

16
201



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN

**EFFECTO DE NITROGENO, FOSFORO Y DENSIDAD
DE SIEMBRA EN EL RENDIMIENTO DE TRIGO
VAR. ZACATECAS EN SANTIAGO TEPOPULA,
MEXICO**

T E S I S

Qué para obtener el Título de:

INGENIERO AGRICOLA

P r e s e n t a :

ENRIQUETA FLORES GUEVARA

Director de Tesis: M. C. Margarita Gisela Peña Ortega



Cuatitlán, Izcalli Edo. de Mex.

1990

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



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 está 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
LISTA DE CUADROS	iii
LISTA DE FIGURAS	iv
RESUMEN	v
I. INTRODUCCION	1
OBJETIVOS	3
HIPOTESIS	3
II. REVISION DE LITERATURA	4
2.1 Necesidades de nitrógeno	4
2.2 Necesidades de fósforo	9
2.3 Densidad de siembra	15
2.4 Componentes del rendimiento	19
III. MATERIALES Y METODOS	21
3.1 Localización del experimento y condiciones climáticas	21
3.2 Tipo de suelo	21
3.3 Factores estudiados y espacio de exploración	23
3.4 Diseño o tratamientos y experimental ...	23
3.5 Parcela experimental y parcela útil	24
3.6 Fuente de fertilización y forma de aplicación	24
3.7 Fecha y método de siembra	27
3.8 Labores culturales	27
3.9 Características de la variedad principal	28
3.10 Descripción de variables estudiadas ...	28

	Página
IV. RESULTADOS	31
4.1 Resultados para los 21 tratamientos	31
4.2 Resultados para los 14 tratamientos	34
4.3 Resultados para tratamientos opcionales ...	41
4.4 Resultados para 8 tratamientos	46
V. DISCUSION	50
VI. CONCLUSIONES	56
VII. BIBLIOGRAFIA	58

LISTA DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Relación de tratamientos de la matriz Plan Puebla I y tratamientos opcionales.	25
2	Análisis de varianza para las variables estudiadas considerando 21 tratamientos.	31
3	Comparación de medias, para rendimiento y otras variables agronómicas (Prueba de Duncan 0.05%).	33
4	Prueba de contrastes para la variable rendimiento de grano considerando 14 tratamientos de la Matriz Plan Puebla I.	35
5	Análisis de varianza para las variables estudiadas considerando 14 tratamientos.	38
6	Comparación de medias para rendimiento y otras variables agronómicas para la matriz Plan Puebla I (prueba de Duncan 0.05%).	39
7	Prueba de contrastes para rendimiento de grano considerando tratamientos opcionales.	43
8	Análisis de varianza para rendimiento de grano considerando 8 tratamientos.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Ubicación del experimento "dosis de fertilización y densidad de siembra para trigo" en Santiago Tepopula, México.	22
2	Arreglo de tratamientos N, P y DS de la matriz Plan Puebla I.	26
3	Comportamiento del rendimiento de grano a diferentes dosis de fósforo. Para un mismo nivel de nitrógeno (100 kg ha ⁻¹).	36
4	Comportamiento del rendimiento de grano a diferentes densidades de siembra para una misma fórmula de producción (100 N-40P).	37
5	Respuesta del rendimiento de grano al incremento en dosis de nitrógeno para una misma fórmula de producción (60 P, 140 kg ha ⁻¹).	40
6	Respuesta del rendimiento de grano a niveles de potasio para una misma fórmula de producción (80 N- 40P, 120 kg ha ⁻¹).	42
7	Comportamiento del rendimiento de grano en tre variedades (80N, 40P, 120 kg ha ⁻¹).	44
8	Respuesta del rendimiento de grano a oportunidad y fuente de fertilización (80 N, 40P, 120 kg ha ⁻¹).	45
9	Comportamiento del rendimiento de grano a la densidad de siembra (80 N - 40P).	47
10	Respuesta del rendimiento de grano a la interacción N, P y DS.	48

RESUMEN

Con la finalidad de determinar la respuesta a niveles de nitrógeno, fósforo y densidad de siembra en el rendimiento de trigo variedad Zacatecas, se estableció en Santiago Tepopula, México, un experimento bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones, que comprendió 21 tratamientos, 14 de los cuales se originaron de una Matriz Plan Puebla I, mientras que los siete restantes fueron diseñados con el propósito de observar el comportamiento entre variedades, niveles de potasio, así como oportunidad y fuente de fertilización.

Se determinó a la cosecha rendimiento de grano y paja, altura de planta, peso hectolítrico y peso de 100 granos; para realizar el análisis matemático y gráfico de los resultados, estos se sometieron a un análisis de varianza, a una comparación de medias Duncan al 5%, así como a una prueba de contrastes.

Para las condiciones bajo las que se llevó a cabo el experimento, se concluyó lo siguiente:

Existe una respuesta positiva del rendimiento de grano por efecto de la densidad de siembra, mientras que los niveles de N y P actuaron en interacción promoviendo cambios positivos y negativos según el caso.

Un incremento de 23.4% en el rendimiento se promovió por la adición de 30 kg ha⁻¹ de potasio, asimismo la fertilización fraccionada y la fuente causaron un aumento del rendimiento en 7.0% y 12.3%, respectivamente.

Finalmente, bajo una misma fórmula de producción, la variedad Temporalera superó en 10.5% y 18.7% a la variedad Zacatecas y Gálvez, respectivamente.

1. INTRODUCCION

Las necesidades económicas en algunas regiones agrícolas de México, hacen indispensable implementar cultivos alternativos capaces de desarrollarse bajo diversas variedades climáticas que permitan a la población rural mejorar su dieta alimenticia, así como incrementar sus ingresos económicos.

El cultivo de trigo es una alternativa para las zonas marginadas de México y específicamente para los pueblos del Eje Neovolcánico, el cual evolucionado positivamente al grado de ser en la actualidad uno de los principales alimentos básicos, ocupando el tercer lugar en superficie sembrada y el segundo en producción, a nivel nacional.

A pesar de las limitantes climáticas y de competencia con otros cultivos de invierno, el trigo registra los mayores incrementos en producción durante los últimos 20 años.

Actualmente el 96% de la producción triguera nacional, se obtiene en siembras de invierno, bajo condiciones de riego en las regiones del Noroeste, Norte y el Bajío, sólo el 4% en siembras de verano en áreas de temporal.

Comparativamente, para 1960 en las zonas templadas se tenía sembrada una superficie de 839,814 has, con rendimiento de 1417 kg ha⁻¹, con una producción de 1,189,979 toneladas. Para 1981 se tenía una superficie de 870,166 has, con rendi-

miento medio de 3,921 Kg ha⁻¹ y una producción de 2,678,069 ton.

Para el Estado de México en 1981 particularmente, se sembraron 2,330 has, con rendimientos medios de 1,225 Kg ha⁻¹, cabe señalar que los rendimientos por hectárea para el Estado de México son los más bajos dentro de los Valles Altos.

Algunos de los factores de mayor relevancia que limitan la producción triguera de temporal son, entre otros: precipitaciones irregulares y heladas tempranas, pobreza extrema de los suelos y el uso inadecuado de variedades.

Las variedades tardías recomendadas para los lugares de buena precipitación y siembras tempranas, así como las variedades precoces para las regiones de escasa humedad y siembras tardías, son manejadas con escasa o nula fertilización e inadecuadas densidades de población, de manera tradicional.

En la localidad que el presente estudio aborda, un alto porcentaje de las actividades dentro del proceso productivo, se realiza de manera empírica, por una gran mayoría de productores.

El análisis de la información señalada, así como del aspecto técnico sobre el cultivo, nos permite hacer un planteamiento sobre el manejo de determinados factores agronómicos, por lo que esta investigación en Santiago Tepopula, Municipio

de Tenango del Aire, Estado de México, obedece a la inquietud de utilizar las experiencias de los productores trigueros para realizar un ordenamiento objetivo de dichos conocimientos, con la finalidad de enmarcar las mejores dosis de fertilización en los cultivos de trigo.

OBJETIVOS

- Evaluar los efectos del Nitrógeno, Fósforo y Densidad de siembra en el rendimiento de grano y algunos componentes de este para la variedad de trigo Zacatecas, en la localidad de Santiago Tepopula, México.
- Aportar mediante este estudio, datos más objetivos a los productores trigueros de esta región, que les permitan eficientizar sus recursos de producción.

HIPOTESIS

Los incrementos a la dosis empleada como parámetro de fertilizantes nitrogenados y fosfatados, así como de la densidad de siembra, aumentarán en rendimiento de grano por hectárea en trigo, asimismo los componentes de este rendimiento.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Necesidades de nitrógeno.

El nitrógeno (N) es uno de los elementos que las plantas contienen en mayores cantidades. Interviene en la composición de todas las proteínas simples y compuestas que constituyen la principal parte componente del citoplasma de las células vegetales y entra en la composición de los ácidos nucleicos, se encuentra en la clorofila, en los fosfátidos, alcaloides, aminoácidos, polipéptidos y muchos otros compuestos orgánicos de las células (1,65).

Un deficiente suministro de nitrógeno ocasiona en hojas jóvenes tamaños muy pequeños y coloraciones verde claro, con amarillamiento prematuro, tallos finos y ramificaciones débiles de éstos, en general, produce un debilitamiento de la planta que repercute en la mala formación y desarrollo de los órganos reproductivos y la formación de grano (24,65).

El N se considera como un nutriente móvil que se desplaza de zonas maduras a inmaduras, la fuente principal de N para las plantas verdes son los nitratos, que por lo general se encuentran en el suelo en forma amoniacal, por períodos cortos. El N nítrico como una de las formas más fácilmente aprovechable para las plantas, se mueve con el agua del suelo, éste es aprovechado por el trigo gracias a su extenso sistema radical,

absorbiendo grandes cantidades de N que son una fuente de reserva con posibilidades de ser utilizadas posteriormente. (62).

Cabe señalar que en algunos casos el trigo presenta extracciones más rápidas de N entre la elongación de la vaina y la emergencia de la hoja bandera, siendo de aproximadamente el 70%, translocándose hacia el grano en la madurez. El N amoniacal no es lixiviable (38), por lo que es recomendable aplicarlo a las plantas una vez que éstas han dado inicio a su desarrollo, ya que de esta manera estará disponible para el amacollamiento y desarrollo inicial de la espiga (24,57).

Los contenidos de N disminuyen conforme la planta se acerca a la madurez (60), por lo que el suministro de N disponible para las plantas es el factor más importante del suelo, que regula el contenido de proteína del grano (5).

