

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

ESCUELA DE AGRICULTURA

" Estudio de la Herencia de la Altura en Triticale "

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE

INGENIERO AGRONOMO

P R E S E N T A

OSCAR BENIGNO OLMEDO ARCEGA

Las Agujas, Mpio. de Zapopan, Jal. 29 de Marzo de 1982

CING. LEONEL GONZALEZ JAUREGUI
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
P R E S E N T E

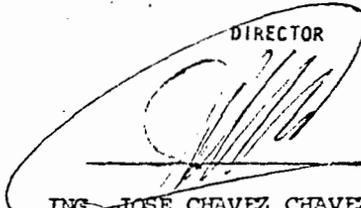
Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____

OSCAR BENIGNO OLMEDO ARCEGA Titulada:

" ESTUDIO DE LA HERENCIA DE LA ALTURA EN TRITICALE . "

Damos nuestra aprobación para la Impresión de la misma

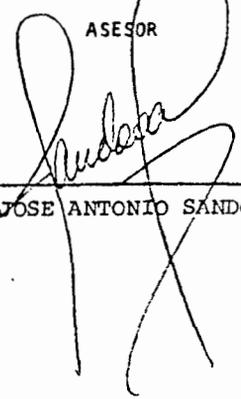
DIRECTOR



ING. JOSE CHAVEZ CHAVEZ

ASESOR

ASESOR



ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIGAL



ING. RAFAEL GARCIA PRECIADO

srd.

AGRADECIMIENTOS

Deseo Expresar mi más profundo agradecimiento al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo - por las facilidades prestadas para la realización del presente trabajo y en especial al Dr. Bent Skovmand, - Dr. Arnoldo Amaya y Dr. Guillermo Ortíz, por su orientación, apoyo y sugerencias que me brindaron.

Al M.C. José Chávez Ch., M.C. Rafael García P. y al Ing. Antonio Sandoval M. por su ayuda en la redacción e interpretación de resultados.

Al M.C. Leonel González J. por su ayuda y consejos durante mi formación profesional.

CONTENIDO

	PAG.
RESUMEN	i
I. INTRODUCCION	1
II. REVISION DE LITERATURA	
2.1. Descripción del Triticale y breve historia de su evolución	5
2.1.1. Clasificación botánica	5
2.1.2. Descripción citológica del Triticale y sus progenitores	6
2.1.3. Técnica de formación de Triticales	7
2.1.4. Descripción Morfológica del Triticale	8
2.2. Historia del Triticale	9
2.3. Triticale como un Cultivo Comercial	12
2.4. Antecedentes de los Triticales semienanos	14
2.5. Características Generales de los Trigos semienanos	17
2.6. Herencia del Enanismo y Semienanismo	22

III. MATERIALES Y METODOS	
3.1. Localización	28
3.1.1. Clima	28
3.1.2. Temperatura	29
3.1.3. Precipitación	29
3.1.4. Luminosidad	29
3.1.5. Suelo	30
3.1.6. Recurso Hidrológico	30
3.2. Descripción del Material Genético .	30
3.3. Técnicas de campo	34
3.3.1 Método de siembra	35
3.3.2. Riegos	36
3.3.3. Control de malezas.	36
3.3.4. Control de plagas	36
3.4. Variables que se midieron	37
3.5. Método de Análisis	37
IV. RESULTADOS	39
V. DISCUSION	48

	PAG.
VI. CONCLUSIONES	51
VII. LITERATURA CITADA	53

RESUMEN

La idea de realizar este tipo de estudio con el cereal Triticale, nació de los antecedentes y observaciones que se adquirieron en los centros de investigación CIMMYT¹ e INIA² y de las experiencias obtenidas al colaborar en el grupo de investigación de cereales de la propia Escuela. El objetivo que se trazó fué el de obtener información acerca de los mecanismos hereditarios que rigen el carácter altura, para ser usada en los programas de mejoramiento de triticale en la selección de tipos más resistentes al acame. La hipótesis establecida fué de que el mejor conocimiento del tipo de herencia de dicho carácter facilitará diseñar los métodos de obtención de líneas y variedades con porte bajo.

En base a lo anterior se procedió a escoger los progenitores y realizar cruzamientos recíprocos. Estos fueron realizados en el programa de mejoramiento de triticale del CIMMYT en el ciclo 1979-80 en los campos del INIA en Cd. Obregón, Son.

La semilla F_1 resultante, además de los cinco progenitores involucrados en ellas fueron sembradas en los campos de CIMMYT en la estación Atizapán en Toluca Edo. de México, en el ciclo de verano de 1980. Los pro

- ① - Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y trigo.
- ② - Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

genitores, reserva de semilla F_1 y las poblaciones F_2 de cada cruce fueron sembradas en el ciclo posterior 1980-81 en un lote experimental establecido por el -- grupo de investigación de cereales en los terrenos de un agricultor cooperante con la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara. La fecha de siembra fué el 3 de Enero de 1981. Todas las labores culturales fueron llevadas a cabo con el propósito de obtener la máxima expresión del carácter altura de planta, así mismo, las distancias entre plantas fué de 25 cms. y entre surcos fué de 30 cms. con el fin de evitar diferencias de competencia.

La información obtenida en este trabajo puede resumirse en lo siguiente:

La expresión del carácter semienanismo en las cruces estudiadas es debida a dos pares de genes.

Las plantas F_1 mostraron una altura cercana al -- progenitor enano involucrado, indicando con ello dominancia hacia ese carácter.

De las plantas medidas en las poblaciones F_2 en la mayoría de las cruces se obtuvo una segregación de plantas que se asemeja en mucho a la relación hipotética de 15 : 1 (enanas : altas) correspondiente a la segregación esperada en el caso de la herencia de dos pa

res de genes con acción dominante y de efectos duplicados.

En todos los casos el análisis biométrico reportó valores de X^2 y P que satisfacen la hipótesis planteada en cada uno de ellos.

Por ser de herencia simple el carácter semienanismo, se puede realizar selección desde las primeras generaciones.

I. INTRODUCCION.

El ritmo de crecimiento demográfico de México y América Latina y los avances científicos de las últimas décadas exigen y posibilitan una ascendente e intensa producción agrícola capaz de satisfacer los requerimientos de la demanda de alimentos y materia prima de origen agropecuario para la nutrición de los pueblos y el desarrollo de las industrias.

La agricultura mexicana trata de cumplir cada vez mejor con sus funciones básicas y de dar respuestas a los planes que se trazan para avanzar en su desarrollo ocupando lugar prominente en la integración económica del país el incremento de producción de maíz y trigo por unidad de superficie. Esta razón, aunada a las exigencias del mercado en cuanto a demanda y calidad de productos, obliga a que estos cereales estén siempre en estudio constante. Aunque muchos beneficios de las investigaciones que se realizan en los cultivos que nos alimentan estén aún por llegar, ya se ha explorado hacia otros enfoques nuevos, tales como la hibridación intergenérica.

Un adelanto notable en este sentido lo constituye el Triticale, una auténtica esperanza de incremento cualitativo y cuantitativo de un grano comestible. Es-

te nuevo cereal producido artificialmente por el hombre, resulta del cruzamiento del trigo (*Triticum* sp.) y de centeno (*Secale* sp.).

La nueva forma posee todos los mecanismos genéticos de las dos especies progenitoras -trigo y centeno- en una sola especie. El potencial genético del triticale para mejorar los rendimientos y la calidad nutricional ha dejado de ser una promesa para convertirse en una alentadora realidad.

A consecuencia de su amplia adaptación a las condiciones de suelo y clima, el cultivo de este cereal - ha tomado un gran interés en las zonas en donde en la actualidad se cultivan trigo, cebada y avena en condiciones de riego o temporal.

Por otra parte, se han presentado algunos problemas que han frenado un poco el avance en el mejoramiento de dicho cereal. Uno de los factores limitantes para obtener mayores incrementos en los rendimientos del triticale -además del bajo peso del grano- ha sido el problema que representa el acame.

Las variedades desarrolladas hasta hace poco tiempo, debido a su altura, hacen inconveniente el que se les aplique altas dosis de fertilizantes, debido que - al aumentar la producción de grano se presenta el aca-

me y con ésto, la cosecha se dificulta y en algunos casos se pierde totalmente.

La introducción de genes de simienanismo y la selección de plantas con paja fuerte han hecho posible la obtención de variedades y líneas con menos altura, que han ayudado a romper esta limitación impuesta por el acame. Esto ha alentado a los fitomejoradores para tomar esta técnica como un lineamiento a seguir dentro de los programas de mejoramiento de triticales.

Desde finales de siglo pasado se conoce el enanismo y semienanismo en trigo y otros cultivos similares, y se han realizado numerosas investigaciones sobre estas características, no siendo así en el cultivo del triticales, en donde los primeros trabajos sobre el respecto se iniciaron en los principios de la década de los setentas.

