

MICROISIS:	1594
FECHA:	6/02/91
ENCARGADO:	UAGRS

EVALUACION DE NIVELES DE
NITROGENO Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN
CUATRO GENOTIPOS DE TRITICALE

Por

David Moreira Ch.

Tesis presentada
como requisito previo a la
obtención del título
de Ingeniero Agrónomo

BIBLIOTECA WILSON POPENCE
ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA
APARTADO 08
TEGUCIGALPA HONDURAS

ESCUELA AGRICOLA PANAMERICANA

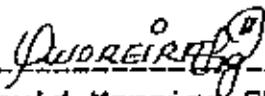
Abril - 1988

EVALUACION DE NIVELES DE
NITROGENO Y DENSIDADES DE SIEMBRA EN
CUATRO GENOTIPOS DE TRITICALE

Por

David Moreira Ch.

El autor concede a la Escuela Agrícola Panamericana
permiso para reproducir y distribuir copias de este
trabajo para los usos que considere necesarios.
Para otras personas y otros fines, se reservan
los derechos de autor.



David Moreira Ch.

Abril - 1988

DEDICATORIA

Ante todo a Dios, por brindarme la oportunidad de lograr otra meta más en mi vida, a mis padres Agustín e Ileana, a mis hermanos Isidro y Agustín, al hermano Benito Aguilar, y a mis amigos porque en todo momento me inspiraron para seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Quiero dar un agradecimiento muy especial al Dr. Leonardo Corral y al Dr. Juan José Alán por brindarme su ayuda y sus consejos en todo momento oportuno.

Agradecer a mi compañero de cuarto Julio Batres, a mis amigos Sanpedranos (José Perdomo, Raúl Espinal y Sidney López), al personal del Departamento de Agronomía especialmente al Dr. Juan Carlos Rosas, Oswaldo Varela, Héctor Castillo, e Isbela de Alvarez, como a la familia Nolasco Martínez por brindarme todo ellos su ayuda durante mi año de estudio.

Mi agradecimiento también se extiende hasta mis amigos (Martín Leal, Pedro Calderón, Geovanny Díaz, Jacobo Puerto) y amigas de la Escuela que siempre me ayudaron.

TABLA DE CONTENIDO

Título	i
Derecho de autor	ii
Aprobación	iii
Dedicatoria	iv
Agradecimiento	v
Tabla de contenido	vi
Índice de cuadros	vii
Índice de figuras	viii
I Introducción	1
II Revisión de literatura	3
III Materiales y Métodos	18
IV Resultados y discusión	25
V Conclusión	36
VI Recomendaciones	37
VII Resumen	38
VIII Literatura Citada	40

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Análisis de suelo de la terraza No.1. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Junio de 1987.	19
Cuadro 2.	Cuadrados medios para las variables días a floración, altura de planta, número de macollos efectivos. 1987.	26
Cuadro 3.	Cuadrados medios para las variables peso de 100 semillas, rendimiento en kg/ha. 1987.	27
Cuadro 4.	Medias para las variables peso de 100 semillas, rendimiento en kg/ha. El Zamorano, 1987.	30
Cuadro 5.	Cuadro de separación de medias para la variable rendimiento en kg/ha. El Zamorano, 1987.	30
Cuadro 6.	Cuadro de separación de medias para la variable peso de 100 semillas. El Zamorano, 1987.	32
Cuadro 7.	Cuadro de separación de medias para la variable días a floración. El Zamorano, 1987.	34
Cuadro 8.	Medias para las variables altura de planta, número de macollos efectivos, días a cosecha. El Zamorano 1987.	34

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Distribución de la precipitación durante
la realización del ensayo. El Zamorano,
1987. 20

I. INTRODUCCION

El triticale, un híbrido intergénérico, es el producto de una cruce entre los géneros Triticum (trigo) y Secale (centeno) (Zillinsky, 1973). Creado por fitogenetistas, más que por el proceso natural de evolución, el triticale es el primer cereal "hecho por el hombre". Su importancia agronómica, además de botánica, se debe a que ofrece un potencial tremendo como fuente de grano para llenar la creciente necesidad de alimentos en el mundo (CIMMYT, 1976).

En ensayos de rendimiento realizados durante varios años del Vivero Internacional de Rendimiento de Triticale (ITYN) se encontró que puede tolerar cantidades mayores de nitrógeno que el trigo sin que se produjera acame, alcanzando una productividad de aproximadamente 8000 kg/ha (CIMMYT, 1985).

El triticale muestra una adaptabilidad mayor y un potencial de rendimiento elevado y estable en relación con el trigo en condiciones desfavorables para éste (CIMMYT, 1985). Ha heredado, especialmente del centeno, la tolerancia a suelos ácidos, a altitudes considerables y a ambientes semiáridos en los que el trigo difícilmente prosperaría (Varughese, 1987). La resistencia del triticale a enfermedades tales como royas y carbones constituye otra ventaja, sobre todo en zonas elevadas (Zillinsky, 1973).

Las limitaciones del triticale siguen siendo el arrugamiento en el grano, la tendencia del grano a germinar antes de la cosecha y el bajo peso hectolítrico. La germinación prematura del grano puede ser un problema serio en ambientes con altas precipitaciones y humedad durante la cosecha. Este factor provoca un rápido deterioro de la calidad del grano. Aunque se ha logrado algún avance en la resistencia a la germinación prematura en la espiga, es necesario encontrar fuentes de mayor resistencia.

El contenido proteínico del grano de triticale es generalmente alto (entre 18 y 25%), en tanto que en el trigo raramente llega al 15% (Varughese, 1987).

Por las características anotadas creemos que el triticale pueda representar una buena opción de cultivo en zonas tropicales semiáridas, con suelos ácidos y a altitudes entre 800 y 1500 metros.

Los objetivos de este trabajo fueron:

1. Evaluar la respuesta de cuatro genotipos de triticale a varios niveles de nitrógeno en las condiciones del valle del Río Yeguaré, Honduras.
2. Estudiar los efectos de dos densidades de siembra en los cuatro genotipos.
3. Analizar posibles interacciones entre genotipos de triticale, niveles de nitrógeno y densidades de siembra.

