los valores  $N_2$  y  $P_2$  representan niveles no mayores a aquellos con los que se eliminan las deficiencias respectivas. En conjunto, sólo una franja diagonal de dirección SO-NE (área anchurada en la figura 1B) tiene interés agronómico.

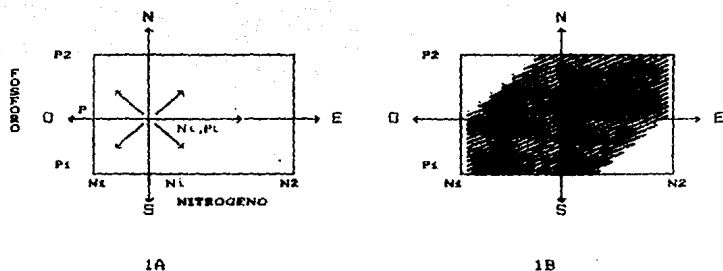


Figura 1. Espacio bivarido de exploración (N1-N2) (P2-P1), mostrando (1A) la dirección en que un cultivo aumenta sus rendimientos al variar en conjunto los dos factores y (1B) la franja diagonal de dirección SO-NE del espacio bivarido de explotación que tiene interés práctico para el agricultor.

El conocimiento sobre la dirección del aumento en el rendimiento, puede aprovecharse para introducir la flexibilidad de una interpretación gráfica al método matemático, a la vez que se mantiene una razonable eficiencia frente al sesgo y a la precisión.

#### Características de la Matriz Plan Puebla

Hay tres variaciones de la matriz Plan Puebla, las cuales difieren entre sí por la manera de seleccionar los niveles de que constan, una vez que se ha definido el espacio de exploración. En la Figura 2, se presenta la manera de seleccionar los niveles de la matriz Plan Puebla I, Plan Puebla II y Plan Puebla III. Si codificamos a los límites inferior: (0 kg/ha) y superior: (60 kg/ha) del espacio de exploración como -1.00 y +1.00 respectivamente, los cuatro niveles de la matriz Plan Puebla I son -1.00, -0.33, +0.33 y +1.00. Estos valores codificados corresponden a: 0, 20, 40 y 60 kg/ha del factor. Los cinco niveles de la matriz Plan Puebla II son -0.9, -0.3, 0, +0.3 y +0.9 que corresponden a los valores 3, 21, 30, 39 y 57 kg/ha del factor. Los cinco niveles de la matriz Plan Puebla III son -0.9, -0.4, 0, +0.4 y +0.9, que corresponde a los valores de 3, 18, 30, 42 y 57 kg/ha del factor.

El número de tratamientos de la matriz Plan Puebla II y

III es igual a la expresión  $2^k + 2k + 1$ , mientras que en la matriz Plan Puebla I hay sólo  $2^k + 2k$  tratamientos. En las anteriores expresiones, K representa al número de factores involucrados. Para las matrices PPII y PPIII (Plan Puebla II y III) los números de tratamientos para los casos de 1, 2, 3 y 4 factores serán: 5, 9, 15 y 25, respectivamente, en tanto que para la matriz PPI serían 4, 9, 14 y 24 tratamientos.

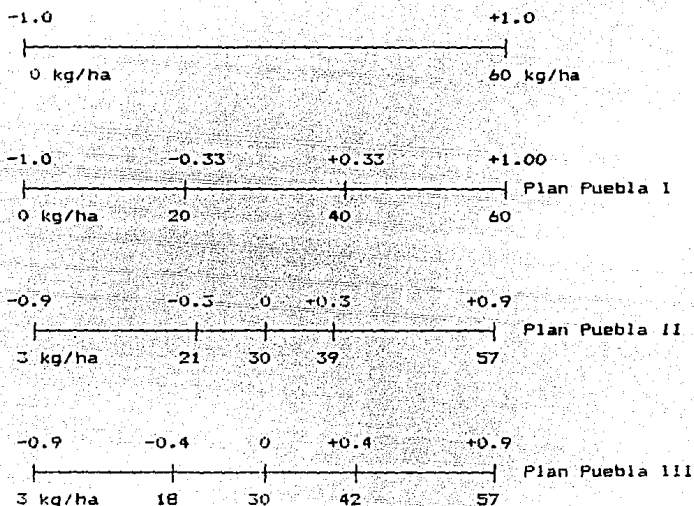


Figura 2. Variaciones de la matriz Plan Puebla según la manera de seleccionar los cinco niveles, en un espacio fijo de exploración.

En el cuadro 1 se muestran los tratamientos para la matriz Plan Puebla II, que fueron utilizados en la realización del presente trabajo:

CUADRO 1

Lista de tratamientos de la matriz Plan Puebla II para dos factores: dosis de fertilización nitrogenada y fosfórica

| Tratamiento número | Valores codificados |       | Dosis de fertilización(kg/ha) |     |
|--------------------|---------------------|-------|-------------------------------|-----|
|                    | Fac 1               | Fac 2 | N                             | P   |
| 1                  | -0.3                | -0.3  | 100                           | 60  |
| 2                  | -0.3                | +0.3  | 100                           | 90  |
| 3                  | +0.3                | -0.3  | 150                           | 60  |
| 4                  | +0.3                | +0.3  | 150                           | 90  |
| 5                  | 0                   | 0     | 125                           | 75  |
| 6                  | -0.9                | -0.3  | 50                            | 60  |
| 7                  | +0.9                | +0.3  | 200                           | 90  |
| 8                  | -0.3                | -0.9  | 100                           | 30  |
| 9                  | +0.3                | +0.9  | 150                           | 120 |

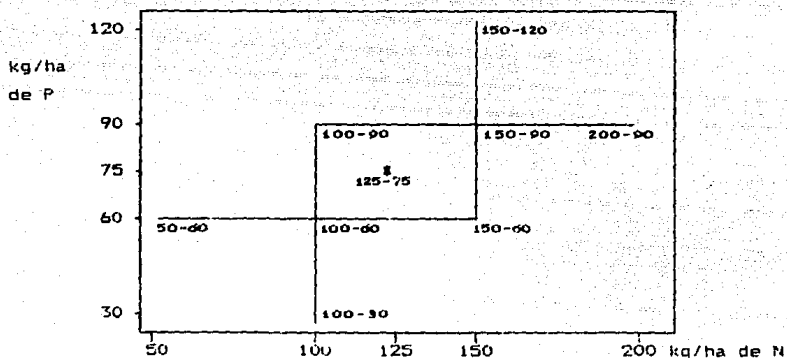


Figura 9. Espacio de exploración de nitrógeno y de fósforo, y representación gráfica de la matriz Plan Puebla II.

Se recomienda el uso de la matriz Plan Puebla II cuando se desea un análisis gráfico, y además matemático. Se analizará en conjunto series de experimentos por técnicas de regresión.