En el presente estudio se tiene como objetivo, --realizar una investigación para ayudar a determinar la naturaleza de los factores genéticos y su forma hereditaria que determinan la altura de la planta y, de esta manera obtener información para usarla en la selección de triticales con mayor resistencia al acamado.

La hipótesis establecida fué de que el mejor conocimiento del tipo de herencia de la altura de la plan-

ta, facilitará diseñar los métodos de obtención de líneas y variedades de porte bajo y por lo tanto mayor - resistentes al acame.

II. REVISION DE LITEPATURA

2.1. DESCRIPCION DEL TRITICALE Y BREVE HISTORIA DE SU EVOLUCION.

2.1.1. Clasificación Botánica.

El triticale está situado en la misma clasificación botánica de sus progenitores (trigo y centeno).

Clase: Monocotiledoneae

Orden: Glumiflorae

Familia: Gramineae

Tribu: Triticeae-Hordeae

Sub-tribu: Triticineae

Género: Triticale

Especie: Depende de la cruce de que provengan los Triticales. De acuerdo con Baum (1972) citado por Hernández (1980), pueden formarse entre otras:

<u>turgidocereale</u>	turgidum x cereale
<u>durocereale</u>	<u>durum</u> x <u>cereale</u>
<u>rimpai</u>	<u>aestivum</u> x <u>cereale</u>
<u>durumantatum</u>	<u>durum</u> x <u>montatum</u>

2.1.2. Descripción Citológica del Triticale y sus Progenitores.

El centeno (Secale sp.) es el progenitor masculino de los triticales. Posee siete pares de cromosomas ($2n= 2x= 14$) y su genomio se representa como RR (Robles 1976, citado por Rendón 1980). El centeno común (Secale cereale) ha sido por lo general el más utilizado como progenitor en la formación de triticales.

Como progenitor femenino se pueden utilizar ya sea trigo harinero (Triticum aestivum), el cual posee veintiun pares de cromosomas ($2n= 2x= 42$) y su genomio es representado como AABBDD, o bien trigo cristalino (Triticum durum) con catorce pares de cromosomas ($2n= 2x= 28$) y cuyo genomio se representa como AABB.

Cruzamientos entre estos progenitores da como re-

sultado dos tipos de triticales, los hexaploides y los octoploides. El triticales hexaploide proviene de la -- cruza de Triticum durum por Secale cereale, posee veintiun pares de cromosomas ($2n= 2x= 42$) y su genomio es AABBRR. El triticales octoploide proviene de la duplicación cromosómica del híbrido intergenérico de Triticum aestivum por Secale cereale, posee veintiocho pares de cromosomas ($2n= 2x= 56$) y el genomio está representado como AABBDDRR. (Robles 1976, citado por Rendón 1980).

2.1.3. Técnica de Formación de Triticales.

Un triticales primario -ya sea hexaploide u octoploide- se crea al fecundar una planta de trigo con polen de centeno. Tres o cuatro semanas después, el embrión se extirpa en condiciones asépticas y se coloca en un medio de agar nutritivo donde crece hasta plántula. Esta se transplanta a una maceta con suelo, y en la etapa de amacollamiento se le aplican a varios tallos una solución de colchicina a fin de duplicar el número cromosómico del anfiploide. La extirpación del embrión de la semilla es necesario ya que el endospermo de ésta es de ordinario incapaz de sustentar la germinación y el crecimiento de la planta. Los cromosomas de la planta deben duplicarse para permitir la meiosis y mitosis en los órganos reproductores a fin de que se

efectúe una autofecundación normal y en consecuencia - para que la progenie resultante sea fértil. (CIMMYT 1976).

Los triticales primarios ordinariamente se cruzan entre ellos para producir triticales secundarios, o -- bien se cruzan con triticales secundarios para producir otros triticales con mejor fenotipo que los primeros. Casi todas las líneas avanzadas de triticales son ahora hexaploides y han sido cruzadas en alguna de sus etapas con un triticales octoploide. De esta forma, las mejores características de los trigos harineros han sido incorporadas a los triticales hexaploides (CIMMYT - 1976).

2.1.4. Descripción Morfológica del Triticale.

La poliploidia generalmente se presenta acompañada de modificaciones en los caracteres físicos de los sujetos (Fenotipo) y el presente caso no es una excepción. En comparación con sus progenitores, el triticales presenta un crecimiento más lento cuando menos en las primeras etapas de su desarrollo, las hojas son -- más grandes, los tallos a menudo son un tanto rígidos,

las anteras más grandes, la espiga adquiere gran longitud y con una característica intermedia entre las de sus padres y en general puede decirse que las plantas presentan mayor vigor (Quiñones 1966).

2.1.5. Historia del Triticale.

Desde que el investigador escosés S. Wilson en 1875 hizo la primera cruce conocida de trigo x centeno la cual produjo una planta estéril, a partir de esto se han suscitado una serie de notables acontecimientos que a continuación se detallan brevemente:

- | | | |
|------|----------|---|
| 1888 | Alemania | W. Rimpau logra el primer híbrido fértil de trigo x centeno. |
| 1935 | Alemania | Aparece en la literatura científica el nombre de <u>Triticale</u> como un género nuevo. |
| 1937 | Francia | P. Guivadoun desarrolla la técnica de la aplicación de colchicina para suplicar los cromosomas de híbridos estériles. |

- 1940 ? Se desarrolla la técnica de cultivos de embrión para desarrollar embriones de híbridos a partir de semillas con endospermo mal formado.
- 1966 México Al fundarse el Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo se intensifica y amplía el trabajo del mejoramiento del triticale, al mismo tiempo se inician los trabajos de coordinación con el -- Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) en la introducción, selección e hibridación de líneas, con resultados prometedores.
- 1970 Canadá Rosner, utilizado por las destilerías de licores desde principios de los 60's, se convierte en la -- primera variedad en América para uso general; un año después en México se distribuye la línea Cinnamon, la primera que posee dos genes de enanismo para tratar de corregir el frecuente acamado.

- 1974 México El 25% de las líneas probadas en - el Noroeste de México rinde 7 ton/ha; los cinco triticales más rendidores en 47 localidades alrededor del mundo rinden 15% más que el mejor trigo harinero incluido como - testigo en los ensayos.
- 1979 México Se liberan dos nuevas variedades - de triticales: Cananea 79 y Caborca 79.
- 1981 Se reportan 42 nuevas variedades - liberadas en 12 países entre los - cuales se encuentran Australia, -- Portugal, USA, Canadá, India y España.
- 1981 México Se extiende el área de cultivo en los estados de Michoacán y algunos otros del altiplano de México a la vez que se inician gestiones ante organismos oficiales (BNCR, SARH, CONASUPO, SIC) para promover líneas de crédito, apoyo y normas de calidad exclusivas a este cereal.

2.1.6. Triticale como un Cultivo Comercial.

La aceptación del triticale depende de numerosos factores. Algunos de ellos son atribuciones favorables en cuanto a la ventaja en general con relación a otros cereales y a las características de calidad industrial del grano. Otros factores menos marcados pero no menos importantes que afectan la adopción del triticale incluyen: 1) Políticas gubernamentales tales como el establecimiento de pesos específicos estándar y precios de garantía entre otros; 2) La falta de conocimientos por parte de agricultores y de responsables de difundir técnicas agronómicas y de producción apropiadas a este cereal; 3) La falta de conocimiento de parte de molineros y panaderos para determinar la mejor utilización del triticale; 4) La falta de información accesible para responder las interrogantes de agricultores, molineros y panaderos, y 5) Una fuerte y probablemente natural tendencia de los miembros de la comunidad científica, organismos oficiales agrícolas, molineros, etc para ver a un nuevo cultivo -triticale- con desconfianza que da como resultado ser cautelosos para respaldar y promover su cultivo.

En términos de cumplimiento en características agronómicas, mejoramiento genético y en la calidad industrial, los progresos han sido más rápidos que las -

proyecciones optimistas que se hicieron hace diez - - años. La aceptación comercial, sin embargo, se ha que dado considerablemente atras en cuanto a esas mismas proyecciones. La razón: una subestimación de la impor tancia, además de consideraciones políti cas, así como también el grado de precaución en abra- zar algo nuevo.

A pesar de los cuellos de botella que se produ- cen para la aceptación comercial del cultivo, la pro- ducción de triticales a nivel comercial sigue adelante Zillinsky (1975), estimaba para ese entonces que unica- mente 100,000 hectáreas estaban siendo sembradas alre- dedor del mundo. Hoy, el triticales es sembrado en al- rededor de 500,000 hectáreas. Argentina, Australia, - Canadá, China, URSS, España, México, Kenya y USA, es- tán cultivando el triticales comercialmente. (CIMMYT 1981).