Para suelos de textura arenosa, se recomienda aplicar el N en forma fraccionada, es decir, la primera parte al momento de la siembra y el resto al amacollamiento. En suelos migajón arcilloso, se señala que es conveniente aplicar todo el N al momento de la siembra. El N suele sobrepasar el nivel de las raíces, por efecto de la lluvia, esto es común en suelos arenosos de zonas con mayor frecuencia de lluvia. Asimismo esto ocurre más con las formas nítricas que con las amoniaca-les. Tomando en cuenta la alta lixiviación de las formas ní-

tricas se sugiere el uso de 150 kg ha^{-1} de N, considerando que un cultivo medio de 4.0 Ton, de trigo extrae 112 kg ha^{-1} (24).

Los patrones de acumulación de N en diferentes variedades de trigos enanos sembradas en fechas diversas siguieron una tendencia sigmoideal (64).

En relación a la interacción de la fertilización nitrogenada con la temperatura, se ha encontrado que mientras más alta sea ésta desde el encañe hasta el llenado de grano, menor es la respuesta del cultivo a la aplicación de N (22).

La eficiencia de la dosificación del N está en estrecha relación con las condiciones climáticas. En siembras con densidades de 350, 500 y 650 granos por m^2 y dosis de fertilización nitrogenada de 50, 100 y 150 kg ha^{-1} para cuatro variedades de trigo de primavera, las respuestas para densidad y fertilización fueron muy similares (46).

Cuando se dispone de riego, los mejores rendimientos se obtienen con la fórmula 120-60-00, aplicando la mitad del N y todo el P antes o en la siembra y la segunda mitad al inicio del amacollamiento(13); mientras que para las zonas de baja precipitación se recomienda aplicar sólo 60 kg ha^{-1} de N (11).

Altos contenidos de proteína (12 a 16%) son deseables en trigos empleados en la fabricación de ciertos alimentos como macarrones y tallarines, así como en alimentos para animales o en la elaboración de harina para pan. El contenido de proteína se incrementa marcadamente con la fertilización nitrogenada. Se han obtenido contenidos de 10.2, 14.6 y 16.1 % de proteína aplicando dosis de 0, 112 y 224 kg ha⁻¹ de N, respectivamente (26). En variedades de trigo de grano blanco se encuentran contenidos medios de 4.5 a 12% de proteína aplicando dosis de 0 a 120 kg ha⁻¹ (44).

La relación entre fertilización nitrogenada y porcentaje de proteína en el grano es esencialmente lineal, como lo demuestran ecuaciones de regresión y coeficientes de correlación, para la zona ubicada al NW de Toluca. (10)

En cuanto a los efectos de la dosificación de las aplicaciones de fertilizante nitrogenado, se ha encontrado que aplicaciones tardías de N tienen como respuesta menor rendimiento de grano pero mayor contenido de proteína, que las aplicaciones tempranas. Producen también bajo índice de perlado y alta resistencia del gluten (35,57). Sin embargo, las aplicaciones tardías también originan una concentración de sales en el suelo y por consiguiente, una disminución del potencial osmótico, lo que obstaculiza en época de secas la absorción de agua por las raíces (24).

Aún cuando la fertilización nitrogenada incrementa la cantidad de proteína, la relación grano-paja disminuye y cuando se aumenta la dosis de N (55).

Diferentes variedades de trigo rojo duro presentaron diferentes rendimientos a diferentes dosis de fertilizante, pero su contenido proteico no fue afectado (15).

Un criterio útil para diagnosticar el estatus de la planta es la hoja bandera en etapa de floración, los máximos rendimientos se obtienen cuando su contenido de proteína es de 3.5 a 4.0% (61).

Dosis superiores a los 88 kg Ha⁻¹ de N en trigo provocan un alto contenido de proteína en la harina, si esto provoca problemas en la molienda y disminución de la digestibilidad (29).

Observaciones con respecto al comportamiento de las enfermedades y su desarrollo por la aplicación de fertilizante son contradictorias. Mientras que por un lado las mayores cantidades de N favorecen la infección por enfermedades, estudios establecen que en variedades semienanas la incidencia de enfermedades se debió a la aplicación forzada por la aplicación de fungicidas (8,30).

En relación al efecto del N sobre los componentes de rendimiento, se ha observado que en general el número de granos por espiga se incrementa, pero el peso de grano disminuye, por lo que en ocasiones no se registran aumentos en el rendimiento de grano (7,15).

La interacción entre el N y la densidad de población puede también modificar algunos caracteres del trigo. Por ejemplo, densidades de siembra de 67.5 a 90 kg ha⁻¹ e incrementos en la dosis de N, provocan la obtención de los máximos rendimientos de grano por hectárea, un bajo número de espigas por m² y un bajo número de granos por espiga (15).

En un experimento sobre el uso de diferentes fuentes de N en trigo, Urea, Nitrato de Amonio, Amoniacó Anhidro al suelo y al agua, se encontró que las plantas aprovechan de igual manera las fuentes estudiadas (17). En relación al incremento en la capacidad de asimilación del N y el P, se ha visto que en el caso del trigo las aplicaciones de N favorecen el mayor desarrollo del sistema radical, permitiendo una mayor absorción del P y del mismo N (1).

2.2 Necesidades de fósforo.

El fósforo (P) es la materia principal de los nucleoproteídos que constituyen el núcleo de las células, forma el 20% de

los ácidos nucleicos, se encuentra en sustancias orgánicas como la fitina, que es un constituyente abundante de las semillas y órganos vegetativos jóvenes. Conforman en un 27% los materiales de reserva para la germinación, está en la lecitina que se encuentra en el citoplasma de todas las células activas de las plantas, como constituyente de los fosfátidos, en los sacarofosfatos, en biosíntesis de proteínas, grasas, almidón, sacarosa, etc.

Coloraciones azul verdosas de las hojas, frecuentemente con un matiz púrpuro o bronceado, maduración y desarrollo lento de las plantas, carencia de germinación en granos pequeños, así como bajos rendimientos en frutos y semillas, son consecuencia de deficiencias en P (35,41,42,65).

Aunque el P se localiza en toda la planta, su concentración decrece a medida que el cultivo avanza en su desarrollo (55). Los porcentajes más altos de P se encuentran en las partes de las plantas que crecen con más rapidez, como las zonas meristemáticas, los frutos en maduración y las semillas. En los granos de los cereales éste llega a ser hasta de 50% (62, 65).

Las principales fuentes de obtención de P para las plantas son los fosfatos, cuya asimilación se hace más rápida cuando hay un aporte de nitrógeno (N) en forma orgánica como la urea,

que cuando es absorbido por las plantas en forma de nitratos. La disminución de las provisiones externas de P provocan una rápida movilidad de éste en las plantas, de las hojas hacia los tejidos en crecimiento (35,62).

La interrelación del N y el P en el metabolismo de las planta se observa cuando las cantidades de fosfatos disponibles son bajas. Los compuestos orgánicos nitrogenados son absorbidos rápidamente y por el contrario, cuando los primeros abundan, disminuye la absorción de los segundos. Estos desequilibrios se observan en maduraciones tempranas de los cultivos, lo cual indica exceso de P o en su defecto, si la madurez se retrasa, las cantidades de P son escasas. Un aspecto de la interrelación N P se ve en la proliferación radicular en las plantas por acción directa del P, que a su vez actúa por la presencia del N. Esta acción, particularmente en cereales, acelera la maduración del grano (62,65,66).

Los bajos porcentajes de P que el trigo aprovecha de los fertilizantes fosfóricos (10 a 20% en total), están condicionados por: la débil difusión de los iones fosfato en el suelo debido a su fuerte fijación química, físico-química y biológica con los componentes del suelo; insuficiente contacto entre el sistema radicular y el volumen de suelo, así como la falta de humedad que generalmente presentan los suelos de secano (24,65,66).

Uno de los factores que más influye en la fijación del P es el pH. Para la determinación correcta de un abonado fosfórico debe tomarse en cuenta: la época de aplicación, profundidad de enterramiento, forma (solubilidad) y la combinación con otras sustancias nutritivas. Para suelos con reacción casi neutra, no es importante la época de aplicación de las sales solubles del ácido fosfórico. En suelos ácidos es necesario evitar el contacto prolongado de los fertilizantes fosfóricos en ausencia del cultivo, ya que con la formación bicálcica (accesible) aparecen también fosfatos de aluminio y hierro (no accesibles). En suelos básicos calizos, los fosfatos tricálcicos no tienen respuesta positiva y los fosfatos solubles, como los bicálcicos, son fijados como fosfatos cálcicos poco solubles, de lenta asimilación en un plazo breve, que depende de la humedad, temperatura y reacción del suelo (9,56,65,66).

Los fosfatos solubles tienden a fijarse en el suelo, por lo que es más recomendable aplicarlos en bandas, de esta manera una mayor cantidad de P queda a disposición de las plantas (Superfosfatos y Fosfatos Amónicos). Los fosfatos poco solubles (fosfatos bicálcicos, fosforitas calcinadas, etc.) presentan menos problemas de fijación y más de solubilización, por lo que conviene tirarlos al voleo para facilitar su solubilización (66).

El P que se fija en el suelo puede ser utilizado por el cultivo en los años subsiguientes, aunque esto será en cantidades decrecientes. Desde una primera aplicación con aprovechamiento de 15% de P, hasta un 3% en el cuarto año, lo cual proporciona un total de 32% de P, aprovechado en todo el lapso. Aplicaciones de 60 kg ha^{-1} de P durante un período de cinco años, dejan ver que la producción no disminuye al reducir la dosis a la mitad durante diez años más, aunque también puede observarse que al omitir totalmente la fertilización, la producción desciende (66).

En trigo de invierno, solamente de 9 a 23% de las aplicaciones de P son aprovechadas por el cultivo como un incremento en materia seca. Cada año se observa que la extracción de P es constante, de tal manera que puede decirse que con 30 kg ha^{-1} de P se obtienen los máximos resultados y que posiblemente estas dosis pueden reducirse sin cambio en la producción (52).

Estas consideraciones sobre los niveles de P residual en los suelos tienden a reducir los costos de la utilización de las fertilizaciones fosfóricas (52).

Las necesidades de P como nutrimento para el cultivo del trigo se hacen evidentes cuando éste es sembrado en suelos donde cultivos como el sorgo y la soya producen rendimientos

satisfactorios, en ausencia de fertilización fosfórica (51).

Los beneficios de este nutriente P se observan en el llenado de grano en el trigo, en el desarrollo de las hojas y en el crecimiento de la radícula, resistencia al acame, heladas (24) y enfermedades (45), en la positiva respuesta en zonas áridas con respecto a la humedad y precipitación de esas áreas (59,61), el incremento de proteína de diferentes maneras a diferentes intensidades (60), acumulaciones del 33 al 75% de fósforo en la espiga por efectos de traslocación (61,63,66) y pequeños incrementos en el rendimiento como tal (64).

