

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

FACULTAD DE AGRICULTURA



**LA RESISTENCIA MONOGENICA PARA LA FORMACION
DE VARIETADES MULTILINEALES EN TRIGO**

TESIS PROFESIONAL

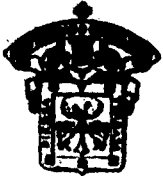
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

**INGENIERO AGRONOMO
ESPECIALIDAD FITOTECNIA**

P R E S E N T A :

BENJAMIN MORENO SEVILLA

GUADALAJARA, JALISCO, 1985.



UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
Escuela de Agricultura

Expediente
Número

No. 9, 1984.

ING. ANDRES RODRIGUEZ GARCIA
DIRECTOR DE LA ESCUELA DE AGRICULTURA
DE LA UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA.

Habiendo sido revisada la Tesis del PASANTE _____
BENJAMIN MORENO SEVILLA titulada,
'LA RESISTENCIA MUNGENICA PARA LA FORMACION DE VARIETADES MULTILINEALES EN TRIGO.'

Damos nuestra aprobacion para la impresion de la misma.

DIRECTOR.


ING. SANTIAGO SANCHEZ PRECIADO.

ASESOR.


ING. JOSE ANTONIO SANDOVAL MADRIVAL.

ASESOR.


ING. SALVADOR BENA MUNGUIA.

hlg.

Al contestar este oficio sirvase citar en la y número.

DEDICATORIA

A MI PADRE

Benjamín Moreno de Albo
a su memoria, por todo
lo que hizo por mí.
Con mi más profundo re-
cuerdo y admiración.

A MI MADRE

Luz María Sevilla de Moreno
Por su infinito amor y
gran fortaleza.

A MIS HERMANOS

LUZ MARIA
LETICIA Y JORGE
JUAN JOSE Y MARIA ELENA
NORMA ESTHELA Y JAIME
LAURA LUCRECIA Y FERNANDO
ANGELICA Y FRANCISCO
GABRIEL
MARIO

Por su gran cariño hacia mí.

Para Arely con amor.

A G R A D E C I M I E N T O S

Al Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y al Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y -- Trigo, especialmente a los Ingenieros Jesús Martínez - Santana y Ricardo Rodríguez Ramos, por su desinteresada ayuda y facilidades para la realización de este trabajo.

Al M.C. Santiago Sánchez Preciado por su paciente y atinada conducción y revisión de esta tesis. Al Ing. Antonio Sandoval Madrigal y al Ing. Salvador Mena Munquía, por su valiosa cooperación en la revisión del es crito.

Por su paciente apoyo su gran impulso y sobre todo su invaluable amistad, el mas profundo agradecimiento a mis compañeros: José de Jesús, Oscar, Baltazar, Guillermo, Edgar H., Edgar Hdez., Edgar U., Alfonso, Luis - Fernando, Ramón, Enrique, Adolfo y Juan.

A la Universidad de Guadalajara por haberme proporcionado las armas con las cuales servir a mi prójimo y a Dios.

I N D I C E

Página

Lista de Cuadros y Figuras

RESUMEN

I.- INTRODUCCION -----	1
II.- REVISION DE LITERATURA -----	5
2.1 Factores que Causan Enfermedades en las Plantas ----	5
2.2 Patógeno -----	7
2.2.1 Como Causan los Hongos Enfermedades en los Plantas -----	7
2.2.2 Descripción y Clasificación de la Ro- ya de la Hoja del Trigo. -----	9
2.2.3 Síntomas-----	14
2.2.4 Medidas de Control -----	14
2.2.5 Distribución de la Roya de la Hoja en México-	15
2.2.6 Resistencia Genética-----	16
2.2.7 Comportamiento de las Resistencias---	18
2.2.8 Algunos Estudios Genéticos sobre Re- sistencia. -----	19
2.2.9 Genes que Confieren Resistencia a la Roya- de la Hoja en Trigo y Líneas Portadoras-	20
2.3 Hospedero -----	21
2.3.1 Origen Geográfica del Trigo-----	21
2.3.2 Origen Genético del Trigo-----	22
2.3.3 Las Variedades Semienanos-----	24
2.4 Hospedero - Patógeno -----	24
2.4.1 Algunos Conceptos sobre Multilínea o Com- puesto Multilínea-----	26
2.4.2 Forma de Acción de una Multilínea -----	29
2.4.3 Ejemplos de Variedades Multilíneas-----	30
2.4.4 Estudio sobre Formación de Multilíneas-----	32
III.- MATERIALES Y METODOS-----	37
3.1 Fisiografía -----	37

3.1.1	Localización -----	37
3.1.2	Clima -----	37
3.1.3	Hidrología -----	38
3.1.4	Suelos -----	39
3.1.5	Cultivos -----	40
3.2	Materiales Genéticos -----	40
3.2.1	Descripción del Material Genético -----	41
3.3	Diseño Experimental-----	44
3.4	Desarrollo del Experimento-----	45
3.4.1	Fechas de Siembra del Trabajo-----	45
3.4.2	Densidad de Siembra -----	45
3.4.3	Preparación de Mezclas -----	46
3.4.4	Preparación del Terreno -----	46
3.4.5	Método de Siembra -----	46
3.4.6	Fertilización -----	46
3.4.7	Riegos -----	46
3.4.8	Incidencia de Plagas -----	47
IV.-	RESULTADOS Y DISCUSION -----	48
4.1	Análisis de Varianza -----	48
4.1.1	Ciclo 1982 - 1983-----	48
4.1.2	Ciclo 1983 - 1984 -----	48
4.2	Discusión -----	49
V.-	CONCLUSIONES -----	54
5.2	Recomendaciones -----	55
VI.-	BIBLIOGRAFIA -----	56
VII.-	APENDICE -----	

LISTA DE CUADROS Y FIGURAS

Cuadro No.		Apéndice
1	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS COMPUESTOS TIPO YECORA 70 PROBADOS EN EL CIANO EN EL CICLO 1982 - 1983.	i
2	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS MATERIALES TIPO YECORA-70, PROBADAS EN EL CIANO, EN EL CICLO 1983 - 1984 -- (Primera Fecha).	ii
3	ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LOS MATERIALES TIPO YECORA-70, PROBADAS EN EL CIANO, EN EL CICLO 1983 - 1984 - - (Segunda Fecha)	iii
4	RENDIMIENTOS MEDIOS Y PRUEBA DE DUNCAN PARA 30 VARIETADES PROBADAS EN EL CIANO EN EL CICLO AGRICOLA 1982-1983.	iv
5	RENDIMIENTOS MEDIOS Y PRUEBAS DE DUNCAN, PARA 24 VARIETADES PROBADAS EN EL CIANO DURANTE EL CICLO AGRICOLA 1983 - 1984 (Segunda Fecha).	v
6	DATOS AGRONOMICOS DEL EXPERIMENTO FORMADO POR COMPUESTOS TIPO YECORA PROBADOS EN EL CIANO EN EL CICLO 1982 1983.	vi
7	RENDIMIENTO DE LOS MATERIALES TIPO YECORA 70 PROBADA- EN EL CICLO 1983-1984 EN DOS FECHAS DE SIEMBRA.	vii
8	DATOS AGRONOMICOS DE LOS MATERIALES TIPO YECORA 70 -- PROBADA EN EL CICLO 1983-1984 EN DOS FECHAS DE SIEMBRA.	viii
9	DIAGRAMA DEL METODO DE LA RETROCRUZA	ix

R E S U M E N

El presente es un estudio preliminar de la utilización de la resistencia monogénica a la roya de la hoja - en el trigo causada por el hongo Puccinia recondita Rob. ex. Desm. f. sp. tritici para la posible formación de -- compuestos multilíneales y tratar de hacer reutilizables variedades previamente descartadas por susceptibilidad a dicha enfermedad. Como progenitor recurrente se utilizó la variedad Yécora 70 para la formación de líneas isogénicas utilizando los genes Lr 9, Lr 19 y Lr 24 los cuales confieren resistencia a la roya de la hoja y son dominantes. Dichas líneas se probaron en combinaciones de tres en tres, de modo que cada combinación o compuesto - tuviera los genes a probar. Después se probaron los mejores compuestos y se estructuraron multilíneas que fueron comparadas con los mejores testigos locales incluyendo - un trigo duro y un triticale. El trabajo se desarrolló - en una zona triguera por excelencia como lo es la región denominada "Valle del Yaqui" en el estado de Sonora. Los compuestos se probaron por primera vez en el invierno de 1982 - 1983. En el siguiente ciclo o sea 1983 - 1984 se probaron los mejores compuestos y se estructuraron diez - multilíneas, sembrándose en dos fechas de siembra. Los - resultados obtenidos en la primera fase del trabajo en - el invierno de 1982 - 1983 nos muestran diferencias altamente significativas en los tratamientos, puesto que doce de los veinticinco compuestos formados, fueron superiores al mejor testigo, que ocupó el lugar número trece, - la variedad recurrente Yécora 70, ocupó el trigésimo lugar siendo la más pobre en rendimiento. En la segunda fase (invierno de 1983 - 1984), la primera fecha no mostró diferencias estadísticas, aunque la diferencia en rendimientos fue notoria. La segunda fecha sí mostró diferen-

cias estadísticas altamente significativas: donde dos --
compuestos ocuparon el primer nivel de significancia jun-
ta con un testigo cristalino, los demás materiales tipo-
Yécora fueron ubicados en su gran mayoría por delante de
los testigos harineros y la variedad recurrente Yécora 70
ocupó un lugar en los más pobres rendimientos.

1.- INTRODUCCION

Los cereales representan una de las principales -- fuentes de alimento de la humanidad, la mayoría son empledos en forma directa por el hombre como el arroz, el maíz, la avena y el trigo; otros redituan beneficios en forma - indirecto, como resultado de su transformación al ser utilizado como alimento por diversas especies ganaderas.

Según datos de la FAO en 1983 se cultivaron 718 millones de hectáreas con cereales, representando el 48.5% de la superficie cultivada del mundo, con una producción de grano de 1638 millones 770 mil toneladas. Dentro de éstos el trigo es el más importante tanto en superficie cultivada como en producción, y o que en 1983 según la misma fuente, de los 718 millones de hectáreas cultivadas con - cereales, 360 millones se destinaron a la producción de - trigo; obteniéndose una producción de 498 millones de toneladas, siguiendo en orden de importancia tanto en superficie cultivada como en producción el maíz, el arroz y la cebada.

Además el trigo es el grano con mayor demanda para consumo directo en la alimentación humana en México, (Quiñones 1977). Durante el ciclo agrícola de 1983 se cultivoron en México FAO, (1984), 11 millones 816 mil hectá -- reas con cereales, que arrojaron una producción de grano - cuantificada en 25 millones 256 mil toneladas. Dentro de - estos el trigo ocupó el primer lugar tanto en hectareaje - como en producción, puesto que en el mismo año se sembraron en México 990 mil 300 hectáreas con dicho cereal, ab - teniéndose una producción de 3 millones 697 mil 100 toneladas. El principal estado productor en 1983 fue Sonora - con casi el 35 % de la producción total.

No obstante debido a la amplia distribución del cultivo sus problemas siguen siendo variados, teniendo en primer lugar a las enfermedades, y dentro de éstas las principales son las royas o chahuixtles, debido a su gran variabilidad genética, misma que origina la producción de razas fisiológicas que son responsables de la pérdida de la resistencia en las variedades mejoradas.

En el sur de Sonora, al igual que en otras regiones epidemiológicas para la roya de la hoja del trigo Puccinia recondita Rob. ex. Desm. sp. tritici Johnston y Browder, la resistencia de las variedades (líneas puras) a esta enfermedad, se ha vuelto inefectiva a consecuencia de la aparición de nuevos genes de virulencia en el patógeno. - Estos nuevos genes de virulencia aparecen por mutación o mecanismos de hibridación entre distintas razas del patógeno. Una variedad de trigo con alto rendimiento generalmente tiene una vida comercial de dos a cuatro años antes de que una nueva raza de roya supere su resistencia, reproduzca cantidad suficiente de inóculo y genere el riesgo de fuertes epifitias como la sufrida en 1976-1977 con la variedad Jupateco (Borlaug 1981), aunque dicha variedad ya había mostrado claros síntomas de susceptibilidad en los dos años predecesores a la catástrofe.