Pero aún así, sin políticas apropiadas guberna- mentales y mecanismos efectivos de mercado, la adop- ción del triticales a gran escala estará grandemente - impedida. Con respecto a la precaución que se guarda para recibir a un nuevo cereal, el único remedio para esto es el tiempo: tiempo para demostrar y determinar la productividad y utilidad de este cereal.

2.2. Antecedentes de los Triticales Semienanos.

Entre los problemas planteados y que requerían mayor atención al iniciarse los programas de mejoramiento, figuraban la esterilidad en gran parte de las florecillas de la espiga, la adaptación a diferentes latitudes, la susceptibilidad al acamado, la germinación de las semillas aún en la espiga, la formación de un pobre endospermo debido al arrugamiento del grano y - - otros problemas que influían directamente en el rendimiento. (CIMMYT 1973).

Para 1971, ya se habían solucionado en gran medida los problemas concernientes a la esterilidad y adaptación, sin embargo seguían prevaleciendo aunque en menor grado los respectivos al acame pero aún más el del llenado del grano.

La susceptibilidad al acame fué un problema común encontrado por los primeros investigadores de triticales entre ellos Muntzing, Kiss y Sánchez Monge. El acamado se intensificó bajo condiciones del clima de México, debido a que el material introducido provenía de - sitios con días de fotoperíodo largo y que aquí en México bajo condiciones de fotoperíodo corto crecían demasiado altos, motivando con esto el acame.

Ni siquiera aún el gene simple de enanismo que contenía la línea Armadillo -la primera en poseer fertilidad completa fué suficiente para evitar el acamado, dado que al aumentar la fertilidad y densidad del grano, incrementó con ello el peso de la espiga madura.

Los intentos para mejorar la resistencia al acame incluyeron el incrementar la dureza y grosor de los tallos y la incorporación de mas genes de enanismo provenientes del trigo. Nuevos anfiploides primarios -tanto hexaploides como octoploides- fueron producidos utilizando trigos duros y harineros.

Estos nuevos triticales fueron utilizados como padres en cruzas con triticales hexaploides. Dichos intentos para incorporar genes de enanismo provenientes de trigos fueron frustrantes en un principio, ya que - la calidad del grano tendía a deteriorarse y la fertilidad disminuyó. Problemas similares fueron encontrados en las primeras etapas de mejoramiento de trigo en México cuando la variedad de trigo japonés llamada - - Norin 10 fué utilizada como fuente de enanismo.

Borlaug (1969), señaló que únicamente los semienos (líneas con un solo gene de enanismo) con buena -- fertilidad y aceptable tipo de grano podrían seleccionarse de cruzas de NORin 10 x trigos altos; todos los segregantes dobles enanos fueron altamente estériles y

el poco grano que se obtenía de ellos era chupado. Retrocruzas subsiguientes y selección para fertilidad y grano lleno dieron como resultado un buen número de variedades dobles enanas tales como: Sonora 64, INIA 66 y algunas otras con fertilidad completa y excelente tipo de grano.

Kiss (1968), reportó dificultades similares con esterilidad y arrugamiento del grano cuando utilizaba a Norin 10 como fuente de enanismo en cruzas con triticales. Después utilizó a otro trigo japonés -Tom Thumb- obteniendo mejores resultados.

Cruzamientos de la línea Armadillo con triticales de altura normal pero con paja rígida dió como resultado sólo incrementos moderados en la resistencia al acame.

Puesto que en todo el germoplasma de triticales poseía genes de centenos altos, un obstáculo importante en la expresión del gene simple de enanismo del triticales era el alto genotipo de centeno que poseía. Una solución obvia fué la de reemplazarlos con genes de centenos cortos. Las líneas semienanas resultantes de la cruce de Armadillo x Snoopy (centeno enano) tuvieron esterilidad y granos arrugados, problemas similares a los que se observaron cuando se cruzó Armadillo x trigos enanos. (Zillinsky y Borlaug, 1971).

Por último se han derivado hexaploides con dos genes de enanismo con excelentes fertilidad que fueron originados de dos formas: cruzas entre triticales hexaploide x triticales octoploide y cruzas de triticales hexaploide x trigo harinero. Los híbridos F₁ de ambas cruzas fueron igual en altura al triticales que tenían como progenitor. Los híbridos que tenían un trigo harinero como padre fueron más estériles que aquellos que provenían de la crusa del triticales octoploide x hexaploide. Fué necesario volverlos a cruzar con triticales hexaploide para restaurarles fertilidad; con esto se logró romper la relación entre la baja altura y la reducción en la fertilidad. (Zillinsky, 1974).

Los triticales semienanos en la actualidad, poseen excelente fertilidad pero subsiste aunque en escala menor el arrugamiento en el grano. (Skovmand, 1981 comunicación personal).

2.3. Características Generales de los Trigos Semienanos.

Con el objeto de aclarar los tipos de enanismo en plantas Cook (1913), citado por Salazar (1975) sugirió el término braquitismo para designar plantas con entre

nudos cortos y las demás partes de la planta prácticamente normales, y el término enanismo para describir plantas con reducción en todas sus partes.

Sin embargo, la variedad de trigo Norin 10 y sus derivados fueron denominados "tipo semienano" por Vogel et al (1956), con el fin de distinguirlos de los "enanos compactos" señalados por algunos mejoradores de trigo (Goulden 1926; Thompson 1929; Mc Millan 1937, citados por Salazar 1975).

Los trigos semienanos promedian entre 61 y 80 cms Norin 10 es un trigo semienano, resistente al acame, con buen tipo de grano, pero con un alto grado de esterilidad. Los derivados de la cruce Norin 10 x Brevor con trigos normales han rendido mas que el progenitor normal y responden notablemente mejor a la fertilización nitrogenada. (Romero, 1969).

Los trigos referidos como "enanos compactos" se distinguen de los semienanos en que sus hojas son más rígidas, estrechas y erectas, tienen un color más oscuro y la apariencia en general es la de un pasto ya que rara vez llega a espigar. (Pao et al 1944, citados por Romero 1969).

Mekasha (1958), estudió características morfológicas de 18 variedades semienanas y 4 normales, utilizan

do a Norin 10 y Seu Seun como fuentes de enanismo. Su clasificación para la altura fué de 115 cms. en las -- plantas altas; 101 cms. para las intermedias y para -- las plantas de porte bajo fueron 95 cms. Encontró que las selecciones semienanas produjeron mayores rendimientos, mejor relación paja-grano, mejor peso hectolítrico y más granos por espiga. Contrariamente a lo esperado el número de espigas por M² fué mayor en las variedades altas, esto sucedió presumiblemente debido al menor amacollamiento de las líneas semienanas.

En la continuación del mismo estudio, Johnson et al (1966), notaron que las variedades semienanas fueron de 200 a 670 kg/ha mas productivas que las variedades altas. La asociación entre el rendimiento de grano con los componentes de rendimiento no fué particularmente alta, pero en general, las mejores variedades semienanas fueron más precoces, con mejor resistencia al acame y tuvieron mejor relación paja-grano que las variedades altas.

Bhardwaj et al (1975), recopilaron datos de 45 experimentos conducidos a travez de cuatro años en áreas trigueras de la India. Ellos estudiaron la respuesta de variedades semienanas y enanas de trigo a la fertilización nitrogenada. Encontraron que las variedades altas respondieron únicamente a niveles bajos de nitró

geno y que acamaban severamente cuando se sobrepasaba de 80 kg/ha de N. Dichas variedades produjeron 9.2 Kg. de grano por cada Kg. de Nitrógeno aplicado, comparados con los 19.5 Kg. de grano de las variedades enanas. Los trigos enanos fueron más productivos en el rango de 40 a 80 Kg. de N/ha. En el rango de 80 a 120 Kg. de N/ha la diferencia entre las variedades enanas y altas fué aún más notoria.

Mc. Neal et al (1960), establecieron seis experimentos en Montana, E.U.A., en los cuales 21 líneas seleccionadas de la cruce Norin 10 x Brevor Sel. 14 fueron comparadas con dos variedades standard, Centana y Thatcher. No encontraron evidencia de la superioridad de rendimiento de las líneas semienanas cuando se aplicaba igualmente alta fertilización nitrogenada. Las diferencias en altura de planta fueron de 13 cms. y 23 cms. bajo condiciones de sequía e irrigación respectivamente; las variedades standard amacollaron más y tuvieron mayor peso del grano que en las líneas semienanas.