II. REVISION DE LITERATURA

2.1 Antecedentes

El triticales es el resultado de la cruce amplia realizada por el hombre entre dos géneros diferentes: Triticum (trigo) y Secale (centeno). Wilson (1875), comunicó haber efectuado el cruzamiento entre trigo y centeno, aunque este triticales fue originalmente estéril. Rimpau, en Alemania, en 1888, logra obtener el primer híbrido fértil de trigo X centeno (CIMMYT, 1979; Varughese et al., 1987).

Por mucho tiempo el triticales fue tan solo una curiosidad biológica. Sin embargo, investigaciones serias con el objetivo de convertirlo en un cultivo agrónomicamente rentable comenzaron en 1935. En este mismo año, aparece en Alemania el nombre "Triticales" en la literatura científica (CIMMYT, 1985; Varughese et al., 1987).

A mediados de los años 50, se realizó un esfuerzo para superar los defectos de este híbrido, dando como resultado que se utilizara como un cultivo comercial en muchas zonas. Las primeras variedades comerciales se lanzaron hace 20 años en Hungría, España y Canadá (CIMMYT, 1985).

Riley y Chapman, (citados por Zillinsky, 1973) propusieron que la infertilidad era el resultado de una incompatibilidad general entre el genomio de una especie autógena como el trigo y el genomio del centeno que es alógama.

En 1918, los investigadores de trigo de la Estación Agrícola Experimental de Saratov, en Rusia, encontraron miles de híbridos que inequívocamente eran trigo x centeno en sus parcelas de prueba de trigos de invierno. Los triticales intrusos eran el resultado de fecundaciones espontáneas entre los trigos de los ensayos y los centenos sembrados en los bordes, irónicamente, para evitar el cruzamiento entre las diferentes líneas de trigo. Las plantas F₁ produjeron semillas de las que se obtuvieron híbridos estables, relativamente fértiles e intermedios en cuanto al fenotipo (CIMMYT, 1976; Varughese et al., 1987).

En 1931, pruebas citológicas confirmaron que los híbridos eran anfiploides verdaderos con 56 cromosomas (CIMMYT, 1976).

2.2 Formación

La colocación de granos de polen de centeno en los estigmas de una planta de trigo es el primer paso en la creación de una nueva línea de triticales (CIMMYT, 1976).

La constitución del triticales incluye el complemento cromosómico total o parcial de los dos géneros, Triticum y

Secale, y tanto la estructura de la planta como su reproducción son típicas de una gramínea autógena (CIMMYT, 1985).

El cruzamiento de un trigo cristalino (cuatro series de cromosomas) con un centeno (dos series de cromosomas) produce un triticale hexaploide (seis series de cromosomas). El cruzamiento de un trigo harinero (seis series de cromosomas) con un centeno produce un triticale octoploide (ocho series de cromosomas). Estos triticales primarios se cruzan entre ellos para producir triticales secundarios, o se cruzan con triticales secundarios para producir otros triticales secundarios. Los triticales octoploides (trigo harinero x centeno) son menos fértiles y menos vigorosos que los triticales hexaploides (trigo cristalino x centeno) (CIMMYT, 1976).

Los investigadores dedicados al mejoramiento del triticale en el CIMMYT en 1968 se beneficiaron con un suceso imprevisto: un cruzamiento espontáneo del triticale con un trigo harinero semienano mexicano desconocido, dio como resultado en la progenie F₃ un triticale que se le llamó "Armadillo" donde el cromosoma 2D del trigo harinero sustituyó al cromosoma 2R del centeno. Los triticales en los que cromosomas D del trigo harinero han sustituido a cromosomas R se llaman sustituidos, y los triticales que tienen los siete cromosomas R del centeno se denominan de tipo completo (Varughese et al., 1987).

Las buenas características agronómicas que se obtuvieron mediante este cruzamiento resultaron altamente heredables. Para 1970 la mayoría de los triticales del CIMMYT utilizados para mejoramiento incluían "Armadillo" en sus genealogías. El triticales "Armadillo" posee tres características de gran valor para el programa de mejoramiento: fertilidad elevada, insensibilidad al fotoperíodo y altura corta. Dos ventajas adicionales de "Armadillo", en comparación con un triticales primario, son la madurez precoz y la floración sincrónica (Varughese et al., 1987).

En 1934, Dustin descubrió el efecto de la colchicina, un alcaloide cristalino, derivado de plantas del género Colchicum. En 1937, Blackeslee y Avery, y, Nabel y Ruttle, encontraron que podían inducir la duplicación de cromosomas con la ayuda de la colchicina (Smith, 1966). Por medio de este método, en 1937, en Francia, Givaudon establece la técnica de la colchicina para duplicar los cromosomas de los híbridos estériles, lo que permite producir grandes cantidades de triticales fértiles (CIMMYT, 1976; Varughese et al., 1987).

Para hacer la planta fértil, los fitogenetistas la bañan con el producto químico, que induce la duplicación de los cromosomas. Cada nueva línea de triticales (triticales primario) es una fuente adicional de genes para el fitomejorador. Esta línea es cruzada con otras líneas a

efecto de concentrar genes deseables en un triticales secundario (CIMMYT, 1975).

Estudios en el CIMMYT, utilizando la técnica modificada de gienza de coloración de manera que los cromosomas aportados al triticales por el progenitor centeno se pueden distinguir de los aportados por el progenitor trigo, mostró que cromosomas extras de trigo substituyen algunas veces a cromosomas de centeno. Es decir, algunas líneas de triticales producen plantas que tienen desde siete pares de cromosomas de centeno (una serie completa) hasta un par de cromosomas de centeno. El conocimiento de cuántos y cuáles pares de cromosomas de centeno han sido reemplazados por cromosomas de trigo, es valioso para los fitomejoradores. Las cruzas entre triticales que tienen diferentes sustituciones de cromosomas de centeno son estériles o segregan de modo anormal (CIMMYT, 1975).

La línea experimental "Beagle" fue el primer triticales de alto rendimiento en el cual están presentes todos los cromosomas de centeno y todos los de trigo duro. Algunos científicos pensaban que este logro no era posible (CIMMYT, 1975).

En 1940, se empleó la técnica de cultivo de embriones en triticales para rescatar embriones híbridos de semillas con endosperma malformado, para cultivarlos en un medio de cultivo (CIMMYT, 1976; Varughese *et al.*, 1987).

2.3 Adaptación

El triticale promete ser un buen cultivo en condiciones marginales de producción, donde sus cualidades le dan una ventaja significativa sobre casi todos los cereales (CIMMYT, 1985).