Investigadores, tanto fitopatólogos como fitomejoradores, emprendieron en muchos países entre ellos México a partir de aproximadamente 1943 la tarea de desarrollar variedades resistentes a la roya, a fines de los años 50's se inició una nueva fase en el programa de mejoramiento de trigo, la cual consistió en la formación de variedades compuestas o multilineales.

Una variedad multilineal consiste en una mezcla de

genotipos fenotípicamente similares, cada uno de los cuales difiere de los otros en por lo menos un gene para resistencia específica, (CIMMYT 1976).

Objetivos:

Los objetivos primordiales del presente estudio son los siguientes:

- a) Evaluar la eficiencia del tipo de resistencia denominada vertical a la roya de la hoja en el trigo.
- b) Describir la Metodología para formar líneas -- isogénicas resistentes a roya en el trigo por medio del método de la retrocruza.
- c) Presentar alternativas posibles en la lucha -- del fitomejorador para incrementar el rendimiento y lograr así una tregua en su lucha contra las enfermedades.

Hipótesis:

La resistencia genética puede hacer reutilizables variedades previamente descortadas por susceptibilidad a la enfermedad, y en combinaciones (multilíneas) puede superar en rendimiento a las mejores variedades utilizadas a la fecha en las zonas productoras.

Estadísticamente esta hipótesis se plantea de la siguiente forma:

$$H_0 = \mu_1 - \mu_2 - \mu_3 \dots - \mu_k = 0$$

$$H_a = \mu_1 - \mu_2 - \mu_3 \dots - \mu_k \neq 0$$

Donde:

$K =$ de 1 a 30 y/o de 1 a 24

... Es decir que las medias de rendimiento de los compuestos y multilíneas en estudio son iguales (H_0); o por lo menos uno de ellos es diferente (H_1).

II.- REVISION DE LITERATURA

2.1 Factores que Causan Enfermedades en las Plantas.

Mendoza y Pinto (1982) señalan que existe un gran número de factores que causan enfermedades en las plantas, por si solos, o bien en combinación con una o varios más que hacen que sea la aparición y desarrollo de una enfermedad.

En forma general se considera que las enfermedades pueden ser producidas por dos tipos de factores: Bióticos y abióticos, los cuales a su vez incluyen numerosas causas que producen alteraciones en los procesos fisiológicos de utilización de energía que da por resultado un desequilibrio en todas las demás funciones vitales de una planta; estas alteraciones se manifiestan externamente en forma de cambios morfológicos llamados síntomas.

A) Factores bióticos.- Enfermedades parasitarias o infecciosas

- a.- Bacterias
- b.- Hongos
- c.- Micoplasmas
- d.- Virus y viroides
- e.- Rickettsias
- f.- Nemátodos
- g.- Fongos parasitas

Las enfermedades más importantes en las plantas cultivadas son precisamente las causadas por los agentes bióticos y resultan de la interacción de un organismo vivo, el patógeno, la planta huésped y el ambiente, si uno de estos factores no se presenta,-

o está presente, pero en condiciones inadecuadas, la enfermedad no desarrollará esto se puede considerar -- dentro del ciclo de vida del patógeno y de su compartimiento en la naturaleza, y es de que en última instancia dependerá el control (como y cuando controlar), -- aunque también ciertas características del patógeno -- nos determinan el método de control.

**B) Factores abióticos.- Enfermedades no parasitarias--
o no infecciosas**

a.- Condiciones del suelo

- Humedad
- Estructura física
- Falta de oxígeno
- Composición química del suelo (deficiencia o exceso de nutrientes).

b.- Condiciones ambientales

- Luz
- Temperatura
- Humedad relativa
- Viento
- Lluvia
- Granizo

c.- Prácticas agrícolas inadecuadas y aplicación incorrecta de agroquímicos.

d.- Contaminación atmosférica (Aeropolulantes)

- Ozono
- Dióxido de Azufre
- Lluvia ácida
- Fluoruros
- Partículas de metales

2.2 Patógeno.

2.2.1 Como Causan Los Hongos Enfermedades en las Plantas.

Mendoza y Pinto (1982) mencionan que los hongos penetran al tejido de la planta a través de heridas, -- aberturas naturales y directamente a través de la cutícula o epidermis. Una vez dentro de la planta, el hongo extrae nutrientes de la misma y los utiliza para su propio crecimiento y reproducción, la sola remoción de los nutrientes que deberían normalmente utilizarse por las células de las plantas para sus procesos de crecimiento, algunas veces es suficiente para el desarrollo de una condición anormal en las células del hospedante que ocasiona la aparición de un síntoma de la enfermedad localizado o generalizado en la planta.

Sin embargo, con más frecuencia los hongos causan enfermedades en las plantas debido al efecto directo o indirecto, puesto que secretan enzimas que afectan la integridad estructural y las actividades metabólicas de las células y tejidos de las plantas.

Se sabe que diferentes hongos producen una o más de los grupos de sustancias biológicamente activas: enzimas, toxinas, reguladores del crecimiento, polisacáridos, antibióticos. Estas sustancias pueden dañar las células de la planta directamente o afectarla indirectamente, ya sea porque afecten los mecanismos que controlan los procesos metabólicos en la célula o porque inducen respuestas celulares que ocasionan manifestaciones patológicas. Algunas de las enzimas (pectinasa, celulosa y hemicelulasa) desdoblan las sustancias estructurales que forman la pared celular, otras enzimas

(proteínas, amilasa, lipasas, etc.) causan la degradación de sustancias contenidas en la célula, y otras -- afectan generalmente incrementando el radio de respiración, y disminuyendo la eficiencia respiratorio en los tejidos de los plantas infectados.

De los otras sustancias secretadas por los hongos - las toxinas pueden alterar la permeabilidad de la membrano de los células afectados, causar cambios en la respiración, actuar como antimetabolitos por desplazamiento de metabolitos esenciales estructuralmente similares o debido a su acción quelatizante, pueden bloquear las reacciones químicas por ligamiento con metales que existen como iones libres o como cofactores enzimáticos, los hongos secretan muchas de los reguladores producidos por la planta hospedante debido a lo cual - pueden causar hiperplasia o hipertrofia en la planta - por acción directa, los hongos también actúan indirectamente secretando sustancias que afectan la producción, acumulación y/o desdoblamiento por las sustancias que promueven el crecimiento y sus inhibidores.

Tal acción puede dar lugar a un incremento en las - sustancias hormonales y la producción de sobrecrecimiento y malformaciones que puede bajar o alterar el contenido de sustancias hormonales pudiendo causar achopramiento, distorsión, marchitamiento de los hojas, -- etc., los polisacáridos producidos por la mayoría de - los hongos, son muchos y se consideran más importantes cuando ellos pueden causar directamente o después de - la oxidación el taponamiento de los vasos y el marchitamiento de la planta. Los antibióticos se producen por varios hongos aunque ellos son activos principalmente por otros organismos no se sabe que también afectan a las células de la planta. Su modo de acción parece ser

muy similar al de algunas toxinas, afectando principalmente la permeabilidad de la membrana celular y la respiración del hospedante.

Dubin (1977). Actualmente se conocen más de 20 diferentes tipos de organismos, que pueden provocar enfermedades en el trigo; algunas de estas enfermedades son producidas por bacterias, como Xanthomonas translucens, llamada también pajilla negra o royado bacteriano; otras son de origen viral, generalmente transferidas por numerosas especies de áfidos, por ejemplo, virus BYD que se traduce en enanismos; finalmente las hay causadas por hongos. Desde el punto de vista comercial, éstos son los más importantes; los hongos como Tilletia caries, T. foetida conocidos comúnmente como carbones.- Las royas de los cereales son las más comunes e importantes, particularmente en el trigo. Los tres especies más importantes del género Puccinia son:

Roya del Tallo (roya negra), Puccinia graminis f. - sp. tritici, Roya de la Hoja (roya café), Puccinia recondita Rob. ex. desm. f. sp. tritici, Roya Lineal (roya amarillo), Puccinia striiformis.

2.2.2 Descripción y Clasificación de la Roya de la Hoja del Trigo.

Mendoza y Pinto (1982) clasifican a la roya de la hoja del trigo de la siguiente forma:

Clase Basidiomycetes

Características generales

- Producción exógena de esporos (basidiosporas) sobre basidios.
- Micelio septado

- Presentan tres tipos de micelio. Que es originado por la germinación de la basidiospora es continuo y plurinucleado. Micelio secundario, originado del primario y es binucleado (dicoridítico y septado) y micelio terciario, que es un tejido organizado y especializado para producir cuerpos fructíferos.
- Basidiocarpio. Cuerpo fructífero que produce las basidias y varía desde el cojinete de hifas hasta los hongos de repiso.
- Basidiosporas hialinas o ligeramente coloreadas, uninucleadas y haploides.
- La reproducción sexual se efectúa mediante la unión de dos núcleos diferentes, pudiendo ser homotácticos y heterotácticos, no hay órganos sexuales diferenciados, pero la fusión se efectúa por unión de hifas somáticas (somatogamia) y por unión de basidiosporas.

En los royos se producen estructuras como la espermación (picnidiosporas) y los hifas receptoras.

Este grupo se divide en dos subclases en base a las características del basidio y hábitos de las basidiosporas.

- 1.- HETEROBASIDIOMYCETIDAE.- Basidio septado y dividido por surcos profundos, o una teliospora con gemación REPETITIVA DE LAS BASIDIOSPORAS.
- 2.- HOMOBASIDIOMYCETIDAE.- Basidio simple, germinación de las basidiosporas por un tubo.

Subclase Heterobasidiomycetidae.

Incluye a los hongos gelatinosos, royas y carbones, estos dos últimos son los más importantes desde el punto de vista económico.

El basidio maduro está constituido por el hipobasidio que es la parte inferior y el epibasidio (promicelio) que es un tubo alargado que lleva los basidios puras.

Esta subclase se divide en tres órdenes:

- 1.- ORDEN TREMELIALES.- Basidiocarpio bien desarrollado, la mayoría saprofitas, algunas parásitas de plantas vasculares o de insectos.
- 2.- ORDEN UREDINALES.- Basidiocarpio ausente, parásita de plantas vasculares. Teliosporas que producen basidiosporas sobre esterigmas y son liberadas violentamente.
- 3.- ORDEN USTILAGINALES.- Basidiocarpio ausente, parásita de plantas vasculares. Teliosporas que producen basidiosporas sésiles y son liberadas pasivamente.

Orden Uredinales.

Este agrupa aquellos basidiomycetes conocidos comúnmente como chahuixtles o royas; se consideran parásitos obligados de plantas vasculares, debido a que aún se dificulta su cultivo en medios artificiales.

Presentan micelio septado sin hifulas, monocarióti-

co al principio y posteriormente dicaridítico por somatogamia o espermatización, no se forma basidiocorpo, y donde ocurre la cariogamia es en la teliospora, el basidio está representado por la teliospora (hipobasidio) y promicelio (epibasidio).

De acuerdo a las características de la teliospora y su comportamiento el orden de los UREDINALES se divide en las siguientes familias:

- 1.- Familia PUCCINIACEAE.- Teliosporas que al germinar producen promicelio libres o unidos, pero no formando costras o columnas.
- 2.- Familia MELAMPORACEAE.- Teliosporas que al germinar producen promicelio. Unidos formando costras o columnas.
- 3.- Familia COLEOSPORIACEAE.- Teliosporas que al germinar no producen micelio.

Familia Pucciniaceae.

Produce teliosporas que al germinar forman un promicelio septado en el cual se originan las basidiosporas, teliosporas individuales o en grupos pedicelados, unicelular, bicelular o pluricelular, de color café - - - claro o oscuro, de superficie lisa, rajiza o equinulado.

Los géneros importantes son: Uromyces (teliosporas unicelulares) Puccinia (teliosporas bicelulares), Iranzachelia (Bicelular), Phragmidium (teliospora pluricelular con pedicelo largo), principalmente.

Las royas como enfermedades en las plantas han causado problemas muy fuertes en las gramíneas, como el trigo, cebado, avena, centeno y otras, como también en leguminosas como el frijol, haba y algunas forrajeras.