A pesar de todos los efectos positivos del P, el peso hectolítrico del grano no tiene respuesta a la fertilización fosfatada (64,65), el carácter peso de 1,000 granos exhibe valores bajos (64) y no hay incidencia en el contenido de proteína en el grano (67).

En cuanto a las dosis de fertilizantes fosfóricos recomendadas para el cultivo de trigo, se ha encontrado que la extracción media para una producción de 4,000 kg de grano es de 56 kg de P, sin embargo, tomando en cuenta la retrogradación de formas solubles a insolubles, se recomienda el empleo de 150 kg de P (51).

En tierras donde no es común el acame, se sugiere emplear 400 kg ha^{-1} de superfosfato para resultados óptimos y de 400

a 800 kg ha^{-1} sobre barbechos no abonados (19).

Para zonas con precipitación promedio de 500 mm se sugiere aplicar 40 kg ha^{-1} de P si los suelos son ligeros y 60 kg ha^{-1} si los suelos son pesados (12).

2.3 Densidad de siembra.

La densidad de siembra, considerada como la cantidad de semilla a emplearse por unidad de superficie de cultivo, varía según: las fechas de siembra, cantidad de lluvia al año, fertilidad del suelo, preparación del mismo, método de siembra, características de la variedad (poco o medio amacollamiento) y calidad de la semilla. Bajo condiciones de baja fertilidad y no abonado, mala preparación del terreno, uso de semillas con bajo porcentaje de germinación, en siembras retrasadas, en terrenos con muchas malezas, la densidad de siembra debe aumentarse (16,18,24).

Las densidades de siembra para trigo utilizadas en todo el mundo varían en rangos que van desde 17 a 200 kg ha^{-1} (43). La cantidad de semilla deberá ser aquella que permita obtener de 300 a 400 espigas por m^2 en terrenos de baja fertilidad y 500 espigas por m^2 para terrenos fértiles (24). El alto grado de certificación de las semillas ayuda grandemente para usar bajas densidades y obtener altos rendimientos (11).

Estudios sobre fechas y densidades de siembra en los cultivos de trigo y triticale, indican que las fechas de siembra presentan un mayor impacto en el rendimiento que la densidad de siembra. Para ambos cultivos las fechas de siembra tempranas produjeron los más altos rendimientos, mientras que las fechas tardías ocasionaron reducciones lineales en la producción (32). No obstante, otros trabajos señalan que las fechas tardías y altas densidades de siembra ayudan en el control de malezas y enfermedades (63).

Con una densidad de 100 kg ha^{-1} se obtuvieron 986 kg ha^{-1} de grano en relación a una densidad de 120 kg ha^{-1} , lo cual produjo 853 Kg ha^{-1} . Con la densidad más baja se observó una mayor longitud de la espiga, alto número de granos por espiga y de un mayor tamaño, lo cual contribuyó al buen rendimiento (54). El incremento en la densidad disminuye el peso del grano cosechado mientras que el contenido de proteína no fue afectado (32). Asimismo se incrementó la cantidad de forraje (58).

La utilización de una densidad de 140 kg ha^{-1} con diferentes niveles de fertilizante nitrogenado (de 40 a 120 kg ha^{-1}) y fosfatado (de 15 a 90 kg ha^{-1}) en aplicaciones totales a la siembra, no presentó respuesta significativa a la fertilización del rendimiento de grano, excepto por el porcentaje de proteína. Esta falta de respuesta fue atribuida a condiciones

climáticas adversas, conductividad hidráulica rápida, pH elevado, bajo contenido de materia orgánica y alto contenido de calcio en el suelo. (3).

Se considera que en climas áridos o semiáridos las densidades de siembra deben disminuirse, ya que un excesivo número de plantas sería perjudicial (24). Las densidades bajas en estas zonas son más favorables al rendimiento como se comprobó en un ensayo usando densidades de 22,45,67 y 101 kg ha⁻¹ en terrenos ociosos, donde los más altos rendimientos se obtuvieron con las densidades más bajas, las variaciones de la población estuvieron en relación directa con el número de espigas por m², siendo éste mayor en altas densidades y la variación del número de granos por unidad de superficie no fue significativa (43).

Al aumentar la densidad de siembra se incrementó la altura de planta, disminuyendo el amacollamiento y el número de granos por espiga, por lo que se sugiere como densidad más recomendable para grano la de 100 kg ha⁻¹ y 140 kg ha⁻¹ para paja. Otro estudio sobre diferentes fuentes de fertilización así como densidades de siembra de 60 a 120 kg ha⁻¹ reveló que las diferencias entre densidades fueron altamente significativas para rendimiento de grano, siendo las de 100 y 120 kg ha⁻¹ las mejores (22).

En general las densidades de siembra para trigo varían desde 60 hasta 300 kg ha⁻¹ (2,6,16,18). Cuando la siembra se

realiza con maquinaria se recomienda usar 100 kg ha^{-1} , mientras que para siembra manual se sugiere 120 kg ha^{-1} (900). Se menciona que si la siembra se hace bajo condiciones favorables una densidad de 54 kg ha^{-1} será suficiente para obtener buen rendimiento, pero si por el contrario las condiciones no son buenas se recomienda emplear densidades desde 60 a 100 kg ha^{-1} (37).

Si la siembra se lleva a cabo bajo condiciones de riego se sugiere usar densidades de 90 hasta 250 kg ha^{-1} , mientras que si se hace bajo condiciones de temporal las densidades recomendadas van de 60 a 200 kg ha^{-1} (11,24). Bajo condiciones de deficiencia de humedad se sugiere disminuir la densidad por unidad de superficie, para reducir la evapotranspiración del cultivo y con ello los posibles efectos de déficit hídrico en las etapas de desarrollo vegetativo y reproductivo, afectando el rendimiento (2).

Estudios realizados sobre determinación de dosis óptima, económica de fertilización y densidad de población para el Edo. de México obtuvieron para la variedad Toluca la 60N-60P - 80 kg ha^{-1} (método económico) y la 60N - 63P - 80 kg ha^{-1} (método gráfico); para la variedad Salamanca la 80-20-120 (método económico) y 80-20-120 (método gráfico) y para la variedad Pavón la 80-40-100 (método económico) y 60-53-100 (método gráfico) (47).

2.4 Componentes del rendimiento

Aparentemente los componentes del rendimiento no han sido útiles como criterios de selección en mejoramiento para altos rendimientos en trigo. Cuando los componentes peso de grano, número de granos por espiga y número de espigas por unidad de área muestran efectos compensatorios y correlacionados intercomponentes negativos, como parece suceder en trigo, es difícil establecer el valor potencial para el mejoramiento de los componentes individuales. Probablemente el único componente altamente relacionado con el rendimiento de grano es el número de granos por planta. El peso de grano es útil para la selección indirecta del rendimiento, mientras que el número de espigas por planta no lo fue (38).

En otro estudio se señala que los componentes número de plantas por unidad de área, número de espigas fértiles por planta, número de semillas por espiga y peso de 1,000 granos, explicaron las respuestas de producción de dos variedades de trigo en dos localidades, pero no indicaron en absoluto la habilidad productiva. El incremento en la densidad de siembra ocasionó un aumento lineal en el número de plantas y un descenso curvilíneo en el número de espigas fértiles por planta. También se presentaron disminuciones en el número de granos por espiga y peso de 1,000 granos, pero el tipo de respuesta dependió del cultivo que se tratara (trigo, cebada y avena) (25).

Experimentos con diferentes densidades de siembra, de 22, 45, 67 y 101 kg ha⁻¹ en trigo de primavera, indicaron que cuando se controlaron químicamente malezas, insectos y enfermedades, las densidades bajas produjeron espigas más largas, granos muy pesados y en algunos casos plantas muy altas. El número de granos maduros por unidad de área no tuvo diferencias significativas en todos los tratamientos. Densidades bajas (22 kg ha⁻¹) maduraron de 3 a 5 días después de las densidades altas (101 kg ha⁻¹) (43).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización del experimento y condiciones climáticas

El experimento se realizó en la comunidad de Santiago Tepopula, Municipio de Tenango del Aire, en el Estado de México. Esta comunidad se localiza a 19°08' latitud norte y 97°54' longitud oeste, con una altura sobre el nivel del mar de 2,669 m. (48,49,50).

De acuerdo con el sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1978) para el Valle de México, su clima corresponde al subtipo C (w2)(w) b i , templado con verano fresco y largo, el más húmedo de los subhúmedos, con porcentaje de lluvia invernal menor del 5% del total anual (21). Su temperatura media anual varía entre 12 y 18°C, la temperatura del mes más frío entre -3 y 18°C y la del mes más caliente entre 6.5 y 22°C (15). La precipitación anual promedio es de 720.6 mm (13,14,15).

3.2 Tipo de suelo.

Los suelos predominantes en esta región son de tipo andosol, derivados de cenizas volcánicas y de origen basáltico, por su localización dentro del Eje Neovolcánico (14). Se caracterizan por presentar un alto contenido de materia orgánica en los primeros 30 cm, variando de 5 a 20%. La capacidad