El deficiente desarrollo del endosperma, que es la causa de semillas arrugadas y bajos pesos hectolítricos, era, y en cierta medida aún lo es, el principal problema que limitaba la aceptación del triticale (CIMMYT, 1985).

Otro factor que constituye un problema en el triticale es la germinación del grano en la espiga, que es provocado por la actividad de la enzima alfa-amilasa. Si la actividad es elevada, el problema será mayor; si por el contrario, es baja, el problema disminuirá hasta desaparecer (CIMMYT, 1985).

En algunas líneas de triticale los cambios de latitud, duración del día, elevación y muchos otros factores influyen en su comportamiento. Una buena atención a las prácticas de producción permitirá obtener mejores rendimientos (CIMMYT, 1969-70).

Zillinsky y Borlaug, (citados por Varese *et al.*, 1987) indican que la sensibilidad genética al fotoperiodo afecta el rendimiento. Algunos triticales requieren de días largos para florecer y por lo tanto se comportan pobremente bajo condiciones de días cortos.

En 1965, el CIMMYT comenzó un programa de mejoramiento con plantas de triticale sensibles al fotoperíodo. El problema de la sensibilidad al fotoperíodo fue resuelto con la ampliación de la base de germoplasma de triticale y mejoramiento alternado de material en la estación experimental de El Ciano y las estaciones del CIMMYT en Toluca y El Batán. El empleo de trigos insensibles a la duración del día en los cruzamientos y la selección de líneas con buen desempeño en las dos latitudes permitió obtener triticales insensibles al fotoperíodo (CIMMYT, 1985).

El triticale ha mostrado adaptación a suelos ácidos en diversas partes del mundo superando a los mejores trigos por amplio margen (CIMMYT, 1979).

En tierras tropicales de altura tiene un mayor nivel de resistencia que el trigo a algunas enfermedades (CIMMYT, 1982).

Donde la precipitación no es demasiado irregular, las cosechas de triticale son buenas con una cantidad de lluvia de alrededor de 500 a 600 mm durante el ciclo del cultivo (INIA, 1983).

2.4 Rendimiento

En el Ensayo Internacional de Rendimiento de Triticale que fue sembrado en 50 localidades en 1973, en diferentes lugares del mundo, con semilla enviada por el CIMMYT, el

rendimiento promedio de las cinco mejores líneas fue de 3.5 t/ha, en tanto que en el tercer ensayo (1972) fue de 3.1 t/ha (CIMMYT, 1975).

La incorporación de los genes de enanismo del trigo al triticale aumentó considerablemente su potencial de rendimiento, merced a la reducción del acame. "Cinamón" fue el primer triticale enano que entró a los ensayos de rendimiento en 1971 (CIMMYT, 1975).

Los rendimientos que comercialmente se obtienen en la actualidad varían de acuerdo con la cantidad y distribución de la lluvia a través del ciclo del cultivo. Este efecto fue marcado en diferentes zonas de México (INIA, 1983).

2.5 Peso hectolítrico

El peso hectolítrico, o sea el peso volumétrico se relaciona con el llenado del grano. En 1974, más del 70% de las 600 líneas en ensayos avanzados de rendimiento tuvieron un peso de 70 kg/hl (CIMMYT, 1975).

El progreso en el mejoramiento del peso hectolítrico ha sido lento pero constante. Al cultivar triticale en condiciones favorables para la producción, no es difícil obtener pesos hectolítricos de hasta 76 kg/hl (CIMMYT, 1983).

2.6 Proteína

A medida que han aumentado los rendimientos de grano, el porcentaje de proteína ha disminuido debido al incremento del contenido de carbohidratos en el grano. Los primeros triticales tenían un contenido mayor de proteína, esencialmente, debido a una pobre formación de almidón y al endosperma arrugado, de modo que las capas exteriores, en donde está localizada la proteína, constituía una proporción mayor del grano que cuando el grano está lleno (CIMMYT, 1973; CIMMYT, 1975).

La lisina es uno de los aminoácidos más limitantes en los cereales. Por tanto, si el porcentaje de lisina en la proteína de los triticales es alto, la calidad nutritiva de ésta también será alta. En el CIMMYT se analizaron 5500 líneas en 1974, que promediaron 13.5% de proteína con 3.7% de lisina en la proteína (CIMMYT, 1973).

2.7 Pastoreo y forraje

Experimentos en México indican que el triticales se podría pastorear o cortar su follaje verde en sus primeras etapas de crecimiento y más tarde cosechar su grano. El pastoreo o corte solamente sacrificaría menos del 20% del rendimiento de grano y a la vez proporcionaría de 2 a 3 t/ha de forraje de alta calidad proteínica (CIMMYT, 1975).

La producción total de materia seca del triticales, comparada con la de los trigos semienanos le dan una

ventaja tanto de forraje como de grano (Varughese et al., 1987).

2.8 Combate de malezas

Es necesario un buen combate de hierbas nocivas en los primeros estados de desarrollo del cultivo (INIA, 1983). Sobre el uso de herbicidas los agrónomos del CIMMYT indican que hay diferencias entre los triticales en su reacción a los herbicidas. Mostraron, en 1974, que el triticales es más susceptible que el trigo a dos herbicidas comunes, Tribunil (Methabenzthiazuron) y Dosanex (Metoxuron). Son más sensibles que los trigos harineros y cristalinos a los herbicidas de tipo preemergente, como el 2,4-D (CIMMYT, 1969-70; CIMMYT, 1975).

2.9 Siembra

Las prácticas de cultivo consisten en una buena preparación del terreno y nivelado ya sea si la siembra es de riego o temporal (INIA, 1983).

Por la densidad de siembra, se sabe que el triticales necesita alrededor de 30 kg más de semilla por hectárea que el trigo (un kilogramo de semilla de triticales tiene menos granos que los que tiene el trigo) (INIA, 1983).

En el CIMMYT, encontraron que el triticales no se debe sembrar a una profundidad mayor de 6 a 9 cm. A profundidades mayores disminuye el rendimiento (CIMMYT,

1975).

2.10 Fertilización

En las pruebas con nitrógeno, si bien el acamado es un factor importante, los rendimientos a altos niveles de fertilización fueron más altos que los del trigo testigo; igualmente los rendimientos del triticale a bajos niveles de nitrógeno o sin nitrógeno, fueron a menudo más altos que los de los trigos testigos (CIMMYT, 1975).