En base a un resumen de datos de experimentos llevados a cabo por cinco años, Vogel et al (1963), sugirieron un patrón general para lo que ellos denominaron "variedades eficientes", mencionando que estas deberán poseer y combinar alta capacidad de amacollamiento, re

sistencia al acamado y al desgrane, altura de planta - media a semienana, paja resistente, buen tamaño de espiga y hoja pequeña y angosta. Y agregan que cualquier disminución en alguna de estas características es causa de un decaimiento en la eficiencia de la producción de grano.

En México, el uso de variedades enanas y semienanas de trigo ha sido directamente responsable de incrementar en alrededor de 1,000 Kg/Ha el promedio nacional de rendimiento de dicho cereal. (Rodríguez, 1967).

Porter et al (1964), encontraron que las selecciones semienanas rindieron mejor que las variedades normales bajo condiciones favorables, pero igual o menos bajo condiciones de sequía.

Salazar (1975), menciona que la altura ideal para una variedad depende del medio ambiente para el cual va a destinarse. Para regiones de temporal con escasa precipitación son recomendables las variedades de altura intermedia o alta para facilitar la cosecha y sombrar a las harbences competidoras; mientras que para regiones con irrigación o alta precipitación pluvial son recomendables las variedades enanas o semienanas, ya que estas pueden aprovechar mas eficientemente los fertilizantes y mayores densidades de siembra y por lo tanto dar mejor rendimiento. En todos los casos es re-

comendable que las variedades posean resistencia al acame, puesto que la cosecha nunca es realizada inmediatamente después de la madurez.

2.4. Herencia del Enanismo y Semienanismo.

De acuerdo con numerosos investigadores, la herencia del enanismo y semienanismo es de carácter cualitativo ya que está gobernada por un pequeño número de genes, pero el mecanismo genético responsable del semienanismo se ha considerado como independiente del mecanismo que controla el enanismo en los "enanos compactos" (Hermsen, 1967). Sin embargo algunos otros como -Fick y Qualset (1973), mencionan la posibilidad de que las variedades semienanas se hayan derivado de los enanos compactos, los cuales poseen hojas rígidas y angostas y son mas erectas que en las plantas normales.

Nandpuri y Foote (1958) citados por Salazar (1975) utilizaron cruza de Norin 10 con las variedades altas Alba White Winter y White Holland. Al comparar la altura de las plantas F_1 con el correspondiente valor promedio de los progenitores encontraron que el carácter

altura normal es parcialmente dominante sobre el de semienanismo y que un número pequeño de genes controla la expresión de altura de planta.

En su estudio de herencia del enanismo en líneas de trigo harinero derivadas de la variedad de Norin 10 Amaya, (1960) encontró que la manifestación de la altura de planta está controlada por tres pares de factores de efecto acumulativo y segregación independiente, señalando además que no existe dominancia para el ca--rácter de altura y que el efecto de los genes es de diferente magnitud.

Allan et al (1961), estudiaron la longitud del tallo en cuatro tipos de trigo de invierno, encontrando que la herencia de dicha longitud está controlada por pocos genes. Identificaron dos genes en la mayoría de las cruas.

Powell y Schleauber (1967) citados por Romero -- (1969), estudiaron el carácter semienanismo en dos cruzas para lo cual utilizaron dos selecciones de Norin - 10 x Brevor y la variedad Concho, encontrando que la - variación en la altura de planta está controlada por - un par de genes con acción recesiva. Encontraron ade-- más, que la altura en la población F_1 fué intermedia, indicando efectos aditivos principalmente.

En un trabajo sobre herencia a altura de planta - en trigo, en una cruce de la variedad Milan por la línea Norin 10 x C.I.12500, Merkle y Atkins (1967), encontraron que el carácter altura normal de planta domina sobre el enanismo. Además, concluyen que los efectos aditivos son los más importantes y que es conveniente la selección en las primeras generaciones.

Similares resultados encontraron Johnson et al - (1966), al estudiar la herencia de la altura de planta en una cruce de Seu Seun 27 (semienana) con la variedad Blue Jacket (normal), calcularon tres genes como los determinantes de la altura de planta y también observaron que los efectos aditivos fueron más importantes que los efectos dominantes y epistáticos.

Allan et al (1968) estudiaron la longitud del tallo en trigo utilizando cruzamientos dialélicos con cinco progenitores: la variedad Burt y las selecciones semienanas Norin 10/Brevor 14, Norin 10/Brevor 2238 y Seu Seun 27 y Suwon 92. Encontraron dominancia y sobredominancia para altura normal y que el enanismo estaba controlado por dos genes mayores y varios menores.

Al estudiar el semienanismo en trigo y su relación genotípica con el rendimiento de grano, número de espigas por planta, número de espiquillas por espiga y días a la madurez Romero (1969) encontró dominancia par-

cial de altura normal sobre enanismo, distinguiendo 1, 2 y 3 genes como los gobernantes de la característica altura de planta y no encontró alta asociación de altura normal de planta con ningún otro carácter.

Anwar y Chowdry (1969), utilizando cuatro cruza de trigos con las variedades Sonora 64, Pitic 62, C591 y C273 estudiaron la altura de planta, observaron que las plantas de la población F_1 fueron más altas que el progenitor más alto de cada cruza, exhibiendo sobredominancia para el carácter altura.

Chapman y Mc Neal (1971), usando las variedades - Henry y Lemhi 53 estudiaron el tipo de acción génica - para componentes del rendimiento y altura de planta de trigo. Trabajaron dos ciclos consecutivos de cultivo - durante los años de 1967 y 1968. Mientras que en 1968 encontraron que los efectos genéticos aditivos contribuyeron significativamente en la variación genética para altura de planta, en 1967 detectaron efectos epistáticos; dichos autores atribuyeron estos efectos a la acción del medio ambiente y expusieron a la vez que no podían concluir que los efectos epistáticos estén actuando sobre la característica de la altura de planta de trigo.

Gale and Marshall (1980) al realizar una clasificación de los genes de enanismo de Norin 10 y de Tom -

Thumb, mencionan que los dos genes de semienanismo que posee Norin 10 que se encuentran localizados en los -- cromosomas 4A y 4D y que ambos han sido transferidos a una amplia gama de trigos tanto harineros como duros y muy probablemente a los triticales. Un gene adicional proveniente de Tom Thumb, mas potente que los genes de Norin 10 y parcialmente dominante está localizado en el cormosoma 4A. Este gene, originalmente se creía in dependiente en todos los casos de los genes que están contenidos en Norin 10 pero que tambien puede estar en un alelo alternativo del locus en donde se encuentra - uno de los genes de Norin 10.

Piech (1968), trabajando con cruzas de Tom Thumb con Sonora 64 y Norin 10, los cuales poseen genes rece sivos para semienanismo, encontró que el semienanismo de Tom Thumb mostró dominancia parcial en la F_1 . La se gregación en la F_2 de estas cruzas y de otras realizadas con Redman Federation y Marquillo-Timstein indicó que la base genética del semienanismo en Tom Thum fué diferente al de los otros cuatro progenitores probados ya que siempre aparecía en forma dominante.

Mientras que Briggie y Vogel (1968) indican que - Ton Thumb posee un gene dominante para enanismo, Reitz y Salmon (1968) citados por Salazar (1975), señalan -- que posee uno o mas genes dominantes.

Amaya (1964) estudió la herencia de altura de -- planta en trigos duros empleando las variedades Towner Langdon, Lakota y Ld 357 - CI 7516, encontrando que el carácter enanismo fué parcialmente dominante sobre el de la altura en tres de las cuatro cruizas y que la altura está dominada por 1, 2, 3 o más pares de genes.

Bozzini y Scarascia (1967) señalan un gene domi-- nante para enanismo en un trigo duro (CpB132), obtenido por mutación inducida en la variedad Capelli. Dichos autores, mencionan además que Bagnamara (en un trabajo sin publicar) ha confirmado el comportamiento dominante del gene contenido en el mutante CoB132.

La mayoría de los trabajos revisados fueron in-- vestigaciones acerca de trigos harineros y duros, sin embargo en virtud de la pobre información existente en triticales debemos asumir que los genes de Norin 10 y en algunos casos los genes de Tom Thumb ya han sido transferidos a los triticales y la mayor parte de la base genética del semienanismo en estos triticales parece tener común origen a la de trigos harineros y duros, - salvo excepciones en donde el origen del semienanismo en triticales proviene del centeno.

III. MATERIALES Y METODOS.

3.1. Localización.

El presente estudio se verificó durante el ciclo invernal de 1981 en un lote experimental establecido - en terrenos de un agricultor cooperante con la Escuela de Agricultura de la Universidad de Guadalajara, dicho terreno está ubicado dentro del Ejido "El Fuerte" municipio de Ocotlan, Jalisco teniendo por coordenadas el paralelo $20^{\circ}19'$ de latitud Norte y el meridiano $102^{\circ}--47'$ de longitud Oeste y con una elevación de 1542 m.s. n.m.

