

UNIVERSIDAD DE SONORA

ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

SEXTO ENSAYO NACIONAL ELITE DE 30 VARIEDADES Y LINEAS
DE TRIGO (Triticum aestivum L.) CICLO 1988-89

T E S I S

Martina Luisa Ruiz Tarazon

DICIEMBRE DE 1989

Universidad de Sonora

Repositorio Institucional UNISON



**"El saber de mis hijos
hará mi grandeza"**



Excepto si se señala otra cosa, la licencia del ítem se describe como openAccess

780

SEXTO ENSAYO NACIONAL ELITE DE 30 VARIEDADES Y LINEAS DE
TRIGO (Triticum aestivum L.) CICLO 1988-89

TESIS

SOMETIDA A CONSIDERACION DE LA
ESCUELA DE AGRICULTURA Y GANADERIA

DE LA

UNIVERSIDAD DE SONORA

POR

MARTINA LUISA RUIZ TARAZON

Como requisito parcial para obtener
el título de Ingeniero Agrónomo
con especialidad en Fitotecnia

Diciembre de 1989

ESTA TESIS FUE REALIZADA BAJO LA DIRECCION DEL
CONSEJO PARTICULAR Y ACEPTADA COMO REQUISITO
PARA LA OBTENCION DEL GRADO DE:

INGENIERO AGRONOMO EN:
FITOTECNIA

CONSEJO PARTICULAR:

ASESOR: ING. FRANCISCO RAMIREZ REYES

CONSEJERO: _____
ING. MARIO ANTONIO ALVAREZ RAMOS

CONSEJERO: _____
ING. JOSE ALBERTO AVILA MIRAMONTES

DEDICATORIA

- A mis padres: Pedro Ruiz Arvayo.
Rosario Tarazón de Ruiz.
Por su apoyo y reconocimiento
a mi esfuerzo.
- A mis hermanos: María Luisa, Felix, Jesús
Elmer, Juan Pedro, Guadalupe,
Ma. del Rosario e Ismael.
Con cariño, a manera de ejemplo
y dedicación.
- A mis amigos: Por compartir conmigo una etapa
inolvidable; en especial a:
Julio César, Berardo, Josefina,
Ana Elsa, Lucía, Gloria e Isabel.
- A mis maestros: Con cariño y agradecimiento.
- Y a todos los que de una u otra forma me ayudaron.

INDICE

	pag.
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS _____	v
RESUMEN _____	vi
INTRODUCCION _____	1
LITERATURA REVISADA _____	3
MATERIALES Y METODOS _____	22
RESULTADOS _____	25
DISCUSIONES _____	30
CONCLUSIONES _____	33
BIBLIOGRAFIA _____	34

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	pag.
Cuadro 1.- Análisis de varianza para la variable peso hectolítrico. _____	26
Cuadro 2.- Análisis de varianza para la variable rendimiento (ton/ha). _____	26
Cuadro 3.- Análisis de varianza para la variable días a madurez. _____	26
Cuadro 4.- Medias de peso hectolítrico de cada una de las variedades y líneas y los diferentes grupos, según la prueba de Duncan. _____	27
Cuadro 5.- Rendimiento para cada una de las variedades evaluadas. _____	28
Cuadro 6.- Medias de días a madurez de cada una de las variedades y líneas y la separación en grupos; según la prueba de Duncan. _____	29

RESUMEN

El trigo continúa siendo a nivel mundial, el cereal de mayor importancia, tanto por su superficie sembrada como por su importancia en la alimentación humana. Le siguen en importancia el Arroz y Maíz.

Es el principal cultivo de invierno en el noroeste de México, como lo demuestra la superficie cultivada en el estado de Sonora, Sinaloa, Baja California Norte y Sur, entidades que en conjunto aportan el 70% de la producción nacional.

Los factores que limitan la producción de éste cereal en el noroeste son las enfermedades y dentro de éstas encontramos a las royas, que son consideradas como las principales ya que las poblaciones del patógeno que los causan cambian repentinamente provocando que algunas variedades de trigo, resistentes al momento de su liberación, se vuelvan susceptible, lo que hace riesgosa su explotación comercial.

Otro de los factores que afectan drásticamente el rendimiento son las temperaturas altas durante el desarrollo del cultivo y mientras dichas condiciones limitantes de la producción prevalezcan, la mejor alternativa es la manipulación genética en el cultivo del trigo.

