

7  
28



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES  
"CUAUTITLAN"**

**Evaluación de variedades mejoradas  
de cuatro especies de Cereales de  
Invierno, en Jilotepec, Méx.**

**T E S I S**

Que para obtener el título de:

**Ingeniero Agrícola**

p r e s e n t a:

**FERMIN BRAVO QUIRINO**

Director de la Tesis

Dr. Aquiles Carballo Carballo

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

Cuautitlán Izcalli, Méx.

1988



## **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

	Pág.
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE CUADROS DEL APENDICE.....	ix
INDICE DE FIGURAS:.....	xi
RESUMEN.....	xii
INTRODUCCION.....	1
OBJETIVO.....	4
HIPOTESIS.....	5
I. REVISION DE LITERATURA.....	6
1.1 Medio ambiente, planta y rendimiento potencial.....	6
1.2 Adaptación y Adaptabilidad.....	9
1.3 Aclimatación.....	10
1.4 Componentes del Rendimiento.....	12
1.5 Importancia de las Especies.....	17
1.5.1 Trigo.....	17
1.5.1.1 Adaptación.....	18
1.5.1.2 Clasificación y usos.....	18
1.5.2 Triticale.....	19
1.5.2.1 Adaptación.....	21
1.5.2.2 Calidad y usos del triticale.....	22
1.5.3 Cebada.....	23
1.5.3.1 Adaptación.....	23
1.5.3.2 Clasificación y usos de la cebada...	24
1.5.4 Avena.....	26

	Pág.
1.5.4.1 Adaptación.....	27
1.5.4.2 Clasificación y usos de la avena....	28
II. MATERIALES Y METODOS.....	29
2.1 Material Genético.....	29
2.2 Localidad de Evaluación.....	29
2.3 Diseño y Parcela Experimental.....	31
2.4 Establecimiento y Prácticas de Cultivo.....	31
2.5 Toma de Datos.....	32
2.6 Análisis Estadístico.....	34
2.6.1 Análisis por experimento.....	34
2.6.2 Análisis en conjunto.....	34
III. RESULTADOS.....	35
3.1 Análisis Conjunto (especies).....	35
3.2 Experimento de Trigo.....	37
3.2.1 Rendimiento de grano.....	37
3.2.2 Rendimiento de paja.....	37
3.2.3 Componentes de rendimiento y factores agronómicos.....	37
3.3 Experimento de Cebada.....	38
3.3.1 Rendimiento de grano.....	38
3.3.2 Rendimiento de paja.....	40
3.3.3 Componentes de rendimiento y factores agronómicos.....	40
3.4 Experimento de Avena.....	42
3.4.1 Rendimiento de grano.....	42
3.4.2 Rendimiento de paja.....	42

	Pág.
3.4.3 Componentes de rendimiento y factores agronómicos.....	43
3.5 Experimento de Triticale.....	43
3.5.1 Rendimiento de grano.....	43
3.5.2 Rendimiento de paja.....	44
3.5.3 Componentes de rendimiento y factores agronómicos.....	44
IV. DISCUSION.....	48
4.1 Rendimiento de Grano.....	48
4.2 Rendimiento de Paja.....	58
4.3 Componentes de Rendimiento y Factores Agronómicos...	59
V. CONCLUSIONES.....	65
VI. BIBLIOGRAFIA.....	67
VII. APENDICE.....	70

## INDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1.	Número de tratamientos en las variedades de cereales de invierno estudiadas en Jilotepec, Méx.; ciclo otoño-invierno 1983/84.....	30
Cuadro 2.	Resumen de la significancia en la prueba de F y coeficiente de variación de las variables estudiadas, en el análisis conjunto (especies).....	36
Cuadro 3.	Significancia de la prueba de F y coeficiente de variación para las variables estudiadas en el experimento de trigo.....	39
Cuadro 4.	Significancias en la prueba de F y coeficiente de variación en el análisis de varianza de las variables estudiadas en el experimento de cebada.....	41
Cuadro 5.	Significancia de la prueba de F y coeficiente de variación en el análisis de varianza de las variables estudiadas en el experimento de avena.....	45
Cuadro 6.	Significancia de la prueba de F y coeficiente de variación en el análisis de varianza de las variables estudiadas en el experimento de triticale...	46

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

	Pag.
Cuadro 1A. Resultados de los análisis de varianza realizados en las variables estudiadas bajo el análisis conjunto..	71
Cuadro 2A. Resultados de los análisis de varianza realizados para las variables estudiadas en trigo.....	72
Cuadro 3A. Resultados del análisis de varianza realizados para las variables estudiadas en avena.....	73
Cuadro 4A. Resultados de los análisis de varianza realizados para las variables estudiadas en cebada.....	74
Cuadro 5A. Resultados de los análisis de varianza realizados para las variables estudiadas en triticale.....	75
Cuadro 6A. Comparación de medias para las variables estudiadas en 4 especies de cereales de invierno (Análisis conjunto). Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.....	76
Cuadro 7A. Prueba comparativa de medias de rendimiento de grano en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.....	77
Cuadro 8A. Pruebas comparativas de medias de rendimiento de paja, en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84...	78
Cuadro 9A. Prueba comparativa de medias del número de espigas por metro cuadrado en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983-84.....	79
Cuadro 10A. Prueba comparativa de medias del número de espiguillas por espiga en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.....	80
Cuadro 11A. Prueba comparativa de medias de longitud de espiga en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx., Otoño-Invierno 1983/84.....	81
Cuadro 12A. Prueba comparativa de medias de número de granos por espiga en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.	82

	Pag.
Cuadro 13A. Prueba comparativa de medias de peso de 1000 gramos en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx., Otoño-Invierno 1983/84.....	83
Cuadro 14A. Prueba comparativa de medias para altura de planta en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx., Otoño-Invierno 1983/84.....	84
Cuadro 15A. Días a floración y madurez fisiológicas en variedades de cuatro especies de cereales de invierno, sembradas en el municipio de Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.....	85
Figura 1A. Croquis de distribución de tratamientos, y diseño experimental usado en el experimento de cereales, en Jilotepec, Méx.; Ciclo Otoño-Invierno 1983/84.....	86

## INDICE DE FIGURAS

Figura		Pág.
1	Rendimiento de grano, en relación al rendimiento de paja y el número de espigas/m <sup>2</sup> del experimento en conjunto (especies).....	49
2	Rendimiento de grano en las especies, en relación con el número de granos por espiga, espiguillas por espiga, peso de 1000 granos y longitud de espiga.....	50
3	Rendimiento de grano, en relación con el rendimiento de paja y No. de espigas/m <sup>2</sup> en el experimento de trigo	52
4	Rendimiento de grano del experimento de trigo en relación con el número de granos por espiga, espiguillas por espiga, peso de 1000 granos y longitud de espiga..	53
5	Rendimiento de grano, en relación al rendimiento de paja y el número de espigas/m <sup>2</sup> del experimento de avena.....	54
6	Rendimiento de grano del experimento de avena en relación con el número de granos por espiga, espiguillas por espiga, peso de 1000 granos y longitud de espiga..	56
7	Rendimiento de grano en relación con el rendimiento de paja y el número de espigas/m <sup>2</sup> del experimento de cebada.....	57
8	Rendimiento de grano del experimento de cebada en relación con el número de granos por espiga, espiguillas por espiga, peso de 1000 granos y longitud de espiga...	60
9	Rendimiento de grano y de paja, del experimento de triticale en relación con el número de espigas/m <sup>2</sup> .....	62
10	Rendimiento de grano del experimento de triticale en relación con el número de granos por espiga, espiguillas por espiga, peso de 1000 granos y longitud de espiga.....	63

## RESUMEN

Durante el ciclo agrícola otoño-invierno 1983/84, en el Municipio de Jilotepec, Méx., se condujo el presente trabajo, teniendo como objetivo identificar las especies y variedades de cereales que produzcan un mayor rendimiento de grano y se adapten mejor a las características agroclimáticas predominantes de la región.

Para cumplir con el objetivo señalado se plantearon las siguientes hipótesis: a) Las especies y variedades en estudio se ven afectadas en forma diferencial por factores del medio ambiente que influyen en el rendimiento de grano; b) Las variedades mejoradas experimentales dentro de cada especie responden mejor al rendimiento de grano, bajo las condiciones de la región, que las variedades comerciales en uso actualmente.

El experimento se estableció bajo el diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones; cada especie (trigo, cebada, avena y triticale), se tomó como un experimento. La parcela experimental fue de 3 x 3 m (9 m<sup>2</sup>), teniendo como parcela útil 2 x 2 m (4 m<sup>2</sup>), después de eliminar .50 m de cada extremo de la unidad experimental.

La siembra fue efectuada el 21 de diciembre de 1983, al voleo a una densidad de 120 kg/ha, para cada una de las especies; ésta se realizó en seco, después de haber sido barbechado y rastreado el terreno, el cual se fertilizó con la fórmula 120-40-00 al momento de la siembra utilizando como fuente Urea y Superfosfato de Calcio Triple. Se dieron

cinco riegos, cuando el cultivo lo requería. Los datos que se tomaron fueron los siguientes: floración, madurez fisiológica, altura final de planta, rendimiento de grano, rendimiento de paja; así como los componentes de rendimiento: longitud de espiga, número de espigas por metro cuadrado, número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga y peso de 1000 granos. Después de analizada la información se llegó a las siguientes conclusiones.

- Dentro de las especies evaluadas en Jilotepec, Méx., durante el ciclo otoño-invierno; el trigo obtuvo un mayor rendimiento de grano con 3.264 ton/ha promedio.
- En general las variedades y especies evaluadas, tuvieron buena adaptación a excepción de las variedades Tulancingo, de avena; la variedad Apizaco y la línea M-9636A, de cebada; que presentaron daños por helada y su rendimiento fue bajo.
- Considerando variedades dentro de especies, el mayor rendimiento de grano en toneladas por hectárea; para el caso del trigo lo obtuvo la variedad Zacatecas VT-74, con 3.613; para avena la variedad Cuauhtémoc fue la sobresaliente con 3.248; en cebada, la línea M-9702 obtuvo el mayor rendimiento con 3.919, y en triticale la variedad Roquillo fue la mejor con 2.650.
- Las variedades y especies que presentaron un mayor rendimiento de grano produjeron bajo rendimiento de paja, a excepción de la línea M-9702 de cebada que obtuvo mayor rendimiento de grano y también alto rendimiento de paja.

- Los componentes de rendimiento que tuvieron una relación más directa con el rendimiento de grano fueron: espiguillas por espiga, número de granos por espiga y peso de 1000 granos; aunque para cada especie y variedad hay una respuesta diferente.
  
- Las variedades experimentales superaron en rendimiento de grano a las variedades comerciales, a excepción de la variedad Cuahtémoc, que es comercial y que presentó una mayor eficiencia que las mejoradas aún sin liberar.

## INTRODUCCION

Uno de los principales problemas, tanto en el campo como en la ciudad, es la mala nutrición; la comida del mexicano es escasa y poco variada, ya que en el campo se consume maíz, frijol y chile, y se considera que estos alimentos no son completos en principios nutritivos, y deben complementarse con otros mejores, como son los cereales de grano pequeño, entre los que se encuentran el trigo, triticale, avena, cebada y otras especies (Jiménez, 1978).

En países como el nuestro, el consumo de éstos cereales es muy bajo, puesto que la mayoría de la población consume maíz como dieta principal debido a un arraigo tradicional y al desconocimiento de otras especies que pueden aportar buena calidad nutricional.

En la región de los valles altos del Estado de México, se encuentra el Distrito Agropecuario No. VIII de Jilotepec, Méx., lugar de establecimiento de este trabajo; donde existen zonas de riego que en la época invernal es considerada de baja actividad agrícola, reconociéndose que es debido a falta de tecnología generada para las condiciones agroclimáticas de las mismas. Sabiendo que los cereales de grano pequeño tienen características que los hace especialmente útiles para la producción de grano de invierno, porque presentan tolerancia a las bajas temperaturas y a enfermedades, y que además son de ciclo corto y tienen buena calidad nutritiva, es importante hacer estudios sobre los factores que ayuden a incrementar el rendimiento de dichos cultivos

mediante la generación de tecnología apropiada.

En algunos casos el agricultor del área del Distrito de Jilotepec, Méx., siembra los cereales antes mencionados, a excepción del triticale, como cultivos de alternativa cuando existe un retraso en el establecimiento del temporal, como ocurrió en el ciclo agrícola primavera-verano 1983/83, cuando por atraso de las lluvias se sembraron 2,776 hectáreas de trigo, 5,259 de avena y 4,235 hectáreas de cebada, con un rendimiento promedio de 1.5, 1.8 y 1.5 ton/ha, respectivamente. SARH (1984).

En esta época, dichos cultivos se ven limitados en su producción, por la escasez o abundancia de lluvias durante el ciclo vegetativo, o bien por la proliferación de enfermedades, acame y plagas que abaten considerablemente los rendimientos. En el caso de los factores climáticos de la producción, una alternativa es buscar la diversificación de los cultivos, introduciendo aquellos que resistan o escapen a sus efectos, de tal forma que los productores tengan una mayor probabilidad de ver compensado su esfuerzo en la obtención de una buena cosecha.

Aunque la producción de los cultivos antes mencionados no son consumidos en forma directa por el agricultor, ésta puede ser vendida generando ciertos ingresos que pudiera satisfacer sus necesidades económicas en un momento dado.

Por otro lado, dentro de la región no existen antecedentes sobre que especies pudieran presentar alguna alternativa a la problemática existente, la que puede sintetizarse como sigue:

- a) Patrón de cultivo tradicional (se siembra una sola cosecha al año).
- b) Arraigo tradicional del maíz.

- c) Desconocimiento de opciones en cultivos que puedan sembrarse en el ciclo otoño-invierno.
- d) El agricultor considera que la cosecha obtenida del cultivo en el ciclo primavera-verano es suficiente y no siembra en otoño-invierno.
- e) Deficiente aprovechamiento de los recursos suelo y agua disponibles.
- f) Bajo rendimiento de maíz.

Ante esta situación, algunas instituciones como el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP) están generando tecnologías acordes a los problemas prioritarios de los agricultores, que de una u otra manera pretenden resolver la problemática existente. Cabe mencionar que ese tipo de trabajos se llevan a cabo en los predios de los agricultores, de tal manera que la nueva tecnología se desarrolla bajo condiciones similares a aquellas en que los agricultores la van a utilizar.

La investigación que se lleva a cabo en los terrenos de los agricultores y con la participación de los mismos, facilita la comunicación entre ellos y los investigadores, asegurando una mejor percepción de los problemas y limitaciones a los que se enfrentan en la región para producir. Además, por medio de este tipo de investigación las tecnologías están creadas bajo las condiciones en que trabajan, con lo que se evitan las dificultades que comunmente se presentan cuando se usan los resultados de las estaciones experimentales, por la falta de representatividad de las áreas en que están situadas dichas estaciones, y por las prácticas de manejo intensivo que se lleva a cabo dentro de ellas.

Al introducir un cultivo a una región, puede suceder que algún (os) genotipo (s) presenten adaptación, de tal forma que su recomendación para siembra sea inmediata, e incluso algunos cultivos hayan sido introducidos, adoptados y dispersados por los agricultores y/o fitomejoradores.

Para todos los cultivos en general el ambiente es un factor decisivo en el rendimiento de éstos; la relación entre el medio ambiente y planta radica en que la acepción más simple, la planta es la resultante de la interacción dinámica y continua entre su constitución genética y el ambiente, por lo tanto es de suma importancia seleccionar para cada zona ecológica la especie o especies que se encuentran en su ámbito ecológico (Hayes *et al.*, 1955). Asimismo, el rendimiento de los cultivos está determinado por un conjunto de caracteres llamados componentes de rendimiento, los cuales son en general de naturaleza cuantitativa y qualitativa, y están ligados unos a otros en la producción; entre estos factores, en el caso de los cereales menores, tenemos el amacollamiento, el número de granos por espiga, peso de grano, longitud de espiga y número de espiguillas por espiga; los cuales, por su mismo control genético son altamente influenciados por el medio ambiente (Evans y Wardlaw, 1976). De aquí entonces la importancia de evaluar variedades dentro de especies, para seleccionar aquellas que respondan mejor a las condiciones agroclimáticas de la región de interés.

#### Objetivo

En el presente trabajo se planteó el siguiente objetivo.

Identificar las especies y variedades de cereales que produzcan

un mayor rendimiento de grano y se adapten mejor a las condiciones pre dominantes durante el ciclo, otoño-invierno, en el Distrito Agropecuario No. VIII de Jilotepec, Estado de México.

#### Hipótesis

Para cumplir con el objetivo arriba señalado se plantearon las siguientes hipótesis:

- Las especies y variedades en estudio se ven afectadas en forma diferencial por factores del ambiente que influyen en su rendimiento de grano.
- Las variedades en estudio, responden mejor al rendimiento de grano bajo las condiciones de la región, que las variedades comerciales en uso actualmente.