Referente a la fertilización, el INIA (1983), verificó en México, que dos tercios del nitrógeno de la fórmula que se aplica al trigo para la producción comercial, son suficientes para que el triticale desarrolle su capacidad productiva.

Sin embargo, Varughese et al. (1987) informan que en 1970 en el CIMMYT se realizaron ensayos agronómicos en la Estación Experimental en el CIANO, México, para obtener información sobre la reacción de las líneas de triticales a la fertilización nitrogenada. El declive de la curva con referencia al rendimiento para las líneas de triticales, a niveles de 120 kg/ha de nitrógeno (N), fue menor que en las variedades de trigo. Cada kilo de nitrógeno aplicado aumentó en 18 kilos la producción del grano de las líneas de triticale, en tanto que las variedades de trigo aumentaron 23 kilos. El acame no fue un problema, aun a niveles de 300 kg/ha de N, probablemente porque el

experimento fue sembrado a mediados de enero y el crecimiento vegetativo no fue excesivo.

2.11 Áreas de siembra

Varios tipos de áreas serían las mejores para introducción del triticale a nivel comercial:

- a) Regiones donde se cultivan trigo, centeno o avena, pero donde los rendimientos son bajos.
- b) Regiones con ciertos problemas de suelos como toxicidad aluminica. El genomio de centeno en el triticale da un cierto grado de tolerancia a la toxicidad del aluminio.
- c) Regiones donde las enfermedades limitan severamente los rendimientos del trigo (CIMMYT, 1975).
- d) Regiones nuevas donde no se siembra trigo.
- e) Regiones donde las lluvias son escasas y la distribución de las lluvias es irregular y poca.

2.12 Producción de harina

Como el triticale se parece más al trigo que al centeno en cuanto a tamaño, forma y composición química del grano, sus características de calidad alimenticia se comparan más a menudo con las del trigo (Varughese et al., 1987).

En 1968 los granos de triticales rendían solo 50% de harina en comparación con 70% de los trigos harineros. En 1975, en el CIMMYT, los triticales tuvieron un rendimiento

del 53 al 69 % de harina (CIMMYT, 1982).

La mayoría de los productos alimenticios hechos con harina de trigo se han hecho también con éxito con harina pura de triticale, incluyendo productos de masa fermentada y sin fermentar. Para masas fermentadas, en las cuales es crítico tener niveles más altos de gluten, a los triticales les falta las cualidades de panificación que tienen los trigos harineros. Para los productos de masa no fermentada como "chapatis" y "pan ácimo", las harinas de triticale y de trigo son igualmente útiles (CIMMYT, 1982).

Las mezclas de harina de trigo y de triticale son eficaces en la elaboración de pan. Con mezclas hasta de 75% de harina de triticale y 25% de harina de trigo, es posible hacer pan de buena calidad (CIMMYT, 1982).

2.13 Enfermedades

El triticale no es susceptible a las mayoría de enfermedades que atacan al trigo. Sin embargo, se han identificado enfermedades en algunas líneas que no son comunes en el trigo, por ejemplo, la mayoría de los triticales no tienen resistencia adecuada a enfermedades tales como el cornezuelo (Claviceps purpurea) y el tizón de la espiga (Fusarium sp.) (CIMMYT, 1975; CIMMYT, 1982).

Comparados con el trigo, los triticales continúan mostrando niveles muy altos de resistencia a las tres royas, a Septoria, a algunos carbones y al mildiu polvoso

(CIMMYT 1982; CIMMYT, 1985).

2.14 Mejoramiento genético

Mediante cruzamiento y selección, se están combinando buenos caracteres especiales con buenas características agronómicas. Algunos triticales tienen ahora de 40 a 50 espiguillas por espiga, contra 30 espiguillas en los triticales normales. Otros triticales tienen de 8 a 10 florecillas por espiguilla. Todos estos materiales se utilizan en mejoramiento de triticales (CIMMYT, 1976).

Los genes utilizados para el mejoramiento del triticales, proceden relativamente de pocas fuentes y la variabilidad genética general para obtener una característica determinada es un tanto limitada. Por esta razón, la primera prioridad del programa de mejoramiento del CIMMYT consiste en aumentar la variabilidad genética del germoplasma del triticales (Varughese et al., 1987).

En vista de que el triticales no ha pasado por la selección natural, es necesario y ventajoso crear poblaciones genéticamente tan diversas como sea posible (Varughese et al., 1987).

Otra fuente de diversidad genética es el cruzamiento de triticales de primavera con triticales de invierno. Para 1973 poco se hizo en este campo en el CIMMYT, debido a la dificultad en vernalizar un gran número de variedades de invierno, de tal modo que la floración coincidió con los de

tipos de primavera. Sin embargo, se realizó un ensayo en Toluca, México (2540 msnm) donde había un período de frío suficientemente largo para la vernalización. Los triticales de invierno se sembraron en octubre y los de primavera en enero; ambos florecieron en mayo y en junio. El mayor mejoramiento en la calidad del grano se encontró en materiales que habían sido seleccionados visualmente en las primeras generaciones por tener mayor fertilidad y desarrollo del grano (CIMMYT, 1973).

El método de cruzamiento interespecífico entre el triticales y el trigo es el más empleado en el programa de desarrollo de germoplasma básico del CIMMYT.

El mejoramiento abarca los siguientes aspectos (Vareghese et al., 1987):

1. Mejoramiento de trigos y centeno que usarán para producir triticales primarios.
2. Producción de triticales primarios.
3. Cruzamientos entre individuos de la misma especie (cruzas intraespecíficas).
4. Cruzamientos con especies afines (cruzas interespecíficas).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Localización

El presente trabajo de investigación se desarrolló en la Estación Experimental del Departamento de Agronomía de la Escuela Agrícola Panamericana, situada en el valle del Rio Yeguate, en El Zamorano, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, a 37 Km al Este de Tegucigalpa, 14°00' latitud norte y 87°02' longitud oeste. Los resultados del análisis de suelo se presenta en el Cuadro 1.