Los géneros más importantes son los siguientes:

- Puccinia.- Causante de las royas en trigo y muchas otros cereales.
- Hemileia.- Roya de la hoja del café
- Uromyces.- Algunas especies causan royas en leguminosas.
- Cronartium.- Causa royas en los pinos
- Melampsora.- Causa la roya del lirio
- Puccinia recondita.- Características morfológicas -- cas; uredosporas unicelulares, de pared delgada, equinuladas, elípticas, color café claro; teliosporas bicelulares con pared gruesa, color café ladrillo y en la célula apical terminado en punto.
- Distribución e importancia.- Es cosmopolita, se presenta en todas las zonas donde se cultiva el trigo y su intensidad de ataque varía de acuerdo a las condiciones climáticas y a la susceptibilidad de la variedad de trigo.

2.2.3 Síntomas.-

La infección primaria, causada por basidiosporas o uredosporas acarreados por el viento, en ocasiones procedentes de lugares que distan centenares de kilómetros es leve y aparece como pústulas producidas en la infección primaria; y a partir de aquí se desarrolla rápidamente la enfermedad, en condiciones húmedas y altas temperaturas, las pústulas características son color café-cloro de forma redonda y rara vez rompe la epidermis del hospedante. A medida que las plantas maduran, (cuando las plantas cambian de color verde a amarillo-paja) las pústulas se vuelven de un color negro brillante por las masas de teliosporas (pústulas = telio) que son el estado invernal del hongo.

- Daños.- Pueden llegar a secar las hojas o solamente reducir el área fotosintética; con lo cual baja el rendimiento por planta. Las siembras tardías tienden a ser más dañadas que las tempranas, si el ataque se presenta en plantas jóvenes llega a causar mayores pérdidas que en cultivos viejos. En México el ataque típico de este hongo se presentó en 1977 en el noroeste del país en la variedad Jupateco hecho que ocasionó una movilización general de la Secretaría de Agricultura.

2.2.4 Medidas de Control.

Hasta la fecha el método de control más recomendado es el uso de variedades resistentes. En el caso de epidemias muy fuertes se ha aplicado fungicidas, principalmente Bayleton que logra un buen control pero no es económico, también se recomienda el uso de "mosaicos" de variedades CIMMYT (1984).

2.2.5 Distribución de la Roya de la Hoja en México.

Moreno y Alvarez (1984) esta distribución está dado en la forma siguiente; en la región del Noroeste, el cultivo del trigo de invierno en el estado de Sinaloa frecuentemente es atacado por la roya de la hoja, pero la intensidad del ataque disminuye sensiblemente a medida que se llega a los límites de el estado, en las proximidades de Navojoa, Sonora.

También en el área triguera del estado de Sonora, la severidad de los ataques de la roya de la hoja son más acentuados en la parte sur y en las áreas costeras, y disminuye a medida que el cultivo avanza hacia el norte o se aleja de la costa.

Al norte de Guaymas, Sonora, hay menores probabilidades de que los cultivos de trigo sean dañados por alguna de las tres especies de roya, debido a la baja humedad ambiental de esa zona; esto ocurre también en las regiones de Hermosillo, Caborca y San Luis Río Colorado de este estado. En la misma situación se encuentran las áreas trigueras de Mexicali, Baja California-Norte, Ciudad Juárez, Nuevo Casas Grandes y Delicias en el estado de Chihuahua, así como la región de Ceballos y la Comarca Lagunera de Coahuila.

Cuando por alguna anomalía del clima en las regiones señaladas, llega a haber lluvias abundantes y días nublados en un año determinado, pueden desarrollarse epifitias de alguna de las royas, como sucedió en el área de Hermosillo durante el ciclo 1976-1977, con la roya de la hoja.

En la región del Bajío las áreas del cultivo de --- trigo en condiciones de riego tienen baja humedad ambiental, y las áreas temporales de los estados de Zaca-tecas, Durango y San Luis Potosí tienen precipitaciones escasas, por lo que las royas no encuentran condiciones ambientales favorables para su desarrollo y la frecuencia de infecciones relevantes es muy reducida.

Allard (1967) considera que algunas royas, realizan su ciclo en plantas distintas; la fase haploide es parásita obligada de una especie. Esto puede ser agracejo, Berberis sp. La fase dicariótica o dicarión, es parásita obligada de otras especies (trigo u otras gramíneas).

2.2.6 Resistencia Genética.

Según Quiñones (1977) en las plantas, se pueden apreciar dos tipos de resistencia genética a las enfermedades. En el primer tipo se puede observar que la planta hospedera, resiste el establecimiento de las relaciones hospedero-patógeno, restringiéndolo en el sitio de infección o durante el proceso de infección, en el segundo caso, la resistencia opera durante la colonización y desarrollo del patógeno una vez establecida la infección. En este tipo de resistencia, el proceso de infección culmina con la formación de cuerpos fructíferos y de dispersión por parte del patógeno.

El primer tipo de resistencia (resistencia a la infección) se reconoce frecuentemente en la literatura con nombres como hipersensibilidad, resistencia especial, resistencia no uniforme, resistencia vertical, resistencia específica, resistencia oligogénica, resistencia en plántula, etc. La resistencia a la coloniza-

ción y desarrollo del patógeno también se caracteriza en la literatura con diferentes términos, como son; resistencia general, resistencia uniforme, resistencia no específica, resistencia horizontal, resistencia poligénica.

De hecho las dos tipos de resistencia quedan agrupados en una escala continua, el punto principal sin embargo es que se pueden distinguir dos clases de fenómenos de resistencia de acuerdo con la reacción del hospedero.

Desde el punto de vista hereditario, la resistencia específica, está condicionada las más de las veces por pocos genes dominantes o "genes mayores" en tanto que la resistencia general exhibe efectos aditivos y es poligénica.

Resistencia morfológica: Este tipo de resistencia consiste en que el patógeno ataca únicamente los tejidos colenquimatosos de la planta pero no a los esclerenquimatosos, en consecuencia según el contenido de ellos, será la reacción al ataque. En este tipo de resistencia son también importantes la consistencia y el grosor de la epidermis.

Resistencia fisiológica o protoplásmica; esta resistencia consiste en la existencia de una incompatibilidad entre el protoplasma del patógeno y el protoplasma de la planta, lo cual origina la muerte del primero.

Resistencia funcional; este tipo de resistencia consiste en que en el momento en que la planta realiza

la apertura de sus estomas por la mañana, ya que el patógeno penetra exclusivamente por ellos. Este fenómeno fisiológico, es de suma importancia en las variedades que retarden dicha abertura porque propicia que los rayos solares maten a el tubo germinal de las uréasporas.

2.2.7 Comportamiento de las Resistencias

De acuerdo con Von der Plank (1968), comparando la resistencia vertical con la fórmula de interés compuesto, un patógeno se incrementa a partir de un inóculo inicial X_0 , a una velocidad "r" en un tiempo "t", los genes de resistencia específica restringen el establecimiento del patógeno en el sitio de infección, reduciendo por lo tanto X_0 , sin embargo, en presencia de razas del patógeno capaces de infectar variedades con resistencia específica, X_0 , será reducida sólo para aquellos razas avirulentas y si "r" es alta, se podrá desarrollar una epifitia con aquellas razas virulentas que existan en la población del patógeno. Una variedad multilínea, producto de la mezcla de 10 isolíneas posee muchas genes de resistencia, reduciendo por lo tanto " X_0 ", si se asume que una nueva raza es virulenta para una de las isolíneas que componen la variedad multilínea la probabilidad de que los esporos de esta raza presentes en el ambiente infecten estas plantas en la mezcla será de 0.1. Por lo tanto, una multilínea no sólo reducirá el valor de la " X_0 " (que es característico de la resistencia específica) sino también reducirá la variable "r" (que es característico de la resistencia horizontal).

2.2.8 Algunos Estudios Genéticos sobre Resistencia.

Dyck y Samborsky (1969), concluyeron lo siguiente: - que los genes (Lr 17 y Lr 18) portadores de resistencia a la roya de la hoja (Puccinia recondita Rob. ex. Desm.) son independientes uno del otro y de los demás genes portadores de resistencia hasta la fecha identificados. Ambos genes fueron parcialmente dominantes - con un correspondiente par de genes para virulencia en el parásito, uno de los cuales es recesivo y el otro - parcialmente dominante. Este sistema de interacción es - tó de acuerdo con la teoría del gen por gen señalado - por Flor (1955).

Kerber y Dyck (1973), establece que la resistencia a roya del tallo (Puccinia graminis Pers. f. sp. tritici) fue transferida de un tipo diploide (Triticum monoccum) cultivar RL 5244 al tetraploide Stewart y al hexaploide Marquis por medio de hibridación interespecífica, estudios genéticos hechos en los niveles, diploide, tetraploide y exaploide indicaron que un gen dominante dió resistencia a las siete razas de roya -- probadas. Transmisión diferencial de este gen fue observada en alguna de las cruces intradiploides e intra sexaploides. El grado de resistencia, indicada por el tipo de infección, decreció cuando se incrementó el nivel de ploidía. Este nuevo gen identificado designado como Sr 22, está localizado en el cromosoma 7 A y es - diferente a los genes de resistencia Sr 8, Sr 13 y Sr 15, los cuales están también en cromosomas del genoma AA.

Smith y Kilpatrick (1977), concluyen en un estudio - conducido a través de cinco años, usando datos recabados de los ensayos internacionales de la roya del tri-

go sembrados en las áreas productoras más importantes- alrededor del mundo, que las líneas conteniendo los -- alelos Lr 9 (wi), Lr 9 (tc) y Lr 19 (tc) tuvieron más- resistencia al patógeno que causa la roya de la hoja - que aquellas líneas portadoras de los alelos Lr 1 (tc) Lr 1 (Wi), Lr 1, 3 (Wi), Lr 2a (Tc), Lr 2a (Wi), Lr 2d (Tc), Lr 3 (Tc), Lr 3 (Wi), Lr 10 (Tc) Lr 17 (Tc), Lr 18 (Tc) y Lr 2 (Tc). La línea monogénica Lr 1 (Wi) posiblemente tiene más de un gene para resistencia y las propiedades de éste son similares a las variedades con "resistencia de campo".

2.2.9 Genes que Confieren Resistencia a la Roya de la Hoja en Trigo y Líneas Portadoras.

1.	Lr 1	Tc ⁶	- Centenario	RL 6003
2.	Lr 2a	Tc ⁶	- Webster	RL 6016
3.	Lr 2b	Tc ⁶	- Carina	RL 6019
4.	Lr 2c	Tc ⁶	- Loros	RL 6047
5.	Lr 3	Tc ⁶	- Democrat	RL 6002
6.	Lr 3Ko	Tc ⁶	- Aniversario	RL 6007
7.	Lr 9	Tc ⁶	- Transfer	RL 6010
8.	Lr 10	Tc ⁶	- Exchange	RL 6004
9.	Lr 11	Tc ⁶	- El Gaucho	RL 6048
10.	Lr 12	Tc ⁶	- Exchange	RL 6011
11.	Lr 13	Manitou		CT 263
12.	Lr 14a	Tc ⁶	- Selkirk	RL 6013
13.	Lr 14b	Tc ⁶	- Marfo Escobar	RL 6006
14.	Lr 16	Tc ⁶	- Exchange	RL 6005

15.	Lr 17	Tc ⁶ - Klein Lucero	RL 6008
16.	Lr 18	Tc ⁶ - Africa 43	RL 6009
17.	Lr 19	Tc ⁶ - T4	RL 6040
18.	Lr 20	Axminster	
19.	Lr 21	Tc ⁶ - RL 5406	RL 6043
20.	Lr 22	Tc ⁶ - RL 5404	RL 6044
21.	Lr 23	Tc ⁶ - Lee 310	RL 6012
22.	Lr 24	Agent	
23.	Lr 30	Tc ⁶ - Terenzio	RL 6049
24.	Lr "B"		RL 6051

2.3 Hospedero

2.3.1 Origen Geográfico del Trigo.

Felman y Sears (1981) indican que las pruebas arqueológicas han demostrado que la domesticación de los trigos por el hombre neolítico tuvo lugar dentro del centro geográfico de distribución de los antecesores silvestres del trigo. La parte noreste del creciente fértil (específicamente el área que comprende el suroeste de Irán, el noreste de Irak y el sureste de Turquía) - es el centro de distribución de los trigos diploides silvestres, *T. monococcum boeoticum* y *T. monococcum urartu*, y del trigo tetraploide silvestre *T. timopheevi caeraticum*. Es en esta región principalmente donde también evolucionaron y se domesticaron por primera vez las variedades cultivadas de ambas especies, *T. Monococcum monococcum* y *T. timopheevi Timophevi*, respectivamente. De modo semejante la parte suroeste del creciente fértil noroeste de Israel, suroeste de Siria y sureste del Líbano) es el centro de distribución del trigo tetraploide silvestre *T. -*

T. turgidum dicoccoides y también el área donde se originaron las variedades cultivadas primitivas de esta especie, T. turgidum dicoccum. Una hibridación espontánea entre T. turgidum dicoccum y T. tauschii los dos parenterales del trigo hexaploide T. aestivum debió ocurrir en tierras del oeste de Irán, hace más de 8,000 años, que fue cuando el trigo cultivado se introdujo en el área del silvestre.