## I. REVISION DE LITERATURA

### 1.1 Medio ambiente, planta y rendimiento potencial

Brauer (1969) indica que el mayor rendimiento de las plantas depende en gran parte de su capacidad para aprovechar mejor el agua, la energía lumínica, las sustancias nutritivas y en general las condiciones del ambiente; esto es lo que con menos palabras podría denominarse adaptación al medio. Las plantas pueden reaccionar a las variables del ambiente de manera muy diferente; las hay con una gama amplia de adaptación a las condiciones ecológicas, de modo que puedan cultivarse en áreas muy extensas, pues generalmente reaccionan poco a las variaciones estacionales del clima. Menciona también que la mayoría de los factores del clima son muy difíciles de gobernar por el hombre, de tal forma que este tipo de plantas de adaptación amplia es uno de los preferidos; sin embargo, dentro de esta capacidad de adaptación se cuenta también la reacción de las plantas a diferentes concentraciones de nutrientes y contenidos de agua que hay en el suelo, aunque estos caracteres pueden ser gobernados parcialmente, y la tendencia es un tanto contraria a la mencionada anteriormente para variedades cuya producción es buena bajo condiciones de clima muy variable.

Para comprender lo que es el medio ambiente, se mencionan algunas definiciones de diferentes autores. Darwin (citado por Betanzos, 1975) señala que el clima desempeña una función importante para determinar el número medio de individuos de una especie ya sea favoreciendo o no su

desarrollo. El medio ecológico está determinado por una serie de condiciones considerablemente variables para diferentes años en un mismo lugar y distintos lugares en un mismo año; y una planta o comunidad vegetal responderá a la acción del medio ambiente, según la importancia del factor o factores que operan sobre ella.

Billings (1952) define el ambiente como la suma de todas las sugtancias y fuerzas externas que tienen algún efecto sobre la estructura, el crecimiento y la reproducción de las plantas. Por su parte de Vries (citado por Betanzos, 1985) considera que el medio ambiente en su acepción más amplia se define como todo complejo de factores físicos, químicos y biológicos, que encuentra una planta o una comunidad viva.

Allard y Hanshu (1964) dividen a las variaciones ambientales en dos grupos: variaciones predecibles y variaciones impredecibles; dentro del primer grupo se encuentran todas aquellas características permanentes del medio, tales como caracteres generales del clima, tipo de suelo, etc., en tanto que los impredecibles son todas aquellas fluctuaciones en función del tiempo, tales como la cantidad de lluvia y temperaturas.

La relación entre medio ambiente y planta radica en que la planta es la resultante de la interacción dinámica y continua entre su constitución genética y el medio ambiente; de tal manera que cualquier cambio en uno de los factores implican una modificación en la respuesta de la planta, ya que lo que la planta hereda, no es un carácter determinado, sino la forma de reaccionar del carácter en un ambiente dado.

Briggs y Knowles (1979) mencionan que entre los individuos que forman toda población segregante habrá diferencias debidas tanto al

genotipo como al medio ambiente, pero en líneas puras o en híbridos  $F_1$  que se consideran genéticamente uniformes la variación interna de la población será sólo ambiental y no heredable.

Según Aguilar y Fisher (1975), la diferencia fenotípica que se observa en poblaciones diferentes de una misma variedad, se debe a las variaciones genotípicas en relación con el medio ambiente, y se hace necesario entonces cuantificar el efecto del medio ambiente en la variación de una característica manifestada por el fenotipo, para poder conocer el resto de la variación que será debida a variabilidad genética; afirman que estas condiciones son de fundamental importancia para comprender el comportamiento de las diferentes variedades bajo diversas condiciones de localidad o época. Los mismos autores aclaran que la importancia del medio ambiente radica en que los organismos puedan adaptarse a determinado clima, ya sea evolucionando a un sistema genético que produzca un fenotipo estable, independientemente del ambiente, hablando de individuos de poblaciones autógamias; o el ensamblaje de un juego de genes que desarrolla fenotipos ajustados al medio ambiente encontrado, hablando de poblaciones autógamas.

Sánchez (1966) señala que una variedad superior se visualizará como un conjunto de genes que interactúan con el medio ambiente, para producir los mejores resultados como consecuencia de la adaptación del genotipo a las fluctuaciones ambientales de tiempo y espacio, anota también que esta adaptación puede ser más específica o más general según el área geográfica, y que depende de las características homeostáticas de los individuos para adaptarse durante el desarrollo.

Lara (1979) menciona que el comportamiento varietal cambia de

localidad a localidad y de año con año, hasta cierto límite, y que la evaluación y entendimiento de las variedades fisiológicas, morfológicas y fenológicas que influyen en el rendimiento potencial impuesto por el clima a cada genotipo, ayudan a predecir los cambios necesarios para aumentar el rendimiento potencial de nuevos genotipos.

Klages (1942) señala que el área de producción de los cultivos también está determinada por factores económicos y sociales, y desarrollan el concepto de ambiente social de las plantas cultivadas, el cual comprende las fuerzas económicas, políticas, históricas, técnicas y sociales. Unas consecuencias de la influencia de los factores del ambiente social, pueden ser situaciones en las cuales los cultivos no siempre se desarrollan donde ellos estén mejor adaptados o donde pueden ser producidos más económicamente.

## 1.2 Adaptación y Adaptabilidad

Brewbaker (1967) considera la adaptación como sinónimo de potencial de reproducción.

Según Wilsie (1962), una adaptación puede definirse como una característica de un organismo, la cual tiene valor de sobrevivencia bajo las condiciones existentes en el habitat en que se desarrolla, y cita a Daubemire, quien señaló que tal característica o características pueden permitir a la planta hacer un uso mayor de los nutrientes, agua, temperatura, luz disponible, o bien puede dar protección contra factores adversos como temperaturas extremas, insectos y enfermedades.

Allard (1976) definió adaptabilidad como el proceso por el cual individuos o parte de ellos, poblaciones o especies, cambian de forma o

función al cambiar de ambiente, de tal forma que sobreviven mejor bajo determinadas condiciones ambientales. Sin embargo, Matsuo (1975) menciona que la adaptabilidad es la capacidad de un organismo para sobrevivir y reproducirse en ambientes fluctuantes, subrayando que es una habilidad genética de los organismos que determina estabilización de las interacciones genético-ambientales por medio de reacciones genéticas y fisiológicas de los organismos; indica también que dicho carácter ha sido adquirido a través del proceso evolutivo.

Sánchez (1966) indica que hasta la fecha poco o nada se ha logrado en la modificación de los fenómenos atmosféricos y que entonces, es especialmente importante determinar cual o cuales variedades son las que mejor se adaptan y rinden más bajo condiciones ecológicas de una región.

Wilsie (1962), en este aspecto señala que la temperatura es uno de los factores limitantes más comunes en la distribución de las plantas y que es posible que estas hayan ganado o perdido ciertas características en su evolución como resultado aleatorio, y que si las variedades resultantes de las mutaciones son de valor de sobrevivencia natural pueden conservarse solamente por el azar; sin embargo, si algunos caracteres o atributos *per se* de valor de sobrevivencia natural, están asociados con una característica que es esencial para sobrevivir (ligados genéticamente o no), el carácter natural puede ser arrastrado por generaciones; de esta forma se explica que en la vegetación de clima cálido, algunas especies, sub-especies o razas puedan poseer tolerancia al frío.

### 1.3 Aclimatación

La domesticación de las plantas ha traído consigo una gran

ampliación en el área de su distribución; un ejemplo ilustrativo lo son los cereales que fueron domesticados en latitudes tropicales pero cuyo desarrollo agronómico más sobresaliente ha sido en latitudes mayores, bajo días más largos y temperaturas más frías que las de su centro de origen. (Evans y Wardlaw, 1976).

Pohelman (1965) menciona que cuando un cultivo se introduce a una nueva área de producción, puede estar menos adaptado que en la zona climática donde usualmente se produce; en algunos casos las especies introducidas por primera vez no parecen tener buena adaptación, pero después de que se cultivan varias veces presentan mejor adaptación y mejor productividad; esta capacidad de una variedad para adaptarse a un nuevo clima se denomina aclimatación. Una especie o una variedad de una especie, adquiere aclimatación solamente por un incremento de los genotipos de la población que se adapten mejor a un nuevo ambiente que el promedio de los genotipos presentes originalmente. La aclimatación es la selección natural que tiene lugar en una población heterogénea de plantas y se efectúa más rápidamente en una especie de polinización cruzada que en una de autofecundación, ya que al ocurrir con mayor frecuencia algunas de ellas pueden adaptarse más favorablemente al medio ambiente.

Robles (1984) define aclimatación como la capacidad de adaptación de un individuo o de una población a un medio ecológico, según su constitución genética, principalmente después de varias generaciones, como resultado de los procesos de selección durante la segregación y la recombinación formando así una nueva población con genotipos adaptables.

#### 1.4 Componentes del Rendimiento

Evans y Wardlaw (1976) mencionan que el rendimiento económico de una planta o un conjunto de ellas, es en última instancia el producto tanto de factores ambientales como de una serie de atributos de las propias plantas y de la interacción de ambos. Generalmente se tiene la idea del rendimiento de un cultivo y se concibe como un producto final; sin embargo, se desconoce que el rendimiento es producto de una serie de estructuras morfológicas y de procesos fisiológicos, ya que ambos están determinados por características genéticas de la planta, condiciones ambientales y por la interacción genotipo-ambiente. Mencionan además que una de las razones del éxito de los cereales es su capacidad para la compensación de los componentes de rendimiento; en efecto, los componentes de rendimiento de grano tardíos pueden compensar restricciones iniciales de desarrollo o permiten tomar ventaja de condiciones ambientales favorables en el ciclo de vida del cultivo, obviamente los cereales mayores difieren en la amplitud con la cual dicha compensación de componentes de rendimiento puede ocurrir en los estados tardíos de su ciclo de vida.

Según Bingham (1969) el rendimiento de grano en cereales es un carácter complejo que resulta de la interacción de muchos caracteres primarios de la planta entre sí, y de estos caracteres con el medio ambiente, dichos caracteres son en general de naturaleza cuantitativa y están ligados unos a otros en la producción.

Sánchez (1966) enuncia que la productividad de las variedades de depende de las características morfológicas de la planta, como son el

número de macollos, espigas o granos, y aclara que la productividad real depende de su adaptación a las condiciones adversas del medio ambiente, como son el frío, la sequía y las enfermedades.

Beratto (1974) concluyó que la etapa de preantesis influye en la capacidad potencial de rendimiento, afectando sobre todo en los siguientes factores morfofisiológicos: número de macollos, porcentaje de tallos espigados, número de espiguillas por espiga y número de granos por espiga; específica que el número de macollos tiene gran influencia en la distribución eficiente de nutrientes hasta el momento de la formación del ápice floral, y añade que se prefieren variedades con pocos macollos pero con espigas pesadas. Menciona también que el amacollamiento varía fácilmente a medida que se cambia la densidad de siembra; sin embargo tiene sus limitaciones, ya que la producción total de tallos por planta bajo condiciones de crecimiento tienen un límite; por otra parte, se observa que el rendimiento de los tallos en el interior de las plantas, no es el mismo, ya que va decreciendo a medida que estos van emergiendo. (Bonet y Woodworth, 1931; Labanauskas y Dungan, 1956; Donald, 1968; Acosta y Trujillo, 1972; (citados por Tola, 1973)).

Fisher (1972) expresa que el número máximo de macollos en un cultivo no parece estar positivamente relacionado al rendimiento, considerando que invariablemente debido a competencia un gran porcentaje de estos macollos mueren y el número de espigas no tiene una buena relación con el número máximo de tallos.

Evans y Wardlaw (1976) expresan que el número de granos por unidad de superficie, que es el mayor determinante del rendimiento, puede

ser influenciado por número de inflorescencias, número de espiguillas por inflorescencias, número de florecillas por espiguillas y la proporción de florecillas que llegan a formar grano. Las limitaciones impuestas por ambientes adversos sobre las componentes de rendimiento tempranas, pueden ser compensadas por otras en condiciones posteriores. Siembras en condiciones pobres o variables, o una baja densidad de siembra puede compensarse en muchos cereales por abundantes macollos y producción de más espigas por planta. Los cereales templados producen macollos en una amplitud que es determinada por la radiación incidente posterior a la iniciación de la inflorescencia; arriba de dos tercios de estos hijos pueden ser superfluos, pero este derroche asegura su alcance considerable de compensación temprana en el ciclo de vida.

Los incrementos en el número de granos y en el peso de grano pueden ayudar también a compensar las bajas densidades de siembra, el rendimiento de grano es relativamente insensible al efecto de la densidad de siembra y muestra una amplia variedad de correlaciones negativas entre los componentes de rendimiento; por la misma razón hay una variación considerable de lugar a lugar, de cultivar a cultivar, y de año a año en los componentes más estrechamente relacionados con el rendimiento de grano (Leng; citado por Evans y Wardlaw, 1976).

Bingham (1969) menciona que las variedades de alto rendimiento pueden diferir considerablemente en el número de espiguillas por espiga y en el de granos por espiguilla; agrega que el aumento en la distribución de fotosintatos hacia la espiga en desarrollo, es compatible con cada uno de estos componentes del número final de granos, pero que probablemente ninguno de estos componentes tienen ventaja especial,

excepto que el aumento en el número de granos por espiguilla es el más eficiente en el uso de fotosintatos.

Por su parte Aguilar y Fisher (1975) aclaran que el rendimiento está en relación directa con el aumento del peso de la planta en post-antesis; no precisamente en la duración de este período, sino con la fotosíntesis realizada durante tal período; afirman que la cantidad de luz afecta el área foliar, esto es la materia seca y la materia seca de post-antesis al rendimiento.

Por lo que respecta a los componentes morfológicos del rendimiento, Alessi, Power y Sibbit (1979) mencionan que el número de espiguillas por espiga está en relación con la duración del período de formación de la espiga o sea del macollo o a la floración, asimismo indica que el número de granos por espiguilla representa la eficiencia en el uso de los fotosintatos y que el tamaño de los granos está en relación inversa con el número de granos.

Holmes (citado por Beratto, 1974) al explicar los altos rendimientos en grano de las variedades semi-enanas, asocia estos altos rendimientos en un elevado número de granos por espiga debido no solamente a más espiguillas por espiga, sino también a mayor número de granos por espiguilla.

En cuanto a la influencia del tamaño potencial del grano o la capacidad de almacenamiento de carbohidratos, Bingham (1969) afirma que el peso del grano maduro parece depender principalmente del tamaño del grano inmediatamente después de la fertilización, porque la tasa relativa del crecimiento de los granos individuales es similar en variedades que

difieren en el peso final del grano. Consecuentemente la asociación en tre número de granos y tamaño puede depender de la distribución de fotosintatos o de otros factores limitantes en los estados tempranos del desarrollo del grano.

Dada la magnitud de las variaciones en el tiempo de año a año, una especificación demasiado precisa de componentes de rendimiento pudiera ser nociva, y la selección para rendimiento dando énfasis particular a los componentes no es siempre efectiva (Rasmussen y Canell, ci tados por Evans y Wardlaw, 1976) quizá el carácter más importante a con siderar sea alguna capacidad para "sobre producir" las componentes de rendimiento determinadas en las diferentes etapas del ciclo de la vida, aún dentro del estado de llenado de grano. Asimismo mencionan que la sobreproducción potencial en cada cereal y en cada estado de ciclo de vida es importante para conferir adaptabilidad ante las fluctuaciones estacionales, y tienden a resultar en correlaciones negativas entre al gunos de los componentes del rendimiento; correlaciones que pueden ser interpretadas como implicaciones respecto al suministro de asimilados, que limite el rendimiento de grano, y esto a menudo sucede así. Paradõ jicamente, la evidencia puede ser argumentada con base en que la esca sa capacidad asimilatoria y reservas inmovilizadas pueden estar presen tes cuando se detectan las correlaciones negativas entre los componen tes de rendimiento.

Slavko y Tomislov (1978) aclaran que las diferencias en importan cia que muestran los componentes de rendimiento en diversos ambientes se debe a diferencias genéticas entre las variedades que se expresan solo en ambientes no limitantes; de modo que los caracteres que

determinan el rendimiento no son los mismos en diversos ambientes y se concluye de acuerdo con ellos que la relación que guarde entre los componentes de rendimiento varían dependiendo de la época, localidad, especie y/o variedad.

## 1.5 Importancia de las Especies

### 1.5.1 Trigo

Maya (1980) menciona que uno de los factores más importantes que constituyeron a la transición de un hombre cazador y recolector a la etapa de productor de alimentos, fue la domesticación del trigo en su centro de origen en el cercano oriente; posterior a su domesticación, como muchas otras plantas cultivadas, el trigo fue desplazado a grandes distancias. En México se ha convertido en un alimento básico para los mexicanos, a tal grado que su consumo actual es una tercera parte con respecto a maíz.