3.2 Clima

El Zamorano se encuentra ubicado a 800 msnm. Tiene una temperatura promedio de 22°C. Se presentan dos estaciones bien marcadas: la lluviosa, de Junio a Noviembre y la seca, de Diciembre a Mayo. La precipitación promedio anual es de 1015 mm repartidos en seis meses aproximadamente. La precipitación durante el periodo del experimento (julio-noviembre 1987) se observa en la Figura 1.

3.3 Preparación del Terreno

La preparación del terreno consistió de una arada, una rastreada y una pulverización de los terrones con un tractorcito de mano. Una vez preparado el terreno se hizo

Cuadro 1. Análisis de suelo de la terraza No.1. Departamento de Agronomía, Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. Junio de 1987.

	Franco Arcillo Arenoso
Textura	
pH (KCl)	5.4
% M.O.	3.26
% Arena	50
% Limo	26
% Arcilla	24
% Nitrógeno total	0.2
% ppm P	25
% ppm K	144

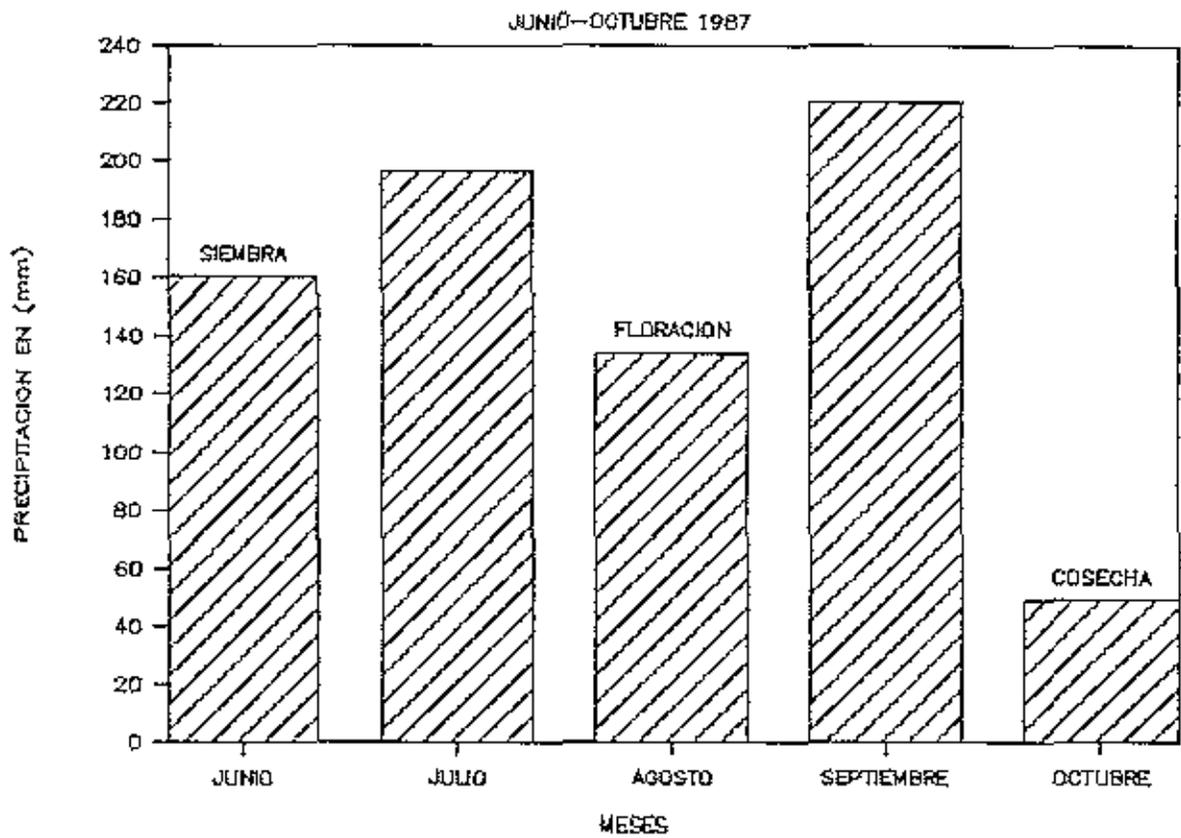


Figura 1. Distribución de la precipitación durante la realización del ensayo. El Zamorano, 1987.

la canalización adecuada para facilitar el drenaje.

3.4 Siembra

La siembra de la primera repetición se realizó el 28 de junio, la segunda el 1 de julio y la tercera el 3 de julio, 1988. La siembra fue manual.

3.5 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño de bloques completamente al azar con 24 tratamientos y tres repeticiones, en un arreglo factorial 4x3x2. Los factores en estudio fueron: genotipo, fertilización nitrogenada y densidad de siembra.

3.6 Genotipo

Se usaron cuatro genotipos de triticale, cuya semilla se obtuvo del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

Los genotipos utilizados fueron: Currency, Tolosco, EDA"S"//M2A/ZA75 y PTR"S"//CSTOR"S"//BTA"S".

Estos materiales fueron seleccionados previamente por presentar mejores características agronómicas sobre los demás materiales que se tenían a disposición.

3.7 Fertilización

Los tres niveles de fertilización nitrogenada fueron 0, 100 y 200 kg/ha. Como fuente de nitrógeno se usó urea (46% de N). Las aplicaciones de nitrógeno fueron la

mitad a la siembra y el resto a la floración.

Se realizó una aplicación general de fósforo a la siembra, con una dosis de 80 kg de P_2O_5 /ha mediante la fórmula 0-46-0.

3.8 Densidad de Siembra

Las dos densidades de siembra fueron una semilla cada 1.5 cm y una semilla cada 3 cm, que equivalen a 66.66 kg/ha y 33.33 kg/ha, respectivamente.

3.9 Parcela Experimental

La parcela total constó de cuatro surcos, cada uno con una longitud de 3 m, separados 0.25 m, lo que constituye una superficie de 3 m² y como parcela útil se consideró los dos surcos centrales o sea 1.50 m². La distancia entre repeticiones fue de 1.0 m. El experimento cubrió una superficie total de 258 m².

3.10 Labores de campo

Se utilizó Furadan 10G (Carbofuran) a la siembra a razón de 15 a 20 kg/ha, para el combate de gusanos tierreros (Agrotis sp).

A los 30 días de la siembra se presentó un ataque de gusano medidor (Mocis latipes) el cual se combatió con una aplicación de MTD-600 (Methamidophos) en dosis de 0.25 l/ha.