3.1.1. Clima.

El clima de la región, según reportes de la estación climatológica de Tototlán, Jal. y de acuerdo a la clasificación de Koppen, sitúan al clima como semi-seco en Otoño; seco y semicálido en invierno y primavera sin cambio térmico invernal bien definido.

3.1.2. Temperatura.

La temperatura máxima que se registra es de 30.5 grados centígrados presentándose en el mes de Mayo. La temperatura mínima promedio es de 9.1°C y se presenta en el mes de Enero. La temperatura media anual es de -20.5°C.

3.1.3. Precipitación.

La precipitación pluvial media anual es de 819 mm con una máxima mensual de 210mm en el mes de Julio y - una mínima de 0.0 mm en el mes de Diciembre.

3.1.4. Luminosidad.

El grado de luminosidad se divide en dos períodos: uno con cielos totalmente despejados que comprende desde el mes de Octubre hasta el mes de Mayo; el otro en donde predominan cielos nublados y medio nublados con lluvias en los meses de Junio a Septiembre.

3.1.5. Suelo.

Los suelos de la región son en general del tipo -
CHERNOZEN clasificados por DETENAL¹ como vertizol péli-
cos.

3.1.6. Recurso Hidrológico.

El terreno experimental está situado dentro del -
Distrito de Riego XIII de la Secretaria de Agricultura
y Recursos Hidráulicos, la fuente de aprovisionamien-
to de agua es la Lagura de Chapala y la estación de --
bombeo "El Fuerte".

3.2. Descripción del Material Genético.

El material genético en el presente trabajo lo --
constituyen los progenitores que se presentan en el --
Cuadro No.1 con sus correspondientes alturas medias ob--

¹ Dirección de Estudios del Territorio Nacional.

servadas en Ocotlán, Jal., son líneas que provienen -- del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT), además de las poblaciones F₁ y F₂ de cinco cruza realizadas en el ciclo de 1979-80 en Cd. O--bregon, Son.,

La descripción individual de las líneas experimentales que intervinieron en los cruzamientos es la si--guiente:

Mouse 'S': Es la línea más enana del programa de mejoramiento de triticales del CIMMYT ; su cruza Cml 'S'-KalxKal (Camel 'S' - Kalyansona x Kalyansona); su pedigree X-32709-3Y-4B-0Y, y sus característi--cas: floración a los 79 días, altura - de 50 cms., de color verde claro, de - corona semi-abierta, con reacción a la roya de la hoja o chahuixtle (Puccinia recondita) de T-20 MSMR y de madurez fisiológica uniforme a los 123 días.

Terrier 'S' Tiene como progenitores en su cruza a: M₂A- Canadá (maya dos veces Armadillo-Canadá) y su pedigree X-8208-G-1Y-2M-3Y-0M con características de 78 días a

la floración, de 95 cms. de altura, -- con excelente fertilidad, de corona cerrada y con reacción a la roya de la - hoja (P. recóndita) de 0 - TR.

Beagle:

Su identidad es UM "S" - Tc1 Bulk X - 1530-A-12M-5N-1M-0Y. Es uno de los triticales más ampliamente difundidos en el mundo, con excelente adaptación a - diferentes condiciones tanto de suelo- como de clima, con una floración a los 88 días, de 125 cms. de altura y con - una madurez fisiológica a los 134 días, con reacción a la roya de la hoja (P.- recóndita) de T-20 MRMS. Además es de los triticales completos ya que no posee sustitución alguna en sus cromosomas de centeno.

Drira "S"

DR-44/INIA-RYE x Arm "S" X 7110. Es -- otro de los triticales completos con - similares características a los de la - línea Beagle con una floración a los - 90 días, con una altura de 130 cms. de buen vigor, color verde grisáceo, espiga larga y laxa, de buena fertilidad y de reacción a la roya de la hoja (P. - recóndita) de T - 20 MRMS.

CUADRO No. 1
 CARACTERISTICAS AGRONOMICAS DE LOS PROGENITORES Y DE
 LAS SEIS CRUZAS ESTUDIADAS

	ALTURA (CMS)	DIAS A FLORACION	DIAS A MADUREZ
MOUSE"S" X32709-3Y-4B-0Y	50	79	123
TERRIER"S" X8208-G-1Y-2M-3Y-0M	100	78	120
BEAGLE X1530-A-12M-5N-1M-0Y	125	88	134
DRIRA"S" X7110	130	90	130
F ₁ MOUSE"S" X TERRIER"S"	60	80	125
F ₁ TERRIER"S" X MOUSE"S"	60	80	123
F ₁ MOUSE"S" X DRIRA"S"	75	85	130
F ₁ DRIRA"S" X MOUSE"S"	70	87	130
F ₁ MOUSE"S" X BEAGLE	75	83	131
F ₁ BEAGLE X MOUSE"S"	80	85	133

3.3. Técnicas de Campo.

Los progenitores previamente descritos, fueron empleados para realizar los cruzamientos en CIANO durante el ciclo 1979-80 y la semilla F_1 resultante fué sembrada en el verano siguiente en Toluca, Edo. de Mex., guardándose reserva para posteriormente sembrarse en el ciclo de invierno de 1980-81.

Las generaciones P_1 , F_1 y F_2 se sembraron en el lote experimental establecido en el Ejido "El Fuerte" del municipio de Ocotlán, Jal. el 3 de Enero de 1981, habiéndose realizado previa mente la preparación del terreno que consistió en:

BARBECHO

RASTREO (3)

NIVELACION

FERTILIZACION La fórmula aplicada fué de 140 - 60 - 40 kilogramos de Nitrógeno, Fósforo y Potasio respectivamente por hectárea, esto fué para permitir la máxima expresión genética que posean todos los fenotipos; habiéndose distribuido de la manera siguiente: 80-60-40 al momento de la siembra y el resto del nitrógeno en -

la etapa de amacollamiento.

Se utilizó Urea al 46% como fuente de nitrógeno, Super Fosfato Triple de Calcio al 46% como fuente de fósforo y Sulfato de Potasio al 48% como fuente de aprovisionamiento de Potasio.

3.3.1. Método de Siembra.

Se utilizaron surcos de 7 mts. de largo, colocando las semillas cada 25 cms. aproximadamente y manteniendo una distancia de 30 cms. entre surcos. El sistema que se siguió fué el de sembrar primeramente el progenitor femenino en dos surcos, dejado un surco libre para después sembrar la generación F_1 en dos surcos, -dejando un surco libre y sembrar la población F_2 en seis surcos y finalmente el progenitor masculino en dos surcos. Se siguió el mismo procedimiento en las cinco cruzas involucradas y se sembraron dos repeticiones.

La siembra fué efectuada a mano, quedando la semilla a una profundidad aproximada de 5 cms.

3.3.2. Riegos.

Posterior a la siembra se procedió a dar un riego para activar la germinación y posteriormente se efectuaron cuatro riegos mas que fueron suficientes para el correcto desarrollo vegetativo del cultivo.

3.3.3. Control de Malezas.

Los deshierbes fueron hechos a mano, así como algunos aclareos en donde la concentración de plantas casualmente era mayor.

3.3.4. Control de Plagas.

Cuando la planta estaba en la etapa de embuche -- aparecieron infestaciones de pulgón de la hoja (Schizaphis graminum), inmediatamente se procedió a combatirlo con aplicación de Folimat 1000 con una dosis de 800 cc en 200 litros de agua.

3.4. Variables medidas.

Las variables que se tomaron fueron días a floración en las generaciones no segregantes, número de plantas en las generaciones P_1 , F_1 y F_2 . Después de la madurez fisiológica se tomó la altura en centímetros de plantas individuales, tomando como base la longitud desde la corona hasta el extremo superior de la espiga central, excluyendo las aristas.

El número de plantas estudiadas para generaciones no segregantes varió de 20 a 40, para las generaciones F_2 fluctuó entre 190 y 320 plantas.

3.5. Método de Análisis.

Las plantas mediadas individualmente se agruparon en clases que varió desde 50 cms. para las plantas más cortas hasta 130 cms. para las plantas que alcanzaron esta longitud. De acuerdo al número de plantas que quedaron dentro de cada categoría de plantas enanas y plantas altas se ajustaron los datos a la prueba de X^2 de significación.

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^n \frac{[(O_i - E_i) - 0.5]^2}{E_i}$$

donde $\sum_{i=1}^n$ significa sumar lo que le sigue a medida que la clase i aumenta de 1 a n ; O representa el número de observaciones dentro de una clase; E representa el número esperado de la clase de acuerdo a la hipótesis a prueba, y n el número de clases. El valor de χ^2 puede entonces ser convertido en la probabilidad de -- que la desviación se deba al azar, esto recurriendo a la tabla respectiva y guiándose por el renglón apropiado de acuerdo al número de grados de libertad. (Stansfield, 1971).