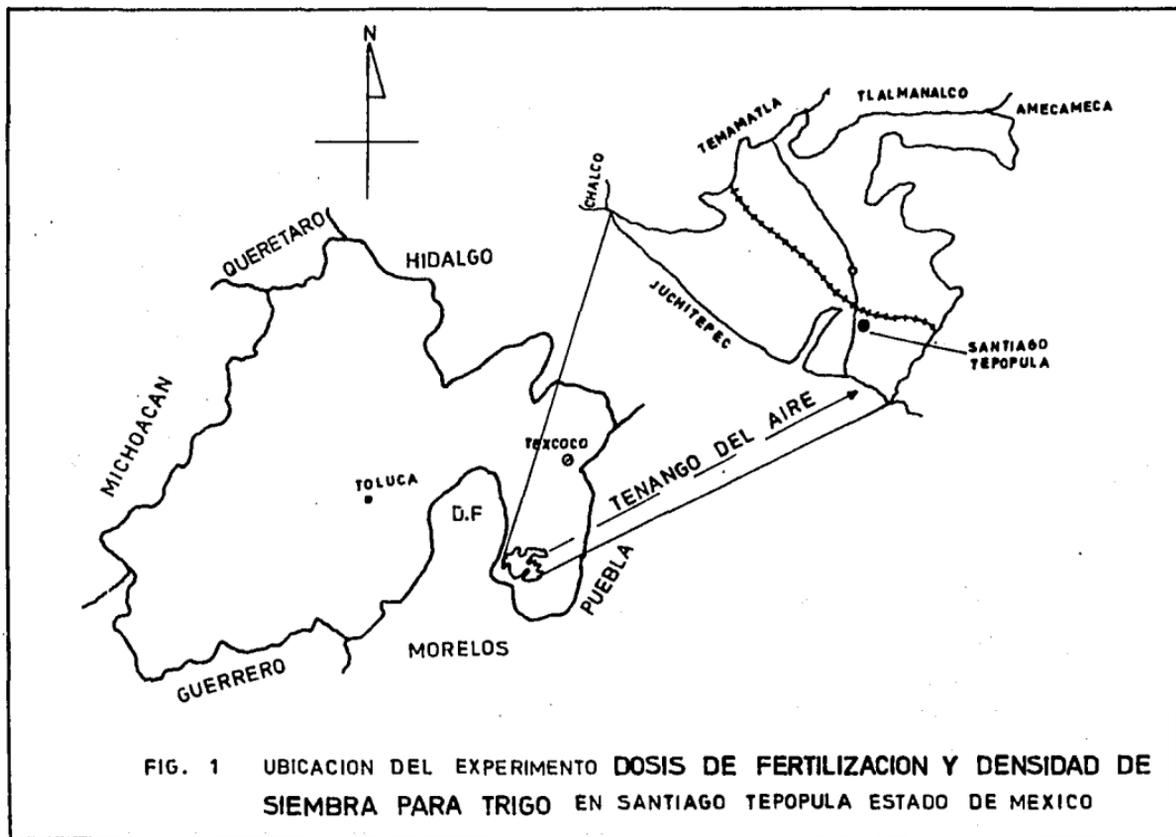


FIG. 1 UBICACION DEL EXPERIMENTO DOSIS DE FERTILIZACION Y DENSIDAD DE SIEMBRA PARA TRIGO EN SANTIAGO TEPOPULA ESTADO DE MEXICO

de intercambio catiónico va de 16 a 60 m.e. 100 g^{-1} ; el complejo de intercambio es alto en el horizonte A y disminuye en el B. Las concentraciones de N van de 0.2 a 0.7% y el pH varía de 4 a 6.5; el Ca domina como base intercambiable y la presencia de óxidos e hidróxidos de Al^{3+} intercambiable, dominando la gibsita.

3.3 Factores estudiados y espacio de exploración.

Los factores en estudio fueron dosis de nitrógeno (N), fósforo (P) y densidad de siembra (DS).

El espacio de exploración se tomó partiendo de la fórmula convencional para fertilización de trigo 80-40-00 y la densidad de siembra de 120 kg ha^{-1} , por lo que se contemplaron los siguientes niveles

N : 60, 80, 100, 120 kg ha^{-1}

P : 20, 40, 60, 80 kg ha^{-1}

DS : 100, 120, 140, 160 y 240 kg ha^{-1}

GENOTIPOS: Vars. Zacatecas, Temporalera y Gálvez

3.4 Diseño de tratamientos y experimental.

El diseño de tratamientos utilizado fue la matriz Plan Puebla I, que comprende el ensayo de 4 niveles de cada factor, dando un total de 14 tratamientos, tomando como material expe

rimental a la variedad Zacatecas (Fig. 2). Adicionalmente se ensayaron otros 7 tratamientos opcionales, que contemplaron a las variedades Temporalera y Gálvez, así como las dosis de potasio (K) de 30 y 60 kg ha⁻¹, dando un total de 21 tratamientos (Cuadro 1).

El diseño experimental utilizado fue un bloque al azar con cuatro repeticiones.

3.5 Parcela experimental y parcela útil.

Las parcelas experimentales constaron de 16 m² y estuvieron separadas por calles de 0.5 m. Como parcela útil se consideraron únicamente los 4 m² centrales, debido a que al momento de cubrir la semilla se presentó arrastre y mezcla de materiales, ya que esta actividad fue realizada con rastra de discos.

La superficie utilizada por experimento fue de 3,000 m² y el área total de experimentación fue de 1.2 has.

3.6 Fuentes de fertilización y forma de aplicación.

Como fuente de fertilización nitrogenada se emplearon Urea (46% N₂) y Sulfato de Amonio (20.5% N₂); las fuentes de fósforo fueron el Superfosfato de Calcio Simple (19.5% P₂O₅) y triple (46% P₂O₅), y para potasio fue el Cloruro de Po

Cuadro 1. Relación de tratamientos de la matriz Plan Puebla I y tratamientos opcionales.

Genotipo	No. de trat.	N kg ha ⁻¹	P kg ha ⁻¹	K kg ha ⁻¹	D.S. kg ha ⁻¹
ZACATECAS	1	80	40	0	120
	2	80	40	0	140
	3	80	60	0	120
	4	80	60	0	140
	5	100	40	0	120
	6	100	40	0	140
	7	100	60	0	120
	8	100	60	0	140
	9	60	40	0	120
	10	120	60	0	140
	11	80	20	0	120
	12	100	80	0	140
	13	80	40	0	100
	14	100	60	0	160
	15	80	40	30	120
TEMPORALERA	16	80	40	60	120
GALVEZ	17	80	40	0	120
ZACATECAS	19 ¹	80	40	0	120
	20 ²	80	40	0	120
	21 ³	80	40	0	240

¹ En este tratamiento el fertilizante nitrogenado se aplicó la mitad a la siembra y la otra al amacollamiento.

² Las fuentes empleadas para este tratamiento fueron Sulfato de Amonio y Superfosfato de Calcio Simple.

³ Este tratamiento se estableció como lo hace el agricultor y las fuentes usadas fueron Urea y Superfosfato de Calcio Triple.

Los tratamientos del 1 al 15 tuvieron como fuentes de fertilización Urea y Superfosfato de Calcio Triple.

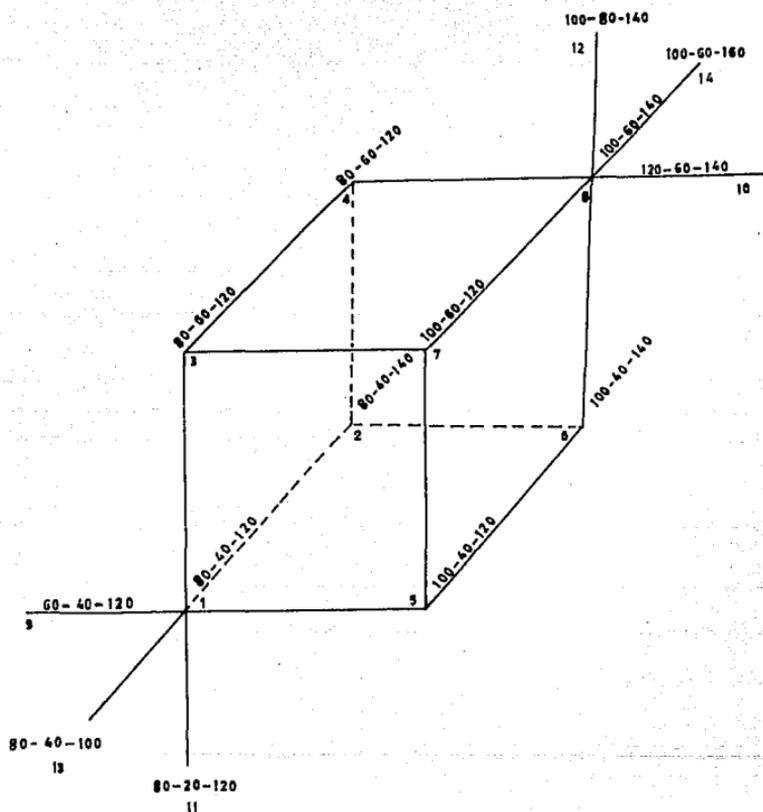


FIG. 2 ARREGLO DE TRATAMIENTOS N,P Y DS DE LA MATRIZ PLAN PUEBLA I

tasio (60% K_2O):

La aplicación del fertilizante nitrogenado se hizo en dos partes, la mitad de la dosis en el momento de la siembra y la otra mitad en el amacollamiento (trat. 19), el P, N y el potasio se aplicaron totalmente a la siembra.

3.7 Fecha y método de siembra.

La siembra de este ensayo se realizó el 1o. de julio de 1988 debido a que el inicio de la temporada de lluvia se retrasó hasta el 25 de junio. Las primeras lluvias fueron intensas, por lo que fue necesario esperar a que drenara el exceso de humedad para poder sembrar.

El método de siembra utilizado fue al voleo, en forma manual.

3.8 Labores culturales.

Con objeto de controlar malezas se efectuaron dos aplicaciones de herbicida, la primera el 25 de julio aplicando Hierbamina a razón de 2 lts ha^{-1} en 200 lts de agua y la segunda el 22 de agosto, usando Brominal en dosis de 2 lt ha^{-1} en 200 lts de agua. Adicionalmente fue necesario realizar un deshierbe manual el 20 de septiembre.

Un mes antes de finalizar el ciclo de cultivo se presentó un pequeño ataque de gusano soldado (Pseudaletia unipunctata), por lo que fue necesario realizar una aplicación de Dipterox a una dosis de 1 kg ha⁻¹ en 200 lts de agua.

La cosecha se llevó a cabo el 28 de noviembre de 1988.

3.9 Características de la variedad principal.

La variedad de trigo Zacatecas es una variedad recomendada para condiciones de temporal, de ciclo intermedio (135 días a la madurez). Y sus características de desarrollo son las siguientes:

días a amacollamiento	21
días a espigamiento	75
días a floración	88
altura de la planta	88 cm
tipo de espiga	barbona, con resistencia al desgrane
tipo de grano	color rojo, de gluten tenaz
rendimiento	bueno en regiones de baja precipitación y suelos pobres
resistencia	a la roya del tallo (<i>Puccinia graminis</i>) y de la hoja (<i>Puccinia recondita</i>).

3.10 Descripción de variables estudiadas.

Las variables que se utilizaron para determinar los efec-

tos de la fertilización y de la densidad de siembra fueron las siguientes:

Rendimiento de grano (RG)

Se cosecharon todas las plantas de la parcela útil, se trillaron y el peso de grano se corrigió al 15% de humedad y se expresó en toneladas ha^{-1} .

Altura de planta (AP)

Para cuantificar esta variable se muestrearon 10 plantas en zig-zag dentro de la parcela útil y se midió la distancia en centímetros de la superficie del suelo a la punta de la espiga, sin considerar las aristas.

Peso hectolítrico (PH)

Se hizo una mezcla del grano cosechado por parcela y se procedió a hacer la determinación con una balanza de peso volumétrico tipo Ohaus. Se expresó en kg por hectolitro.