En el estado de México en los últimos años se ha venido incrementando la superficie sembrada con este cereal, debido a las bondades que ofrece. Mientras que en 1980 se sembraron 6,572 ha, para el año de 1984 la superficie se incremento a 16,695 ha. En el distrito de Jilotepec, donde fue realizado este trabajo, se sembraron 661 ha de temporal y sólo se registraron 12 ha de riego (SARH, 1984).

Kern (1980) menciona que los trigos de invierno y los de primavera pertenecen a la misma especie (*Triticum aestivum*), aunque presentan grandes diferencias desde los puntos de vista fisiológico y de hábito de crecimiento. El nombre de trigo de primavera se aplica a aquellos trigos que se siembran al principio de ciclo de crecimiento ya sea en

primavera o en otoño, dependiendo del clima. El trigo de invierno, al contrario de los anteriores, tiene que sufrir una interrupción de su desarrollo, causada por períodos continuos con bajas temperaturas. Señala adicionalmente que los trigos de invierno, como complejo genético, presentan por lo general resistencia superior a las enfermedades causadas por distintas especies de *Septoria*, así como el mildiu polvoriento, a la roya lineal y a la roya de la hoja; mayor tolerancia a las bajas temperaturas y posiblemente a la sequía. Generalmente se considera que los trigos de primavera tienen genes que les confieren resistencia a la roya del tallo y a la roya de la hoja, así como mejores características de panificación.

1.5.1.1 Adaptación. Según Robles (1976) el trigo se produce en regiones templadas y frías, lo cual no quiere decir que no se pueda cultivar en otras regiones, que todo depende de la variedad escogida; consigna que crece de 15° a 60° de Latitud Norte y de 27° a 40° de Latitud Sur, desarrollándose en el Ecuador sólo a grandes altitudes (2,500 y 3,000 m), y que en México se produce desde los 0 hasta los 3,000 m, siendo entre 10 y 25°C las mejores temperaturas para una buena producción.

1.5.1.2 Clasificación y usos. Breth (1975) menciona que la característica genética que unifica a todos los miembros del género *Triticum* es que tiene 14 cromosomas, o un múltiplo de 7 cromosomas; por ejemplo *T. monococcum* tiene 14 cromosomas y se le conoce como diploide, el trigo duro tiene 28 cromosomas, y por tanto es tetraploide; mientras que el trigo harinero con 42 cromosomas, es hexaploide.

Los trigos se clasifican también por su calidad industrial; Pohlman (1965) menciona que las distintas clases y tipos de trigo se utilizan para diferentes propósitos; las variedades de trigo para pan tienen un gluten fuerte que cuando se transforma en masa absorbe grandes cantidades de agua y produce pan de gran volumen y buena consistencia; sin embargo, la harina de trigo es granular y tienen un gluten cuyas características no se adaptan a su utilización para productos de pastelería; por otra parte los trigos blandos Durum o cristalinos son inapropiados para cualquiera de los usos anteriores, pero son superiores a cualquier otro tipo, para la fabricación de pastas como los macarrones y los espaguetis.

Hehn y Barmore (1965), en lo que se refiere a la calidad del trigo, encuentran que hay gran influencia ambiental en la calidad, pero que el contenido de proteína es especialmente sensitivo al medio ambiente, tanto en localidades como en épocas diferentes. Más específicamente Terman (1979) concluye que si bien la concentración de proteínas es inversamente proporcional al rendimiento, la disponibilidad de nitrógeno, humedad, luz, temperatura y otros factores del crecimiento, afectan grandemente la relación rendimiento porcentaje de proteína entre diversos cultivares, y las mayores diferencias se obtienen bajo condiciones de cultivo.

### 1.5.2 Triticale

Wolff (1976) menciona que el triticale es un cultivo nuevo y relativamente desconocido, producto de la cruce entre los géneros *Triticum* (al cual pertenece el trigo) y *Secale* (que corresponde al centeno), que lleva la distinción de ser el primer cereal creado por el hombre.

Moreno (1983) indica que el trigo y el centeno son dos especies diferentes, separadas por una fuerte barrera de incompatibilidad apoyada en la constitución genética y en el hábito reproductivo; el trigo es una planta autógena y no admite cruza entre la misma especie, y menos con extraños como lo es el caso del centeno, que es una especie alógama. La obtención de semillas híbridas se realiza con mucha dificultad cuando se usa el trigo como progenitor femenino, y raramente se logra cuando el producto se emplea en la misma forma.

Wolff (1976) menciona que los cruzamientos entre trigo y centeno que dieron origen al triticale se realizaron hace más de un siglo; las primeras investigaciones intensivas sobre el triticale se llevaron a cabo en Rusia en 1918, pero el primer avance decisivo ocurrió en 1937, cuando se descubrió en Francia que la colchicina, un alcaloide cristalino, podría inducir la duplicación del número de cromosomas en las plantas. El mismo autor menciona que en México la investigación se inició con la fundación del Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT) en 1966, quien conjuntamente con el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) ampliaron e impulsaron los avances del desarrollo del triticale; y desde entonces han trabajado en la introducción de líneas y selección de las mismas. A la fecha se han superado muchos de los problemas que presentaba este cultivo hace algunos años, tales como infertilidad de la espiga, baja densidad de siembra y reducida base germoplásmica.

Moreno (1983) menciona que los triticales disponibles son en general altos y tardíos, por lo cual en cultivos de riego su ciclo vegetativo es semejante al de los trigos tardíos e intermedios, y en el caso

de las avenas temporeras no siempre se pueden utilizar, por que los alcanzan las primeras heladas, de ahí que se pueden sembrar cuando las lluvias se retrasan. Asimismo menciona que en el INIA se ha iniciado un programa de triticales primarios, en donde se utilizan trigos rendidores y precoces, centenos de ciclo corto con paja de altura media y aceptable tipo de grano, que se adaptan bien a las condiciones de clima de la región; los materiales así desarrollados son de gran utilidad en la obtención de los futuros triticales hexaploides. Entre los avances de mayor importancia se dispone de buen tipo agronómico en las nuevas líneas y calidad industrial aceptable, lo cual facilitará su aprovechamiento en la industria.

1.5.2.1 Adaptación. Wolff (1976) menciona que el gran incremento en la gama de ambientes en los cuales se prueban los triticales, combinados con la gran expansión diversificada del complejo génico, han dado como resultado una notable mejora de la adaptación, habiéndose demostrado que se adapta a suelos ácidos, de pH bajo, en varias regiones del mundo.

Por su parte Moreno (1983) indica que el triticales puede sembrarse en todas las regiones cerealeras donde se cultiva trigo, cebada o avena, ya sean estos cultivos de riego o temporal. Menciona que el triticales tiene una mayor tolerancia a la sequía, y por esto se considera una buena alternativa para reforzar la producción de trigo en las áreas temporeras, especialmente en aquellas donde el temporal no es abundante o bien cuando este resulta errático.

Wolff (1976) menciona que el triticales no presenta problemas en lo que respecta a enfermedades, probablemente por que en ninguna zona del mundo se ha sembrado suficientemente como para impulsar un brote

epifítico.

Zillinsky (citado por Wolff, 1976) señala que es relativamente escasa la información sobre la resistencia y susceptibilidad inherentes de los triticales; sin embargo, agrega que donde quiera que se siembra este cereal aparecen síntomas de enfermedades, aparentemente causadas por patógenos que parasitan en las especies de trigo y triticale.

Por otra parte, Moreno (1983) indica que no se trata de que el triticale desplace a ningún cereal, sino más bien que se utilicen con ventaja los terrenos de áreas en que los cultivos de cereales tradicionales no puedan producir satisfactoriamente.

1.5.2.2 Calidad y usos del triticale. Wolff (1976) señala que el grano de triticale tiene un contenido de proteína que varía de 11.7% del peso total del grano, con un nivel promedio de 17.5%; superior al contenido promedio de proteínas del trigo que sólo es de 12.9%. En cuanto a la calidad biológica de la proteínas, su contenido de lisina, es significativamente superior al de los trigos comerciales, en los cuales el contenido promedio es de 3.0% de la proteína total; mientras que en triticale, en varias líneas analizadas, se encontró que la fracción de proteína total promedio era de 13.5% de la cual 3.5% fue de lisina.

Wolff (*Op.cit*) menciona que el triticale puede ser usado para la fabricación de panes, galletas, tortillas y chapatis. Para la elaboración de pan, en un principio la harina de triticale tenía que ser mezclada con altas proporciones de harina de trigo, con el propósito de producir la substancia elástica llamada gluten, que se esponja y se contrae durante el proceso de panificación para producir una hogaza

celular, con corteza quebradiza. Actualmente se ha investigado que la harina de triticale sola, puede producir buenas hogazas cuando se hacen los ajustes apropiados de absorción y fermentación, en los procedimientos de amasado. El grano se aprovecha también en la formulación de raciones para animales, mientras que la planta se utiliza en verde para pastoreo de vacas lecheras.

### 1.5.3 Cebada

Navarro (1983) menciona que la cebada es la base económica de miles de familias de los Valles Altos en la zona centro del país, parte de los cuales corresponden al estado de México, constituyendo la principal región productora de cebada en grano, debido a su cercanía a las fábricas de malta que utilizan como materia prima este cereal, el que por su precocidad puede desarrollarse con escasa e irregular precipitación y escapar a las heladas tempranas.

En el estado de México se siembran aproximadamente 28,426 ha con una producción de 50,505 toneladas, las cuales en su mayor proporción se ubican en los distritos de Zumpango y Texcoco, Méx., con 23,962 y 2,433 ha respectivamente; mientras que la superficie con este cereal en el distrito de Jilotepec, Méx. es de 357 ha (SARH, 1984).

1.5.3.1 Adaptación. Díaz del Pino (1953) menciona que la cebada tiene la ventaja de que en países con invierno benigno se puede producir durante todo el año, pues presenta la particularidad de adaptarse a tierras de mala calidad, es poco exigente en agua y soporta temperaturas; por estas circunstancias la cebada se puede considerar como de invierno y primavera.

Por su parte Chapman y Laruz (1976) mencionan que la cebada es el cereal más ampliamente distribuido por su tolerancia a las condiciones climáticas adversas; está bien adaptada a las regiones donde se producen otros cultivos de estación fría y crece bien dentro de un amplio rango de suelos, aunque prefiere los suelos pesados que tienen una elevada capacidad de retención hídrica y un pH neutro ligeramente básico (entre 7.0 y 8.0). Un período frío con días cortos durante el crecimiento vegetativo, facilita el ahijamiento, al igual que ocurre con el trigo; la luz (el fotoperíodo) es a ese respecto más importante que la temperatura. Cuando es pequeña la planta soporta bien las bajas temperaturas; pero si el fenómeno meteorológico se presenta cuando está espigando, el daño es mayor, ya que entonces no hay formación del grano, por la muerte de los órganos florales.

1.5.3.2 Clasificación y usos de la cebada. Las cebadas cultivadas se distinguen por el número de espiguillas que quedan en cada diente del raquis. Estas han sido clasificadas por Aberg y Wiebe (citados por Conde, 1960) atendiendo al número de carreras del grano en la espiga, dentro de tres especies.

- a) *Hordeum vulgare* L. Cebada de 76 carreras, con tres espiguillas fértiles en cada uno de los nudos del raquis, habiendo espigas apretadas o laxas según sea la longitud de los entrenudos del raquis; los granos laterales son ligeramente más pequeños.
- b) *Hordeum distichum* L. Cebada de dos carreras, en la que solamente las espiguillas de la hilera central son fértiles, produciendo grano normalmente, no así las laterales aunque poseen todos sus órganos florales.

- c) *Hordeum irregulare* L. Cebada de dos carreras, con las espiguillas del centro fértiles y las laterales usualmente reducidas al raquis únicamente, pudiendo ser fértiles, estériles, sin sexo o no existir; estando distribuida de un modo irregular la proporción de las mismas en la espiga.

En cuanto a los usos, este cereal se utiliza en la elaboración de malta, o sea para la elaboración de cerveza, y en algunos países como Canadá para la elaboración de whisky; en su obtención se aprovechan los cambios que regulados por enzimas tienen lugar durante la germinación, que transforman al almidón almacenado en el endospermo, en sustancias fácilmente fermentables; la sustancia fermentable es la que se convertirá en alcohol etílico.

Robles (1978) indica que para producir malta de buena calidad, el grano debe tener una germinación del 90 al 100%, y no sólo es necesario que el porcentaje de germinación sea alto si no que el desarrollo del brote sea parejo.

Ferrán (1959) menciona que un alto contenido de proteína en grano no es indispensable en la obtención de malta, por lo que ésta no debe ser mayor de 10.5%.

Shanps (citado por Galindo, 1981) indica que la cebada de dos carreras se utiliza preferentemente a las de 6 carreras para la fabricación de cerveza, por su mayor contenido de proteínas. Señala también que se ha encontrado una correlación entre el contenido proteínico y la calidad cervecera, relacionada con la modificación del total del nitrogeno soluble, teniéndose que el porcentaje de transformación es mayor

en las variedades cerveceras de 2 carreras.

Robles (1978) menciona que el grano desnudo y el quebrado hacen bajar la calidad de la malta que se produce. Al iniciarse la germinación del grano desnudo, debido a que el brote no tiene la protección de la envoltura, este se rompe fácilmente durante las manipulaciones del malteo, de lo cual resulta una transformación incompleta del grano, que afecta bastante la calidad de la malta que se obtiene en el caso de las variedades para consumo humano. El indica que para la alimentación humana se prefieren las variedades de grano desnudo, con un contenido mayor del 12% de proteínas y un alto contenido de lisina para que la proteína pueda ser metabolizada más fácilmente.

Ferrán (1959) nos dice que el color amarillo blanco, corresponde a una menor proporción de proteínas, al contrario de las cebadas de color más claro, que se asocia con cebadas de buena calidad maltera. En los usos para la alimentación humana se hacen cereales para bebés, leches malteadas y preparación de sopas con cebada desnuda, y se utiliza también en alimentos para ganado, de los que se puede utilizar como forraje en verde o en grano.

#### 1.5.4 Avena.

Navarro (1983) menciona que en la mayor parte de la superficie sembrada en el país predominan las condiciones de temporal, a excepción de pequeñas áreas en varios Estados donde se siembra para forraje verde bajo condiciones de riego en invierno. Aproximadamente el 40% de la superficie nacional que se siembra con este cereal se cosecha para grano, y el resto para forraje verde o henificado.

Jiménez (1978) señala que en Cuauhtémoc, Chih., que es la principal región productora de avena, dedican el 60% de la producción para alimentar ganado lechero, 20% lo guardan para semilla del ciclo siguiente, y el restante lo venden a industrializadoras de avena. En las otras regiones importantes dentro de las zonas temporaleras de Hidalgo, México, Puebla, Tlaxcala y Morelos se siembran unas 5,000 ha. Zacatecas es otra región en que la avena ha tenido importancia en el ciclo invernal.

En el estado de México se siembran aproximadamente 7235 ha con una producción de 48,863 toneladas, y en particular en el Distrito de Jilotepec, Mex. se han registrado 189 ha. Dentro del Estado la mayor superficie es sembrada para la producción de forraje (SARH, 1984).

1.5.4.1 Adaptación. Robles (1978) menciona que la avena es una planta que puede adaptarse a una gran variedad de climas semi-cálidos y fríos, puesto que se cultiva desde una altitud de 0 a 3,000 msnm. En general se siembra en regiones de clima frío y seco, o frío-húmedo. El clima caliente o seco, cuando se está formando el grano, da por consecuencia un llenado pobre y un bajo rendimiento, mientras que un clima cálido y húmedo favorece el desarrollo de organismos patógenos que reducen el rendimiento y calidad del grano.

Robles (*op cit*) señala que una temperatura de 10 a 12°C, permite un crecimiento continuo de la planta, el cual se inhibe a una temperatura de 4.4°C y cuando la temperatura asciende a 7.2°C, se presenta un pequeño crecimiento. La muerte de la planta de avena de invierno está asociada con la temperatura del suelo en los primeros 2.5 cms de profundidad, de tal forma que cuando el suelo tiene una temperatura de

-5°C, ocurre muerte parcial por helada. En cuanto a humedad del suelo, la avena es más exigente que el trigo y la cebada, lo cual se debe a que la avena consume más agua que cualquier otro cereal en la síntesis de materia seca.

1.5.4.2 Clasificación y usos de la avena. Poehlman (1965) menciona que la avena común, cuyo origen probable es el norte de Europa, se divide en dos sub-especies:

- a) Avena arborea, *Avena sativa diffusa*, en la que las panículas se extienden como las ramas de un árbol.
- b) Avena común de Oriente, *Avena sativa orientalis*, en la que las ramificaciones de la panícula desarrollan a un lado del raquis (llamándosele por esto avena "Crin de caballo").