Se utilizó la corrección de Yates que es recomendada para cuando se trabaja con poblaciones pequeñas, o bien, cuando los grados de libertad no sobrepasan de uno.

IV. RESULTADOS

Con el objeto de mostrar una descripción más explícita se analizarán individualmente cada una de las cruzas que se consideraron en el presente estudio.

Cruza Muse "S" x Terrier

En el cuadro No. 2 se muestran en forma condensada la clasificación de alturas de las variedades y su progenie. Bajo las condiciones de campo en que se hicieron las lecturas las plantas correspondientes a la generación F_1 tuvieron una altura de 60 cms., tal medida indica cierta dominancia hacia el progenitor materno -Muse "S"- que fué utilizado como fuente de enanismo en todas las cruzas.

Los resultados recabados de acuerdo a la segregación mostrada en la población F_2 de esta craza se ajustan a una relación de 15 enanos: 1 alto, ya que de las 263 plantas medidas, 248 quedaron dentro de la clase enanas y 15 plantas quedaron dentro de la clase normales o altas, con un valor de $X^2 = 0.05763$ y con una $P = .80-.90$. Esta relación se presenta para el caso en que-

actúan dos pares de genes de acción dominante y con -
efectos duplicados.

Cruza Terrier x Mouse "S"

En esta cruza como en la anterior, las plantas F_1 mostraron una altura de 60 cms., que tiende a señalar - que existe dominancia del carácter enanismo sobre el de altura normal. Por ser la cruza recíproca a la anterior se puede inducir que no existen efectos maternos o ligados al sexo, ésto es, que el enanismo que posee la linea Mouse "S" se manifiesta indistintamente cuando ac - túa como progenitor masculino o femenino.

De la familia F_2 estudiada de esta cruza y a la - que correspondieron ya en forma conjunta 294 plantas individuales de las cuales 274 encajaron dentro de la cla - se enana y 20 en el grupo de plantas normales o altas.

Los resultados anteriores señalan que la segrega - ción manifestada en la generación F_2 de la presente --- cruza, se comportó de acuerdo a una relación de 15 ena - nas: 1 alta, la cual indica que se encuentran actuando - como en el caso anterior, dos partes de genes de acción dominante y mostrando efectos duplicados. Los valores -

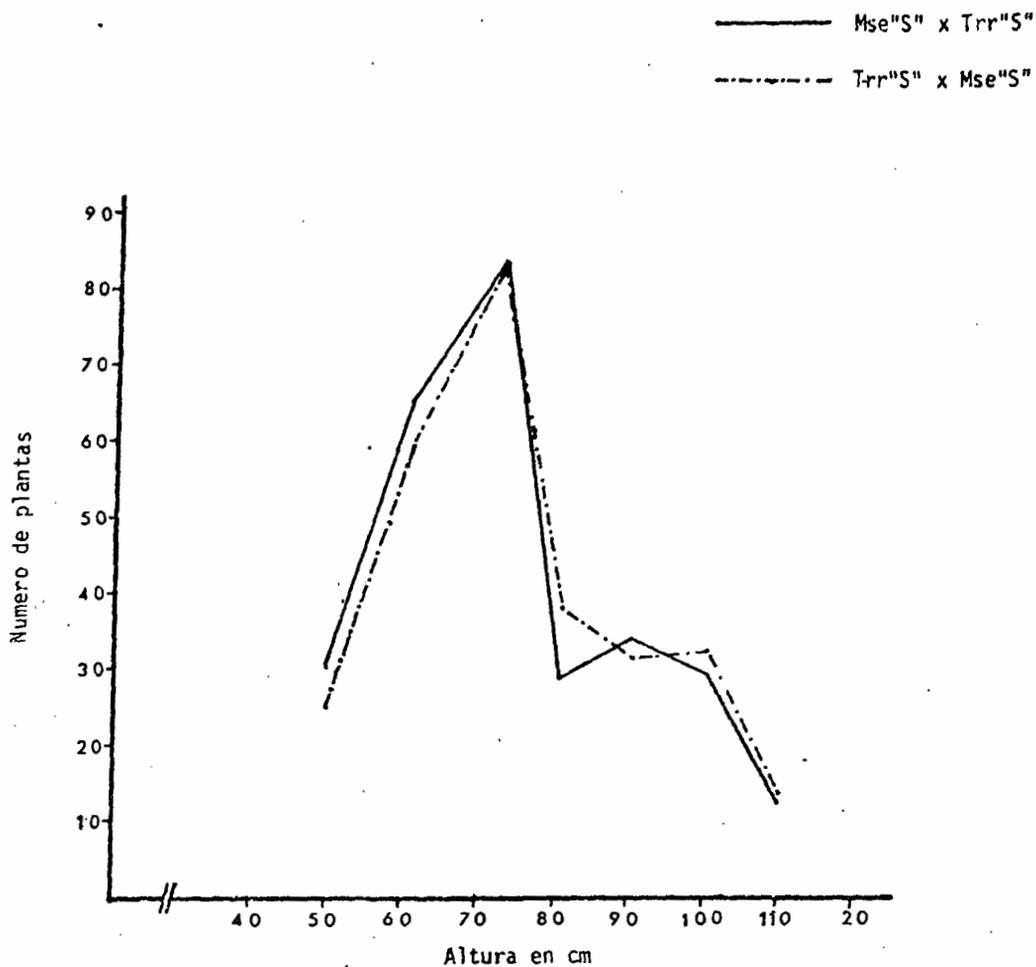


Fig. Distribución de frecuencias de altura de planta en las poblaciones F2 de las cruces Mouse"S" x Terrier"S" y Terrier"S" x Mouse"S"

registrados en el análisis biométrico fueron de $X^2 = 0.07845$ con una $P = .50 - .70$

Cruza Drira 'S' x Mouse 'S'

Como en los casos anteriores, las plantas F_1 medidas mostraron tendencia a comportarse como el progenitor enano, en este caso las plantas medidas en esta generación promediaron una altura de 75 cms.

De las 232 plantas que en total constituyeron la población F_2 de esta cruza, 219 quedaron comprendidas dentro de la clase enana y tan solo 13 pertenecían al grupo de plantas de porte normal o alto. Esta segregación se aproxima en mucho a la relación hipotética de 15 : 1 que es la que corresponde al tipo de herencia dihíbrida con efectos duplicados.

Los valores encontrados en la prueba de ji cuadrada fueron para $X^2 = 0.212$ y de $P = .50 - .70$

CUADRO No. 2
 CLASIFICACION DE LAS ALTURAS DE PLANTAS EN LOS PROGENITORES
 GENERACIONES F₁ Y F₂ DE LAS CRUZAS INVOLUCRADAS.

	No. TOTAL DE PLANTAS	NUMEROS OBSERVADOS		NUMEROS CALCULADOS		PROPORCION HIPOTETICA	X ²	P
		ENANAS (50-90 CMS)	NORMALES O ALTAS (90-125 CMS)	ENANAS (50-90 CMS)	NORMALES O ALTAS (90-125 CMS)			
MOUSE"S"	25	25						
TERRIER"S"	25		25					
DRIRA"S"	25		25					
BEAGLE	25		25					
<hr/>								
F ₁ MOUSE"S" X TERRIER"S"	20	20						
F ₂ MOUSE"S" X TERRIER"S"	263	248	15	246.56	16.43	15:1	0.13407	.70-.80
F ₁ TERRIER"S" X MOUSE"S"	25	25						
F ₂ TERRIER"S" X MOUSE"S"	294	274	20	275.62	18.37	15:1	0.15328	.50-.70
<hr/>								
F ₁ MOUSE"S" X DRIRA"S"	20	20						
F ₂ MOUSE"S" X DRIRA"S"	362	342	20	339.75	22.625	15:1	0.3248	.50-.70
F ₁ DRIRA"S" X MOUSE"S"	20	20						
F ₂ DRIRA"S" X MOUSE"S"	232	219	13	217.5	14.5	15:1	0.168	.50-.70
<hr/>								
F ₁ MOUSE"S" X BEAGLE	20	20						
F ₁ BEAGLE X MOUSE"S"	25	25						
F ₂ BEAGLE X MOUSE"S"	190	163	27	178.125	11.875	13:3	2.57	.10-.20

Cruza Mouse 'S' x Drira 'S'

La dominancia del carácter enanismo sobre el de altura normal se puso de manifiesto al ver la altura registrada en las plantas medidas en la generación F₁ que esta vez registró una altura de 70 cms.