2.3.2 Origen Genético del Trigo.

Según CIMMYT (1975) el género Triticum contiene alrededor de 30 tipos de trigos que tienen suficientes diferencias genéticas como para ser considerados especies distintas o subespecies.

La característica genética que unifica a todos los miembros del género Triticum, es que éstos tienen 14 cromosomas o un múltiplo de 14 cromosomas:

Los trigos duros evolucionaron más recientemente que el trigo Einkorn y los trigos harineros son todavía más recientes que los duros. Ambos son el resultado de accidentes evolucionarios ocurridos hace millares de años.

Los trigos tetraploides, entre los que figura el trigo duro, tuvieron su origen cuando el trigo Einkorn, un diploide, se cruzó con una gramínea diploide, Aegilops speltoides. El viento acarrea el polen de uno al estigma del otro, donde -pese a las formidables barreras al cruzamiento entre géneros- hubo fertilización y se formó una semilla que produjo una planta que a la vez tuvo semillas fértiles.

Cuando una planta diploide se cruza con otra planta-diploide la progenie es también diploide. Es decir: el polen porta la mitad del complemento cromosómico de un

progenitor diploide y el óvulo porta la mitad de los cromosomas del otro progenitor. Si los progenitores son de la misma especie, los cromosomas de un progenitor pueden aparearse con los del otro progenitor, y la progenie será fértil. Si los progenitores son de diferentes géneros, como lo son el trigo Einkorn y A. speltoides, los cromosomas no se pueden aparear y la progenie será estéril, como una mula. Pero en la cruce de trigo Einkorn y A. speltoides algo pasó que duplicó los cromosomas de la progenie. Así, en lugar de producirse un diploide estéril con siete cromosomas de trigo Einkorn y siete de A. speltoides, se produjo un tetraploide fértil que tiene siete pares de cromosomas de trigo Einkorn y siete pares de A. speltoides.

Los citogenetistas llaman genomio A a los siete cromosomas apareados de trigo Einkorn y genomio B a los siete cromosomas apareados de A. speltoides. Así las dos series de cromosomas de trigo Einkorn se pueden representar como AA y las dos series de A. speltoides como BB. Cuando se cruzaron los dos géneros, la progenie tuvo el complemento cromosómico AB, y debió haber sido estéril, excepto que los cromosomas se duplicaron haciendo tetraploide a la progenie: AABB.

La naturaleza se alteró de nuevo cuando hubo una cruce accidental exitosa de un trigo tetraploide con otra gramínea diploide, Aegilops squarrosa. Al genomio de A. squarrosa se le designa como D, de manera que los genomios del trigo harinero son AA BB DD.

2.3.3 Las Variedades Semienanas

Barlaug (1981) comenta que en los últimos 15 años, las variedades semienanas se han extendido a través de 35 millones de hectáreas en países desarrollados y muchas millones más en los países en vías de desarrollo. Hasta la fecha con la excepción de Pitic 62, Sonora 64, Siete Cerros y Zaragoza 75, todas las variedades semienanas rendidoras desarrolladas por el programa cooperativo INIA-CIMMYT, en los pasados 20 años han mantenido su resistencia a la roya del tallo, sin embargo la situación con la roya de la hoja es muy diferente. Ha habido un desfile de variedades semienanas de corta duración, que han caído presas de la susceptibilidad a Puccinia recondita, estos incluyen Sonora 63 y Sonora 64, Lerma Rojo 64, Super X 65, Siete Cerros 66, Norteño 66, Inia 66, Ciano 67, Yecora 70, Potam 70, Saric 70, Vicam 71, Ianori 71, Cajeme 71, Jupateco 73, Anáhuac 75, Cocoraque 75, Zaragoza 75 y Nacozari 76. Cuando se liberaron todas estas variedades eran resistentes a la roya de la hoja, pero su resistencia sucumbió con la aparición de nuevas razas virulentas, dentro de los dos a cuatro años de haber sido cultivadas en forma comercial.

2.4 Hospedero - Patógeno

Quiñones (1977) comenta que antes de que el hombre aprendiera a domesticar las plantas silvestres para obtener su abrigo y sustento hace más de 10 mil años, estas existieron en su estado natural por mucho tiempo. Durante este período, las leyes de selección natural operaron en la evolución de

las especies silvestres y lograron establecer un -- equilibrio genético con los organismos parásitos ca -- paces de atacarlos. Genes de virulencia en los pató -- genos fueron contrarrestados por genes de resistencia en la planta hospedera en tal forma que ninguno de -- los dos, el patógeno y el hospedero, se vieran ame -- nazados en su extinción. El desarrollo de epifitios destructivos fue virtualmente imposible, debido a -- la multitud de genes de resistencia diferentes, que existían en una población natural altamente hetero -- gáneo y genéticamente variable. Por otro lado sin -- embargo, siempre existieron plantas que fueron sus -- ceptibles o razas individuales del patógeno, hospede -- ro y patógeno lograron estabilizar sus poblacio -- nes en una interacción genéticamente dinámica.

Los trabajos modernos de mejora genética en -- plantas cultivadas tuvieron sus inicios a princi -- pios de este siglo, como consecuencia del redescu -- brimiento de las leyes de Mendel y la fundación de -- la genética como ciencia. Al principio el mejorador colectó poblaciones criollas de plantas cultivadas -- que exhibían tanta diversidad genética como sus on -- tecesores silvestres. De ellas seleccionó líneas pu -- ras que fueron más rendidoras, posteriormente se -- iniciaron trabajos de hibridación entre líneas puras -- siendo el efecto final una importante disminución de -- la variabilidad genética existente en las poblacio -- nes criollas. Con la reducción de la variedad gené -- tica, se perdieron numerosos genes que condiciona -- ban resistencia general al ataque de patógenos.

Flor (1965) señala que la naturaleza de la in -- teracción hospedero patógeno, establece el comporta

miento y susceptibilidad del hospedero. Trabajando con lino, Melampsoro lini Desm., estableció que el tipo de infección en las plantas hospederas era el resultado de una interacción de dos sistemas genéticos complementarios, uno es el hospedero y otro es el patógeno. De este modo, un hospedero que contenga genes para resistencia específica, sería completamente susceptible si la raza del patógeno contiene los genes específicos de virulencia que la contrarresten.

Person, citados por Valencia (1974), reconoció que durante el desarrollo de cada uno de los sistemas (hospedero-patógeno) dos eventos mutacionales - tienden a evolucionar. Estos son: 1) Mutaciones para resistencias en el hospedero y 2) Mutaciones para virulencia en el patógeno.

2.4.1 Algunos Conceptos sobre Multilínea o Compuesto Multilínea.

CIMMYT (1976), una variedad multilínea se forma mediante la mezcla mecánica de semillos de varias líneas similares en apariencia y constitución genética, pero que poseen diferentes genes de resistencia a las royas. Las líneas se crían y se seleccionan de manera que sean casi idénticas en cuanto a altura, madurez, tipo de planta, calidad de grano y otras características, excepto resistencia a la roya.

Genéticamente hablando, un campo sembrado con-

una variedad multilínea de trigo se asemeja mucho a un terreno sembrado con un maíz de polinización libre, las plantas de una variedad de maíz de polinización libre se parecen entre sí y tienen las mismas características de crecimiento, pero los genes de una planta no son 100 % idénticos a los de la planta vecina. Aunque existen royas virulentas del maíz que atacan a algunas plantas en el campo, no alcanzan proporciones epifíticas merced a la diversidad de genes de resistencia presentes en esa población. De igual manera, la diversidad genética protege a los pinares de las epifíticas de royas, aun cuando una sola especie de pino cubra miles de kilómetros cuadrados.

Empero, cuando el maíz y los pinos se autofecundan y las plantas se tornan genéticamente semejantes, la roya se convierte en un serio problema. En los cereales de grano pequeño como el trigo y la avena, la formación de líneas puras presenta varias ventajas, pero la uniformidad genética dentro de una variedad hace que las royas sean una amenaza implacable para los agricultores.

CIMMYT (1976) las multilíneas como una opción mecánica-biológica combinada para obtener resistencia generalizada. Aunque puede surgir una nueva raza capaz de atacar uno de los componentes, no podrá multiplicarse rápidamente porque dicha línea está rodeada de plantas que portan diferentes genes de resistencia. Como resultado de ello, la nueva raza tendrá pocas ventajas competitivas sobre las razas existentes en el área, de modo que el complejo racial no cambia.

El hongo patogénico es tan inherentemente variable, que en el curso del tiempo la estructura de la raza por supuesto cambiará.

En siembras de prueba de las líneas individuales incorporadas a la variedad multilineal, el cambio en las razas virulentas de royas será reflejado por la súbita susceptibilidad de una de las líneas. Con esta advertencia los fitomejoradores pueden emprender su substitución por una línea resistente en la variedad multilineal, mucho antes de que la nueva raza virulenta afecte los rendimientos de los agricultores.

Quiñones (1977) define que una variedad multilineal consiste en una mezcla de genotipos fenotípicamente similares, cada uno de los cuales difiere de los otros en por lo menos un gene para resistencia específica.

La utilización de variedades multilineales ofrece quizás las mayores ventajas en el control de royas. A través de este tipo de mezclas se podrán reproducir los efectos de la resistencia específica y general, combinados en tal forma que se podrá establecer un equilibrio genético con los organismos patógenos, similar al que existió durante largo tiempo en las poblaciones criollas, antes que el hombre rompiera este equilibrio en su intento por producir variedades con mayor potencial de rendimiento.

2.4.2 Forma de Acción de una Multilínea.

Borlaug (1958) señala que las limitaciones de los métodos convencionales de mejoramiento necesitan ver la posibilidad de investigar nuevos métodos de mejoramiento, nosotros quienes creemos que las pérdidas por algunas enfermedades pueden ser reducidas si una gran variación es incorporada a un conjunto varietal de aquellas especies autógonas, como el trigo; donde las enfermedades transportadas por el aire son regularmente limitantes de la producción. Los cambios de razas continuarán ocurriendo, pero con este sistema de variación, las variedades pueden ser modificadas rápidamente hasta encontrar cambios. Además, la estructura del inóculo y desarrollo de las epidemias pueden ser retardadas.

Más tarde, Browing y Frey (1969) han mostrado que la respuesta de una multilínea a la infección de la raya es una reducción del nivel de infección, es por esto que las multilíneas justificadamente podrían ser llamadas cultivos con resistencia horizontal.

Quiñones (1977) concluye, a pesar de los intentos que el mejorador realiza para controlar enfermedades con el uso de la resistencia específica, las variedades por él producidas han resultado de durabilidad reducida y en ocasiones han sufrido mermas considerables en los rendimientos como consecuencia de epifitias. En la actualidad existe mayor preocupación entre los mejoradores para encontrar medios más duraderos en el combate de enfermedades. El uso de variedades con resistencia general ofrece perspectivas, sin-

embargo, antes tendrá que desarrollarse una metodología que permita seleccionar genotipos con resistencia general. La acumulación de genes para resistencia específica, ofrece también grandes esperanzas para el control de royas. Asimismo, se ha propuesto el rompimiento de zonas epidemiológicas a través de barreras genéticas, este camino puede ser adoptado con mayor facilidad que los otros métodos antes citados.

2.4.3 Ejemplos de Variedades Multilineales.

Quiñones (1977) establece que el concepto de variedad multilineal se ha considerado como uno de los innovadores y revolucionarios en el mejoramiento de las plantas autógamas, sin embargo hasta la fecha, es muy escaso el número de variedades multilineales que se están explotando comercialmente.

En Colombia la variedad de trigo Miramar 63 que posteriormente originó el complejo Miramar 65, ha proporcionado resistencia durable contra la roya amarilla, causada por el hongo Puccinia striiformis West., por más de 12 años. En Norteamérica el grupo Iowa ha liberado hasta la fecha por lo menos cuatro variedades multilineales de avena con resistencia a las royas que atacan este cultivo y su resistencia se ha mantenido por más de 10 años. El CIMMYT en México inició en 1970 un programa de formación de multilíneas de trigo, hasta la fecha cuenta con un elevado número de isolíneas que pueden servir de base para la formación de variedades multilineales, sin embargo ningún programa nacional los ha explotado aún en forma comercial.