Jiménez (1978) indica que en México la mayor parte de la superficie dedicada al cultivo de este cereal es sembrada con *Avena sativa diffusa* (avena común). Siendo una fuente importante de proteínas, proporciona además, carbohidratos, minerales y grasas; entre los cereales es la fuente más rica en vitamina "B". Las formas de consumo son las siguientes: alimentos humanos (hojuelas, atoles, galletas, alimentos para niños, sopas y otros); alimento para animales (forraje verde, forraje henificado, granos concentrados como fuente de proteínas y otros); industrial (jabones, shampoos, pomadas, cremas).

## II. MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Material Genético

El material usado en el presente trabajo consistió en cuatro especies y cuatro variedades por cada especie; mismos que se describen en el Cuadro 1.

Estos materiales fueron proporcionados por el Programa de Sistemas Agrícolas de Producción del Campo Agrícola Experimental Valle de México, perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (CEVAMEX-INIFAP), el cual trabaja en coordinación con el Programa de Módulos de Investigación Agrícola Distrital del Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX).

Para el caso del trigo se incluyeron tres variedades comerciales y otra que está en incremento por el CEVAMEX, la cual es la México M-82; en Cebada fueron tres líneas avanzadas y una comercial; en avenas, las cuatro variedades son comerciales; y en triticale se incluyeron dos variedades comerciales, una experimental y una línea avanzada.

### 2.2 Localidad de Evaluación

El presente experimento se estableció en la localidad de Jilotepec, Méx., ubicado en la parte norte del Estado de México, a los 19°31' de latitud norte y 99°31' longitud oeste; con una elevación de 2,620 msnm, y una precipitación promedio de 700 mm, mal distribuidos, notándose

Cuadro 1. Número de tratamientos en las variedades de cereales de invierno estudiadas en Jilotepec, Méx.; ciclo otoño-invierno 1983/84.

ESPECIE	No. TRATAMIENTOS	VARIEDAD
TRIGO	1	Zacatecas VT-74
	2	Anáhuac F-76
	3	México M-82
	4	Pavón F-76
CEBADA	1	Apizaco
	2	M-9702
	3	M-9636 A.
	4	M-9578
AVENA	1	Tulancingo
	2	Páramo
	3	Guelatao
	4	Cuahtémoc
TRITICALE	1	Caborca
	2	Cananea
	3	Roquillo
	4	IA-146

una mayor abundancia en agosto, septiembre y parte de octubre. La temperatura promedio es de  $13.4^{\circ}\text{C}$ ; se presentan heladas fuertes en invierno, ocurriendo las primeras heladas, en ocasiones, a fines de septiembre y las tardías a principios de marzo. El clima de acuerdo con Koppen modificado por García (1964) es un  $C(w_1)(w)(i')$  donde C corresponde a un clima templado moderado lluvioso; temperatura media anual entre  $12$  y  $18^{\circ}\text{C}$ , y la del mes más frío entre  $-3$  y  $18^{\circ}\text{C}$ ; ( $w_1$ ), intermedio, lluvia en verano con un cociente entre  $43.2$  y  $55.0$ ; ( $w$ ), regimen de lluvias de verano por lo menos 10 veces mayor cantidad de lluvias en el mes más húmedo de la mitad caliente del año que en el mes más seco y % de lluvia invernal entre  $5$  y  $10.2$  de la mitad anual; ( $i'$ ) oscilación anual de la temperatura medias mensuales, con poca oscilación entre  $5$  y  $7^{\circ}\text{C}$ . Los suelos que presenta el área son variados, pero los que predominan son los vertisoles, y donde se realizó el estudio son del tipo de los luiso les.

### 2.3 Diseño y Parcela Experimental

El diseño experimental que se empleó fue bloques al azar, con 4 repeticiones. Cada especie se tomó como un experimento con 4 tratamientos cada uno, siendo 4 experimentos en total. La parcela experimental fue de  $3 \times 3 \text{ m}$  ( $9\text{m}^2$ ), teniendo como parcela útil  $2 \times 2 \text{ m}$  ( $4\text{m}^2$ ) después de eliminar 50 cms de cada extremo de la unidad experimental. Las reg deras fueron de 70 cm. de ancho y 15 m de largo, y las calles de 1 m de ancho (Figura 1a).

### 2.4 Establecimiento y Prácticas de Cultivo

El período que comprendió la investigación fue de diciembre de

1983 a mayo de 1984. La siembra se efectuó el 21 de diciembre, al voleo y a una densidad de 120 kg/ha para cada una de las especies, realizándose en seco después de haber sido barbechado y rastreado el terreno. Se fertilizó con la fórmula 120-40-00 al momento de sembrar, utilizando como fuente, Urea al 46% y superfosfato de calcio triple al 46% mezclados. Inmediatamente después se dió un riego ligero por gravedad, siendo las fechas de riego como sigue: 22 de diciembre riego de germinación, 20 de enero segundo riego, 17 de febrero tercer riego; 20 de marzo cuarto riego, 6 de abril quinto riego; habiéndose dado dichos riegos, cuando la planta presentaba marchitez y el suelo estaba semi-húmedo.

Las plagas y enfermedades fueron casi nulas y sólo se presentó pulgón y diabrotica, pero no fueron de importancia; no obstante, se aplicó una sola vez Nuvacron 60 a razón de 1 litro por hectárea, con el propósito de prevenir una infestación, lo cual se logró, pues no se presentó posteriormente alguna incidencia.

## 2.5 Toma de Datos

Los caracteres agronómicos tomados durante el desarrollo del cultivo fueron los siguientes:

### Floración.

La estimación se efectuó mediante observaciones periódicas, anotándose como fecha de floración cuando en la parcela un 50% de plantas tenían toda la espiga fuera de la vaina de la hoja bandera.

### Madurez fisiológica.

Este estado fenológico también se apreció en forma visual y se

tomó cuando en la parcela existió el 50% del color paja dorado del pedúnculo y espiga.

#### Altura final de la planta.

En el tallo principal de cada planta se midió la altura en centímetros, de la base del tallo a la punta de la espiga.

#### Rendimiento.

Para obtener el rendimiento de grano, una vez que la planta llegó a la madurez de corte, se trilló la parcela útil, se registró el rendimiento en kilogramos por parcela y posteriormente se hizo la conversión a kilogramos por hectárea. Para rendimiento de paja, una vez cosechado el grano, se pesaron tallos y follaje.

#### Longitud de espiga.

En la espiga del tallo principal de cada planta se midió la longitud en centímetros desde el nudo de inserción de la espiga hasta la punta de la misma (excluida la barba).

#### Número de espigas por metro cuadrado.

En un metro cuadrado se contó el número de espigas que existían, realizandolo en tres partes distintas dentro de la parcela experimental.

#### Número de espiguillas por espiga.

Se contaron todas las espiguillas presentes en la espiga principal incluyendo las rudimentarias.

### Número de granos por espiga.

Se contó el número de granos de la espiga del tallo principal.

### Peso de 1,000 granos.

Se tomó una muestra de 1,000 granos de la cosecha obtenida de la parcela útil y se obtuvo su peso en gramos.

## 2.6 Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos, se analizaron por cada experimento y además en un análisis en conjunto.

### 2.6.1 Análisis por experimento

Se realizó un análisis de varianza por cada experimento o sea por cada especie, a fin de detectar la diferencia entre tratamientos (variedades) para las variables en estudio.

### 2.6.2 Análisis conjunto

Se practicó un análisis de varianza considerando los cuatro experimentos, para probar diferencias entre especies.

Para los dos casos, en el análisis estadístico de los rendimientos y variables de estudio, la comparación de medias se realizó mediante la prueba de Duncan a un nivel de significancia de 5%.

En el caso de los componentes de rendimiento, estos fueron interpretados en una forma gráfica.

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Análisis Conjunto (especies)

En el análisis de varianza realizado se puede observar (Cuadro 2) que para todas las variables bajo estudio existieron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ), a excepción de la variable espigas por metro cuadrado donde el nivel de significancia fue de 0.05.

En la comparación de medias para rendimiento de grano (Cuadro 6A), la prueba de Duncan nos indica que existieron diferencias entre las especies estudiadas; siendo el trigo el que obtuvo un mayor rendimiento promedio con 3.264 ton/ha, siguiéndole la avena con 3.088 ton/ha, después la cebada con 2.623 ton/ha y por último el triticale con 2.314 ton/ha.

En lo que respecta a rendimiento de paja, las diferencias también fueron altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ); siendo la especie cebada la que obtuvo el mayor rendimiento promedio con 10.3 ton/ha, después avena con 7.7 ton/ha triticale con 6.3 ton/ha, y por último el trigo que obtuvo 5.2 ton/ha.

Dentro de los componentes de rendimiento y factores agronómicos estudiados, en la comparación de medias se puede apreciar (Cuadro 6A) que para altura de planta existieron diferencias entre especies, teniendo la mayor altura la avena con 106 cm; en cuanto a longitud de espiga la avena también sobresalió con 21.7 cm; para espigas por metro cuadrado el trigo fue el que presentó el mayor número con 253 espigas por

Cuadro 2. Resumen de la significancia en la prueba de F y coeficiente de variación de las variables estudiadas, en el análisis conjunto (especies).

V A R I A B L E	FUENTE DE VARIACION ESPECIES	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
RENDIMIENTO DE GRANO	**	12.5
RENDIMIENTO DE PAJA	**	15.3
ALTURA DE PLANTA	**	3.7
LONGITUD DE ESPIGA	**	7.5
No. DE ESPIGAS/M <sup>2</sup>	*	18.9
ESPIGUILLAS/ESPIGA	**	7.7
No. DE GRANOS/ESPIGA	**	10.2
PESO DE 1000 GRANOS	**	7.2

\*\* Diferencia altamente significativa ( $\alpha=0.01$ )

\* Diferencia estadísticamente significativa ( $\alpha=0.05$ )

metro cuadrado; en espiguillas por espiga la avena sobresale con 32 espiguillas por espiga; para número de granos por espiga, la avena tuvo 56, y en peso de 1000 granos el trigo presentó 37.1 g; siendo significativamente diferentes en relación a las demás especies.

### 3.2 Experimento de Trigo

#### 3.2.1 Rendimiento de grano

Para este carácter se puede observar (Cuadro 3) que no existieron diferencias significativas entre tratamientos (variedades), y como era de esperarse, en la comparación de medias (Cuadro 7A) no se encontraron diferencias estadísticamente significativas; no obstante se observa que la variedad Zacatecas VT-74 mostró un mayor rendimiento, con 3.613 ton/ha; lo cual pudo ser debido a que tuvo un mayor número de espigas por metro cuadrado, y en peso de 1000 granos casi fue similar a la México M-82; además de ser una de las más precoces, lo que pudiera pensarse que presenta mayor ventaja que las demás variedades.

#### 3.2.2 Rendimiento de paja

En el Cuadro 3 se aprecia que las diferencias entre variedades no fueron significativas ( $\alpha=0.05$ ) para este factor; y por lo tanto tampoco la hubo en la comparación de medias; no obstante, se observa que la variedad Anáhuac F-76, fue la de menor rendimiento de paja, con 5 ton/ha, mientras que la variedad Pavón F-76 fue la que obtuvo un mayor rendimiento de paja, con 6.1 ton/ha. (Cuadro 8A)

#### 3.2.3 Componentes de rendimiento y factores agronómicos

Dentro de los componentes de rendimiento estudiados se aprecia en

el análisis de varianza realizado (Cuadro 3) que las variables altura de planta y longitud de espiga mostraron diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ ); para número de espigas por metro cuadrado, número de espiguillas por espiga y número de granos por espiga la diferencia no fue significativa entre las variedades; mientras que en peso de 1000 granos la diferencia sólo fue significativa ( $\alpha=0.05$ ).

En el Cuadro 9A se puede observar que la variedad con mayor número de espigas por metro cuadrado fue la Zacatecas VT-74 con 268; en número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga y peso de 1000 granos la variedad México M-82 destacó por estos componentes de rendimiento (Cuadro 10A, 11A, 12A y 13A, respectivamente).

Por lo que respecta a días a floración y madurez fisiológica, la variedad más precoz fue la variedad Zacatecas VT-74 con 95 días a floración y 127 días a madurez, y la más tardía fue la Pavón F-76 con 104 días; la variedad VT-74 fue la más precoz y la más tardía, la Pavón F-76 con 104 y 141 días, respectivamente a floración y a madurez fisiológica; las variedades Anáhuac F-76 y México M-82 se comportaron intermedias. (Cuadro 15A)

### 3.3 Experimento de Cebada

#### 3.3.1 Rendimiento de grano

En el Cuadro 4 se puede observar que existieron diferencias estadísticas altamente significativas en las variedades; indicando la comparación de medias (Cuadro 7A) que las líneas M-9702 y M-9578 fueron las más sobresalientes, con rendimientos de 3.919 y 3.846 ton/ha, respectivamente. La línea M-9636 A y la variedad Apizaco mostraron un

Cuadro 3. Significancia de la prueba de F y coeficiente de variación para las variables estudiadas en el experimento de trigo.

V A R I A B L E	FUENTE DE VARIACION VARIEDADES	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
RENDIMIENTO DE GRANO	N.S.	11.5
RENDIMIENTO DE PAJA	N.S.	16.6
ALTURA DE PLANTA	**	1.95
LONGITUD DE ESPIGA	**	5.75
No. DE ESPIGAS/M <sup>2</sup>	N.S.	19.0
ESPIGUILLAS/ESPIGA	N.S.	10.9
No. de GRANOS/ESPIGA	N.S.	11.7
PESO DE 1000 GRANOS	*	11.7

\* Diferencia estadística significativa ( $\alpha=0.05$ )

\*\* Diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ )

N.S. No significativo estadísticamente.

rendimiento bajo con 1,940 y 0.785 ton/ha en forma respectiva.

### 3.3.2 Rendimiento de paja

En el análisis de varianza realizado se observa (Cuadro 4) que existieron diferencias estadísticas altamente significativas entre variedades; observándose (Cuadro 8A) que de las variedades estudiadas la línea que tuvo mayor rendimiento fue la M-9636A con 13.166 ton/ha.

### 3.3.3 Componentes de rendimiento y factores agronómicos

Se puede observar en el Cuadro 4 que número de granos por espiga, peso de 1000 granos y altura de planta mostraron diferencias altamente significativas; para número de espigas por metro cuadrado fue significativa; en tanto que para longitud de espiga y espiguillas por espiga, las diferencias no fueron significativas.

Para la prueba comparativa de medias (Duncan, 0.05), en el número de espigas por metro cuadrado existieron diferencias, entre variedades mostrando una mayor cantidad la variedad Apizaco con 292; en el caso de espiguillas por espiga, granos por espiga y peso de 1000 granos, también hubo diferencias entre tratamientos, siendo la línea M-9702 la que obtuvo mayores valores, con 21, 52 y 37.6 g en forma respectiva (Cuadros 10A, 12A y 13A). En la línea M-9636A se observó un mayor peso de 1000 granos debido a que presentó avanamiento de grano, efecto de temperaturas bajas.

En lo que se refiere a días a floración las líneas M-9636A y M-9578 se comportaron como tardías, con 92 y 91 días; la variedad Apizaco y la línea M-9702 fueron precoces, con 87 y 89 días. (Cuadro 15A)

Cuadro 4. Significancias en la prueba de F y coeficientes de variación en el análisis de varianza de las variables estudiadas en el experimento de cebada.

V A R I A B L E	FUENTE DE VARIACION VARIEDADES	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
RENDIMIENTO DE GRANO	**	15.1
RENDIMIENTO DE PAJA	**	14.2
ALTURA DE PLANTA	**	5.8
LONGITUD DE ESPIGA	N.S.	11.3
No. DE ESPIGAS/M <sup>2</sup>	*	14.6
ESPIGUILLAS/ESPIGA	N.S.	8.0
No. DE GRANOS/ESPIGA	**	11.4
PESO DE 1000 GRANOS	**	5.9

\* Diferencia estadística significativa ( $\alpha=0.05$ )

\*\* Diferencias altamente significativas ( $\alpha=0.01$ )

N.S. No significativa estadísticamente.

respectivamente. En madurez fisiológica la más precoz fue la variedad Apizaco con 114 días, y la más tardía la línea M-9702 con 123 días (Cuadro 15A).

En altura de planta existen diferencias entre tratamientos, observándose que, la línea M-9702 fue la más alta con 92.7 cm y la de menor altura la variedad Apizaco con 70.0 cm (Cuadro 14A).

### 3.4 Experimento de Avena

#### 3.4.1 Rendimiento de grano

Para este experimento se puede observar (Cuadro 4) del análisis de varianza realizado que las diferencias estadísticas no fueron significativas entre las variedades estudiadas. En la comparación de medias (Cuadro 10A) la prueba de Duncan indica que no existieron diferencias estadísticamente significativas entre las variedades; no obstante, se puede observar que la variedad Cuauhtémoc presentó el mejor rendimiento, con 3.248 ton/ha, debido a que presentó un mayor número de espiguillas, mayor número de granos por espiga y una mayor longitud de espiga.