En el estudio de la población F₂ de esta cruza, del total de las plantas medidas que fué de 362 plantas, en el grupo de plantas de porte bajo quedaron comprendidas 342 plantas y 20 se agruparon en la clase de plantas normales o altas. El valor de $X^2 = 0.2129$ y con una probabilidad del 50% al 70% de que tal segregación correspondía a la relación hiótetica de 15 : 1 de enanas y altas respectivamente, que es la esperada en el caso de acción de dos pares de genes.

Cabe hacer notar que también se intentó con otra relación, la correspondiente a cuando existen dos pares de genes pero con epistasis dominante, empero, el valor de probabilidad de que esto ocurriese aunque fué aceptable se dejó a un lado por ser muy bajo, optándose por aceptar que son dos genes dominantes pero con efectos duplicados.

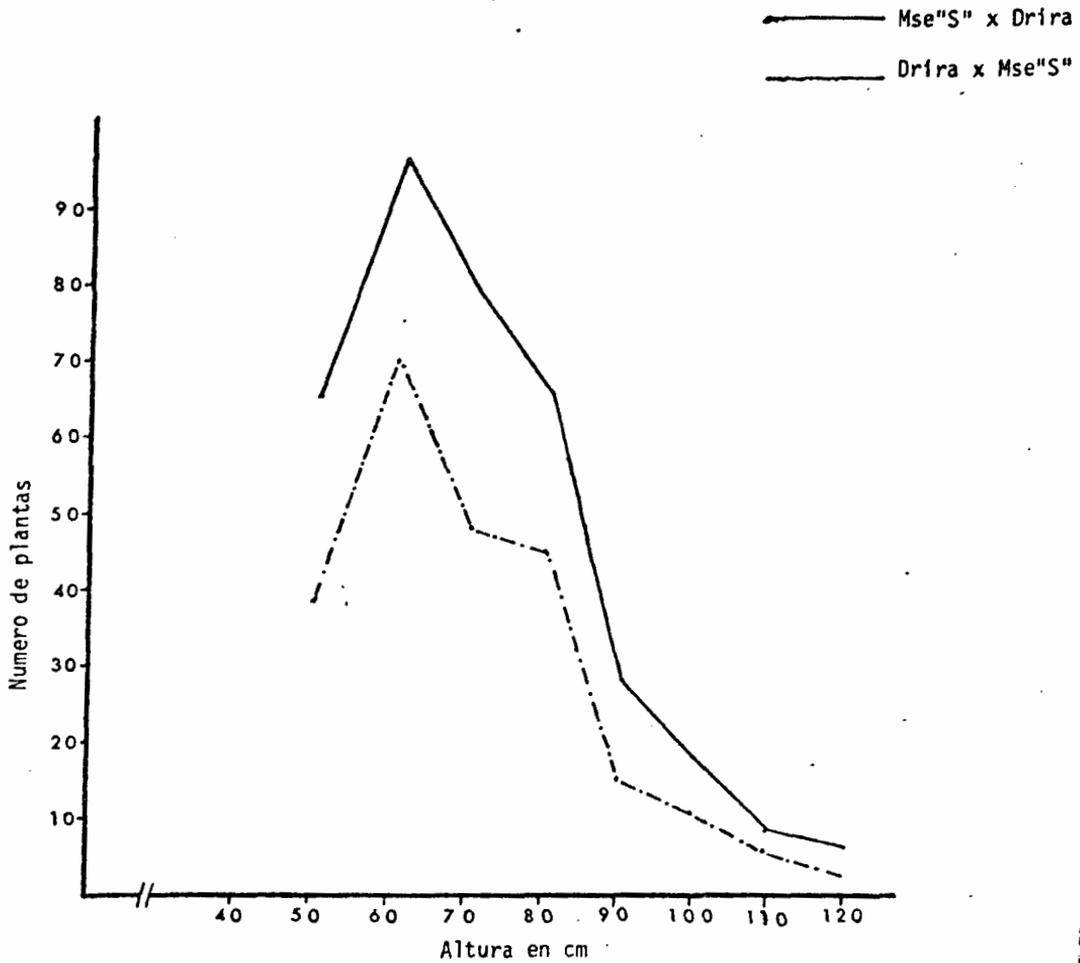


Fig. Distribución de frecuencias de altura de planta en las poblaciones F2 de las cruces Mouse"S" x Drira y Drira x Mouse"S"

Cruza Beagle x Mouse "S"

Las plantas de la población F_1 resultante de esta cruza registraron una altura de 85 cms. Esta altura es diferente al resto de las cruzas estudiadas y muestra - al ser intermedia que existe interacción entre los dos factores. Esto es presumiblemente a que el progenitor - Beagle- posee dominancia en el carácter altura normal.- La F_1 de la cruza recíproca mostró similares resultados.

De las 190 plantas que constituyeron el total de la población F_2 , 163 se clasificaron en el grupo de - - plantas enanas y 27 plantas quedaron dentro de la clase normal o alta. Esta segregación trató de ajustarse a la relación 15 : 1 pero la probabilidad fué menor a lo que puede aceptarse. Por lo que se probó con la relación de 13 : 3 dando valores en el análisis biométrico de $X^2 = 2.28$ y con una probabilidad comprendida entre el 10 y - el 20 %. Esta probabilidad aunque es baja se acepta que están actuando dos genes con interacción entre los domi nantes y recesivos que son para enanismo y altura nor - mal respectivamente.

El estudio de la población F_2 de la cruza recípro ca no se incluye por registrarse una pobre nacencia, de bido a daños por frío en la semilla sembrada.

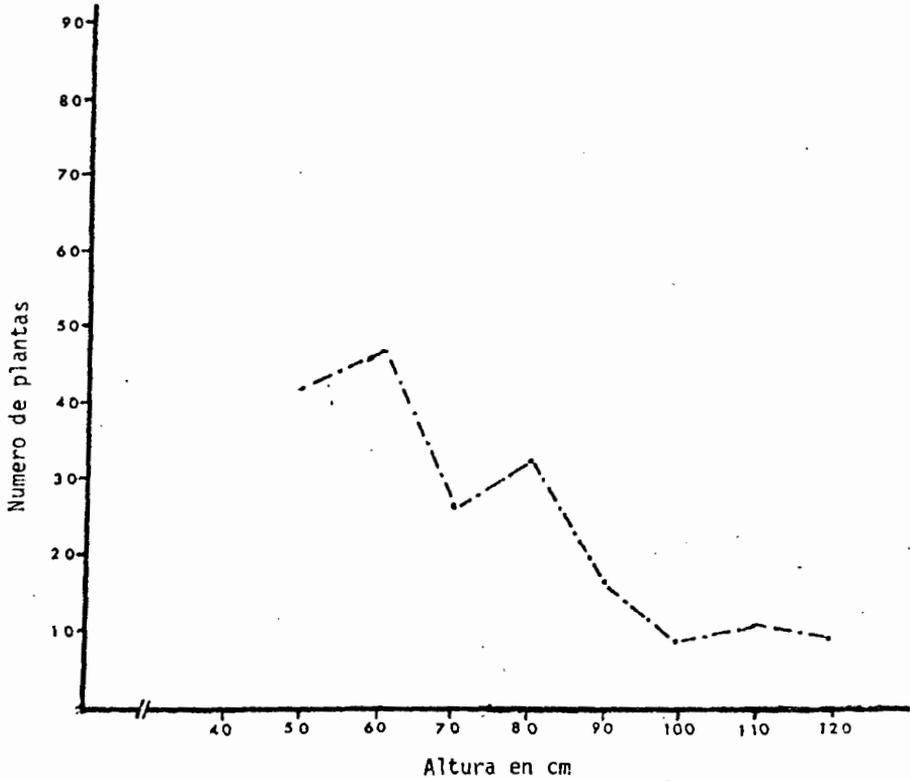


Fig. 5 Distribución de frecuencias de altura de plantas en las poblaciones F1 y F2 de la cruce Beagle x Mouse "S"

V. DISCUSION.

El sistema más comunmente utilizado para la obtención de variedades mejoradas en especies autógamias, es el de realizar el cruzamiento entre líneas con características bien definidas, seguido de diferentes métodos de selección en poblaciones segregantes. La necesidad de trabajar con amplia variación genética, obliga a -- realizar gran número de cruzas y seleccionar en poblaciones grandes. El conocimiento de la herencia de la altura en triticale como en otros cultivos, hace más eficiente la formación de líneas y variedades con porte bajo, ya que en este conocimiento se basan el tamaño de las poblaciones y la generación en la cual será conveniente iniciar la selección.

Como podrá observarse en los resultados obtenidos en todas las cruzas estudiadas, la altura registrada en las poblaciones F_1 muestra que existe dominancia parcial hacia el carácter enano, excepto en la cruza con la variedad Beagle, datos similares fueron obtenidos en cruzas con la variedad de trigo Tom Thumb por Piech (1968) y Reitz y Salmon (1968).