El 20 de julio se hizo una deshierba y aporque con azadón. Luego, el 23 de agosto se efectuó una nueva deshierba a mano, debido a un ataque fuerte de maleza porque no se aplicó herbicida a la siembra.

3.11 Cosecha

La cosecha se realizó por repeticiones debido a la diferencia en la madurez en cada una de ellas. Se hizo cortando las plantas a una altura de 10 cm del suelo. Inmediatamente después del corte, se hicieron manojos con las plantas de la parcela útil.

Para todas las variedades, pasados ocho días del corte, se hizo la trilla. Para esto se utilizó una máquina trilladora pequeña. La semilla fue soplada para eliminar las impurezas y concluir la limpieza.

3.12 Datos tomados

Los datos que se tomaron en este ensayo fueron:

- a. Días a floración. Se consideraron los días desde la siembra hasta que el 50% de las plantas florecieron.
- b. Días a cosecha. Se consideraron los días desde la siembra hasta el día en que se cosechó.
- c. Altura de planta. Este dato se tomó midiendo la altura promedio en centímetros de diez plantas al azar en cada parcela útil.

- d. Número de macollos efectivos. Se contó en un metro lineal de surco los macollos que formaron espiga.
- e. Porcentaje de acame. Este dato se tomó observando el número de plantas acamadas en cada parcela útil.
- f. Germinación en la espiga. Este dato fue tomado cuando el grano ya estaba formado en la espiga.
- g. Peso del grano. Se tomó el peso del grano producido por parcela.
- h. Peso de 100 granos. Se determinó el peso de 100 granos empleando una balanza digital.
- i. Porcentaje de humedad. Se determinó el porcentaje de humedad del grano cosechado en cada parcela, para ajustar los rendimientos a un solo valor.

3.13 Análisis de datos

Los análisis de varianza de los datos se realizaron empleando el Programa de computación MSTAT Versión 4.0, desarrollado por la Universidad Estatal de Michigan. Para la separación de medias se empleó la prueba de Tukey. Además, se estructuró un polinomio ortogonal para estudiar posibles respuestas en el factor fertilización nitrogenada.

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

En el ensayo se evaluaron cuatro genotipos de triticale en diferentes niveles de fertilización nitrogenada y dos densidades de siembra.

En los Cuadro 2 y 3, se presentan los cuadrados medios del análisis de varianza para los días a floración, altura de planta, número de macollos efectivos, peso de 100 semillas y rendimiento en kg/ha, en relación con los tratamientos. Se encontraron diferencias significativas para los genotipos en las variables días a floración, número de macollos efectivos, peso de 100 semillas y rendimiento.

Para el nivel de 0 kg el desarrollo de la planta fue normal debido posiblemente, a que en el suelo se encontraban alrededor de 80 kg de nitrógeno por hectárea disponibles (nitrógeno total igual a 0.2%; Cuadro 1), que son suficientes para que la planta desarrolle bien. En la literatura, el INIA verificó en México, que dos tercios del nitrógeno de la fórmula que se aplica al trigo para la producción comercial son suficientes para que el triticale desarrolle su capacidad productiva (INIA, 1983). El trigo necesita de 70 a 80 kg de nitrógeno para obtener una producción de 3000 kg/ha (FAO, 1980), o sea que el

Cuadro 2. Cuadrados medios para las variables días a floración, altura de planta, número de macollos efectivos. El Zamorano, 1987.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Días a floración	Altura de planta	Número de macollos efectivos
Repeticiones	2	0.722	4.514	11.056
Genotipos (G)	3	3.352*	0.926	2.829**
Nitrógeno (N)	2	0.931	9.722	0.597
G X N	6	0.505	16.204	2.079
Densidades (D)	1	0.222	22.222	4.014
G X D	3	0.259	10.185	0.755
N X D	2	0.014	9.722	0.264
G X N X D	6	0.440	8.796	0.560
Error	46	0.780	20.818	2.650
C.V. %	--	1.84	6.42	25.65

*, ** Significativo al $P \leq .05$ y $.01$, respectivamente.

Cuadro 3. Cuadrados medios para las variables peso de 100 semillas, rendimiento en kg/ha. El Zamorano, 1987.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Peso de 100 semillas	Rendimiento
Repeticiones	2	0.737	536674.524
Genotipos (G)	3	2.652**	346940.574**
Nitrógeno (N)	2	0.047	19087.873
G X N	6	0.051	95004.312
Densidades (D)	1	0.040	474.781
G X D	3	0.076	30726.403
N X D	2	0.013	107621.374
G X N X D	6	0.035	94891.261
Error	46	0.059	45667.689
D.V. %	—	9.61	37.80

*, ** Significativo al $P \leq .05$ y $.01$, respectivamente.

triticale necesitaría 53 kg de nitrógeno por hectárea para desarrollar y producir. Entonces, la cantidad de nitrógeno existente en el suelo era suficiente para que las plantas de triticale a 0 kg de nitrógeno por hectárea desarrollaran bien y no se detectara deficiencias.

En suelos con altos contenidos de nitrógeno se recomendaría aplicar niveles de fertilización bajos, que son suficiente para que la planta de triticale produzca.

En relación con el nivel alto de fertilización nitrogenada, no se produjo acame, aunque en la literatura se informa que a altos niveles de fertilización el acame es más severo en los trigos testigos que en el propio triticale. En este caso los rendimientos obtenidos del triticale fueron más altos que los obtenidos por los trigos testigos a bajo niveles de nitrógeno o sin nitrógeno (CIMMYT, 1975).

Varughese et al. (1987) informa que en 1970, en el CIMMYT realizaron ensayos agronómicos, para obtener información sobre la reacción de las líneas de triticales a la fertilización nitrogenada, donde el acame no fue problema aún a niveles de 300 kg/ha de nitrógeno.

Para el factor densidad de siembra, no se encontraron valores estadísticamente significativos para ninguna de las características estudiadas. En la literatura se recomienda utilizar 30 kg más de semilla de triticale por hectárea que en el trigo, ya que un kilogramo de semilla de triticale

tiene menos granos que un kilogramo de semilla de trigo (INIA, 1983). En el experimento se utilizaron densidades de siembra que equivalen a 66.66 kg/ha y 33.33 kg/ha, y para trigo la cantidad de semilla utilizada en plantaciones comerciales es de 60 a 120 kg/ha, por lo tanto la cantidad utilizada en el ensayo fue más baja que la recomendada en la literatura. Posiblemente debido a esto no se detectaran diferencias entre las densidades alta y baja.