Rajaram (1977) explican que el CIMMYT ha utilizado alrededor de 500 variedades diferentes en cruza con la línea Siete Cerros, para crear líneas adecuadas para considerarlas multilíneas. Las variedades cruzadas con Siete Cerros fueron escogidas por sus orígenes diversos y su probado resistencia a las royas. Las líneas que se han desarrollado para variedades multilíneas deberán sobrevivir al mismo proceso riguroso de selección, tal como las otras líneas del programa convencional de mejoramiento.

Cualquier línea con susceptibilidad a roya u otras enfermedades o bien que exhiba debilidad agronómica es descartada. Para 1974 CIMMYT había refinado el primer grupo de componentes multilíneas provenientes de cruza dobles, que fueron probadas para rendimiento en varias combinaciones. Los agricultores no aceptaron variedades multilíneas únicamente por su resistencia a las enfermedades; estas, la multilínea debe rendir tan bien como la mejor variedad disponible en la zona.

Las cuatro últimas variedades testigo liberadas en la zona Sur de Sonora, promediaron 6500 kilogramos de trigo por hectárea, mientras que un componente multilínea rindió experimentalmente 9400 kilogramos por hectárea, y otro rindió 8600 kilogramos por hectárea, los dos multilíneas, 8156 (WBC)-A y 8156 (RBC)-A fueron incluidas en ensayos internacionales de rendimiento, los datos obtenidos claramente muestran que en un promedio sobre 15 localidades en diversos continentes, estos dos compuestos multilíneas fueron superiores y en algunos casos

iguales al comportamiento del testigo Siete Cerros, sin embargo se debe reiterar que los componentes -- fueron seleccionados por su comportamiento superior bajo las condiciones del Valle del Yaqui, Sonora, -- México. Cada región o país deberá probar los componentes en diferentes combinaciones para determinar cual de ellos da el mejor comportamiento y adaptación.

Borlaug (1981). Menciona, que a partir de 1968, los doctores Frey, Browing y Simons de la Universidad de Iowa han formado y librado para el cultivo comercial una serie de 14 variedades multilineales de avena. Estas multilíneas fueron desarrolladas para proveer protección en contra de la enfermedad causada por el hongo Puccinia coronata avenae, y están actualmente cultivadas en un millón de acres en la región Norte Centro de los Estados Unidos. En 1970 según el mismo autor, investigadores de la India han desarrollado las variedades multilineales - KSML3, Bithoor y MLKS - 11. Estas multilíneas fueron formadas tomando como base la variedad Kalyansona, y se encontró que fueron superiores en rendimiento a dicha variedad, debido principalmente a la resistencia genética de las multilíneas a roya de la hoja en trigo.

2.4.4 Estudio sobre Formación de Multilíneas.

Flor (1965). Inició un programa de retrocruzamiento para obtener líneas de lino esencialmente semejantes, excepto por un solo gene que determinaba la resistencia a la roya. El autor cree que no es necesario utilizar estas líneas para producir varie

dades compuestas, como Borlaug ha sugerido. Como generalmente la virulencia es recesiva, las razas sólo pueden establecerse si poseen, en estado homocigótico recesivo, los genes para patogenicidad que complementan cada gene para la resistencia en la variedad; una raza solamente puede ser homocigótica para un gene mutante, si ocurre una mutación idéntica en los dos núcleos dicarióticos de una sola espora o si los haploides portadores de una mutación idéntica se combinan durante la reproducción sexual de todos modos la probabilidad de reunir dos o tres pares de genes recesivos, en un solo biotipo de roya es mucho menor que la probabilidad de conseguir un par. Las plantas que combinan tres genes -- para resistencia presentan un problema formidable para el organismo productor de la roya, y basándose en esto, puede predecirse razonablemente que la variedad portadora de resistencia múltiple tendrá una vida larga y provechosa.

Márquez y Fegon (1970). Concluyeron que en una mezcla de cuatro variedades de trigo para el carácter peso seco de la planta determinado en tres períodos de desarrollo, encontraron una superioridad en las mezclas sobre el promedio de las variedades componentes sembrados por separado, esta superioridad fue del 18, 21 y 27 % respectivamente para los genotipos estudiados. Señalan además que se puede considerar la interacción genotipo - intraambiente el caso de poblaciones heterogéneas pues la condición intrínseca de la planta irá generando diferentes microambientes al irse incrementando las diferentes etapas de desarrollo.

Numan y Weber (1957). En sus resultados observaron que el rendimiento de las variedades puras no superaron al logrado por el compuesto varietal.

Camacho et al (1979). Estudiaron el comportamiento de ocho multilíneas experimentales y sus 25-componentes a través de seis medios ambientes en el Noroeste de México. Concluyeron que las mezclas o multilíneas son desde el punto de vista estadístico, igualmente estables y rendidoras que sus componentes; sin embargo, las multilíneas son en general más consistentes.

Martínez (1982). En un estudio realizada con mezclas de variedades de trigos harineros encontró con respecto al factor patológico una reducción notable en el efecto causado por las enfermedades en el material mezclado, contribuyendo esto a un mejor desarrollo del cultivo. En su mismo trabajo pero en el factor rendimiento en grano, concluye; que se observó una superioridad en las mezclas, demostradas por medio del análisis estadístico.

Martínez et al (1982). Estudiaron el comportamiento de 19 compuestos multilíneales en el Valle del Yaqui durante 1981; tres de ellos superaron numéricamente el rendimiento de la variedad Nacozari-76.

Método de la Retrocruza.

Retrocruzamiento; los autores Brings y Knowles citados por CIMMYT (1984) describen el método de la retrocruza como una forma de mejoramiento genético de la siguiente forma:

Muchos caracteres que son potencialmente utilizables, pueden desperdiciarse si el germoplasma base no es el apropiada para los mejoradores. Dicho material donante necesita ser cruzado con tipos agronómicos más aceptables para las condiciones específicas. El transferir un gene del donador a un padre aceptable puede usualmente ser hecho muy bien por cruzamiento y retracruzamiento hacia el padre recurrente. Por lo tanto, retracruzamiento es la recombinación de uno o varios caracteres derivados de un padre donador a cualquier otro padre recurrente-satisfactorio.

Muchos caracteres se han transferido por retracruzamiento. Notorio éxito fue obtenido cuando genes para resistencia a roya en el trigo, fueron adicionados a los ya existentes en una variedad comercial. A la vez genes de enanismo, genes para tallo sólido, mayor número de espiguillas por espiga, tolerancia a la toxicidad por Aluminio, etc. han sido agregados.

En el diagrama No. 1, el padre donador contribuyó con una característica dominante (RR) o la variedad A, la cual tenía el genotipo recesivo (rr) para esa característica, (ejemplo el Gene para resistencia a roya de la hoja de trigo). El híbrido F_1 portando la característica que ha sido transferido en forma heterocigota R_1 pero también muchos otros caracteres del donador B (indicados por puntos dentro de los cuadros del diagrama). Se cruzo el F_1 de nuevo con la variedad recurrente, produciendo con esto la primera retrocruza, RC 1 de la F_1 . En la F_1 ha sido obtenido la mitad de la información genética -

de parte del donador B, la retrocruza redujo de nuevo esta cantidad, de la mitad por un cuarto de genotipo del donador B. Cada retrocruza a la nueva F_1 reduce la cantidad de genes del padre donador a la mitad.

Después de cinco retrocruzas únicamente $1/64 = (1/2)^5$ de los genes del donador B están aún presentes sobre la base de la segregación genética. El carácter deseado del donador B llega a perderse en el proceso si la expresión fenotípica de él es débil. Es por eso, que cada generación de retrocruzas debe ser precedida por la identificación de las plantas que poseen el gene deseado. Con esto, si el gene se expresa claramente en forma dominante, visible antes de la etapa de la floración la planta portadora de dicho gene puede ser identificada y cruzada hacia el padre recurrente.

III.- MATERIALES Y METODOS

3.1 Fisiografía

3.1.1 Localización

La región geográfica denominada "Valle del Yaqui", es un área agrícola que comprende 225 mil hectáreas cultivadas en 1978, ubicada en la planicie costera del sur de Sonora entre las coordenadas 27° 00' y 27° 40' latitud norte y 109° 30' de longitud oeste del meridiano de Greenwich. Montes B. (1982).

3.1.2 Clima

De acuerdo con la clasificación de Köppen, -- adaptada a la República Mexicana por García (1964), el clima es representado por BW(h') x (e'), el cual quiere decir que es muy desértico o desértico, cálido con temperatura media anual mayor de 22° C y la del mes más frío de 18° C, con un régimen de lluvia de verano muy extremo --oscilación mayor de -- 14° C--, CETENAL, (1970).

La precipitación media anual registrada en un período de observación de 28 años es de 266 mm. distribuidos en la forma siguiente:

64% en verano, 22% en otoño, 11.4 % en invierno y 2.6 % en primavera.

La temperatura media anual registrada durante la década 1956-65 es de 26° C, la temperatura media máxima mensual es de 36.9° C (julio) y la temperatura media mínima mensual es de 8.9° C (julio) y -- la temperatura media mínima mensual es de 8.9° C --

(enero). Las temperaturas máximas y mínimas son las que tienen mayor importancia agrícola, es por ello que se habla de cultivos de verano y cultivos de invierno. Las heladas en el Valle del Yaqui son poco comunes pudiendo presentarse de noviembre a marzo.

3.1.3 Hidrología

El volumen medio anual aportado por el río Yaqui, en los últimos 43 años, es de 2,800 millones de m^3 . Este volumen es captado en sus 71,472 m^2 de cuenca y almacenadas en un sistema de tres presas - construidas sobre el curso del río. Estas son: -- Presa "La Angastura" (921 millones m^3), presa "Plutarco Elías Calles" (3020 millones de m^3) y presa "Alvaro Obregón" (3227 millones de m^3); en esta última se conduce el agua mediante canales principales que irrigan el distrito de riego número 18 o de las comunidades indígenas yaquis. La capacidad total de almacenamiento de 7168 millones de m^3 permite regularizar los planes de riego, garantizando la siembra en un 100 % de los cultivos de invierno. Para complementar el agua derivada de las presas se explotan 173 pozos profundos que entran en función generalmente al presentarse los segundos cultivos (o cultivos de verano). (SRH 1974).

El distrito de riego No. 41 se divide en dos unidades: Canal Alto y Canal Bajo; ocho zonas y 95 secciones de riego. Su operación es de tipo mixto, en donde la Secretaría de Recursos Hidráulicos maneja las presas y canales principales entregando el agua a nivel de bocatomos de laterales - a un grupo de usuarios - con personalidad y administración ju-

rídica propia, y que constituye una sección de riego. El Distrito es autosuficiente en su presupuesto (SRH 1974

Hata 1973 la red de canales principales tenfa una extensión de 260 Km de los cuales 42 estaban -- revestidos con lozas de concreto. Los canales lote rales y sublaterales sumaban 2164 Km y la red de drenaje 2092 Km

3.1.4 Suelos

Los suelos del Valle del Yaqui de acuerdo a su origen, se agrupan en dos provincias:

a) Suelos secundarios o de acarreo, que provienen de la desintegración causada por el intemperismo de las rocas consolidadas; y

b) Suelos costeros o marinos depositados por las aguas del mar. Los suelos de importancia agrícola son únicamente los de la primera provincia, que son la mayoría del Valle; en su aspecto son sue los café-rojizos, pobres en humus, intemperizados en presencia de abundante cal y fierro, y bajo influencia de un buen drenaje. Son suelos pedocales, aluvia les, profundos cuyo acarreo se debe tanto a la corriente del Rio Yaqui, como a los arroyos que nacen en las montañas que limitan el valle.