Rendimiento de parte aérea (RPA)

Se determinó el peso en kg de la biomasa total de la parcela útil para cada tratamiento.

Peso de 100 granos (PCG)

Se muestrearon 10 plantas en zig-zag dentro de la parcela útil para extraer al azar 100 granos, los cuales fueron pesados y su peso se expresó en gramos.

Número de tallos por m^2 (NT)

Para cuantificar esta variable se contó el número de tallos totales presentes en un metro cuadrado, dentro de la parcela útil.

IV. RESULTADOS

4.1 Resultados para los 21 tratamientos

El análisis de varianza para las variables estudiadas, considerando los 21 tratamientos que incluyen los 14 correspondientes al arreglo de la Matriz Plan Puebla I, así como 7 tratamientos opcionales, se presenta en el Cuadro 2. Los resultados no muestran diferencias significativas, por lo que podría pensarse que no hubo efecto de los tratamientos aplicados sobre los caracteres evaluados, no obstante, al observar los rendimientos promedio obtenidos para algunos tratamientos, se notan diferencias de hasta más de una tonelada, por lo que se realizó una comparación de medias entre tratamientos utilizando la prueba Duncan, con una significancia de 5%, procediendo que ha sido empleado en casos similares.

Cuadro 2. Análisis de varianza para las variables estudiadas considerando 21 tratamientos

Variable	Cuadrado Medio (CM)	Significancia	Coefficiente de Variación (C.V)
Rendimiento (REND)	352451.785	NS	14.27
Altura de planta (AP)	9.303	NS	3.22
Peso hectolítrico (PH)	0.000	NS	1.48
Rendimiento de paja (RPA)	0.213	NS	12.53
Peso de 100 granos (PCG)	0.079	NS	7.40

Los resultados de esta prueba se presentan en el Cuadro No. 3, observándose diferencias estadísticas entre tratamientos. Con relación al carácter rendimiento de grano se encontró que la mayor respuesta se obtuvo con el tratamiento (100-40-00, 140), mientras que el resto de los tratamientos provocaron un comportamiento intermedio, con excepción de los tratamientos 14, 18 y 21, con los cuales el rendimiento tendió a abatirse.

Con respecto a la altura de planta el tratamiento 17 (opcional), en el cual se empleó la variedad temporalera, mostró diferencia estadística en relación a los demás tratamientos, los cuales tendieron a comportarse similarmente, excepto el 18 para el cual se presentó la menor altura.

Los caracteres peso hectolítrico y peso de grano no presentaron diferencias, por lo que aparentemente la respuesta individual de las plantas en los componentes del rendimiento tendió a ser similar.

Para el rendimiento de paja el tratamiento 17 fué el de mayor expresión. La mayoría de los demás tratamientos se comportaron estadísticamente igual menos los tratamientos 4, 14, 18 y 21, los que produjeron los más bajos rendimientos de paja, sin embargo, no puede hablarse de una tendencia definitiva pues estos tratamientos fueron estadísticamente

iguales a más de la mitad de los tratamientos que pronostican buenos resultados.

Cuadro 3. Comparación de medias, para rendimiento y otras variables agronómicas (Prueba de Duncan 0.05%).

Tratamiento	Variiedad	REND (kg ha ⁻¹)	AP (cm)	PH (kg)	RPA (kg parcela ⁻¹)	PCG (g)
1	Zacatecas	3837.9 BC	93.5 B	0.81 A	3.46 ABCDE	3.82 A
2	"	4271.2 ABC	94.5 B	0.81 A	4.07 AB	3.67 A
3	"	4073.2 ABC	95.2 B	0.81 A	3.54 ABCDE	3.65 A
4	"	4826.8 AB	92.7 B	0.82 A	3.14 D	3.92 A
5	"	4100.1 ABC	95.2 B	0.81 A	3.88 ABCD	3.87 A
6	"	4917.2 A	93.5 B	0.82 A	3.92 ABC	3.75 A
7	"	3864.5 BC	94.7 B	0.81 A	3.80 ABCD	3.87 A
8	"	3968.6 ABC	96.0 B	0.82 A	3.68 ABCDE	3.90 A
9	"	4295.5 ABC	94.5 B	0.81 A	3.50 ABCDE	3.67 A
10	"	4139.7 ABC	94.7 B	0.81 A	3.72 ABCD	3.62 A
11	"	4237.5 ABC	95.7 B	0.82 A	3.62 ABCDE	3.77 A
12	"	4017.7 ABC	93.7 B	0.82 A	3.65 ABCDE	3.87 A
13	"	4143.5 ABC	94.0 B	0.81 A	3.53 ABCDE	3.80 A
14	"	3649.1 C	92.5 B	0.82 A	3.26 C	3.72 A
15	"	4779.6 AB	95.5 B	0.82 A	3.57 ABCDE	3.95 A
16	"	4199.2 ABC	96.0 B	0.82 A	3.65 ABCD	3.87 A
17	Temporalera	4243.3 ABC	101.7 A	0.78 A	4.24 A	3.87 A
18	Gálvez	3449.6 C	84.2 C	0.80 A	3.30 B	4.05 A
19	Zacatecas	4125.5 ABC	94.7 B	0.81 A	3.58 ABCDE	3.87 A
20	"	4376.8 ABC	93.7 B	0.81 A	3.71 ABCDE	3.67 A
21	"	3672.4 C	94.7 B	0.81 A	3.82 ABCD	3.72 A

Valores con la misma literal son estadísticamente iguales.

Se realizó una prueba de contrastes entre estos 21 tratamientos, cuyos resultados se muestran en el Cuadro No.4 Se aprecia que existen diferencias significativas entre los contrastes 11, 14 y 17, los cuales comparan el efecto de los niveles de fósforo (11 y 14) y el de la densidad de siembra (17). El comportamiento del rendimiento para estos tratamientos se presenta para el caso del fósforo en la Figura 3. En ella puede apreciarse que el rendimiento de grano se abate a medida que se incrementa la dosis de fósforo aplicada en ambas densidades de siembra. Con 140 Kg ha⁻¹ se obtienen los más altos rendimientos para ambas dosis de fósforo. En la Figura 4 se presenta el efecto de la densidad de siembra únicamente, sobre el rendimiento de grano, obteniéndose un incremento del 19.5% al pasar de 120 a 140 Kg ha⁻¹ dentro de una misma fórmula de producción (100-40).

4.2 Resultados para los 14 tratamientos

Con el propósito de hacer un análisis más a fondo de los resultados de este estudio, se procedió a realizar un ANDEVA para los 14 tratamientos considerados en el arreglo de la matriz Plan Puebla I, el cual se presenta en el Cuadro 5.

Cuadro 4. Prueba de contrastes para la variable rendimiento de grano considerando 14 tratamientos de la Matriz Plan Puebla I.

No. de Contraste	Tratamientos	C. M	Probabilidad de F
1	1 vs 9	418692.56	0.27
2	1 vs 5	137489.81	0.53
3	2 vs 6	834745.05	0.12
4	4 vs 10	944348.87	0.10
5	9 vs 5	76324.22	0.64
6	3 vs 7	87098.85	0.61
7	8 vs 10	58536.73	0.68
8	11 vs 1	319324.35	0.34
9	1 vs 3	110718.06	0.57
10	6 vs 8	111007.65	0.57
11	12 vs 6	1618308.44	0.03*
12	11 vs 3	53984.05	0.69
13	1 vs 3	617531.62	0.18
14	5 vs 7	1799707.63	0.028*
15	8 vs 12	4816.95	0.90
16	13 vs 1	186823.97	0.46
17	5 vs 6	1335329.33	0.05*
18	7 vs 14	92818.01	0.60
19	13 vs 2	32575.00	0.76
20	3 vs 4	1135941.22	0.70
21	8 vs 14	204187.65	0.44

*Diferencia estadísticamente significativa.

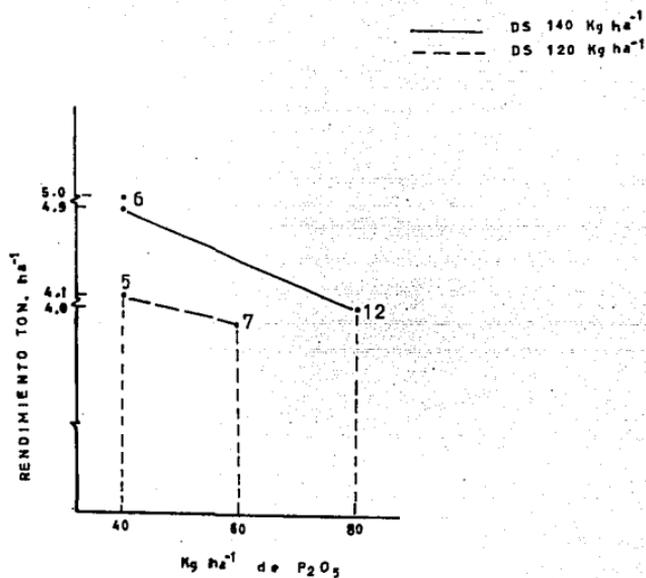


FIG. 3 COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE GRANO A DIFERENTES DOSIS DE FOSFORO PARA UN MISMO NIVEL DE NITROGENO (100 Kg ha⁻¹)

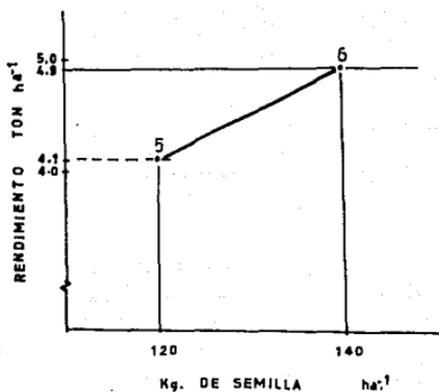


FIG. 4 COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE GRANO A DIFERENTES DENSIDADES DE SIEMBRA PARA UNA MISMA FORMULA DE PRODUCCION (100 N- 40 P)

Cuadro 5. Análisis de varianza para las variables estudiadas considerando 14 tratamientos

Variable	C.M.	Significancia	C.V.
REND	346989.364	NS	14.13
AP	7.792	NS	2.95
PH	0.000	NS	1.43
RPA	0.357	NS	16.46
PCG	0.058	NS	6.40

Puede apreciarse que no se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos para los caracteres estudiados. No obstante, al igual que el caso señalado anteriormente, se planteó una comparación de medias Duncan al 5% de probabilidad, la cual se presenta en el Cuadro 6. Los resultados indican que el tratamiento 6 produjo el mayor rendimiento de grano, mientras que con los tratamientos 1, 7 y 14 se presentan los menores rendimientos, el resto de los tratamientos mantienen un buen comportamiento. Para las demás variables estudiadas no se obtuvieron diferencias significativas por efecto de los tratamientos aplicados.