#### 3.4.2 Rendimiento de paja

Para este factor se aprecia (Cuadro 4) que las diferencias no fueron significativas entre las variedades; sin embargo, la prueba de Duncan (Cuadro 8A) indica un mayor rendimiento en Cuauhtémoc y Páramo con 8.773 y 8.713 ton/ha respectivamente; observándose que la primera presentó también mayor rendimiento de grano.

### 3.4.3 Componentes de rendimiento y factores agronómicos

De acuerdo con el análisis de varianza (Cuadro 5), existieron diferencias altamente significativas para las variables altura de planta, longitud de espiga, número de espiguillas por espiga, número de granos por espiga y peso de 1000 granos; mientras que en espigas por metro cuadrado las diferencias fueron significativas al nivel del 5%.

La prueba de medias indica que para altura de planta la variedad Cuauhtémoc, con 115.2 cm, resultó ser la más alta (Cuadro 14A); en espigas por metro cuadrado la variedad Tulancingo fue la que obtuvo mayor número, con 268 (Cuadro 9A); en espiguillas por espiga (Cuadro 10A) se observa que la variedad Cuauhtémoc presenta el mayor número con 45; mientras que en longitud de espiga sobresale la variedad Cuauhtémoc con 25.4 cm (Cuadro 11A); para número de granos por espiga presenta mayor número la variedad Cuauhtémoc con 66 (Cuadro 12A); por último, en el peso de 1000 granos existen diferencias, observándose que la variedad Páramo mostró el mayor peso, con 34.6 g (Cuadro 13A).

Comparando los días a floración, la variedad más precoz fue la Páramo con 89 días y la más tardía fue la Cuauhtémoc con 97 días; en madurez fisiológica, la más precoz fue la Tulancingo con 112 días y la más tardía fue la Cuauhtémoc con 131 días (Cuadro 15A).

## 3.5 Experimento de Triticale

### 3.5.1 Rendimiento de grano

En este experimento se puede observar (Cuadro 6) que no hubo diferencias significativas entre las variedades. En la comparación de medias (Cuadro 7A) se observa que el mayor rendimiento lo obtuvo la variedad

Roquillo con 2.650 ton/ha, aunque la línea IA-146 mostró también buen rendimiento con 2.351 ton/ha.

### 3.5.2 Rendimiento de paja

Para este parámetro se observa (Cuadro 5) que no hay diferencias significativas entre los tratamientos. La Prueba de Duncan (Cuadro 7A), no obstante, muestra diferencias en los tratamientos, siendo la variedad Caborca la de mayor rendimiento, con 6.956 ton/ha.

### 3.5.3 Componentes de rendimiento y factores agronómicos

En el Cuadro 5 se observa que para las variables longitud de espiga, número de espigas por metro cuadrado, espiguillas por espiga y número de granos por espiga, las diferencias estadísticas no fueron significativas entre los tratamientos; para el caso del peso de 1000 granos, las diferencias estadísticas fueron altamente significativas; en tanto que en altura de planta las diferencias estadísticas fueron significativas.

De las variables donde no hubieron diferencias significativas, se observa (Cuadro 9A) que para el número de espigas por metro cuadrado, la variedad que presentó un mayor número fue la Cananea con 220; para espiguillas por espiga (Cuadro 10A), muestran igual número (20) las variedades Cananea, Caborca y la línea IA-146; en longitud de espiga se observa (Cuadro 11A) que las variedades Cananea y Caborca mostraron una longitud mayor, con 8.7 cada una; en granos por espiga (Cuadro 12A) la variedad Roquillo y la línea IA-146 mostraron el mayor número con 44 granos. En peso de 1000 granos, donde las diferencias fueron altamente

Cuadro 5. Significancia de la prueba de F y coeficiente de variación en el análisis de varianza de las variables estudiadas en el experimento de avena.

VARIABLE	FUENTE DE VARIACION	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
RENDIMIENTO DE GRANO	N.S.	11.0
RENDIMIENTO DE PAJA	N.S.	16.8
ALTURA DE PLANTA	**	3.2
LONGITUD DE ESPIGA	**	6.3
No. DE ESPIGAS/M <sup>2</sup>	*	16.5
ESPIGUILLAS/ESPIGA	**	6.3
No. DE GRANOS/ESPIGA	**	9.2
PESO DE 1000 GRANOS	**	2.3

\* Diferencia significativa ( $\alpha < 0.05$ )

\*\* Diferencia altamente significativa ( $\alpha < 0.01$ )

N.S. No significativo estadísticamente.

Cuadro 6. Significancia de la prueba de F y coeficiente de variación en el análisis de varianza de las variables estudiadas en el experimento de triticale.

V A R I A B L E	FUENTE DE VARIACION VARIEDADES	COEFICIENTE DE VARIACION (%)
RENDIMIENTO DE GRANO	N.S.	12.6
RENDIMIENTO DE PAJA	N.S.	11.5
ALTURA DE PLANTA	*	3.1
LONGITUD DE ESPIGA	N.S.	6.8
No. DE ESPIGA/M <sup>2</sup>	N.S.	24.8
ESPIGILLAS/ESPIGA	N.S.	6.0
No. DE GRANOS/ESPIGA	N.S.	9.0
PESO DE 1000 GRANOS	**	2.9

\* Diferencia estadística significativa ( $\alpha=0.05$ )

\*\* Diferencia altamente significativa ( $\alpha=0.01$ )

N.S. No significativo estadísticamente.

significativas, el mayor peso lo tiene la línea IA-146 con 38.3 g. Por lo que se refiere a altura de planta (Cuadro 14A), se observa que hay diferencias en los tratamientos, presentando la mayor altura la variedad Roquillo con 104.7 cm.

En cuanto a ciclo, si se consideran los días a floración, la línea IA-146 fue la más precoz con 96 días y la más tardía la Caborca con 103 días; en tanto que si se toma en cuenta la madurez fisiológica, la variedad más precoz fue la Roquillo con 130 días, y la más tardía la línea IA-146 con 137 días.

#### IV. DISCUSION

##### 4.1 Rendimiento de Grano

De los resultados anteriormente expuestos se puede deducir que para el caso del rendimiento de grano las especies estudiadas mostraron un buen comportamiento, considerándose que tienen buena respuesta de adaptación a las condiciones del área de estudio, destacando con una mayor eficiencia el trigo, con el que se obtuvo un rendimiento promedio de 3.264 ton/ha; no obstante también la avena mostró un buen rendimiento promedio con 3.087 ton/ha. De acuerdo con los resultados, se puede decir que las especies trigo, avena y cebada estuvieron por encima de los rendimientos que reporta el Distrito de temporal, SARH (1984) que son de 1.5 a 1.8 ton/ha, no existiendo referencia sobre el cual no se siembra en esta área.

El rendimiento de grano de la mejor especie que fue trigo, estuvo influenciado por un mayor número de espigas por metro cuadrado, mayor peso de 1000 granos y por un bajo rendimiento de paja (Figuras 1 y 2), considerándose por lo tanto a este especie como de mayor eficiencia. En el caso de la avena, el rendimiento de grano estuvo influenciado por los componentes, número de granos por espiga, espiguillas por espiga y longitud de espiga (Figura 2). En cebada no se detectó algún componente que tuviera una relación muy estrecha con el rendimiento de grano; no obstante, se pudo observar (Figuras 1 y 2) que espigas por metro cuadrado y peso de 1000 granos fueron mayores que en las especies avena y triticale, por lo que puede pensarse que estos dos componentes



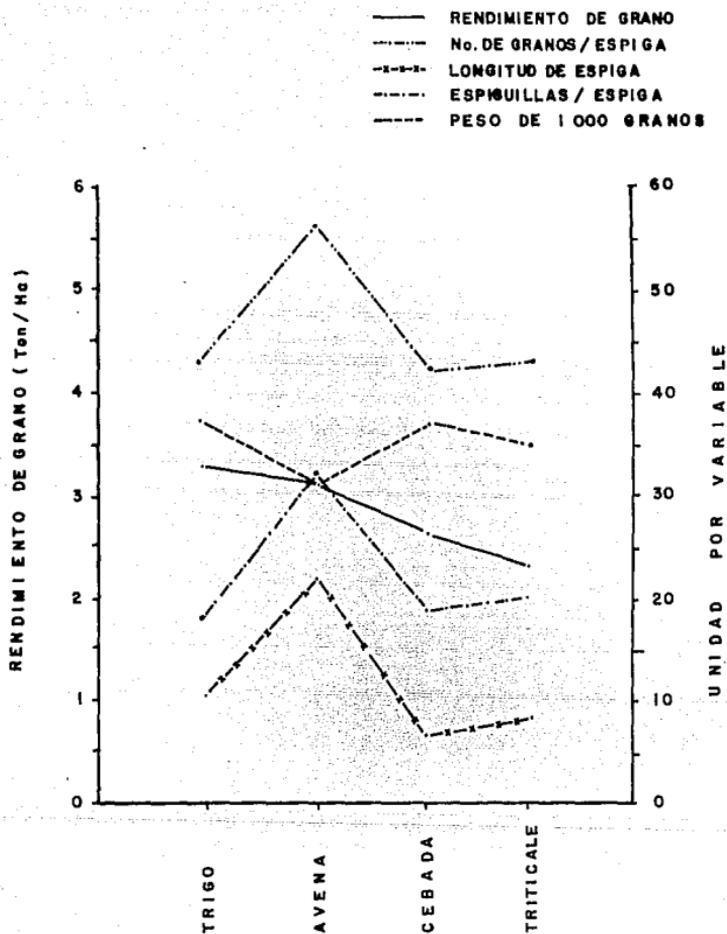


Figura 2 Rendimiento de grano en las especies, en relación con el número de granos por espiga, espiguillas por espiga, peso de 1000 granos y longitud de espiga.

influyeron en el rendimiento.

El rendimiento de triticale fue bajo en comparación con las otras especies, observándose (Figuras 1 y 2), que ninguno de los componentes tuvo una marcada influencia en el rendimiento de grano; por lo que se puede inferir que es de baja eficiencia en esta época, dado que se ha sembrado experimentalmente en la región durante el ciclo primavera-verano y se han obtenido rendimientos arriba de las 3 ton/ha, con las variedades Roquillo, Caborca y Cananea; aunque cabe mencionar que en general los cultivos que se siembran durante el invierno, su rendimiento se abate debido a las bajas temperaturas.

Por otro lado, en lo que respecta a variedades dentro de especies; para el caso de trigo, la variedad Zacatecas VT-74 fue la que mayor eficiencia presentó, debido a que obtuvo un mayor número de espigas por metro cuadrado y un buen peso de 1000 granos, aunque fue superada por la variedad México M-82, la cual destacó por sus componentes de rendimiento, como se puede apreciar en la Figura 4; sin embargo esta variedad no presentó buen rendimiento de grano posiblemente por un bajo número de espigas por metro cuadrado (Figura 3), lo que la puso en desventaja con las demás.

Para el caso de la Avena, la variedad Cuauhtémoc, fue la más sobresaliente en su rendimiento de grano; lo que se atribuye a que presentó un mayor número de espiguillas por espiga, mayor número de granos por espiga y una longitud de espiga mayor (Figura 6); ésta variedad, que es comercial, superó a las otras variedades que se usaron, observándose que tiene buena respuesta a las condiciones de la región; por otro lado, sobresalió también en rendimiento de paja posiblemente por su mayor

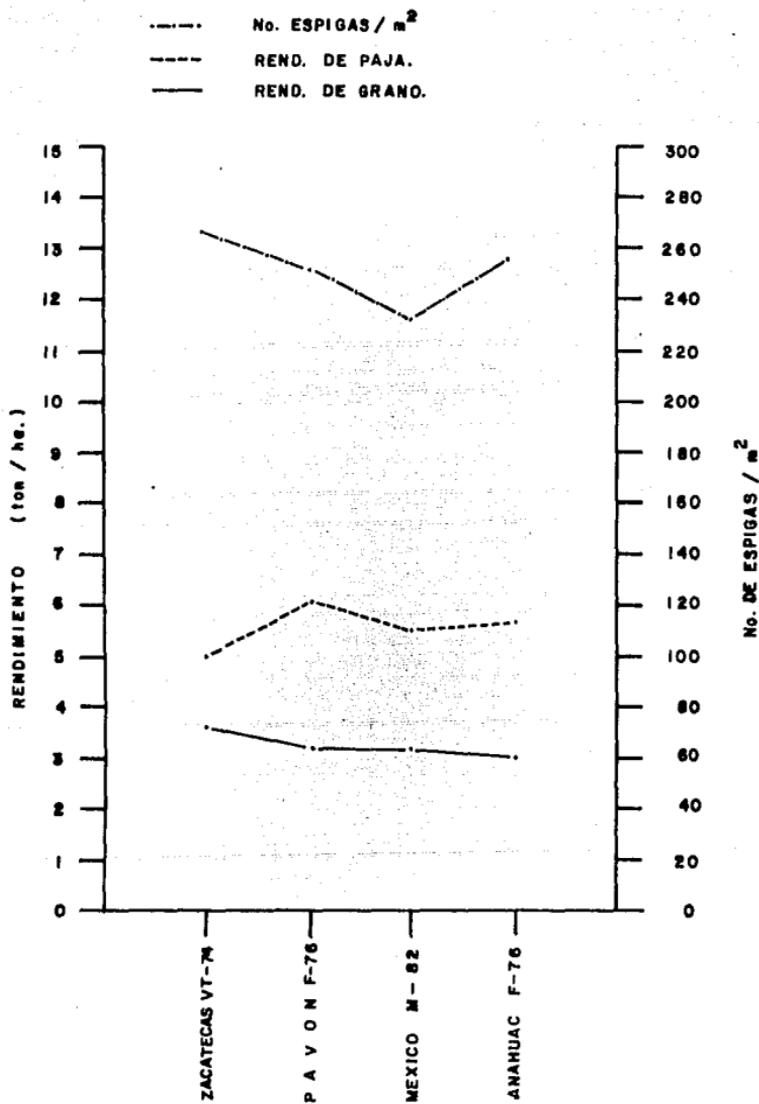


Figura 3. Rendimiento de grano, en relación con el rendimiento de paja y No. de espigas/m<sup>2</sup> en el experimento de trigo.

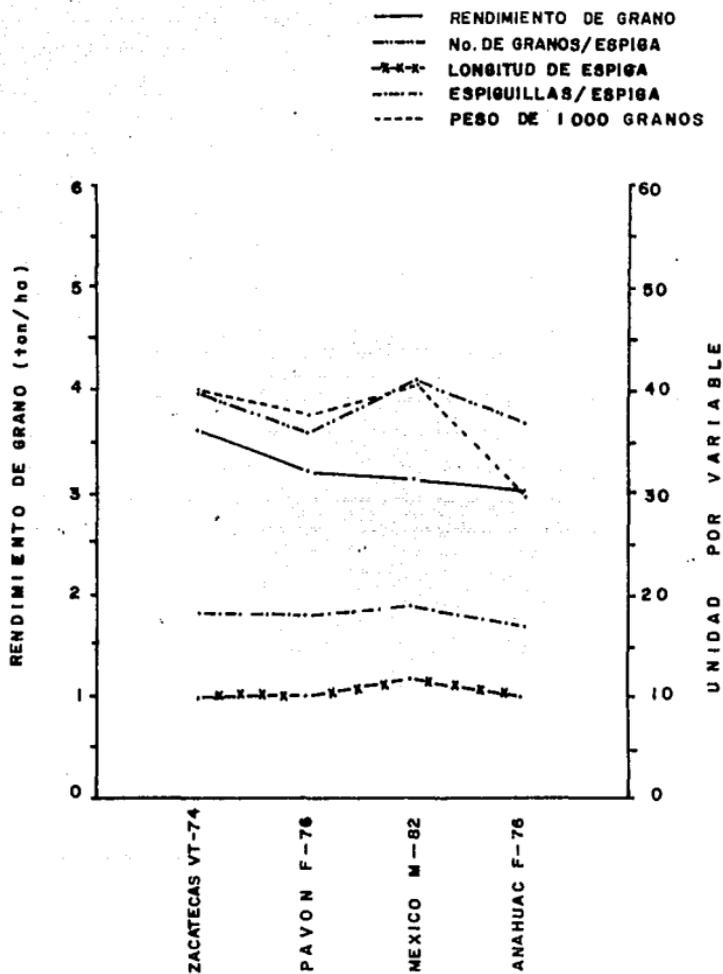


Figura 4. Rendimiento de grano del experimento de trigo en relación con el número de granos por espiga, espiquillas por espiga, peso de 1000 granos y longitud de espiga.