La mayor parte de los suelos son profundos y planos, con textura arcillosa o pesada, aunque existe una zona de suelos de Vega o aluvión también considerable ubicado en los riberas del antiguo cau

ce del río, son suelos productivos explotados muy intensamente, es decir, con doble cultivo al año, lo cual ha hecho que descienda el contenido de materia orgánica a niveles muy bajos (1% ó menos). La fertilización nitrogenada y fosfórica es de uso general entre los agricultores y de ellas la primera se ha incrementado en los últimos años, principalmente en la rotación trigo-soya, dando la dosis de nitrógeno por hectárea que actualmente se aplica varía de 140 a 180 Kg. según la variedad de trigo. Se practican varias rotaciones de cultivos, aunque las más frecuentes son: trigo-soya, en el mismo año y trigo-soya-algodón en dos años.

3.1.5 Cultivos

Los cultivos importantes en el Valle del Yaqui son los siguientes: trigo, cártamo, algodón, soya y garbanzo; los siguen otros como el maíz, sorgo, ajonjolí y en menor escala se siembran alfalfa, linaza, frutales y hortalizas.

3.2 Materiales Genéticos

El presente estudio se llevó a cabo con 18 líneas isogénicas de la variedad de trigo (Triticum aestivum) Yécora 70 que proviene de la siguiente cruz: CNO*5*-SON64 x KL REND/8156 y su genealogía es CM 23584-26Y-2M-1Y-0M. Dentro de las 18 líneas se manejaron tres genes diferentes que cada uno por separado proporciona una resistencia específica para la roya de la hoja (Puccinia recondita) para muchas condiciones, pero en este trabajo se tratará únicamente bajo las condiciones del Valle del Yaqui.

Estas líneas fueron probadas, en ensayos de rendimiento en dos inviernos consecutivos 1982-83 y - 1983-84, la forma en que se manejaron se detalla - más ampliamente a continuación:

3.2.1 Descripción del Material Genético.

Llamamos líneas isogénicas a aquellas líneas - casi idénticas a un progenitor recurrente con excep- ción de un par de genes, que en este caso son los - que proporcionan la resistencia a la roya de la ho- ja en trigo.

Las 18 líneas bases del presente estudio fueron:

1.-	RL6010-Yec70 ⁴	CMH78A .669-9B-4Y-1B-1Y-0B
2.-	RL6010-Yec70 ⁴	CMH78A .669-9B-4Y-0B
3.-	RL6010-Yec70 ⁶	CMH79A .714-16B-5Y-0B
4.-	RI6010-Yec70 ⁶	CMH79A .715-1B-1Y-0B
5.-	Agatha-Yec70 ³	CMH77A .485-8B-3Y-0B
6.-	Agatha-Yec70 ³	CMH77A .485-8B-2Y-1B-3Y-0B
7.-	Agatha-Yec70 ³	CMH77A .485-4B-3Y-1B-0Y
8.-	Agatha-Yec70 ³	CMH77A .485-8B-2Y-1B-0Y
9.-	Agatha-Yec70 ³	CMH77A .485-8B-5Y-1B-0Y
10-	Agatha-Yec70 ³	CMH77A .485-8B-3Y-1B-0Y
11-	Agatha-Yec70 ³	CMH77A .485-8B-5Y-1B-1Y-0B
12-	Agatha-Yec70 ⁴	CMH78 .610-5Y-6B-0Y
13-	Agatha-Yec70 ⁶	CMH79 .724-10Y-1B-1Y-0B
14-	Agatha-Yec70 ⁶	CMH79 .724-14Y-6B-2Y-0B
15-	RL6040-Yec70 ⁴	CMH79 .742-1Y-6B-2Y-0B
16-	RL6040-Yec70 ⁴	CMH79 .742-8Y-9B-1Y-0B
17-	RL6040-Yec70 ⁴	CMH79 .742-8Y-10B-2Y-0B
18-	RL6040-Yec70 ⁵	CMH79A .716-5B-1Y-0B

A continuación con estas líneas se estructuraron 25 "compuestos" formando cada uno con tres líneas diferentes entre sí, cada una de las cuales poseía un gene diferente para resistencia a roya en los tres que se manejaron, que fueron RL6010 - (Lr 9), Agatha (Lr 19) y RL6040.

Los "compuestos" formados y probados en el invierno de 1982-83 son los siguientes, se incluyen también a las variedades de trigo usadas en el ensayo como testigos:

Compuesto	No.	Formada por las líneas	1	+	9	+	17
"	No. 2.-	"	"	"	"	1	+ 9 + 16
"	No. 3.-	"	"	"	"	1	+ 11 + 17
"	No. 4.-	"	"	"	"	1	+ 11 + 18
"	No. 5.-	"	"	"	"	1	+ 13 + 15
"	No. 6.-	"	"	"	"	1	+ 13 + 17
"	No. 7.-	"	"	"	"	1	+ 13 + 18
"	No. 8.-	"	"	"	"	1	+ 14 + 17
"	No. 9.-	"	"	"	"	1	+ 14 + 18
"	No. 10-	"	"	"	"	2	+ 9 + 15
"	No. 11-	"	"	"	"	2	+ 11 + 15
"	No. 12-	"	"	"	"	3	+ 9 + 15
"	No. 13-	"	"	"	"	3	+ 11 + 15
"	No. 14-	"	"	"	"	4	+ 9 + 15
"	No. 15-	"	"	"	"	4	+ 11 + 17
"	No. 16-	"	"	"	"	4	+ 11 + 18
"	No. 17-	"	"	"	"	4	+ 13 + 17
"	No. 18-	"	"	"	"	4	+ 13 + 18
"	No. 19-	"	"	"	"	4	+ 14 + 17
"	No. 20-	"	"	"	"	4	+ 14 + 18
"	No. 21-	"	"	"	"	5	+ 12 + 16
"	No. 22-	"	"	"	"	6	+ 12 + 16

Compuesto No. 23.-	Formado por las líneas	7 + 12 + 16
" No. 24.-	" " " "	8 + 12 + 16
" No. 25.-	" " " "	10 + 12 + 16
No. 26.-	Yecora 70 (testigo)	
No. 27.-	Ciano 79 (testigo)	
No. 28.-	Seri 82 (testigo)	
No. 29.-	Glennson 81 (testigo)	
No. 30.-	Hermosillo 77 (testigo)	

Una vez observado el ensayo de los compuestos formados para probarse en el invierno de 1982-1983, se procedió a formar las multilíneas cada una de ellas constituido por tres compuestos diferentes entre sí, para la formación de dichas multilíneas se tomaron en cuenta datos agronómicos y característicos fenotípicos, en base a esto se formaron 10 multilíneas, se probaron siete compuestos en forma individual, comparados todos ellos contra seis testigos, un trigo cristalino, un triticale y cuatro trigos harineros, enseguido detallamos el material genético probado en el invierno de 1983-1984:

Varietal No. 1.-	Multilínea # 1;	formada por los compuestos	7 + 14 + 20
" No. 2	" # 2;	" " " "	4 + 14 + 21
" No. 3	" # 3;	" " " "	5 + 14 + 18
" No. 4	" # 4;	" " " "	5 + 19 + 4
" No. 5	" # 5;	" " " "	15 + 19 + 7
" No. 6	" # 6;	" " " "	15 + 19 + 6
" No. 7	" # 7;	" " " "	15 + 19 + 5
" No. 8	" # 8;	" " " "	4 + 12 + 20
" No. 9	" # 9;	" " " "	6 + 16 + 18
" No. 10	" # 10;	" " " "	5 + 14 + 20
"	No. 11.-	Compuesto No. 11	
"	No. 12.-	Yavaros 79 (testigo, trigo cristalino)	

- 13.- Alamos 84 (testigo, triticale)
- 14.- Seri 82 (testigo, trigo harinero)
- 15.- Glennson 81 (testigo, trigo harinero)
- 16.- Ures 82 (testigo, trigo harinero)
- 17.- Yécoro 70 (testigo, trigo harinero)
- 18.- Compuesto No. 7
- 19.- Compuesto No. 20
- 20.- Compuesto No. 4
- 21.- Compuesto No. 5
- 22.- Compuesto No. 15
- 23.- Compuesto No. 19
- 24.- Compuesto No. 6

3.3 Diseño Experimental

En ambas etapas el diseño experimental utilizado fue el de bloques al azar, la parcela experimental en ambas etapas del trabajo consistió en seis surcos de -- cinco metros de largo con una separación entre ellos -- de 0.30 M dando un total de 9.0 M². La parcela útil -- fue de cuatro surcos centrales de 4 M de largo dando -- un área total de 4.8 M². Se redujo la parcela para evi -- tar el efecto de bordo y de orilla. Para comparación -- de medias se utilizó la prueba de rongo múltiple de -- Duncan.

Con la información recabada para cada variable se realizó el análisis de variación correspondiente al di -- seño bloques al azar, el cual se basa en el siguiente -- modelo matemático:

$$X_{ij} = \mu + T_i + B_j + E_{ij}$$

En donde:

X_{ij} = Observaciones en la ij -ésima unidad experimental.
 μ = Efecto general (media)
 T_i = Efecto del i -ésimo bloque
 B_j = Efecto del j -ésimo tratamiento
 E_{ij} = Efecto aleatorio inherente a la ij -ésima unidad experimental

3.4 Desarrollo del Experimento.

3.4.1 Las fechas de siembra de el presente trabajo se desarrollaron en dos etapas:

La primera se sembró el 9 de diciembre de -- 1982, en seco, habiéndose efectuado inmediatamente el riego de siembra.

La segunda se efectúa en dos fechas de siembra para el mismo ensayo, la primero el 20 - de noviembre de 1983 y la segunda el 5 de di - ciembre del mismo año, ambas sobre terreno - seco y aplicando inmediatamente el riego pa - ra activar la germinación.

3.4.2 Densidad de Siembra.

La densidad de siembra utilizada en ambos -- etapas del trabajo (1982 - 1983 y 1983-1984) fue recomendado para la zona por el Centro - de Investigaciones Agrícolas del Noroeste -- (CIANO), que es de 120 Kg de semillo por -- hectárea.

3.4.3 Preparación de Mezclas.

En todos los casos donde se prepararon cómpuestos mecánicos o multilíneas la semilla se mezcló en proporciones de 1/3 de cada componente, puesto que en todos los casos fueron de tres--en tres.

3.4.4 Preparación del Terreno

La preparación del terreno consistió en los labores que habitualmente se realizan en la zona para el cultivo del trigo y que son las siguientes: Barbecho, Rastreo (dos, en forma cruzada)-y Nivelación.

3.4.5. Método de Siembra

El método de siembra utilizado fue a chorrillo en forma manual, en surcos de cinco metros de largo y con un espaciamiento de 0.30 m.

3.4.6 Fertilización

La fertilización utilizada en ambas etapas fue de 150-40-00, aplicando la mitad del Nitrógeno a la siembra junto con todo el Fósforo, haciendo la segunda aplicación de Nitrógeno con el--primer riego de auxilio. Se utilizó como fuente de Nitrógeno Sulfato de Amonio al 20.5 % y para el Fósforo Superfosfato Triple de Calcio al 46 %.

3.4.7 Riegos

Se aplicaron en todos los casos cinco riegos, en terreno omelgado, por inundación.

3.4.8 Incidencia de Plagas.

Plagas: Se puede mencionar que la plaga más común del trigo en el Sur de Sonora es el pulgón (Schizaphis sp.).

El ataque del pulgón que se presentó en forma no significativa, se aplicó Tamarón a razón de un litro por hectórea de 60 litros de agua obteniéndose un buen control.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Análisis de Varianza

4.1.1 Ciclo 1982 - 1983. una vez obtenidos los datos de rendimiento de las parcelas experimentales, se procedió a realizar el análisis estadístico, el cual se expone en el Cuadro No. 1 del apéndice, la prueba de F nos indicó que es altamente significativa la fuente de variación tratamientos, por lo que se deduce que los diferencias en rendimiento que muestran no se pueden atribuir al azar, sino que son resultado de la expresión genética del material que es diferente entre sí, además por el efecto de la interacción genotipo-medio ambiente. Por lo tanto se aceptó la hipótesis alternante (H_a) y se rechazó la hipótesis nula (H_0). El coeficiente de variación fue del 3 % lo cual nos indicó -- que los datos del experimento son confiables.

4.1.2 Ciclo 1983 - 1984. En el análisis de varianza de la primera fecha del ciclo 1983 - 1984, - Cuadro No. 2 del apéndice, la prueba de F nos indicó que no hay diferencias significativas ni en los tratamientos ni en las repeticiones, por lo tanto se aceptó la hipótesis nula (H_0) o de igualdad de medias y se rechazó la hipótesis alternante (H_a). El coeficiente de variación resultó ser de un 8 % el cual consideramos aceptable.