De los contrastes restantes, el 4, 3, 13 y 20 tienden a presentar resultados significativos por lo cual se considera pertinente un análisis gráfico de ellos: los tres últi

Cuadro 6. Comparación de medias para rendimiento y otras variables agronómicas para la matriz Plan Puebla I (prueba de Duncan 0,05%)

Tratamiento	Variedad	Rend (kg ha ⁻¹)	AP (cm)	PH (kg)	RPA (kg parcela ⁻¹)	PCG (g)
1	Zacatecas	3837,9 C	93,5 A	0,81 A	3,46 A	3,82 A
2	"	4271,2 ABC	94,5 A	0,81 A	4,07 A	3,67 A
3	"	4073,2 ABC	95,2 A	0,81 A	3,54 A	3,65 A
4	"	4826,8 AB	92,7 A	0,82 A	3,14 A	3,92 A
5	"	4100,1 ABC	95,2 A	0,81 A	3,88 A	3,87 A
6	"	4917,2 A	93,5 A	0,82 A	3,92 A	3,75 A
7	"	3864,5 C	94,7 A	0,81 A	3,80 A	3,87 A
8	"	3968,6 ABC	96,0 A	0,87 A	2,68 A	3,90 A
9	"	4295,5 ABC	94,5 A	0,81 A	3,50 A	3,67 A
10	"	4139,7 ABC	94,7 A	0,81 A	3,72 A	3,62 A
11	"	4237,5 ABC	95,7 A	0,82 A	3,62 A	3,77 A
12	"	4017,7 ABC	93,7 A	0,82 A	3,65 A	3,87 A
13	"	4143,5 ABC	94,0 A	0,81 A	3,53 A	3,80 A
14	"	3649,1 C	92,5 A	0,82 A	3,25 A	3,72 A

Valores con la misma literal son estadísticamente iguales

mos pertenecen al grupo de tratamientos que conforman el factorial completo del experimento que mas adelante se presentará por lo cual exclusivamente se describe el 4 en este apartado. En la Figura 5 se muestra que al incrementar la dosis

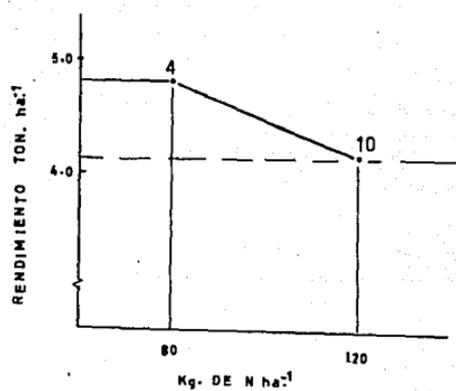


FIG. 5 RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE GRANO AL INCREMENTO EN DOSIS DE NITROGENO PARA UNA MISMA FORMULA DE PRODUCCION (60 P, 140 Kg. ha⁻¹)

de nitrógeno en 40 kg ha^{-1} , se obtiene una respuesta negativa del rendimiento de grano.

4.3 Resultados para tratamientos opcionales

Los tratamientos que no forman parte de la Matriz Plan Puebla 1, del 15 al 21, se han considerado como tratamientos opcionales, los cuales fueron definidos tomando como punto de partida la fórmula óptima recomendada para la región por el INIFAP, la cual está incluida en el tratamiento 1. Para el análisis del efecto de estos tratamientos sobre el rendimiento de grano, se realizó una prueba de contrastes, la cual se presenta en el Cuadro 7.

Los resultados de la prueba muestran que solo hubo diferencia significativa entre los tratamientos 1 y 15. Aún cuando para el resto de los tratamientos no hubo significancia, es posible ver ciertas tendencias marcadas para algunos tratamientos, por lo que se procedió a realizar un análisis gráfico de ellos.

En la figura 6 se presenta la respuesta del rendimiento de grano al incremento de niveles de potasio, la cual resulta positiva y significativa hasta los 30 kg ha^{-1} , niveles superiores provocan una reducción del rendimiento. La comparación del comportamiento de las diferentes variedades para

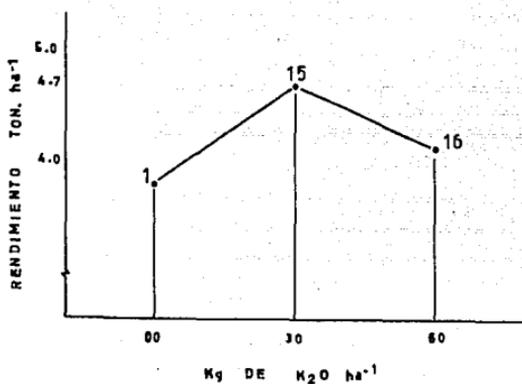


FIG. 6 RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE GRANO A NIVELES DE POTASIO PARA UNA MISMA FORMULA DE PRODUCCION (80 N-40 P, 120 Kg ha⁻¹)

Cuadro 7. Prueba de contrastes para rendimiento de grano considerando tratamientos opcionales.

No. de Contraste	Tratamientos	Cuadrado medio	Probabilidad F	Significancia
1	1 vs 17	328592.92	0.338	NS
2	1 " 18	301509.12	0.358	NS
3	1 " 19	165385.82	0.495	NS
4	1 " 20	580885.70	0.203	NS
5	1 " 21	142317.00	0.527	NS
6	1 " 15	1773597.78	0.028	*
7	1 " 16	261098.86	0.392	NS
8	15 " 16	673690.59	0.171	NS
9	1 " 22	54788.77	0.694	NS

esta variable (Figura 7), muestra que la más rendidora fue la temporalera, la cual superó en un 10.5% a la variedad Zacatecas y en 26.5% a la variedad Gálvez.

En lo que se refiere a la oportunidad y la fuente de fertilización, estos rendimientos incrementaron el rendimiento en 7.8 y 13.2%, respectivamente, lo cual puede verse en el histograma de la Figura 8.

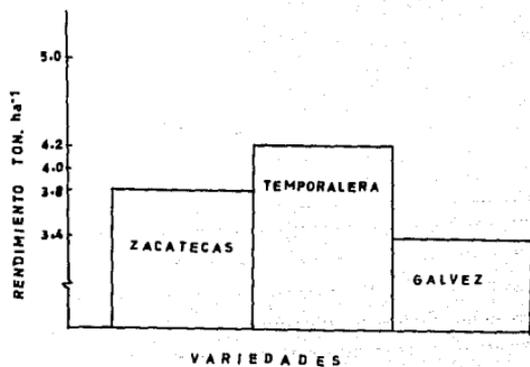


FIG. 7 COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE GRANO ENTRE VARIETADES (80 N- 40 P, 120 Kg ha⁻¹)

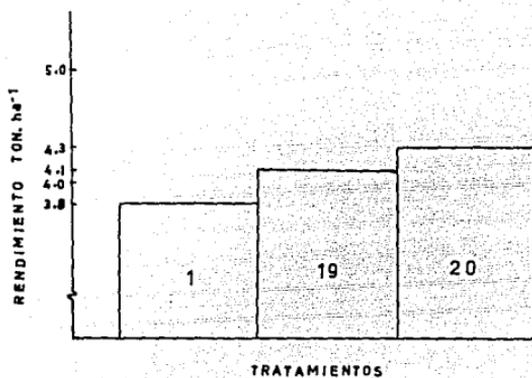


FIG. 8 RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE GRANO A OPORTUNIDAD Y FUENTE DE FERTILIZACION (80 N-40 P , 120 Kg ha⁻¹).

La comparación de los tratamientos 1, 2 y 21, permite ver el efecto del incremento de la densidad de siembra, en el rendimiento de grano (Figura 9). Este aumenta cuando se usan densidades de 120 a 140 kg ha⁻¹, pero presenta un decremento cuando se utilizan 240 kg ha⁻¹.

4.4 Resultados para 8 tratamientos

Con el objeto de poder estimar el efecto de las interacciones entre el nitrógeno, el fósforo y la densidad de siembra, se procedió a realizar el ANDEVA para el factorial completo, que estuvo integrado por los primeros ocho tratamientos de la Matriz Plan Puebla I. Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro 8. Pueden apreciarse diferencias estadísticas para densidad de población, así como para la interacción nitrógeno por fósforo. En los demás casos no existe significancia, no obstante, los resultados de rendimiento medio indican que existen ciertas tendencias para cada uno de los factores restantes e interacciones establecidas.

En la figura 10 se presentan los rendimientos medios de los tratamientos que corresponden al factorial completo. Una respuesta positiva se presenta al incrementar la densidad de siembra bajo diferentes fórmulas de producción hasta un cierto límite, mostrando un abatimiento con los niveles

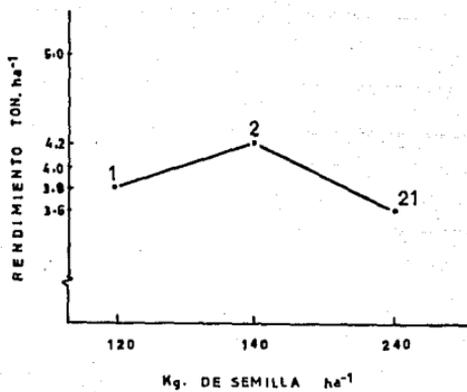


FIG- 9 COMPORTAMIENTO DEL RENDIMIENTO DE GRANO A LA DENSIDAD DE SIEMBRA (80 N-40 P).

más altos de nitrógeno y fósforo. Es también evidente la interacción entre ambos elementos, puesto que cuando se incrementa cualquiera de ellos existe una respuesta positiva del rendimiento, siendo ésta mayor cuando se mantiene constante el nivel recomendado de fósforo (40) y el nitrógeno llega a 100 kg ha^{-1} , asimismo esta interacción abate el rendimiento cuando se presentan los niveles más altos de ambos elementos (100-60) (Figura 10).

Cuadro 8. Análisis de varianza para rendimiento de grano considerando 8 tratamientos.