En los estudios de las poblaciones F_2 (exceptuando la cruza Mouse 'S' x Beagle) las relaciones fenotípicas esperadas para el caso de una segregación hipoté

tica de dos pares de factores de acción dominante y -- con efectos duplicados, quedó satisfactoriamente comprobada por sus respectivos análisis biométricos. En trabajos realizados por Piech (1968), Briggie y Vogel (1968), Reitz y Salmon (1968), Gale y Marshall (1980) en cruza que involucraba a la variedad Tom Thumb muestran en todos los casos que el enanismo de esta variedad es debido a la acción de dos pares de genes que actúan en forma dominante, lo que permite inducir -- con cierta cautela -- en base a la similitud de resultados -- que la base genética de enanismo de la línea de triticale Mouse 'S' puede tener su origen en la variedad de trigo Tom Thumb.

En el caso particular de la cruce Beagle x Mouse 'S', pudo observarse que la altura de las plantas F_1 -- fué intermedia, mostrando que existe codominancia de los factores en estudio. En el análisis de la población F_2 , con los datos obtenidos trató de compararse a la segregación registrada al modelo hipotético del recuento de las cruza, solo que la probabilidad fué menor a la aceptable, y por lo tanto, se rechazó la hipótesis de que fueron dos pares de genes dominantes y de efectos duplicados. La relación fenotípica a la que se aproximaron los datos fué a la de 13 : 3 que se refiere a la acción de dos pares de genes con enteracción de dominantes y recesivos.

Esta variación en la expresión del tipo de dominancia de la línea Mouse 'S', permite inferir que la manifestación del comportamiento hereditario de la dominancia del enanismo dependerá gradualmente del tipo de acción genica que posea el progenitor complementario.

En todos los casos analizados, las pruebas biométricas reportaron valores de X^2 y P que satisficieron cada una de las hipótesis.

VI. CONCLUSIONES.

Tomando como base todo lo anterior expuesto, es evidente que la herencia del enanismo de la línea de triticales Mouse 'S' manifestada en el grupo de cruzas realizadas se debe a factores genéticos definidos que nos guían a sugerir las siguientes conclusiones.

1a. La herencia del semienanismo en triticales está controlada por un pequeño número de genes mayores. En el material empleado en este trabajo se detectaron dos genes mayores.

2a. Debido a que en la mayoría de los casos las plantas F_1 tienen altura cercana a la del progenitor enano utilizado, se puede concluir que existe dominancia parcial para ese carácter.

3a. El tipo de acción genica de los dos pares de factores es dominante y de efectos duplicados, esto es, que con la sola presencia de uno de ellos produce el mismo efecto que si actuaran juntos. Empero también se encontró interacción entre los genes dominantes y recesivos cuando se cruzó con una variedad con dominancia hacia el carácter altura normal.

4a. Se puede inducir en base a los resultados obtenidos

que la base genética del semienanismo de la línea - - Mouse 'S', puede tener su origen en la variedad de trigo Tom Thumb.

5a. Los resultados obtenidos no son de ninguna forma - concluyentes, pero sí vierten la luz que indica el modo de herencia cuando interviene el progenitor semienano. Es necesario realizar más investigaciones al res-pecto en poblaciones F_2 mas numerosas, conducirlos a - F_3 para así obtener más claridad y contundencia en los resultaods.

VII. LITERATURA CITADA.

Allan, R.E., O.A. Vogel and C.J. Peterson

1968 Inheritance and differentiation of semidwarf culm length of wheat. Crop Sci. 8:701-704.

-----, J.R. Burleigh and C.J. Peterson

1961 Inheritance of coleoptile length and its association with culm length in four winter wheats crosses. Crop Sci. 1:328-332.

Allard, R.W. ✓

1967 Principios de la mejora genética de las plantas. Edit. Omega Barcelona, España.

Amaya, C.A.

1960 Estudio sobre la herencia de la altura en trigos de primavera. Tesis no publicada. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Coahuila.

1964 Estimates of genetic variation and co-

variation of agronomic characteristics
in durum wheat Triticum durum Desf.
Unpublished M. Sc. Thesis North Dakota
State University. U.S.A.

Anónimo

1973

Wheat, Triticale and Barley Seminar In
ternational Wheat Program. Editor: - -
R.G. Anderson. Associate Director - -
CIMMYT. El Batan, México.

Anónimo

1976

Trigo x Centeno = Triticale.
Editor: CIMMYT Hoy. Folleto de investi
gación No. 5.

Anónimo

1979

Informe anual del Centro Internacional
de Mejoramiento de Maíz y Trigo CIMMYT
p: 76-81.

Anwar, S.R. and A.R. Chowdry.

1969

Heritability and inheritance of plant
height, heading date and grain yield in

four spring wheat crosses. Crop Sci.
9: 760-761.

Bhardwaj, R.L., N.K. Jain, C.B. Wright, K.C. Sharma -
and G.S., Gill.

1975 Agronomy of dwarf wheats. Summary of
investigations of the all India. Coor-
dinated wheat Improvement Project.

Borlaug, NE.

1969 Mejoramiento del trigo. Su impacto en
el abastecimiento mundial de alimentos
Tercer Simposio Internacional de Gené-
tica de Trigo. Canberra, Australia.
EDitor: CIMMYT.

Bozzini, A. and G.T. Scarascia.

1967 A dominant short straw mutation induced
by thermal neutrons in durum wheat. --
Wheat Information Service 23-24:5-6

Briggle, L.W. ✓ and O.A. Vogel.

1968 Breeding short stature, disease resis-
tant wheats in the United States. - -

Euphytica 17 Suppl. 1:107-130.

Chapman, S.R. and F.H. Mc Neal

1971 Gene action for yield components and
plant height in a spring wheat cross.
Crop Sci. 11: 384-386

De la Loma, J.L. ✓

1979 Genética general y aplicada. Edit. - -
Uthea.

Fick, G.N. and C.O. Qualset

1973 Inheritance and distribution of grass-
dwarfing genes in short-statured
wheats. Crop Sci. 13: 31-33

Gale, D.M. and G.A. Marshall

1980 A classification of the Norin 10 and -
Tomb Thumb dwarfing genes in hexaploid
bread wheat Plant Breeding Institute.
England.

Hernández, M.A. ✓

1978 ✓ Potencial forrajero del triticale en -
el Valle de Zapopan. Tesis no publica-
da. Universidad de Guadalajara.

Johnson, V.A., K.J. Bierer, A. Haunold and J.W.
Schmidt

1966 Inheritance of plant height, yield of
grain and other plant characteristics
in a cross of hard red winter wheat. -
Crop Sci. 6:336-338.

Kiss, A. ✓

1968 "Triticale"
Magazine. Kiadó, Budapest, Hungría.

Mc Neal, F.H., M.A. Berg and M.G. Klages.

1960 Evaluation of semidwarf selections - -
from a spring wheat breeding program.
Agronomy Journal 52: 710-712

Piech, J. ✓

1968 Monosomic and conventional genetic ana-
lysis of semidwarfism in common wheat.
Euphytica 17 suppl 1:153-170.

Porter, K.B., I.M. Atkins, E.C. Gilmore, K.A. Lahr and P. Scottino.

1964 Evaluation of short statured winter -- wheats (Triticum aestivum) for production under Texas conditions. Agronomy Journal 56:393-396.

Quiñones, M.A. ✓

1967 Mejoramiento genético del anfiploide - triticales Folleto de investigación No. 3 CIMMYT . México.

Rendón, R.E. ✓

1980 Producción de semilla certificada de - Triticales Tesis no publicada. Escuela de Agricultura. Universidad de Guadalal jara.

Robles, S.R. ✓

1976 Producción de Granos y Forrajes. Edit. Limusa México p: 267-284 y 229-245.

Romero, G.E.

- 1969 Inheritance of height and association
among height, yield and yield compo- -
nents in wheat. Unpublished Ph.D. The-
sis, Iowa State University.
- Salazar, G.M. ✓
1975 Herencia de la altura de planta en tri-
gos duros. Tesis no publicada. Colegio
de Postgraduados. Chapingo, México.
- Stansfield, W.D. ✓
1971 Genetica.
Edit. Schaum y Mc Graw-Hill
- Vogel, O.A., R.E. Allan and C.J. Peterson
1963 Plant and performance characteristics of
semidwarf winter wheats producing most
efficiently in Eastern Washington.
Agronomy Journal 55: 397-398
- Zillinsky, F.J. ✓
1974 Triticale: Preceedings of an internatio-
nal symposium. Editors CIMMYT and Uni-
versity of Manitoba. Batán, México.