En la segunda fecha del ciclo 1983 - 1984 lo

prueba de resultante del análisis de varian-
za, Cuadro No. 3 del apéndice, nos mostró que
existen diferencias altamente significativas
para la fuente de variación tratamientos, por
lo tanto se aceptó la hipótesis alternante --
(H_a) y se rechazó la hipótesis nula (H_0) o de
igualdad de medios. El coeficiente de vario-
ción fue del 7 % lo cual se consideró acepta-
ble.

4.2 Discusión

Conforme los resultados del análisis de va-
rianza del experimento realizado en el inwie-
no de 1982 - 1983, la prueba de F establece -
diferencias altamente significativas para la
fuente de variación tratamientos, lo cual in-
dica que las variedades y líneas que en este
caso fueron compuestos formados por tres lí-
neas con genes diferentes entre sí para resis-
tencia a roya de la hoja tuvieron diferente -
respuesta a las condiciones ambientales. To-
mando en cuenta los presentes resultados, se
procedió a efectuar la comparación de medias-
para conocer cuales tratamientos fueron dife-
rentes, utilizando el método de Duncan.

Las diferencias estadísticas de los tratamien-
tos en estudio estableció en tres grupos o ni-
veles de significancia (a, b y c) en general-
se puede observar que el primer nivel está in-
tegrado por 18 de los 25 compuestos formados,
y solamente un testigo harinero encuadra den-

tro de este grupo, en el segundo grupo de significancia se encuentran los otros testigos, que son --- Glennson 81 y Ciano 79 al igual que los siete compuestos restantes. (Ver cuadro No. 4 del apéndice).

Cabe señalar que en el último grupo de significancia se encuentran las variedades Yécora 70 y - Hermosillo 76 ambas con susceptibilidad a roya de la hoja, la primera de ellas es el progenitor recurrente de las isolíneas formadoras de los compuestos.

En los ensayos realizados en el invierno de 1983 - 1984 que se formaron con los compuestos observados y evaluados en el ciclo 1982 - 1983 y conforme a los datos arrojados por el análisis de variancia, la prueba de F para la primera fecha de siembra no muestra diferencias significativas en ninguna de las dos fuentes de variación, esto nos indica que las multilíneas formadas por los compuestos probados en el ciclo anterior, a pesar de mostrar claros diferencias en cuanto a rendimiento ya que el mayor rendimiento tuvo 500 Kg más que el mejor testigo harinero que ocupó lugar 11 y cerca de 1 300 - Kg más que el tratamiento que rindió menos son estadísticamente iguales. (Ver Cuadro No. 7 del apéndice).

Se procedió a realizar la prueba de rango múltiple de Dunncan la cual nos arrojó tres niveles de significancia, en el primer nivel o grupo se encuentran ubicados un testigo (trigo cristalino) y dos compuestos, que en el ciclo 1982 - 1983 también estuvieron dentro del primer nivel de significancia y

en la primera fecha del ciclo 1983 - 1984 ocuparon el primer y octavo lugar respectivamente en el ranqueo de rendimiento. En el segundo grupo de significancia se encuentran el grueso de los multilíneos y los testigos, en el tercer nivel y por supuesto con los rendimientos más bajos se encontraron las variedades número 20 y 24 que son los compuestos 15 y 17 así como la variedad Yécora 70, esto coincide con los resultados obtenidos en el invierno de 1982 - 1983 donde el compuesto número 17 ocupó un lugar dentro del tercer y más bajo nivel de significancia, así como el testigo Yécora 70 o progenitor recurrente de todos los compuestos. (Ver cuadro No. 5 del apéndice).

En general los resultados de los tres experimentos nos demuestran una gran respuesta de los compuestos y posteriormente de las multilíneas en comparación con las variedades usadas como testigos en los dos ciclos de siembra. Los compuestos número 25, 30 y 26 así como la multilínea No. 8 principalmente, mostraron una buena estabilidad en las dos fechas de siembra, superando a todos los testigos harineros y compitiendo con los trigos duros y triticales.

Estos resultados obtenidos concuerdan con los proporcionados por otros investigadores que han trabajado con mezclas de genotipos como son: Rajaram y Dubin (1977), Márquez y Fegan (1970), Numan y Weber (1957) y Martínez Barrera (1982).

Los materiales tipo Yécora tuvieron un comportamiento desde el punto de vista agronómico muy similar a la variedad usada como progenitor recurrente en la formación de las isolíneas que en este caso -

fue precisamente Yécora 70. Como se puede observar en los cuadros No. 6 y No. 8 del opéndice. El promedio de días a floración de los compuestos y multilíneas es de 71 a 74 días, mientras que Yécora 70 tiene 71 días; el resto de testigos utilizados fluctúan de intermedios a semitardíos ya que los trigos harrinos Seri 82 y Ures 82 tienen a espigamiento entre 75 y 82 días al igual que el trigo cristalino usado como testigo en este caso Yávaros 79, el más tardío de todos lo fue el Triticale Alamos 84 con 84 días a floración. En cuanto a madurez el número de días da también tres grupos que son los precoces, -- los intermedios y los semitardíos, dentro del primer grupo encuadramos a la variedad recurrente yécora 70 junto con la gran mayoría de los compuestos y multilíneas con un promedio de días a madurez de 118 a 122 días, en el grupo de los intermedios encuadramos a todos los demás testigos a excepción de Ures-81 y el Triticale Alamos 84, junto con algunos compuestos con un promedio de 123 a 126 días a madurez y en el tercer grupo quedará el triticale Alamos 84 con más de 126 días. En cuanto a la altura todos los compuestos y multilíneas fluctúan en una altura de entre 65 a 75 cm. la variedad Yécora tuvo una altura de entre 65 y 70 cm. mientras que los demás testigos oscilan entre los 90 cm. (Glennson 81, Ures 82, Seri 82, Yávaros 79) y 115 cms. (Alamos 84).

En lo que respecta a la presencia de la roya de la hoja es en este punto donde se presenta el resultado más impactante del trabajo, puesto que como podrá observarse en los referidos cuadros Nos. 6 y 8 del opéndice, todos los compuestos y multilíneas derivadas de la cruz de Yécora 70 con líneas portado-

ras de genes simples que confieren resistencia a roya de la hoja, presentan una lectura que nos indica ausencia casi total de la enfermedad en los dos ciclos y tres fechas de prueba; mientras que el progenitor recurrente Yécora 70 presenta una infección muy pronunciada que llega hasta un 60 % de infección con pústulas calificadas como susceptibles. Los demás testigos mantienen una ligera infección que varía de trazos de resistencia (TR) a 30 % de pústulas moderadamente susceptibles a susceptibles (MS-S) lo cual hasta cierto punto es de esperarse puesto que si la infección fuera más alta estaríamos hablando ya de sus últimos ciclos como variedades cultivadas comercialmente.

Haciendo una compilación de todos los datos descritos anteriormente nos indican la cercanía de los compuestos y multilíneas con su progenitor recurrente en cuanto a características fenotípicas y genotípicas a excepción del gene que confiere la resistencia.

V.- CONCLUSIONES

De acuerdo con las condiciones en que se llevó al cabo el estudio, podemos concluir lo siguiente:

- 1.- En general en los dos ciclos de siembra, los materiales tipo Yécora 70 mostraron una gran respuesta en rendimiento comparados con los mejores testigos locales.
- 2.- Los materiales tipo Yécora presentan casi todas las características agronómicas deseables que hicieron de su progenitor recurrente la variedad Yécora 70 una de las más socorridas por los agricultores del valle del Yaqui en los años 1970 - 76, como son precocidad (121 días a madurez), altura (70 centímetros) y por supuesto alto rendimiento. Además de ser resistentes a la roya de la hoja.
- 3.- Las diferencias en rendimiento entre la mayoría de los isofleas y la variedad Yécora 70, son debidas al efecto de la resistencia conferida por los genes en estudio. Por lo tanto, es posible volver a disponer de variedades descartadas con anterioridad por susceptibilidad a la roya, utilizando los genes para resistencia disponibles.
- 4.- El método de la retrocruza es una excelente arma para el fitomejorador para adicionar alguna característica deseable a cual

quier material, siempre y cuando esta característica pueda identificarse, para su selección.

5.2 Recomendaciones:

Conforme a los resultados obtenidos que de ningún modo se pueden considerar como definitivos, pero si nos dan una idea del potencial que existe en la utilización de la resistencia monogénica, para la formación de compuestos multilíneales con las variedades que han tenido una gran demanda entre los agricultores, ya sea por su tipo agronómico, por su calidad industrial, etc.; pero que han caído presas de la roya, lo cual ha determinado que sean retiradas del cultivo.

Dicha resistencia los puede hacer reutilizables, y proporcionar una tregua a los investigadores en su lucha continua contra las enfermedades.

VI.- BIBLIOGRAFIA

- Allard R.D. 1967 Principles of Plant Breeding, Ed. Jhon-Wiley and Sons Inc. New York.
- Baltazar M.B. 1981 Estudio de Componentes del Rendimiento de 12 Genotipos de Trigo Ramificado. Tesis Profesional. Universidad de Guadalajara, México.
- Borlaug N.E. 1958 The Multilineal or Composite Variety Concept Approach, Agr. Jor. 54 U.S.A.
- Borlaug N.E. 1981 Indian Multilines. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo. El Batón, México.
- Browning J.A. y Frey K.J. 1969 Multiline Cultivars as a Means of Disease Control. Iowa State University. Ames Iowa, U.S.A.
- Camacho Et Al. 1979 Informe del Programa de Trigo en el CAEYV Centro de Investigaciones del Noroeste. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SARH. Inédito.
- Castro C.M. 1978 Mezcla de Líneas de Trigo Resistentes y Susceptibles a la Roya de la Hoja Puccinia recondita Pub. Ex. Desm. F. Sp. Tritici) en diferentes proporciones y su efecto en el Rendimiento. Tesis Profesional. Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey. Unidad Sonora.
- Cimmyt Hoy Nº 2, 1975 Trigo Duro: Nueva Era para un Cultivo Antiguo. Folleto de Divulgación. El Batón, México.

- Cimmyt Hoy Nº 4. 1976 Multilíneas Gran Proporción a Salvo. Folleto de Divulgación. El Batón, México.
- Cimmyt 1984 Wheat Training Manual. El Batón, México.
- Dubin H.J., S. Fuentes, J. M. Prescott y E. Saári. 1977 Plagas y Enfermedades del Trigo, CIMMYT, Folleto de Información. El Batón, México.
- Dyck P.L. y Samborski D.J. 1969 Enhancement of Resistance to Puccinia recondita by Interaction of Resistance Genes in wheat. Manitoba, Canada.
- Fao, 1984 Dependencia de datos Básicos. Dirección de Estadística. Listados sin Publicar. Fao. Roma, Italia.
- Felman M. y Sears R. 1981 Los Recursos Genéticos del Trigo Silvestre, Investigación y Ciencia. Nº 54. Ed. Prensa Científica, Barcelona, España. Pp. 55-56
- Flor H.H. 1965 Host Parasite Interaction in Flax Rust - its Genetic and other Implications Phytopathology us.
- Kerber E.R. y Dyck P.L. 1973 Inheritance of stem Rust - Resistance Transferred from Diploid wheat (Triticum monococcum) to Tetraploid and Hexaploid wheat and Chromosome location of the gene involved. Winnipeg, Canada.
- Martínez Et. Al. 1982 Informe del Programa de Trigo del CAEY. Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. SARH, México. Inédito.

- Mendoza Z.C. y Pinto C.B. 1982 Principios de Fitopatología y Enfermedades causadas por Hongos. Universidad-- Autónoma de Chapingo. Departamento de Parasitología.- Chapingo. México.
- Mareno G.R. y Alvarez B.M. 1984 Los Royas del Trigo en - México. Folleto Técnico, INIA. CIAMEC. Chapingo, Méxi- co.
- Numan C.R. y G.R. Weber. 1957 Competition and Natural - Selection in Soybean Varietal Composites Agr. Jor. 49. U.S.A.
- Quiñones L.M.A. 1977 Variedades de Trigo Multilineales- para el Control de Royas. Folleto Técnico. SARH. INIA. CIANO. México.
- Rajaram S. y Dubin H.J. 1977 Abounding Genetic Vulnera- bility in semidwarf wheats Annals of New York Acade- my of Sciences. U.S.A.
- Rajaram S. Et. Al. 1979 CIMMYT Multiline Composite In -- dian Journal of Genetics and Plant Breeding Vol. 39
- Smith R.T. y Kilpatrick R.A. 1977 Efetiveness of genes- for leaf Rust Resistance in International Wheat Rust- Nurseries. 1970 - 1975. Maryland, U.S.A.
- Van Der Plank J.E. 1968 Disease Resistance in Plants. -- Academic Press Inc. New York. N.Y., U.S.A.