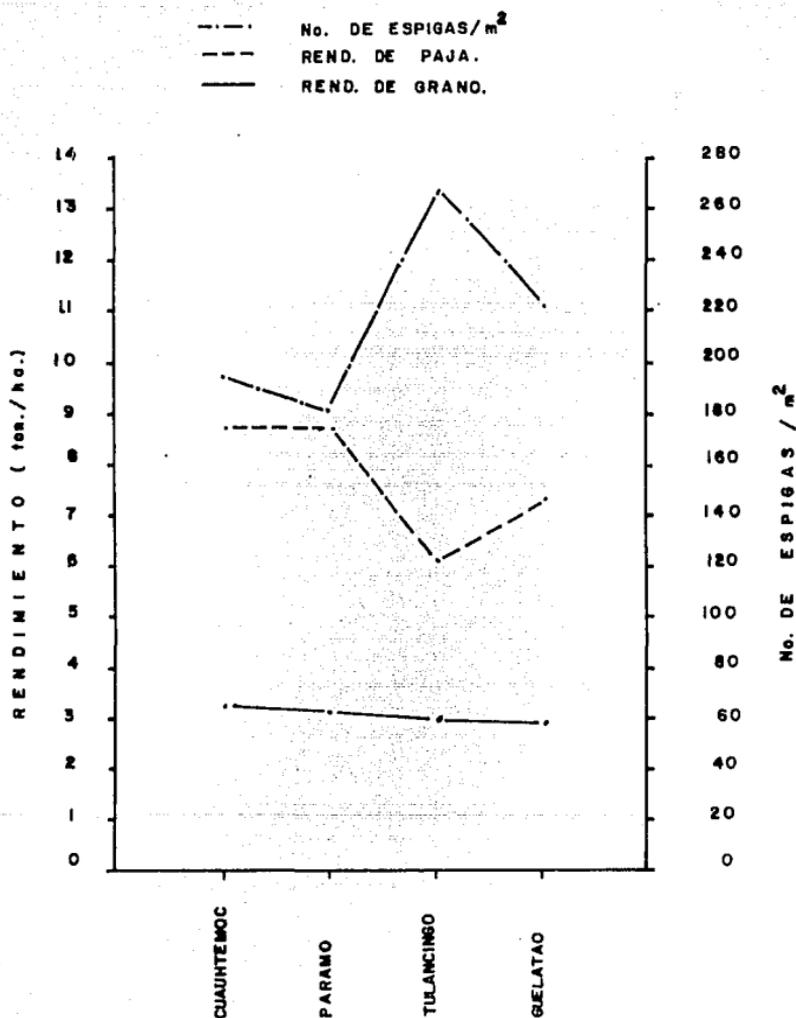


Figura 5. Rendimiento de grano, en relacion al rendimiento de paja y el número de espigas/m<sup>2</sup> del experimento de avena.

altura. Cabe resaltar la importancia del comportamiento de la variedad Cuauhtémoc, dado que en la región utilizan tanto el grano como el forraje para la alimentación de ganado.

En lo que se refiere a cebada, sobresalieron por su rendimiento de grano dos líneas que presentaron muy buen desarrollo y adaptación a las condiciones del área; estas líneas fueron la M-9702 y M-9578, las cuales superaron marcadamente al testigo que fue la variedad Apizaco (Figura 7); aunque cabe mencionar que esta variedad resultó afectada por heladas, mostrando avanamiento de grano; puesto que fue una de las más precoces y coincidió la presencia de heladas cuando estaba en estado de embuche. Por lo que respecta a las líneas más rendidoras, su comportamiento está asociado al hecho de que presentaron mayor número de granos por espiga, mayor número de espiguillas por espiga y mayor peso de 1000 granos (Figura 8).

Finalmente en triticale, las variedades y las líneas estudiadas no se diferenciaron notablemente en su rendimiento; no obstante, la variedad Roquillo fue la que sobresalió, conjuntamente con la línea IA-146. Dentro de los componentes estudiados no se nota una influencia muy marcada con el rendimiento de grano; sin embargo, se puede ver (Figura 10) que hay una relación ligera de peso de 1000 granos y mayor número de granos por espiga.

Las diferencias en cuanto a los factores estudiados dentro de las especies y variedades se debió al comportamiento de las mismas al medio donde se desarrollaron, ya que sus genotipos, distintos en menor o mayor grado, determinan diferencias morfológicas y fisiológicas que interactúan con el ambiente; por lo que, de acuerdo con Fisher (1975),

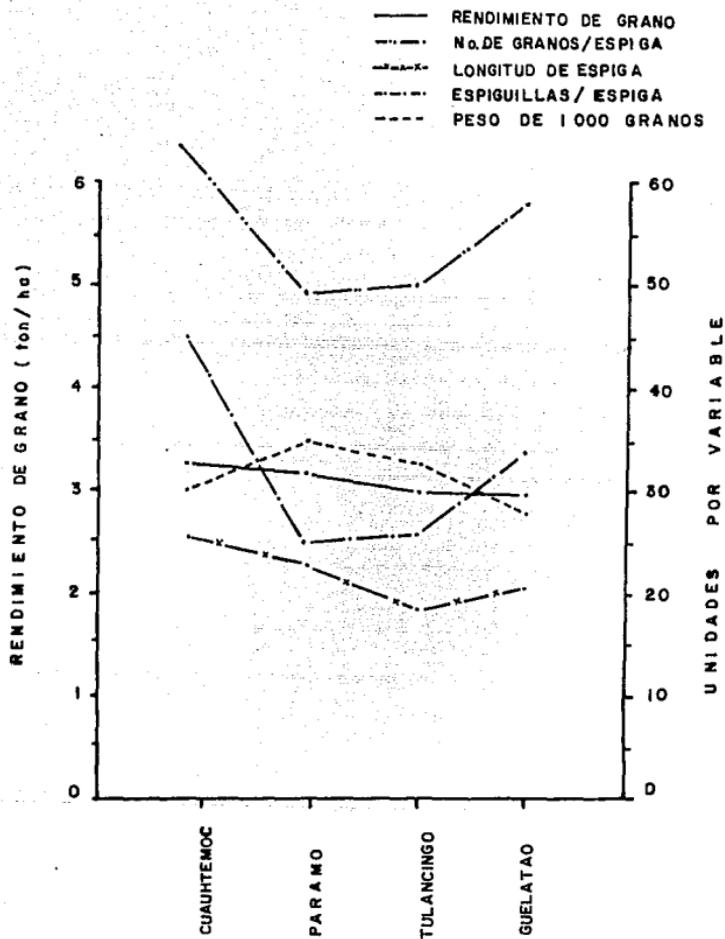


Figura 6. Rendimiento de grano del experimento de avena en relacion con el número de granos por espiga, espiguillas por espiga, peso de 1000 granos y longitud de espiga.

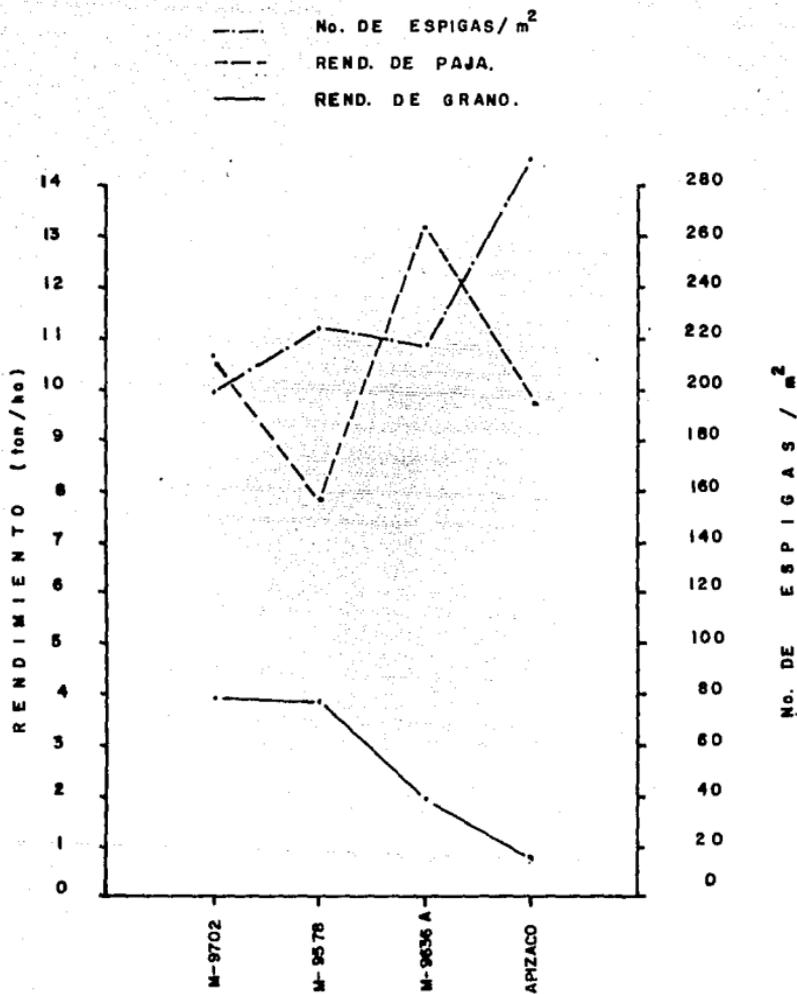


Figura 7. Rendimiento de grano en relación con el rendimiento de paja y el número de espigas/m<sup>2</sup> del experimento de cebada.

se acepta que sólo con pruebas de adaptación continuadas por varios ci cios puede llegarse a definir de manera aproximada, a que proporción de la variación en el rendimiento se debe al genotipo y que tanto influye en éste el medio ambiente, de modo que se seleccionen para pruebas posteriores especies y/o variedades con alto rendimiento potencial para esta región específica.

#### 4.2 Rendimiento de Paja

Aunque no es un factor determinante para la selección de las espe cies y variedades en estudio, el rendimiento de paja puede representar cierta ventaja o desventaja para cada una en este trabajo, el propósito es detectar a aquellas variedades que proporcionen mayor adaptación pa ra rendimiento de grano; de tal manera que el rendimiento de paja, pasaría a un término secundario, sin embargo, en el área de estudio, des pués de que es cosechado el grano de estos cereales, la paja es utili zada como forraje seco para la alimentación de ganado o bien como cama da en las granjas de pollos, representando una ventaja adicional para el productor.

Por otro lado, debe destacarse como posible desventaja, que una gran parte del rendimiento de paja lo aporta las hojas, y de acuerdo con Broth (1975), un menor número de hojas pudiera ayudar a la planta a usar la humedad más eficientemente al reducir la evapotranspiración; Asimismo la planta tendría menos superficie para coleccionar rocío y menor rozamiento foliar, disminuyendo la presencia de enfermedades tales como *Septoria*, que necesitan humedad en la superficie de la planta para desarrollarse, mientras que el contacto entre hojas ayuda a la transmisión de la enfermedad de planta a planta.

El mayor rendimiento de paja se obtuvo con cebada (Figura 1), aunque su rendimiento de grano fue bajo; las líneas que se comportaron mejor fueron M-9636A y M-9702, siendo muy alto en la primera, pero con un bajo rendimiento de grano; en tanto que la línea M-9702 presentó un buen rendimiento de grano, a la vez mostró un alto rendimiento de paja.

La especie que produjo menos rendimiento de paja fue trigo (Figura 8) que mostró mayor eficiencia, ya que con ella se obtuvo el mayor rendimiento de grano. De lo anterior se puede inferir que al existir un mayor rendimiento de paja, el rendimiento de grano se abate, (Figuras 1, 3, 7 y 9), pues como puede observarse en las especies y variedades que presentaron mayor rendimiento de paja, el rendimiento de grano fue bajo.

#### 4.3 Componentes de Rendimiento y Factores Agronómicos

Las relaciones que guardan los diferentes componentes con el rendimiento de grano, no fueron iguales en todas las especies y variedades, siendo diferente para cada una de ellas, aunque en algunos casos sí hubo coincidencia; lo cual coincide con lo que señala Slavko y Tomislav (1978), de que las diferencias en la importancia que muestran los componentes de rendimiento en diversos ambientes, se debe a diferencias genéticas entre las variedades, que se expresan sólo en ambientes no limitantes, de modo que los caracteres que determinan el rendimiento no son los mismos cuando se trata de ambientes distintos; y de ello se concluye que la relación que guarde entre los componentes de rendimiento varían dependiendo de la época, localidad, especie y/o variedad.

El número de espigas por metro cuadrado, tuvo influencia en el

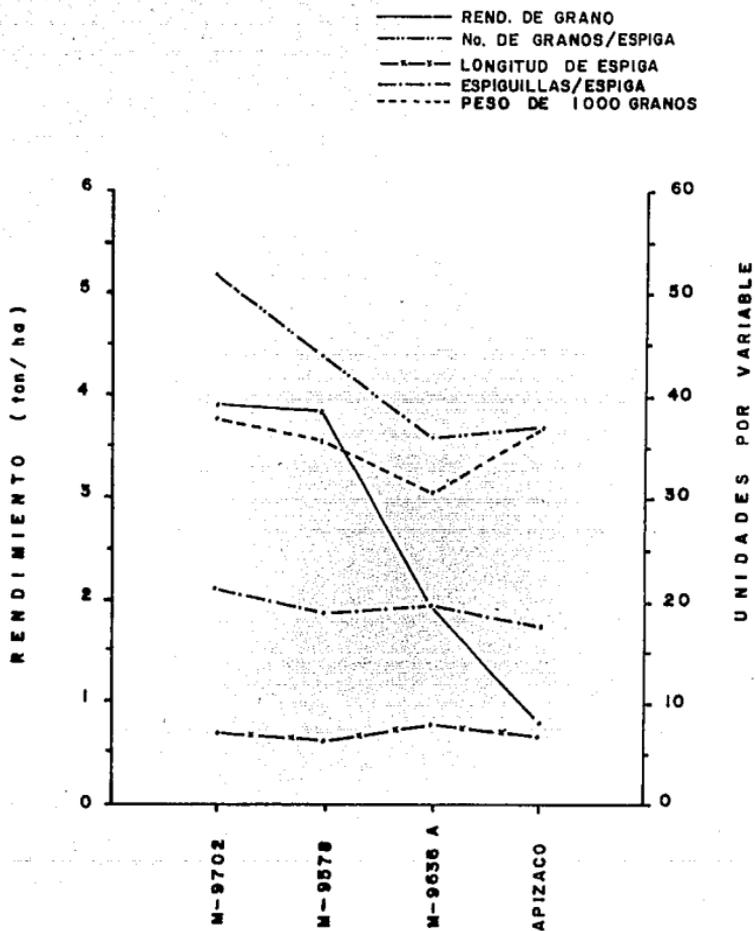


Figura 8. Rendimiento de grano del experimento de cebada en relación con el número de granos por espiga, espiguillas por espiga, peso 1000 granos y longitud de espiga.

rendimiento de grano solamente en trigo (Figura 1); por otro lado, en variedades dentro de la propia especie, se observó que este factor guardó una relación con el rendimiento de grano en la variedad Zacatecas VT-74 (Figura 3). Algunas variedades, como la México M-82, destacaron por otros componentes; sin embargo produjeron menor número de espigas por metro cuadrado, ocasionando un bajo rendimiento; corroborando lo que dice Fisher (1972), en el sentido de que el número máximo de macollos no parece estar positivamente relacionado al rendimiento, debido a que invariablemente por competencia, un gran porcentaje de estos macollos mueren y entonces el número de espigas no tiene buena relación con el número máximo de tallos.

En lo referente a número de espiguillas por espiga se encontró una relación con el rendimiento de grano en avena (Figura 2), y tratándose de variedades dentro de especies, la variedad Cuauhtémoc de avena y la línea M-9702 de cebada, estuvieron más influenciadas por este factor, ya que presentaron un número mayor (Figura 8). Este componente guardó relación con el número de granos por espiga sobresaliendo la avena, dentro de las cuatro especies, mientras que al analizar variedades dentro de especies, en la variedad Zacatecas VT-74 de trigo fue donde existió una marcada relación con el rendimiento de grano (Figura 4); en la avena la variedad Cuauhtémoc fue la que obtuvo un valor mayor (Figura 6); en cebada la línea M-9702 (Figura 8), y en triticale la variedad Roquillo y la línea IA-146 (Figura 10).

La longitud de espiga no fue un parámetro que influyera directamente en el rendimiento de grano; no obstante, destacó la avena y dentro de ésta, la variedad Cuauhtémoc fue la que presentó mayor longitud.