Ninguna de las interacciones de primero o segundo orden fueron significativas en este ensayo, lo que indica que los tres factores estudiados actuaron independientemente sobre las características evaluadas.

En el Cuadro 4 se presentan las medias para el rendimiento y el peso de 100 semillas. Se puede apreciar que la línea 1, Currency, fue la que rindió más y obtuvo el mayor peso de 100 semillas. Al encontrar significancia para el rendimiento se procedió a la separación de medias empleando la prueba de Tukey (Cuadro 5). Se encontró diferencia estadísticas entre la líneas 1 y las líneas 2 y 3. No hubo diferencia estadística entre las líneas 1 y 4.

De acuerdo con los promedios, 443.37 a 743.76 kg/ha, el rendimiento es muy bajo en comparación con los obtenidos en los Viveros Internacionales de Rendimiento de Triticale (ITYN) (CIMMYT, 1975), donde el rendimiento promedio de las cinco mejores líneas de triticale fue de 3.1 a 3.5 t/ha.

Cuadro 4. Medias para las variables peso de 100 semillas, rendimiento en kg/ha. El Zamorano, 1987.

Genotipos	Variiedad	Peso de 100 semillas (g)	Rendimiento en kg/ha
1	Currency	3.099	743.769
2	EDA"S"/M2A/ZA75	2.389	468.084
3	PTR"S"/CSTOR"S"	2.266	443.377
4	Tolosco	2.361	605.992

Cuadro 5. Cuadro de separación de medias para la variable rendimiento en kg/ha. El Zamorano, 1987.

Genotipos	Variiedad	Rendimiento (kg/ha)
1	Currency	743.769 A 1/
4	EDA"S"/M2A/ZA75	468.084 AB
2	PTR"S"/CSTOR"S"	443.377 B
3	Tolosco	605.992 B

1/ Genotipos que presentan la misma letra no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey al nivel de 5% de probabilidad.

Los rendimientos que comercialmente se obtienen en la actualidad varían de acuerdo con la cantidad y distribución de la lluvia a través del ciclo del cultivo. En el presente experimento, la distribución de la lluvia se presenta en la Figura 1. Los meses de mayor precipitación fueron julio y septiembre, en el mes de agosto para floración la precipitación fue baja, posiblemente esto afectó el llenado del grano. Se informa que donde la precipitación no es demasiado irregular, las cosechas de triticale son buenas con una cantidad de lluvia de alrededor de 500 a 600 mm durante el ciclo del cultivo (INIA, 1983). La cantidad de lluvia que recibió el ensayo fue aproximadamente de 760.6 mm que serían suficientes para obtener una buena producción. Las diferencias significativas entre variedades sugiere que existen variedades que se podrían adaptar mejor que otras, y que quizás introduciendo nuevas variedades se encuentren algunas que mejoren los rendimientos obtenidos.

Al realizar la separación de medias para el peso de 100 semillas (Cuadro 6), se nota que la línea 1 es estadísticamente diferente a las demás. Esto puede deberse a que el grano de esta línea es más grande y menos arrugado que el de las demás. El CIMMYT (1985), informa que el deficiente desarrollo del endosperma, que es la causa de semillas arrugadas es aún, en cierta medida, la causa de los bajos rendimientos en el triticale. En el experimento, parece que esta condición de grano menos arrugado también

Cuadro 6. Cuadro de separación de medias para la variable peso de 100 semillas, El Zamorano, 1987.

Genotipos	Variedad	Peso de 100 semillas (g)
1	Currency	3.10 A
2	EDA"S"/M2A/ZA75	2.39 B 1/
4	PTR"S"/CSTOR"S"	2.36 B
3	Tolosco	2.27 B

1/ Genotipos que presentan la misma letra no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey al nivel de 5% de probabilidad.

favoreció a la línea 1, que fue la de mejor rendimiento.

Con respecto a los días a floración (Cuadro 7) todas las líneas florecieron entre los 47 y los 48 días. Al realizar la separación de medias (Cuadro 7) se observa que la variedad 1, es estadísticamente diferente a las demás, sin embargo esta diferencia es de un día y no afectó la precocidad de las variedades.

Zillinsky y Borlaug (citados por Varughese et al. 1987), indican que algunos triticales requieren de días largos para florecer y por lo tanto se comportan pobremente bajo condiciones de días cortos. Sin embargo los materiales de este ensayo, los mismos que han sido incluidos en pruebas regionales en diferentes países, son insensibles al fotoperíodo. Esto hace que estos materiales tengan un potencial de adaptación amplio. En todo caso, la diferencia entre los genotipos de un solo día para la fecha de floración posiblemente indica mucha homogeneidad para éste y otras características.

En el Cuadro 8 se presentan las variables altura de planta, número de macollos efectivos, y días a cosecha para las cuatro variedades. Todas las plantas presentaron en promedio la misma altura de 71 cm.

Probablemente, la altitud a que se sembró el ensayo afectó el desarrollo de las plantas y no alcanzaron mayor altura, ya que en un ensayo realizado en Tatumbla, localidad cercana al Zamorano, a aproximadamente 1800 m de

Cuadro 7. Cuadro de separación de medias para la variable días a floración. El Zamorano, 1987.

Genotipos	Variedad	Días a floración
3	Currency	48.33 A 1/
2	EDA"S"/M2A/ZA75	48.22 A
4	PTR"S"/CSTOR"S"	48.17 AB
1	Tolosco	47.39 B

1/ Genotipos que presentan la misma letra no son significativamente diferentes, de acuerdo con la prueba de Tukey al nivel de 5% de probabilidad.

Cuadro 8. Medias para las variables altura de planta, número de macollos efectivos, días a cosecha. El Zamorano, 1987.

Genotipos	Altura de Planta (cm)	Número de macollos efectivos	Días a cosecha
1	71	7	90
2	71	6	90
3	71	6	90
4	71	6	90

altitud, las plantas alcanzaron alturas de hasta 1.2 m (Dominguez H. y Zúniga M., datos sin publicar). También, en la literatura se cita que la altitud y otros factores climáticos afectan el comportamiento del triticale (CIMMYT, 1969-70).