Factores	CM	Pr > F	Significancia
N	12589.39	0.85	NS
P	73321.50	0.65	*
D	2222033.84	0.02	*
N * P	1959610.24	.03	NS
N * P	35296.45	0.76	NS
P * D	77079.84	0.65	NS
N * P * D	533953.38	0.24	NS

* diferencia estadísticamente significativa
NS no significativo

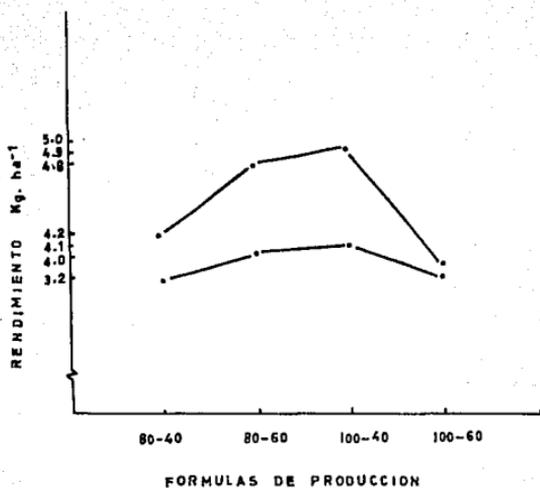


FIG- 10 RESPUESTA DEL RENDIMIENTO DE GRANO A LA INTERACCION N, P Y DS.

V. DISCUSION

Los elementos para discutir los resultados obtenidos en este estudio son principalmente los siguientes: el rendimiento de grano se vió afectado positivamente por uno de los tratamientos, los diferentes comportamientos en las variables estudiadas obedecen a razones genéticas y variaciones en los factores, como aportes de potasio, oportunidad de aplicación de los fertilizantes y el tipo de fuentes de nutrientes y el que existe interdependencia entre factores estudiados (N, P y DS), dadas las tendencias positivas y negativas que por el efecto de ellos se observa.

Los ANDEVA obtenidos para los 21 tratamientos y la Matriz Plan Puebla, así como la prueba de comparación de medias coinciden en identificar al tratamiento 6 (100 N - 40 P, 140 kg ha⁻¹), como el de mejor resultado para el rendimiento de grano. Resulta aparente que tanto N y P como DS caen en este tratamiento dentro de rangos intermedios, lo cual probablemente señale la importancia de mantener el equilibrio de la interrelación de los factores en estudio.

Los resultados presentados en la Figura 7 para los tratamientos 17, 18 y 19 muestran que aún cuando las variedades Temporalera, Zacatecas y Gálvez fueron manejadas bajo la misma fórmula de producción (80 N - 40 P, 120 kg ha⁻¹), tuvieron un comportamiento diferente para la variable rendimiento de grano. La variedad Temporalera resultó la más

rendidora, asimismo se distinguió por tener la mayor altura de planta y por tanto los más altos rendimientos de paja (RPA). Aún cuando este componente no es muy útil en la detección de altos rendimientos (38), es importante señalar estas divergencias como diferencias genéticas entre materiales.

La prueba de contrastes para los tratamientos opcionales muestra también que al comparar los tratamientos del 15 al 21 contra el 1 (fórmula de producción recomendada para la región), se encuentra diferencia significativa entre el 1 y el 15, señalando la importancia de la fertilización potásica para el cultivo de trigo. La Figura 6 muestra que niveles intermedios de K (30 kg ha^{-1}) provocan una respuesta óptima, pero al incrementar la dosis hay una influencia negativa sobre el rendimiento, lo cual concuerda con lo expresado por (6 y 5), quienes señalan que las necesidades de K del cultivo respecto a las de N y P son cuando mucho iguales a las del primero y de 2 a 3 veces superiores a las del segundo y que la disponibilidad del K en la capa arable es de 5 a 50 veces superior a la del N y de 8 a 40 veces mayor a la del P. Asimismo estos autores afirman que el efecto benéfico del K se da por la correlación óptima con fertilizantes nitrogenados y fosforados.

La importancia de la oportunidad de aplicación así como la fuente de fertilización se aprecia en el Cuadro 3, en

donde el tratamiento 20 presenta los más altos rendimientos con aplicaciones totales a la siembra y utilización de Sulfato de Amonio (20.5% de N) y Superfosfato de Calcio Simple (19.5% de P_2O_5) (Figura 8). Esto puede explicarse debido a que el Sulfato de Amonio además de presentar solubilidad inmediata en el suelo, tiene la ventaja de ser adsorbido por éste, por lo que puede ser utilizado por las plantas de trigo durante un mayor período de tiempo. Esta situación no se presenta con la Urea, que tiene la desventaja de volatilizarse, presentar distribuciones superficiales y recubrimientos no inmediatos (42).

En el caso del superfosfato de calcio simple, como cualquier otro fertilizante fosfórico, depende de la asociación con el fertilizante nitrogenado, el sulfato de amonio mezclado con un fosfórico hidrosoluble incrementa el desarrollo de raíces y esto a su vez, provoca una mayor absorción del P por la planta. Esta mayor eficiencia depende también del tipo de gránulo y profundidad a la que se coloque en el suelo, dada su poca movilidad. Por regla general, los mejores resultados en suelos calcáreos se obtienen con fertilizantes de gránulos finos, mezclados con el suelo (42 y 66).

La mayor concentración de P que tiene el Superfosfato de Calcio Triple (46%), hace más alta su retrogradación y el mayor tamaño de gránulo reduce grandemente su efectividad (24 y 66).

Con relación a la oportunidad de aplicación, se encontró que al dosificar el nitrógeno, aplicando la mitad a la siembra y el resto al amacollamiento, se obtuvo un rendimiento de grano 7.8% superior al tratamiento en el cual se aplicó todo el nitrógeno en la siembra. Esto era de esperarse, ya que una de las épocas de mayor demanda de nutrientes en el trigo es precisamente durante el amacollamiento (51 y 12).

En la prueba de contrastes para rendimiento de grano realizada para la Matriz Plan Puebla (Cuadro 4) existe significancia para los contrastes 11 (80 P vs 40 P en presencia de 100 N y 140 kg ha⁻¹), 14 (40 P vs 60 P en presencia de 100 N y 120 kg ha⁻¹) y para el 17 (120 vs 140 kg ha⁻¹ en presencia de 100 N y 40 P); los rendimientos para los dos primeros tienden a disminuir cuando las dosis de P superan a las óptimas obtenidas en este estudio (40 kg ha⁻¹) (Figura 3). Esta situación de disminución del rendimiento al incrementarse el nivel de P en presencia de 100 kg ha⁻¹ de N y simultáneamente, la tendencia del rendimiento a incrementarse con niveles de N mayores a los 80 kg ha⁻¹ manteniendo constante 40 P (Figura 10), se explica por la interdependencia que tienen las aplicaciones de N y P en el desarrollo de las raíces y mayor absorción del P por las plantas (42). Las funciones del N y el P se interrelaciona de diversas maneras en el metabolismo de los vegetales. Los compuestos nitrogenados son absorbidos rápidamente y acumulados por los tejidos, cuando las

cantidades de fosfatos disponibles son bajas. Por el contrario, cuando éstos abundan en el medio radical, disminuye la absorción de los compuestos nitrogenados inorgánicos (35).

En cuanto a los resultados obtenidos para la densidad de siembra (Cuadro 3), los mayores rendimientos de grano se obtuvieron con la dosis de 140 kg ha^{-1} , ya que a medida que las cantidades de semilla fueron superiores a ésta, el rendimiento tendió a abatirse. También bajas densidades de siembra produjeron menores rendimientos. Cabe decir que altas poblaciones producen una mayor competencia por nutrientes, luz y humedad y que por el contrario, muy bajas densidades en variedades de poco amacollamiento (como es el caso de la variedad Zacatecas), permiten mayores espacios libres y por ende mayor evaporación de la humedad del suelo (Figuras 4 y 9).

La cantidad de semilla necesaria para una siembra está determinada por la variedad, la época de siembra, la precipitación y la fertilización (18 y 24). Aunque otros estudios sugieren que no hay suficientes elementos para definirlos (14 y 25).

Se obtuvo significancia dentro del factorial completo para la interacción N, P y la densidad de siembra, para el rendimiento de grano (Cuadro 8 y Figura 10). Se encontró que el equilibrio entre estos componentes tiene un valor

específico (100 N - 40 P y 120 kg ha⁻¹), ya que dosis superiores o inferiores a éstas, abaten el rendimiento. El efecto de la interacción NP resulta bastante claro, ya que mientras se mantenga fijo el nivel de uno de estos elementos y se eleve el del otro, se logran respuestas positivas en el rendimiento de grano, pero cuando se elevan simultáneamente las dosis de ambos elementos, éste se abate sensiblemente.

VI. CONCLUSIONES

A partir de los resultados obtenidos y para las condiciones en las cuales se desarrolló el presente estudio, pueden plantearse las siguientes conclusiones:

1. La fórmula de producción óptima para la expresión del rendimiento de grano para la variedad Zacatecas, en la zona de estudio fue la 100 N - 40 P y 120 kg ha⁻¹, no obstante, sería conveniente realizar evaluaciones durante 3 a 5 ciclos bajo estas condiciones, para poder realizar una recomendación más fundamentada.
2. Desde el punto de vista agronómico, hubo una respuesta favorable del rendimiento a la aplicación de 30 kg ha⁻¹ de K, por lo que resultaría deseable evaluar desde el punto de vista económico, las ganancias obtenidas en relación a los costos de producción.
3. Se presentó un efecto positivo de la fertilización nitrogenada fraccionada, a la siembra y en el período de amacollamiento, ya que éste es una de las etapas críticas para la nutrición de este cultivar.
4. Con la utilización de fuentes alternativas de fertilización, Sulfato de Amonio y Superfosfato de Calcio Sim

ple, se obtuvo un incremento de 12.3% en el rendimiento de grano, por lo que se sugiere realizar otros estudios en los que se evalúe la respuesta a la dosificación, utilizando estas fuentes.

5. Las respuestas de las diferentes variedades a los tratamientos aplicados, se debieron a diferencias genéticas entre ellas. La variedad Temporalera resultó ser la de mayor adaptación a la zona de estudio, rindiendo 18.7% más que la variedad Gálvez y 10.5% más que la variedad Zacatecas, por lo que resultaría conveniente realizar nuevos ensayos con esa variedad.