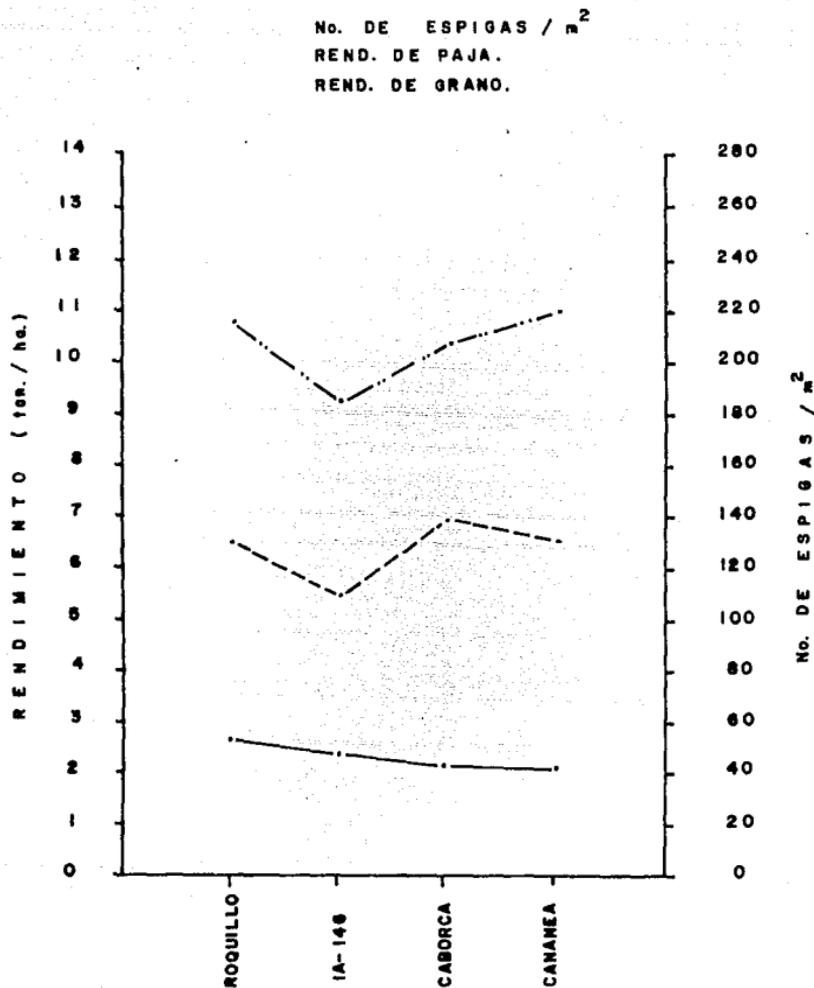


Figura 9. Rendimiento de grano y de paja, del experimento de triticale en relación con el número de espigas/m<sup>2</sup>

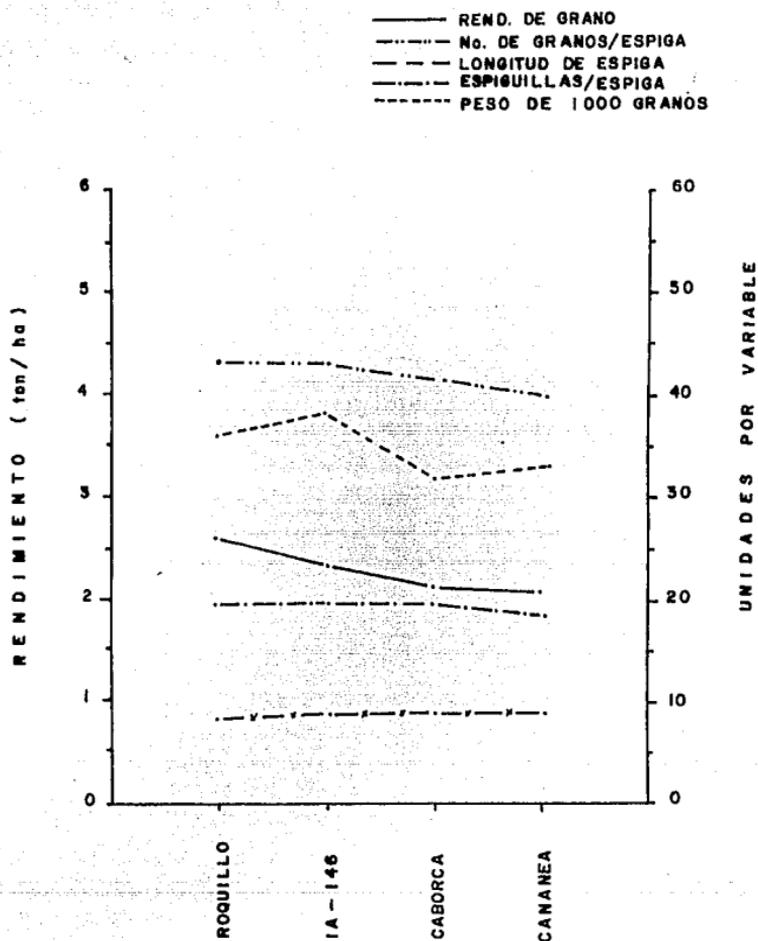


Figura 10. Rendimiento de grano del experimento de triticale en relación con el número de granos por espiga, espiguillas por espiga, peso 1000 granos y longitud de espiga.

El peso de 1000 granos fue otro componente que influyó en el rendimiento de grano, observándose (Figura 2) que en trigo la relación fue más estrecha; sin embargo, dentro de las variedades por especie se observa (Figura 8) que la línea M-9702 de cebada fue la que presentó una relación más directa del peso de 1000 granos con el rendimiento.

En altura de planta, floración y madurez fisiológica no se observó una relación directa con el rendimiento de grano; aunque en forma visual se apreció que las variedades Tulancingo, de avena; la variedad Apizaco y la línea M-9636A, de cebada, presentaron avanamiento de grano, ya que fueron las más precoces y las heladas incidieron cuando estaban en etapa de embuche.

De una manera general se puede inferir que los componentes que guardaron una relación más estrecha con el rendimiento de grano fueron espiguillas por espiga, granos por espiga y peso de 1000 granos, aunque cabe aclarar que la respuesta fue diferente entre especies y en variedades dentro de especies.

## V. CONCLUSIONES

- 1) Dentro de las especies evaluadas en Jilotepec, Méx., durante el ciclo otoño-invierno; el trigo obtuvo un mayor rendimiento de grano con 3.264 ton/ha promedio.
- 2) En general las variedades y especies evaluadas, tuvieron buena adaptación a excepción de las variedades Tulancingo, de avena; la variedad Apizaco y la línea M-9636A, de cebada; que presentaron daños por helada y su rendimiento fue bajo.
- 3) Considerando variedades dentro de especies, el mayor rendimiento de grano en toneladas por hectárea; para el caso del trigo lo obtuvo la variedad Zacatecas VT-74, con 3.613; para avena la variedad Cuauhtémoc fue la sobresaliente con 3.248; en cebada, la línea M-9702 obtuvo el mayor rendimiento con 3.919, y en triticale la variedad Roquillo fue la mejor con 2.650.
- 4) Las variedades y especies que presentaron un mayor rendimiento de grano produjeron bajo rendimiento de paja, a excepción de la línea M-9702 de cebada que obtuvo mayor rendimiento de grano y también alto rendimiento de paja.
- 5) Los componentes de rendimiento que tuvieron una relación más directa con el rendimiento de grano fueron: espiguillas por espiga, número de granos por espiga y peso de 1000 granos; aunque para cada especie y variedad hay una respuesta diferente.

- 6) Las variedades experimentales superaron en rendimiento de grano a las variedades comerciales, a excepción de la variedad Cuauhtémoc, que es comercial y que presentó una mayor eficiencia que las mejoradas aún sin liberar.

## VI. BIBLIOGRAFIA

- Aguilar, I.M. y R.B. Fisher. 1975. Análisis de crecimiento y rendimiento de 30 genotipos de trigo, bajo condiciones ambientales óptimas del cultivo. *Agrociencia* 21: 185-197.
- Alessi J., J.F. Power and L.D. Sibbit. 1979. Yield, quality and nitrogen fertilizer recovery of standar and semidwarf spring wheat, as affected by sowing date and fertilizer rate. *Journal of Agricultural Science*. 93: 87-93.
- Allard, R.W. 1976. Principios de la mejora genética de las plantas. Traducción por José Luis Montoya INIA. Ed. Omega, Barcelona, España.
- \_\_\_\_\_ and P.E. Hanshe. 1964. Some parameters of population variability and their implications in plant breeding. *Advances in agronomy* 14: 281-325.
- Beratto, M.E. 1974. Influencia de la longitud del ciclo sobre algunos parámetros fisiológicos y su relación con el rendimiento de grano en 10 cultivares de trigo (*Triticum aestivum* L.) estudiados en Chapingo, Méx. Tesis M.C. ENA. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Betanzos M., E. 1975. Obtención y análisis de datos útiles en la formación de índices de selección para habilidad competitiva en *Triticum aestivum* L. Tesis M.C. ENA. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Billings, W.D. 1952. The environmental complex in relation to plant growth and distribution. *Quart. Biol. Rev.* 27: 251-265.
- Bingham, J. 1969. The physiological determinat of grain yield in cereals. *Agricultural Progress* 44: 30-42.
- Brauer, H.O. 1969. Fitogenética aplicada. Ed. Limusa. México.
- Breth, S.A. 1975. Trigo duro. Nueva era para un cultivo antiguo. *El CIMMYT Hoy*. No. 2.
- Brewbaker, J.L. 1967. Genética agrícola. Traducción de la 3a. edición. UTHEA. México.
- Briggs, F.N. and P.F. Knowles. 1979. Introduction to plant breeding. Reinhold Pub. Co.
- Chapman, R.S. y D.C. Laruz. 1976. Producción agrícola (Principios y prácticas). Traducción de Manuel Medina Blanco, Eduardo Peinado Lucena y Antonio Gustavo Gómez. Ed. Acribia. Zaragoza España.

- Conde, B.C. 1960. Introducción y adaptación de variedades de cebada *Hordeum vulgare* L. en Apodaca N.L. Tesis Ing. Agrónomo ITESM. Monterrey, N.L.
- Díaz del Pino, A. 1983. Cereales de Primavera. Ed. Salvat-editores S.A. México.
- Evans, L.T. y I.F. Wardlaw. 1976. Aspects of the comparative physiology of grain in cereals. *Advances in Agronomy* 21: 301-350.
- Fisher, R.A. 1972. Ideas on the physiology of yield potencial in the wheat crop. CIMMYT.
- Ferran, L.J. 1959. Cebada, variedades cervceras y cerveza. Ed. AEDOS. Barcelona, España.
- Galindo O, M.A. 1981. Estudio de adaptación de 50 variedades de cebada (*Hordeum vulgare* L.) en el ciclo invierno-primavera de 1980-1981 en Apodaca N.L. Tesis Ing. Agrónomo. ITESM. Monterrey, N.L.
- García, E. 1964. Modificación al sistema de clasificación climática de Koeppen. UNAM. Instituto de Geografía. México.
- Hayes H. K.F.R. Immer and Smith. 1955. *Methods of plant breeding*. Mc Graw Hill Book Company.
- Hehn, E.R. and M.A. Barmore. 1965. Wheat improvement for quality. *Advances in Agronomy* 17: 85-112.
- Jiménez G., C.A. 1978. Avena. En: Recursos genéticos disponibles a México. Cervantes S.T. (ed). SOMEFI. Chapingo, Méx.
- Kern, R.K. 1980. Ensayo de los conjuntos genéticos, cruza de trigo ha rinero Primavera-Invierno. El CIMMYT Hoy. No. 12.
- Klages H. W.K. 1942. *Ecology Crop Geography*. The Mc Millan Co. New York.
- Lara O., I. 1979. Comportamiento de las variedades para zonas templadas de la colección mundial de sorgo bajo las condiciones del Valle del Yaqui. Tesis Ing. Agronomo ITESM. Cd. Obregon.
- Martínez S, J.L. 1977. Correlaciones y parámetros de estabilidad en rendimiento y calidad de trigo. Tesis M.C. ENA. Colegio de Post-graduados. Chapingo, Méx.
- Matsuo, T. 1975. Adaptability, stability and productivity in Crop Plants. In: T. Matsuo (ed). *Adaptability in plants*. Tokio JIBP Synthesis Vol. 6.
- Maya de León, J.L. 1980. Trigo. In: Recursos genéticos disponibles a México. Cervantes S., T. (ed). SOMEFI. Chapingo, Méx.

- Mertin, J.V. 1980. Acelerando el mejoramiento genético de trigo, triticale y cebada. El CIMMYT Hoy. No. 11. México.
- Moreno, G.R. 1983. Conozca más sobre triticale. Noticiamec. Vo. 2. No. 3. SARH, INIA, CIAMEC. Chapingo, Méx.
- Navarro, F.M. 1983. Logros y avances de la investigación agrícola en los cultivos de cebada, avena y triticale. INIA-SARH. México.
- Pohelman, M.J. 1965. Mejoramiento genético de las cosechas. Traducción de la 1ª ed. en Inglés por Nicolás Sánchez Duron. Ed. Limusa. México.
- Robles, S.R. 1978. Producción de granos y forrajes. Ed. Limusa. México.
- \_\_\_\_\_. 1984. Terminología genética y fitogenética. Ed. Trillas. México.
- Sánchez, M.T. 1966. Comparación de 25 variedades de trigo (*Triticum vulgare* Hort), en dos formas de siembra en Apodaca, N.L. Tesis de Ing. Agrónomo ITESM. Monterrey, N.L.
- SARH. 1984. Departamento de informática. Distrito de temporal No. 76. Jilotepec, Méx.
- \_\_\_\_\_. 1984. Jefatura del Programa agrícola. Delegación en el Estado y Valle de México. Toluca, Méx.
- Slavke, B. and Tomislov C. 1978. Phenotypic expression of different genotypes of common wheat under the same environment. 3th. wheat Genetics Symposium. Canberra.
- Terman, G.L. 1979. Yield and protein content of wheat as affected by environmental, nitrogen and cultivar factors. Agronomy J. 71(3): 437.
- Tola, C.I. 1973. Naturaleza del amacollamiento y relaciones de competencia entre e intra-planta en cebada (*Hordeum vulgare* L.). Tesis M.C. ENA-Colegio de Postgraduados. Chapingo, Méx.
- Wilsie, C.P. 1962. Crop Adaptation and Distribution. W.H. Freeman and Co. San Francisco and London.
- Wolff, A. 1976. Trigo x Centeno = Triticale. El CIMMYT Hoy. No. 5.

## VII. APENDICE

Cuadro 1A. Resultados de los análisis de varianza realizados en las variables estudiadas bajo el análisis conjunto.

	Factor de variación	Grados de Libertad	Cuadrados medios	Fc.	Ft	C.V.	
					5% 1%	%	
Rendimiento de grano	Tratamiento	3	2310751.90	18.53**	2.86	4.38	
	Rep. (exp)	12	122909.53	0.99NS	2.03	2.72	
	Exp.*trat	9	2542037.4	20.39**	2.15	2.94	12.5
	Experimento	3	2922068.6	23.4 **	2.86	4.38	
	Error	36	124686.47				
	TOTAL	63					
Rendimiento de paja	Tratamiento	3	5835202.0	4.41**	2.86	4.38	
	Rep. (exp)	12	2845777.9	2.15 *	2.03	2.72	
	Exp.*trat.	9	7677053.6	5.80**	2.15	2.94	15.3
	Experimento	3	6941125.0	5.24**	2.86	4.38	
	Error	36	1323269.2				
	TOTAL	63					
Altura de planta	Tratamiento	3	766.93	61.50**	2.86	4.38	
	Rep. (exp)	12	38.18	3.06**	2.03	2.72	
	Exp.*trat	9	158.09	12.67**	2.15	2.94	3.97
	Experimento	3	1600.43	128.34**	2.86	4.38	
	Error	36	12.47				
	TOTAL	63					
Longitud de espiga	Tratamiento	3	9.30	11.77**	2.86	4.38	
	Rep. (exp).	12	0.50	0.63NS	2.02	2.72	
	Exp.*trat	9	11.17	14.13**	2.15	2.94	7.5
	Experimento	3	728.78	922.50**	2.86	4.38	
	Error	36	0.79				
	TOTAL	63					
Espigas por M <sup>2</sup>	Tratamiento	3	6458.47	3.49 *	2.86	4.38	
	Rep. (exp).	12	1659.84	0.40NS	2.03	2.72	
	Exp.*trat	9	2980.86	1.61NS	2.15	2.94	18.9
	Experimento	3	6486.39	3.50 *	2.86	4.38	
	Error	36	1852.54				
	TOTAL	63					
Espiguillas por espiga	Tratamiento	3	82.32	26.31**	2.86	4.38	
	Rep. (exp)	12	4.88	1.55NS	2.03	2.72	
	Exp.*trat	9	83.22	26.58**	2.15	2.94	7.7
	Experimento	3	700.12	223.60**	2.86	4.38	
	Error	36	3.13				
	TOTAL	63					
No. de granos por espiga	Tratamiento	3	115.27	5.31**	2.86	4.38	
	Rep. (exp).	12	47.94	2.21 *	2.03	2.72	
	Exp.*trat	9	131.56	6.06**	2.15	2.94	10.2
	Experimento	3	895.35	41.24**	2.86	4.38	
	Error	36	21.71				
	TOTAL	63					
Peso de 1000 granos	Tratamiento	3	35.90	5.75**	2.86	4.38	
	Rep. (exp).	12	265.20	42.75**	2.03	2.72	
	Exp.*trat.	9	57.92	9.28**	2.15	2.94	7.2
	Experimento	3	101.36	16.24**	2.86	4.38	
	Error	36	6.24				
	TOTAL	63					

Fc: F calculada; Ft: F tabulada; C.V.: Coeficiente de variación.