Los coeficientes de correlación simple entre el rendimiento y las variables peso de 100 semillas y número de macollos efectivos fueron 0.42 y 0.54, respectivamente. Estos valores de r fueron altamente significativos ($P \leq 0.01$).

Podemos decir que al aumentar el peso de la semilla y el número de macollos el rendimiento también aumenta. Esto lo podemos observar en la variedad 1, Currency, que presentó el mayor número de macollos, buen peso de 100 semillas, obteniendo el mejor rendimiento en comparación con las demás líneas evaluadas en el ensayo.

V. CONCLUSIONES

1. A juzgar por los bajos rendimientos las variedades utilizadas en este experimento demostraron poseer poca adaptación a las condiciones de El Zamorano.
2. Debido al alto contenido inicial de nitrógeno en el suelo del ensayo no hubo respuesta a la fertilización aplicada.
3. Las densidades de siembra utilizadas son muy bajas y no permitieron estudiar claramente el efecto de este factor sobre el rendimiento.
4. No hubo interacciones significativas ni de primero ni de segundo orden entre los factores estudiados, lo que indica que éstos actuaron independientemente.
5. Se detectaron diferencias altamente significativas entre genotipos para peso de 100 semillas y rendimiento. Sin embargo, para otras características fenológicas se observó mucha homogeneidad entre los genotipos incluidos en este experimento.

VI. RECOMENDACIONES

1. Introducir y evaluar nuevos genotipos de triticale en las condiciones de El Zamorano y en localidades cercanas, a mayores altitudes.
2. Para la realización de experimentos, en especial sobre fertilización, se recomienda efectuarlos en suelos que no tengan efectos residuales de experimentos anteriores.
3. Para pruebas de densidades de siembra con triticale, se cree conveniente explorar niveles más amplios que permitan analizar los efectos de este factor sobre el desarrollo y rendimiento de esta especie.
4. Aplicar herbicidas preemergentes para evitar problemas con malezas durante el desarrollo del cultivo.
5. Concomitantemente con las evaluaciones agronómicas, se recomienda realizar pruebas sobre el uso potencial del triticale y su aceptación, tanto como alimento humano como animal.

VII. RESUMEN

El triticale es una especie resultante del cruzamiento intergenérico entre el trigo (género Triticum) y el centeno (género Secale).

El triticale puede representar una buena opción de cultivo en zonas tropicales semiáridas, con suelos ácidos y a altitudes entre 800 y 1500 metros.

Por otro lado, la resistencia del triticale a enfermedades tales como las royas, Septoria, carbones y mildiú polvoso, representa una ventaja sobre el trigo.

El contenido proteínico del grano es generalmente alto (entre 18 y 25%) en tanto que en el trigo raramente llega al 15%.

En este trabajo se evaluaron cuatro líneas de triticale: Currency, Tolosco, EDA"S"//M2A/ZA/75 y PTR"S"/DSTOR"S"//BTA"S", procedentes del Centro Internacional para el Mejoramiento del Maíz y Trigo (CIMMYT), bajo tres niveles de fertilización nitrogenada, 0, 100, 200 kg/ha y dos densidades de siembra, 1 semilla cada 1.5 cm y 1 semilla cada 3 cm.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con 24 tratamientos y tres repeticiones, en un arreglo factorial 4X3X2.

En general, los efectos principales de los tres factores en estudio no fueron significativos para ninguna de las características evaluadas, con excepción del efecto de los genotipos sobre peso de 100 semillas y rendimiento.

La línea Currency fue la que estadísticamente tuvo los rendimientos más altos (743.769 kg/ha) y la que presentó el mayor peso de 100 semillas (3.099 g). Esto, además de señalar la relativa adaptación de esta línea, indica la asociación positiva de las dos variables. Sin embargo, de acuerdo con informes de rendimientos obtenidos en otras regiones, el rendimiento de la línea Currency es en comparación bastante bajo.

La falta de respuesta a las dosis de fertilización nitrogenada se atribuyó a la presencia en el suelo del ensayo de cantidades altas de este elemento.

Las densidades empleadas posiblemente fueron demasiado bajas y no permitieron detectar su posible efecto sobre la fenología de la planta y el rendimiento.

Las interacciones de primero y segundo orden no fueron significativas para ninguna de las variables en estudio. Esto indica que los factores actuaron independientemente en este ensayo.

VIII. LITERATURA CITADA

- CENTRO INTERNACIONAL DE MEJORAMIENTO DE MAIZ Y TRIGO. 1968. Informe, 1966-67. México, D.F. 79-83 p.
- . 1970. Informe, 1969-70. México, D.F. 74-80 p.
- . 1971. Informe anual, 1970-71. México, D.F. 28-32 p.
- . 1974. Informe de CIMMYT sobre mejoramiento de trigo, 1973. El Batán, México. 12-18 p.
- . 1975. Revisión de programas, 1975. El Batán, México. 92-96 p.
- . 1976. Revisión de programas, 1976. El Batán, México. 59-64 p.
- . 1976. Trigo X Centeno = Triticale. El CIMMYT HOY (Mex.) No. 5:1-15.
- . 1979. Este es el CIMMYT. El Batán, México. 10-14 p.
- . 1983. Informe del CIMMYT, 1982. El Batán, México. 74-80 p.
- . 1984. Reporte anual, 1983. México, D.F. 18-23 p.
- . 1983. Reseña de la investigación, 1984. El Batán, México. 59-66 p.
- . 1985. Informe anual, 1984. México, D.F. 14-19 p.
- . 1986. Informe anual, 1985. México, D.F. 18-24 p.
- . 1987. Reseña de la investigación, 1985. México, D.F. 71-80 p.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA. 1983. Logros y aportaciones de la investigación agrícola en los cultivos de cebada, avena y triticale. México, D.F. 21-27 p.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1980. Los fertilizantes y su empleo. F.A.O. Sed. 54 p.

QUIRONEZ, M.A. 1967. Mejoramiento genético del anfiploide triticales. CIMMYT. México, D.F. 94 p.

VARUGHESE, G.; BARKER, T.; SAARI, E. 1987. Triticales. CIMMYT. México, D.F. 32 p.

ZILLINSKY, F.J. 1973. Mejoramiento e investigación sobre triticales en el CIMMYT. Folleto de investigación No.24. México, D.F. 78 p.