ESTA TESIS NO DEBE
SALIR DE LA BIBLIOTECA

VII. BIBLIOGRAFIA

1. Abdulgalil, A.A. and E.M. Zeidam. 1978. Growth in wheat as influenced by P level, N concern and N splitting. Egyptian Agron. J. 3:131-148.
2. Aguilar M., L. 1972. Influencia de espaciamento entre surcos y densidad de población sobre el rendimiento y aspectos fisiológicos en trigo. Tesis profesional. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
3. Alpizar L., G. 1975. Comportamiento de diferentes niveles de fertilización con N y P en el rendimiento de trigo (*Triticum aestivum* L.) bajo las condiciones climáticas de Apodaca, N.L. Tesis profesional ITESM, División de Ciencias Agropecuarias y Marítimas.
4. Bauer, A., R.A. Young and J.L. Ozburn. 1960. Effects of moisture and fertilizer on yields of spring wheat and barley. Agron. J. 16:176-177.
5. Bayfield, E.G. 1936. The influence of climate, soil, and fertilizer on quality of soft winter wheat. Ohio Agric. Exp. Stn. Bull. p. 563.
6. Bishnoi, V.R. 1980. Effect of seeding rates and row spacing on forage and grain production of triticale, wheat and rye. Crop Sci. 20:107-108.
7. Boquet, D.J. and C.C. Johnson. 1987. Fertilizer effects on yield, grain composition, and foliar disease of doublecrop soft red winter wheat. Agron. J. 79:135-141.
8. Blackman, A.J., J. Birham and J.L. Davidson. 1978. Response of semi-dwarf and conventional winter wheat varieties to the application of nitrogen fertilizer. J. Agric. Sci. 90:543-550.
9. Buckman, O.H. y N.C. Brady. 1977. Naturaleza y Propiedad de los Suelos. Ed. Montaner y Simon. Barcelona. pp. 450-456.

10. CAEVANEX. 1975. Guía para la asistencia técnica agrícola. Campo Experimental "Chapingo". INIA, SARH. pp. 21-23.
11. _____. 1981. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en el área de influencia de CAEVANEX. INIA, SARH. pp. 26-29.
12. _____. 1981. Guía para la asistencia técnica agrícola la área de influencia del Campo Agrícola Experimental Valle de México. INIA, SARH. pp. 24-26.
13. CAEZAC. 1986. Trigo, cebada y avena bajo riego en Zaca-tecas. INIA, SARH. Folleto 19:7.
14. CIMMYT. 1973. Informe de mejoramiento de trigo. México. pp. 50-51.
15. _____. 1978. Informe resumido, actividades en fincas. Programa de adiestramiento en trigo. México. pp. 62-64.
16. _____. 1979. Informe anual del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. México. pp. 93-97.
17. Contreras F., R. 1977. Fertilización óptima económica para trigo en la región de General Escobedo, N.L. Tesis profesional. U.A.N.L. Fac. de Agronomía.
18. Cruz M., A. 1976. Trigo. En: Granos y Forrajes. Ed. R. Robles S. LIMUSA. México. pp. 183-195.
19. Farrás, J. 1966. Manual práctico de agricultura. Ed. Sintés. Barcelona, España. pp. 47-48.
20. García A., S.H. 1980. Efectos de la densidad de siembra, variedad y fertilización sobre el rendimiento de grano y paja de trigo (*Triticum aestivum* L.) bajo las condiciones climatológicas de Apodaca, N.L. Tesis profesional. ITESM, División de Ciencias Agrop. y Marítimas.

21. García, E. 1978. Los climas del Valle de México. Cole-
gio de Postgraduados, Chapingo, México. pp. 23-24.
22. González E., D.R. 1976. Respuesta del cultivo de trigo
a la aplicación de fertilizantes químicos en el Va-
lle de Mexicali. Tesis profesional. U.A.G. México.
23. Gregory, P.J., D.V. Crawford and M. McGowan. 1979. Nu-
trient relations of winter wheat. Accumulation,
and distribution of Na, K, Ca, Mg, P, S, and N.
J. Agric. U.K. 93:485-494.
24. Guerrero G., A. 1981. Trigo en cultivos herbáceos ex-
tensivos. Ed. Mundi Prensa, España. pp. 39-46.
25. Guilard, A.A., J.A. Newman and P.B. Hoyt. 1961. The in-
fluence of seeding rate on the yield and the yield
components of wheat, oat and barley. Canadian J.
of Plant Sci. 41:751-758.
26. Hucklesby, D.P., C.M. Brown, S.E. Howell and R.H. Hage-
man. 1971. Late spring applications of nitrogen
for efficient utilization and enhanced productions
of grain and grain protein of wheat. Agron. J. 63:
274-279.
27. Hunter, A.S. and G. Stanford. 1973. Protein content of
winter wheat in relation to rate and time of nitro-
gen fertilizer application. Agron. J. 65:772-774.
28. INIFAP. 1980. Caracterización térmica de variedades de
trigo (*Triticum aestivum* L). SARH, México.
29. Johson, J.W., W.L. Hargrove, J.T. Touchton and W.T. Yama-
zaki. 1984. Influence of nitrogen fertilization
on wheat milling and baking quality. Crop Sci. 24:
904-906.
30. Knott, D.R. 1974. Effect of nitrogen fertilizer on the
yield and protein content of five spring wheats.
Canadian J. of Plant Sci. 54:1-7.

31. Kosmolack, F.G. and W.L. Crowle. 1980. Effect of N fertilization on the agronomy traits and drought wixing strength of five canadian hard red spring wheat cultivars. Canadian J. Plant. Sci. 60:1071-1076.
32. Laster, E.N., P.J. Kaltisikes and R.C. Mc. Ginnis. 1971. Effect of date and rate of seeding on the performance of triticale in comparison to wheat. Crop Sci. 2:593-594.
33. Long, O.H. and C.D. Shesbakoff. 1951. Effect of nitrogen on yield and quality of wheat. Agron. J. 43: 320-321.
34. Manjarrés S., J. y E.F. Villarreal. 1971. Determinación de la dosis óptima económica en el cultivo de trigo en la región de Delicias, Chihuahua. Informe de Investigación Agrícola. CIANE. pp. 11-19.
35. Meyer, S.B., B.D. Anderson y H.R. Böhning. 1976. Introducción a la Fisiología Vegetal. Ed. Universitaria, Buenos Aires. pp. 335-336.
36. Ministerio de Agricultura y Ganadería Hernando Bertoni. 1985. Trigo. Reunión Técnica. Paraguay. pp. 61-64.
37. Moores, C.A. 1940. Rates and dates of plating for Tennesse farn and garden crops. The University of Tennesse. Agric. Exp. Sta. Knoxville. Circular No. 11.
38. Mc. Neal, F.H., C.O. Qualset., D.E. Baldrige and V.R. Stewart. 1978. Selection for yield and yield components in wheat. Crop Sci. 18:795-799.
39. Mohamed, G.E.S. and C. Marshall. 1979. The pattern of distribution of phosphorus application. J. Agric. Res. Pakistan 17:17-22.
40. Nass, H.G., J.A. McLeod and M. Susuki. 1976. Effects of nitrogen application on yield, plant characters, and N levels in grain of six spring wheat cultivars. Crop Sci. 16:877-879.

41. NPHI. 1974. Manual de Fertilizantes. Ed. LIMUSA. México. pp. 292-295.
42. Ortiz V., B. 1978. Manual de Fertilidad de Suelos. Universidad Autónoma Chapingo. México.
43. Pelton, W.L. 1969. Influence of low seeding rates on wheat yield in south saskatchewan. Canadian J. of Plant Sci. 49:607-611.
44. Pendleton, J.W. and G.H. Dougan. 1960. The effect of seeding rate and rate of nitrogen application on winter wheat varieties with different characteristics. Agron. J. 52:310-312.
45. Power, J.F., P.I. Brown, T.J. Army and M.G. Klages. 1961. Phosphorus responses by dryland spring wheat as influenced by moisture supplies. Agron. J. 51:106-110.
46. Prech, M., S. Stankowski and S. Lebiecz. 1984. Influence of seeding rates and nitrogen fertilization level on yield and yield components in spring wheat varieties. Serie Agrotechnicza. 2(2)4:53-67.
47. Rojas M., I. 1965. Determinación de la dosis óptima económica de fertilizantes y densidad de siembra para trigo (*Triticum aestivum* L.) de temporal en la zona centro del Edo. de México. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Saltillo, Coah.
48. SPP. 1981. Nomenclator del Estado de México. Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática.
49. _____. 1981. Síntesis Geográfica del Estado de México. Coordinación general de los servicios nacionales de estadística, geografía e informática.
50. _____. 1987. Colección Enciclopédica de los Municipios del Estado de México.

51. Schelehuber, A.M. and B.B. Tucker. 1967. Culture of wheat and wheat improvement. K.S. Quisenberry y L.P. Rertz (eds.). Agronomy N. 13. American Soc. of Agron. p. 117-119.
52. Sharpley, A.N. 1986. Disposition of fertilizes phosphorus applied to winter wheat. Soil Sci. Soc. of America 50:953-958.
53. Somowanshi, R.B. and N.N. Goswanni. 1980. Yield and uptake of phosphorus by wheat as affected by soil moisture and levels and methods of phosphorus application. J. Indian Soil Soc. 28:148-155.
54. Sosa, Y.P. and J.M. Manglismot. 1985. Response of wheat to row spacing and seeding rate under constant level of fertilizes application. J. Soil Sci. Am. Soc. 77:530-535.
55. Tesman, G.I. 1979. Yields and protein content of wheat grain affected by cultivar, N, and environmental growth factors. Agron. J. 71:437-440.
56. Tisdale, S.F. y W.L. Nelson. 1966. Fertilidad de los Suelos y Fertilizantes. Ed. UTEHA. pp. 223-237.
57. The Iowa State University Press. 1969. Producción Agrícola. Ed. UTEHA. pp. 196-199.
58. Thorne, G.N. and J.C. Blacklock. 1971. Effect of plant density and nitrogen fertilizer on growth and yield of short varieties of wheat derived from Norim 10. Agron. J. 79:93-111.
59. Vik, J. and J. Habetinck. 1975. The effect of supplementary application of phosphorus fertilizers during growth on the grain protein content in winter wheat. Agronomika 1:247-259.
60. Vinay, S. and P.S. Malik. 1979. Effect of nitrogen fertilization on the chemical composition of wheat at different stages of growth. Agra. University. J. of Res. Sci. 28:121-128.

61. Waldren, R.P. and A.D. Flowersday. 1979. Growth stages and distribution of dry matter, N, P and K in winter wheat. *Agron. J.* 71:391-397.
62. Weier, E.T., R.G. Stacking y C.M. Barbour. 1980. *Botánica*. Ed. LIMUSA. pp. 209-210.
63. Woodwardt, R.W. 1956. The effect of rate and date of seeding of small grains on yield. *Agron. J.* 65: 331-333.
64. Yadau, R.I. and K.C. Sharma. 1979. Nitrogen uptake pattern of wheat varieties under different dates of sowing. *Indian J. Agron.* 24:166-172.
65. Yagodin, B.A., P. Smirnov y A. Peterburgski. 1986. *Agroquímica I*. Ed. Mir. Moscú. pp. 337-392.
66. Yufera, P.E. y C.J.M. Dorrien. 1973. *Química Agrícola*. Ed. Alhambra. Barcelona, España. pp. 171-175.