Cuadro 2A. Resultados de los análisis de varianza realizados para las variables estudiadas en trigo.

	Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc.	Ft		C.V. %
					5%	1%	
Rendimiento de grano	Tratamiento	3	214747.4	1.68NS	3.86	6.99	11.51
	Repeticiones	3	236828.2				
	Error	9	141201.9				
	TOTAL	15					
Rendimiento de paja	Tratamiento	3	908177.6	1.04NS	3.86	6.99	16.6
	Repeticiones	3	369781.7	0.42			
	Error	9	877171.7				
	TOTAL	15					
Altura de planta	Tratamiento	3	126.0	42.7 **	3.86	6.99	1.95
	Repeticiones	3	2.16	0.74			
	Error	9	2.944				
	TOTAL	15					
Longitud de espiga	Tratamiento	3	3.442	9.85**	3.86	6.99	5.75
	Repeticiones	3	0.550	1.58			
	Error	9	0.349				
	TOTAL	15					
No. de Espigas por M <sup>2</sup>	Tratamiento	3	843.56	0.36NS	3.86	6.99	19.0
	Repeticiones	3	1014.56	0.44			
	Error	9	2330.89				
	TOTAL	15					
Espiguillas por espiga	Tratamiento	3	2.22	0.53NS	3.86	6.99	10.93
	Repeticiones	3	5.06	1.21			
	Error	9	4.17				
	TOTAL	15					
No. de granos por espiga	Tratamiento	3	19.72	0.94NS	3.86	6.99	11.7
	Repeticiones	3	41.72	2.00			
	Error	9	62.68				
	TOTAL	15					
Peso de 1000 granos	Tratamiento	3	100.74	5.32 *	3.86	6.99	11.7
	Repeticiones	3	19.80	1.04			
	Error	9	18.937				
	TOTAL	15					

Cuadro 3A. Resultados del análisis de varianza realizados para las variables estudiadas en avena.

	Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc.	Ft.		C.V. %
					5%	1%	
Rendimiento de grano	Tratamiento	3	51266.5	0.74NS	3.86	6.99	11.0
	Repeticiones	3	85647.6				
	Error	9	116165.7				
	TOTAL	15					
Rendimiento de paja	Tratamiento	3	6447952.3	3.42NS	3.86	6.99	16.8
	Repeticiones	3	1883898.4	1.11			
	Error	9	1694536.9				
	TOTAL	15					
Altura de planta	Tratamiento	3	638.39	52.71**	3.86	6.99	3.2
	Repeticiones	3	8.06	0.61			
	Error	9	12.11				
	TOTAL	15					
Longitud de espiga	Tratamiento	3	37.37	19.56**	3.86	6.99	6.3
	Repeticiones	3	0.73	0.38			
	Error	9	1.91				
	TOTAL	15					
Espigas por M <sup>2</sup>	Tratamiento	3	5844.91	4.50*	3.86	6.99	16.5
	Repeticiones	3	818.91	0.63			
	Error	9	1296.69				
	TOTAL	15					
Espiguillas por espiga	Tratamiento	3	324.33	74.04**	3.86	6.99	6.3
	Repeticiones	3	7.5	1.71			
	Error	9	4.38				
	TOTAL	15					
No. de granos por espiga	Tratamiento	3	265.06	9.91**	3.86	6.99	9.2
	Repeticiones	3	57.72	2.16			
	Error	9	26.72				
	TOTAL	15					
Peso de 1000 granos	Tratamiento	3	35.73	67.41**	3.86	6.99	2.3
	Repeticiones	3	0.39	0.71			
	Error	9	0.53				
	TOTAL	15					

Cuadro 4A. Resultados de los análisis de varianza realizados para las variables estudiadas en cebada.

	Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc.	Ft		C.V. %
					5%	1%	
Rendimiento de grano	Tratamiento	3	164201.5	58.9**	3.86	6.99	15.1
	Repeticiones	3	9361053.0	1.03			
	Error	9	158813.1				
	TOTAL	15					
Rendimiento de paja	Tratamiento	3	19728196.00	9.03**	3.86	6.99	14.2
	Repeticiones	3	8554415.30	3.93			
	Error	9	2183440.20				
	TOTAL	15					
Altura de planta	Tratamiento	3	419.41	16.9**	3.86	6.99	5.8
	Repeticiones	3	114.08	4.6			
	Error	9	24.80				
	TOTAL	15					
Longitud de espiga	Tratamiento	3	1.87	3.18NS	3.86	6.99	11.3
	Repeticiones	3	0.66	1.12			
	Error	9	0.58				
	TOTAL	15					
Espigas por M <sup>2</sup>	Tratamiento	3	7685.58	6.74**	3.86	6.99	14.6
	Repeticiones	3	2988.41	2.62			
	Error	9	1138.69				
	TOTAL	15					
Espiguillas por espiga	Tratamiento	3	4.41	1.70NS	3.86	6.99	8.08
	Repeticiones	3	0.41	0.15 *			
	Error	9	2.58				
	TOTAL	15					
No. de granos por espiga	Tratamiento	3	222.08	9.39**	3.86	6.99	11.4
	Repeticiones	3	20.91	0.88			
	Error	9	23.63				
	TOTAL	15					
Peso de 1000 granos	Tratamiento	3	38.71	8.79**	3.86	6.99	5.95
	Repeticiones	3	1040.01	236.04			
	Error	9	4.40				
	TOTAL	15	3275.85				

Cuadro 5A. Resultados de los análisis de varianza realizados para las variables estudiadas en triticale.

	Factor de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Fc	Ft		C.V. %
					5%	1%	
Rendimiento de grano	Tratamiento	3	94033.1	2.68NS	3.86	6.99	13.1
	Repeticiones	3	248137.9				
	Error	9	92428.7				
	TOTAL	15					
Rendimiento de paja	Tratamiento	3	1782035.8	3.31NS	3.86	6.99	11.5
	Repeticiones	3	545016.0	1.01			
	Error	9	537927.8				
	TOTAL	15					
Altura de planta	Tratamiento	3	57.41	5.73 *	3.86	6.99	3.1
	Repeticiones	3	28.41	2.83			
	Error	9	10.02				
	TOTAL	15					
Longitud de espiga	Tratamiento	3	0.15	0.46NS	3.86	6.99	6.8
	Repeticiones	3	0.07	0.22			
	Error	9	0.34				
	TOTAL	15					
Espigas por M <sup>2</sup>	Tratamiento	3	1027.00	0.39NS	3.86	6.99	24.8
	Repeticiones	3	1017.00	0.69			
	Error	9	2643.88				
	TOTAL	15					
Espiguillas por espiga	Tratamiento	3	1.06	0.71NS	3.86	6.99	6.0
	Repeticiones	3	6.56	4.35			
	Error	9	1.50				
	TOTAL	15					
No. de granos por espiga	Tratamiento	3	3.08	0.20NS	3.86	6.99	9.0
	Repeticiones	3	71.41	4.58			
	Error	9	15.58				
	TOTAL	15					
Peso de 1000 granos	Tratamiento	3	34.49	31.76**	3.86	6.99	2.9
	Repeticiones	3	0.60	0.55			
	Error	9	1.08				
	TOTAL	15					

Cuadro 6A. Comparación de medias para las variables estudiadas en 4 especies de cereales de invierno (Análisis conjunto). Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.

V A R I A B L E	ESPECIE O EXPERIMENTO	MEDIA
Rendimiento de grano (ton/ha)	Trigo	3.264 <sup>1/</sup> a
	Avena	3.088 a
	Cebada	2.623 b
	Triticale	2.314 c
Rendimiento de paja (ton/ha)	Cebada	10.350 a
	Avena	7.739 b
	Triticale	6.357 c
	Trigo	5.261 c
Altura de planta (cm)	Avena	106.1 a
	Triticale	100.8 b
	Trigo	87.7 c
	Cebada	85.6 c
Longitud de espiga (cm)	Avena	21.7 a
	Trigo	10.2 b
	Triticale	8.5 c
	Cebada	6.7 d
No. de espigas por m <sup>2</sup>	Trigo	253 a
	Cebada	230 ab
	Avena	217 b
	Triticale	207 b
Espiguillas por espiga	Avena	32 a
	Triticale	20 b
	Cebada	19 bc
	Trigo	18 c
No. de granos por espiga	Avena	56 a
	Triticale	43 b
	Cebada	42 b
	Trigo	38 c
Peso de 1000 granos (grs)	Trigo	37.1 a
	Cebada	35.2 b
	Triticale	34.8 b
	Avena	31.1 c

<sup>1/</sup> Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales según Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

Cuadro 7A. Prueba comparativa de medias de rendimiento de grano en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.

E S P E C I E	V A R I E D A D	RENDIMIENTO (TON/HA)
TRIGO	Zacatecas VT-74	3.613a <sup>1/</sup>
	Pavón F-76	3.207a
	México M-82	3.190a
	Anáhuac F-76	3.047a
	MEDIA	3.264
AVENA	Cuahtémoc	3.248a
	Páramo	3.174a
	Tulancingo	2.980a
	Guelatao	2.948a
	MEDIA	3.087
CEBADA	M-9702	3.919a
	M-9578	3.846a
	M-9636A	1.940 b
	Apizaco	.785 c
	MEDIA	2.622
TRITICALE	Roquillo	2.650a
	IA-146	2.351a
	Caborca	2.164ab
	Cananea	2.137 b
	MEDIA	2.325

<sup>1/</sup> Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

Cuadro 8A. Pruebas comparativas de medias de rendimiento de paja, en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Ji lotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.

ESPECIE	VARIEDAD	RENDIMIENTO (TON/HA)
CEBADA	M-9636A	13.166a <sup>1/</sup>
	M-9702	10.662 b
	Apizaco	9.755 b
	M-9578	7.817 c
	MEDIA	10.350
AVENA	Cuauhtémoc	8.773a
	Páramo	8.713a
	Guelatao	7.370ab
	Tulancingo	6.101 b
	MEDIA	7.739
TRITICALE	Caborca	6.956a
	Cananea	6.750a
	Roquillo	6.501ab
	IA-146	5.402 b
	MEDIA	6.357
TRIGO	Pavón F-76	6.183a
	Zacatecas. VT-74	5.706a
	México M-82	5.569a
	Anáhuac F-76	5.025a
	MEDIA	5.621

<sup>1/</sup> Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

Cuadro 9A. Prueba comparativa de medias del número de espigas por metro cuadrado en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.

ESPECIE	VARIEDAD	No. DE ESPIGAS/M <sup>2</sup>
TRIGO	Zacatecas VT-74	268a <sup>1/</sup>
	Anáhuac F-76	258a
	Pavón F-76	254a
	México M-82	234a
	MEDIA	253
CEBADA	Apizaco	292a
	M-9578	224 b
	M-9636A	218 b
	M-9702	189 c
	MEDIA	230
AVENA	Tulancingo	268a
	Guelatao	223ab
	Cauhtémoc	197 b
	Páramo	181 b
	MEDIA	217
TRITICALE	Cananea	220a
	Roquillo	216a
	Caborca	208a
	IA-146	184a
	MEDIA	207

<sup>1/</sup> Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

Cuadro 10A. Prueba comparativa de medias del número de espiguillas por espiga en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.

E S P E C I E	V A R I E D A D	No. DE ESPIGUILLAS POR ESPIGA
AVENA	Cuauhtémoc	45a <sup>1/</sup>
	Guelatao	34 b
	Tulancingo	26 c
	Páramo	25 c
	MEDIA	32
TRITICALE	Cananea	20a
	Caborca	20a
	IA-146	20a
	Roquillo	19a
	MEDIA	20
CEBADA	M-9702	21a
	M-9636A	20a
	M-9578	19a
	Apizaco	18a
	MEDIA	19
TRIGO	México M-82	19a
	Anáhuac F-76	18a
	Pavón F-76	18a
	Zacatecas VT-74	18a
	MEDIA	18

<sup>1/</sup> Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

Cuadro 11A. Prueba comparativa de medias de longitud de espiga en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx., Otoño-Invierno 1983/84.

ESPECIE	VARIEDAD	LONGITUD (CM)
AVENA	Cuahtémoc	25.4a <sup>1/</sup>
	Páramo	22.5 b
	Guelatao	20.7 b
	Tulancingo	18.2 c
	MEDIA	21.7
TRIGO	México M-82	11.6a
	Pavón F-76	10.0 b
	Zacatecas VT-74	9.8 b
	Anáhuac F-76	9.6 b
	MEDIA	10.2
TRITICALE	Cananea	8.7a
	Caborca	8.7a
	IA-146	8.4a
	Roquillo	8.3a
	MEDIA	8.5
CEBADA	M-9636A	7.6a
	M-9702	6.9a
	Apizaco	6.4ab
	M-9578	6.0 b
	MEDIA	6.7

<sup>1/</sup> Medias seguidas de la misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

Cuadro 12A. Prueba comparativa de medias de número de granos por espiga en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.

E S P E C I E	V A R I E D A D	No. DE GRANOS POR ES PIGA
AVENA	Cuahtémoc	66a <sup>1/</sup>
	Cuelatao	58 b
	Tulancingo	50 bc
	Páramo	49 c
	MEDIA	56
TRITICALE	Roquillo	44a
	IA-146	44a
	Caborca	43a
	Cananea	42a
	MEDIA	43
CEBADA	M-9702	52a
	M-9578	44 b
	Apizaco	37 b
	M-9636 A	36 b
	MEDIA	42
TRIGO	México M-82	41a.
	Zacatecas VT-74	39a
	Anáhuac F-76	37a
	Pavón F-76	36a
	MEDIA	38

<sup>1/</sup> Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

Cuadro 13A. Prueba comparativa de medias de peso de 1000 granos en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx., Otoño-Invierno 1983/84.

ESPECIE	VARIEDAD	PESO DE 1000 GRANOS (GRS)
TRIGO	México M-82	40.8a <sup>1/</sup>
	Zacatecas VT-74	40.2a
	Pavón F-76	37.4a
	Anáhuac F-76	29.9 b
	MEDIA	37.0
CEBADA	M-9702	37.6a
	Apizaco	37.0a
	M-9578	35.4a
	M-9636A	30.7 b
	MEDIA	35.1
TRITICALE	IA-146	38.3a
	Roquillo	36.2 b
	Cananea	32.8 c
	Caborca	32.0 c
	MEDIA	34.8
AVENA	Páramo	34.6a
	Tulancingo	32.4 b
	Cauhtémoc	29.4 c
	Guelatao	27.9 d
	MEDIA	31.0

<sup>1/</sup> Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales según la prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ ).

Cuadro 14A. Prueba comparativa de medias para altura de planta en variedades de cuatro especies de cereales de invierno. Jilotepec, Méx., Otoño-Invierno 1983/84.

E S P E C I E	V A R I E D A D	ALTURA DE PLANTA (cm)
TRIGO	México M-82	94.7a <sup>1/</sup>
	Zacatecas VT-74	88.7 b
	Anáhuac F-76	86.2 b
	Pavón F-76	81.2 c
	MEDIA	87.7
AVENA	Cuauhtémoc	115.2a
	Páramo	111.7a
	Guelatao	110.2a
	Tulancingo	87.5 b
	MEDIA	100.8
CEBADA	M-9702	92.7a
	M-9636A	92.0a
	M-9578	87.0a
	Apizaco	70.7 b
	MEDIA	89.0
TRITICALE	Roquillo	104.7a
	Cananea	102.7a
	IA-146	100.0 b
	Caborca	96.0 b
	MEDIA	106.1

<sup>1/</sup> Medias seguidas con la misma letra son estadísticamente iguales según la Prueba de Duncan ( $\alpha=0.05$ )

Cuadro 15A. Días a floración y madurez fisiológica en variedades de cuatro especies de cereales de invierno, sembradas en el municipio de Jilotepec, Méx.; Otoño-Invierno 1983/84.

E S P E C I E	VARIETADES	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ FISIOLÓGICA
TRIGO	México M-82	104	141
	Pavón F-76	102	131
	Anáhuac F-76	99	131
	Zacatecas VT-74	95	127
	MEDIA	100	132
CEBADA	M-9636A	92	119
	M-9578	91	117
	M-9702	89	123
	Apizaco	87	114
	MEDIA	89	118
TRITICALE	Caborca	103	134
	Cananea	99	131
	Roquillo	97	130
	IA-146	96	137
	MEDIA	98	133
AVENA	Cauhtémoc	97	131
	Guelatao	92	125
	Tulancingo	87	112
	Páramo	89	122
	MEDIA	91	122

FIGURA 1A. CROQUIS DE DISTRIBUCION DE TRATAMIENTOS, Y DISEÑO EXPERIMENTAL USADO EN EL EXPERIMENTO DE CEREALES, EN JILOTEPEC, MEX; CICLO OTOÑO-INVIERNO 1963/64.