La evaluación de genotipos en diferentes localidades y la selección de aquéllos que presenten la máxima expresión de las características deseables, podrían ayudar a la caracterización y liberación de variedades de trigo con el mas alto promedio de comportamiento en los diversos medios ambientes.

El trabajo se realizó en la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora en el ciclo invierno 88-89, donde se evaluaron 30 diferentes materiales de trigo.

La siembra se hizo el 26 y 27 de diciembre de 1988, usando el método de siembra a chorrillo y a doble hilera, usando surcos a una separación de 90 cm.

El diseño experimental utilizado fué en bloques al azar con cuatro repeticiones, utilizando parcelas de cuatro surcos de cinco metros de largo cada una.

La prueba de Duncan arrojó los siguientes resultados: para peso hectolítrico la mejor variedad fué: Altar 84, con 83 kg/hl y las de menor peso fueron: Oasis 86, Cucurpe 86, Galvez 87 y Esmeralda 87, con 74,73,73 y 73 kg/hl respectivamente.

Con mayor potencial de rendimiento se comportó la línea AGA/4*IR//4*HER, con un rendimiento de 5903 kg/ha.

Las variedades mas precoces fueron Temporalera 87 y Salamanca 75.

INTRODUCCION

El trigo (Triticum aestivum), desde hace tiempo viene siendo considerado a nivel mundial, el cereal de mayor importancia tanto por la superficie sembrada como por su utilización en la alimentación humana, aunque también gran parte se destina al consumo animal.

Para continuar incrementando su producción de trigo en México, es necesario que las nuevas variedades sean de alto potencial de rendimiento, mayor estabilidad y amplia adaptación. A pesar de que existe una marcada tendencia a incrementar los promedios de rendimiento a nivel nacional, durante algunos ciclos agrícolas según condiciones ambientales, han ocurrido algunos retrocesos.

En las regiones trigueras más importantes del noroeste de México, los rendimientos unitarios son afectados principalmente por enfermedades, como la roya de la hoja, ya que las poblaciones del patógeno que las causan cambian repentinamente, produciendo nuevas razas fisiológicas más virulentas, haciendo que las variedades comiencen a mostrar susceptibilidad o pierdan su resistencia genética.

Otros factores que afectan drásticamente el rendimiento son las temperaturas altas durante el período

de desarrollo del cultivo y mientras dichas condiciones limitantes de la producción prevalezcan, la mejor alternativa es la manipulación genética.

Para obtener un significativo progreso en el mejoramiento de nuevas variedades, es necesario utilizar una adecuada metodología; que permita alcanzar el máximo potencial de rendimiento, combinado con la resistencia a condiciones desfavorables del medio ambiente. La evaluación de genotipos en regiones contrastantes y la selección de aquellos que presentan la máxima expresión de las características deseables, es la combinación ideal que podría ayudar a la caracterización y liberación de variedades de trigo con el mas alto promedio de comportamiento en diversos medios ambientes.

El potencial de rendimiento alcanzado por las líneas liberadas en México; varía de cinco a nueve ton/ha, dependiendo de las condiciones ambientales; mientras que los promedios comerciales son mas bajos, ésto puede ser debido a la falta de prácticas agronómicas adecuadas o fluctuaciones ambientales desfavorables; sin embargo, también puede ser debido al uso de variedades inestables.

El presente trabajo consistió en evaluar las 30 líneas y variedades de trigo enviadas por CIFAPSON-CIMMYT, para el 6to. Ensayo Nacional Elite de Trigo (ENET) ciclo 1988-89, con el fin de observar su comportamiento, adaptabilidad y rendimiento.

LITERATURA REVISADA

Para satisfacer la demanda de alimentos de una población creciente, el hombre tuvo que abrir nuevas tierras al cultivo; la tierra no es elástica, tiene un límite; por ésto, la solución mas viable para satisfacer las demandas futuras de alimentación, es incrementar los rendimientos de las plantas cultivadas. El mejoramiento genético es la mejor alternativa, por lo que los fitomejoradores tienen el reto de producir plantas mas vigorosas, sanas y de mayor producción (10).

A partir de 1943, se iniciaron en México los trabajos de mejoramiento genético del trigo, con la finalidad de producir variedades con alto potencial de rendimiento, resistencia a las enfermedades y con buena adaptación a las condiciones agroclimáticas del país (4, 5 y 10).