CUADRO No. 1 ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS COMPUESTOS TIPO YECORA 70
 PROBADOS EN EL CIANO EN EL CICLO 1982 - 1983

FV	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Repeticiones	2	19582	9791	0.55 NS	3.23	4.98
Tratamientos	29	9021463	311085	17.54 **	1.74	2.20
Error	58	1028822	17738			
Total	89	10069866				

CV = 3%

DMS = 227 Kg/ha (a) 5%

NS = No significativo

** = Altamente significativo

CUADRO No. 2 ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS COMPUESTOS TIPO YECORA 70
 PROBADOS EN EL CIANO EN EL CICLO 1983 - 1984 (Primera fecha)

FV	GL	SC	CM	FC	0.05	FT	0.01
Repeticiones	3	1025400	341800	1.11 NS	2.76	4.13	
Tratamientos	23	7875200	342400	1.11 NS	1.99	2.64	
Error	69	21230000	307700				
Total	95	30130600					

Cv = 8%

DMS = 782 Kg/ha (a 5%)

NS = No significativo

** = Altamente significativo

CUADRO No. 3 ANALISIS DE VARIANZA PARA LOS COMPUESTOS TIPO YECORA 70
 PROBADOS EN EL CIANO EN EL CICLO 1983 - 1984 (Segunda fecha)

F V	GL	SC	CM	FC	FT	
					0.05	0.01
Repeticiones	3	1447200	482400	2.27 NS	2.76	4.13
Tratamientos	23	15032800	653600	3.08 **	1.99	2.64
Error	69	14641800	212200			
Total	95	31121800				

Cv = 7%

DMS= 650 kg/ha (al 5%)

NS = No significativo

** = Altamente significativo

CUADRO Nº. - 4 .- RENDIMIENTOS MEDIOS Y PRUEBA DE DUNCAN PARA 30
 VARIEDADES PROBADAS EN EL CIANO EN EL CICLO --
 AGRICOLA 1982 - 1983.

VARIEDAD			RENDIM. TON/HA.	NOTACION DUNCAN .05	
1	Compuesto	24	8683	a	
2	"	21	8612	a	
3	"	25	8576	a	
4	"	22	8481	a	
5	"	23	8332	a	
6	"	15	8261	a	
7	"	4	8244	a	
8	"	11	8196	a	
9	"	10	8160	a	
10	"	1	8154	a	
11	"	18	8153	a	
12	"	16	8142	a	
13	"	8	8092	a	
14	"	7	8076	a	b
15	"	14	8050	a	b
16	"	19	8044	a	b
17	"	3	8036	a	b
18	"	12	8018	a	b
19	Seri 82		8018		b
20	Compuesto	2	7996		b
21	"	17	7954		b
22	"	13	7922		b
23	"	9	7867		b
24	"	5	7862		b
25	Glennson	81	7779		b
26	Ciano	79	7775		b
27	Compuesto	6	7771		b
28	"	20	7549		b c
29	Hermosillo	76	6085		c
30	Yácora	70	5299		c

CUADRO Nº 5.- RENDIMIENTOS MEDIOS Y PRUEBAS DE DUNCAN, PARA 24 VARIETADES PROBADAS EN EL CIANO DURANTE EL CICLO AGRICOLA 1983 - 1984 (Segunda Fecha).

RANGO	VARIEDAD	REND. TON/HA	Notación de DUNCAN .05
1	12	7551	a
2	19	7260	a
3	18	7208	a
4	10	6803	a b
5	22	6754	b
6	23	6736	b
7	1	6721	b
8	13	6721	b
9	8	6700	b
10	5	6657	b
11	16	6654	b
12	6	6620	b
13	7	6551	b
14	11	6546	b
15	9	6519	b
16	15	6486	b
17	2	6434	b
18	3	6349	b
19	4	6333	b
20	21	6184	b
21	14	6176	b
22	17	6074	b c
23	20	5928	c
24	24	5783	c

CUADRO No. 6.- DATOS AGRONOMICOS DEL EXPERIMENTO FORMADO POR COM
PUESTOS TIPO YECORA PROBADOS EN EL CIANO EN EL CI
CLO 1982 - 1983.

ORDEN DE REND.	COMP. Nº	REND. KG/HA	DIAS A FLORAC.	DIAS A MADUREZ	ALTURA CM.	ROYA DE LA HOJA
1	24	8683	72	120	85	0
2	21	8612	72	120	85	0
3	25	8576	74	121	80	0
4	22	8481	72	120	85	0
5	23	8332	72	119	75	0
6	15	8261	72	120	85	0
7	4	8244	72	120	85	TMR
8	11	8196	73	120	90	0
9	10	8160	74	119	80	0
10	1	8154	74	122	90	TR
11	18	8153	73	119	80	0
12	16	8142	72	120	75	0
13	8	8092	71	120	85	0
14	7	8076	73	120	80	0
15	14	8050	74	120	80	0
16	19	8044	71	119	80	0
17	3	8036	72	119	80	0
18	12	8018	74	119	80	0
19	28	Seri 82 8018	77	119	95	SMR
20	2	7996	74	120	80	0
21	17	7951	74	119	85	0
22	13	7922	72	117	75	0
23	9	7867	71	119	80	0
24	5	7862	71	118	80	0
25	29	Glen 81 7779	82	126	100	20MS
26	27	7775	78	126	90	20MS
27	6	7771	72	119	75	0
28	20	7549	72	116	80	TR
29	30	Hillo 76 6085	69	116	85	30MS-S
30	26	Yec 70 5299	71	116	70	60S

CUADRO No.7.- RENDIMIENTO DE LOS MATERIALES TIPO YECORA 70
 PROBADA EN EL CICLO 1983-1984 EN DOS FECHAS DE SIEM
 BRA.

VAR. Nº	RANGO DE RENDIMIENTO		REND. TON/HA.	
	1º Fecha	2º Fecha	1º F	2º F
1	10	7	6843	6728
2	15	17	6731	6434
3	18	18	6621	6349
4	8	19	6880	6333
5	19	10	6596	6657
6	20	12	6591	6619
7	2	13	7211	6551
8	5	9	7014	6700
9	16	15	6671	6518
10	14	4	6733	6802
11	12	14	6787	6545
12	3	1	Yavaros 79	7141
13	6	8	Alamos 84 TCL	6971
14	21	21	Seri 82	6551
15	22	16	Glennson 81	6379
16	11	11	Ures 82	6800
17	13	22	Yécora 70	6762
18	1	3		7278
19	8	2		6888
20	24	23		5986
21	17	20		6644
22	7	5		6950
23	4	6		7064
24	23	24		6324
				5782

CUADRO No. 8.- DATOS AGRONOMICOS DE LOS MATERIALES TIPO YFCORA 70
 PROBADA EN EL CICLO 1983 - 1984 EN DOS FECHAS DE-
 SIEMBRA.

VAR. Nº	DÍAS A FLORACION		DÍAS A MADUREZ.		ALTURA CM.		ROYA DE LA HOJA	
	1º F	2º F	1º F	2º F	1º F	2º F	1º F	2º F
1	72	71	122	122	75	75	0	TR
2	70	70	121	121	75	70	0	0
3	71	71	121	122	70	70	0	0
4	73	72	123	124	75	75	0	0
5	73	74	121	122	70	75	TR	TMR
6	74	75	123	124	70	70	0	0
7	70	70	124	126	70	75	TMR	0
8	71	72	122	123	70	70	0	0
9	75	75	121	120	75	75	0	0
10	74	73	124	124	65	70	0	0
11	73	72	124	126	75	75	0	0
12	80	80	126	126	90	90	10MR	20MR
13	86	85	130	129	115	110	TR	TR
14	77	79	119	119	90	90	20MS	20MS
15	81	81	127	126	95	95	20MS-S	30MS-S
16	84	84	122	122	90	90	20MS	20MS
17	71	70	118	118	65	70	40 S	60 S
18	74	73	120	120	70	70	0	0
19	73	74	121	120	75	75	0	0
20	74	73	121	122	70	70	TR	0
21	75	74	123	122	70	70	0	0
22	72	73	120	121	75	75	0	0
23	71	72	120	121	65	70	0	0
24	73	72	121	120	70	70	0	0

DIAGRAMA DEL METODO DE LA RETROCRUZA

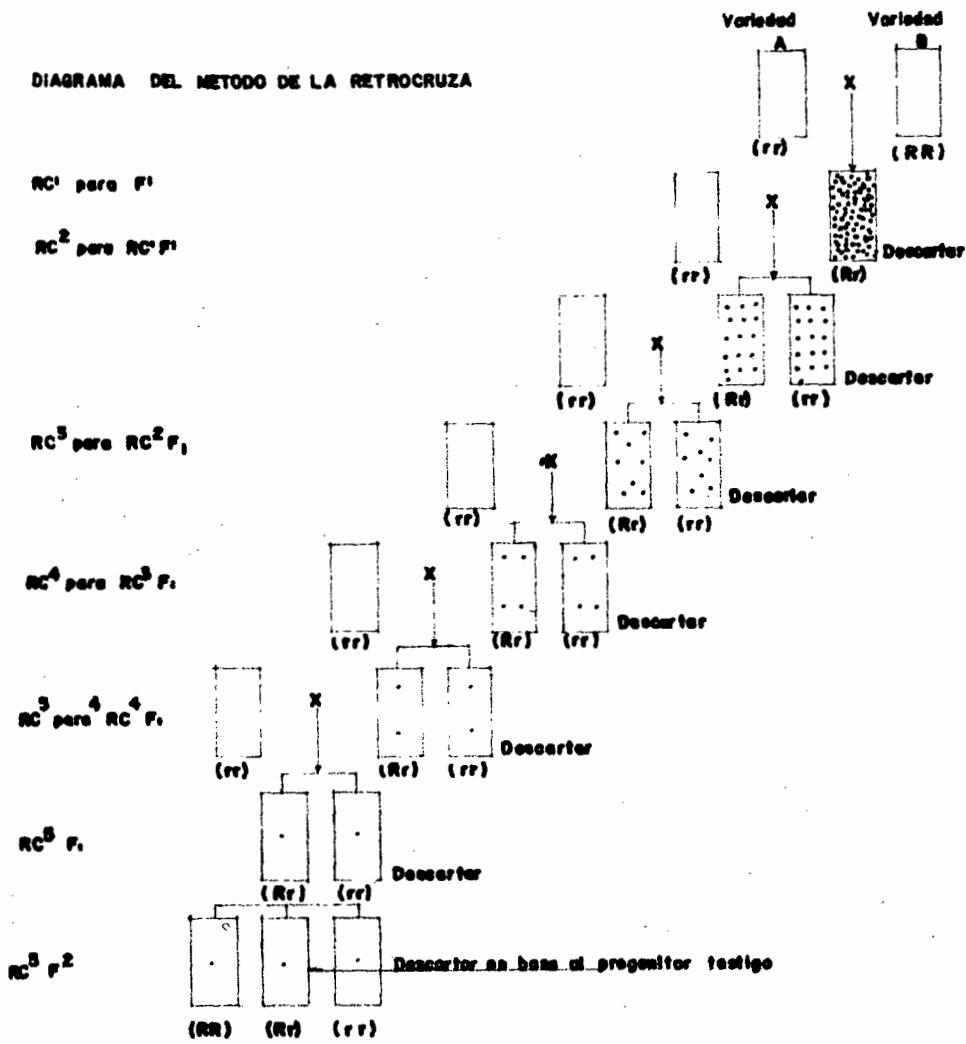


Diagrama del Método de la Retrocruza usado para transferir una característica producida por el gen R dentro de la variedad donante B a la variedad recurrente A. Los genotipos están dentro del paréntesis. La proporción de genes de B (representada por número de puntos) en la población híbrida es reducido por mitad en cada retrocruza. Porque R es dominante sobre r, las plantas con el genotipo Rr pueden ser seleccionadas después de cada retracruza y usadas para la siguiente. -- Las plantas con el genotipo rr son descartadas (CIMMYT 1984).