El impacto del mejoramiento de trigo a la producción nacional en aquellos años, se reflejó en la obtención de variedades de menor altura, resistentes a las royas y con rendimientos mayores a 1300 kg/ha. Algunas de éstas variedades fueron: Mayo 48, Yaqui 50 y Barrigón Yaqui.

En la década de los 60's, el mejoramiento genético del trigo, se vió fortalecido con la participación del CIMMYT. La labor de los científicos nacionales y extranjeros siguió rindiendo frutos; para 1962, los rendimientos unitarios en

el estado de Sonora por ejemplo, alcanzaron los 3000 kg/ha, mediante el uso de variedades doble enanas tales como: Lerma Rojo, Náinari 60 y Pitic 62; los problemas de acame se redujeron considerablemente y la roya del tallo casi había desaparecido, debido a la resistencia genética de las variedades.

Algunos años después, variedades como Siete cerros 66, INIA 66, Noroeste 66 y CIANO 67 entre otras, produjeron rendimientos unitarios del orden de los 3800 kg/ha, que permitió dar otro gran salto en la producción.

Normalmente se necesitan de ocho a diez años de trabajo para formar una nueva variedad; el sistema de ciclos alternados permite obtener resultados en cuatro o cinco años, mediante la siembra de los materiales en el Valle del Yaqui, Son., durante el invierno, y en los valles altos del estado de México en el verano. Lo anterior, hace posible desarrollar dos ciclos por año y poner a disposición de los productores de trigo, una nueva variedad, en solamente la mitad del tiempo normal (10).

El programa de trigo harinero trabaja normalmente en nueve localidades en México. Tres de ellas son operadas por el mismo CIMMYT y las restantes se está en estrecha colaboración con el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México. Así como, con agricultores cooperantes. Debido al amplio rango de variación de altitud, temperaturas, humedad y radiación

de las diferentes localidades, el programa puede exponer su germoplasma bajo condiciones ambientales casi similares a las principales regiones productoras de trigo.

Debido al alcance mundial del CIMMYT, el programa de trigos harineros debe enfrentarse a numerosos problemas asociados con la variabilidad ambiental. Anteriormente, los viveros se componían de materiales avanzados con amplia adaptación que se evaluaban bajo una extensa gama de condiciones de producción. En la actualidad se ha ampliado el enfoque de mejoramiento para Mega-Ambientes, es decir que las líneas que han sido sometidas a selección para lograr características específicas han sido agrupadas y distribuidas en zonas donde se necesitan éstas características.

Durante este ciclo agrícola invierno 1988-89 se sembraron un total de 11500 líneas avanzadas. De éste total sembrado 8050 líneas fueron generadas por el programa y el resto, 3450 son líneas provenientes de los programas nacionales de diferentes países que cooperan con CIMMYT por medio del programa de trigos harineros (6).

Unos 30 años antes de que ésta metodología recibiera el nombre de "mejoramiento alternado" a fines de los 70's, Norman E. Borlaug y sus colaboradores ya empleaban el concepto en México y cosechaban sus frutos en el mejoramiento de germoplasma. En los últimos diez o quince años, el mejoramiento alternado se ha utilizado a nivel

internacional y sin duda en el futuro se le concederá una importancia mucho mayor (5 y 10).

El mejoramiento alternado en México, la fuerza motriz de los programas de mejoramiento de trigo harinero, trigo duro y triticale del CIMMYT, es una historia de éxitos bien conocida dentro de su esquema, se cultiva una F2 en un ambiente y las progenies seleccionadas (F3) se siembran en otra localidad. Las generaciones posteriores se van alternando entre las dos localidades. La idea fundamental de éste método es lograr la adaptación y resistencia de la variedad a todos los patógenos y limitantes ambientales que se encuentran en dos localidades diferentes. A mediados de los 70's Glenn Anderson, subdirector del programa de trigo del CIMMYT en aquél entonces, acuñó el término "mejoramiento alternado", mucho después de que Norman E. Borlaug comenzó a emplear ésta metodología.

A fines de la década de los 40's, Borlaug empezó a cruzar y seleccionar germoplasma durante los ciclos de invierno y verano de cada año en dos localidades diferentes, Cd. Obregón y Toluca. Todavía se lleva a cabo un ciclo de mejoramiento en el Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste (CIANO), perteneciente al gobierno Mexicano, durante el invierno (noviembre a mayo). El CIANO, en Cd. Obregón a una latitud de 27.2°N y a una altura de 39 m, y es un ambiente desértico irrigado. La semilla que ahí se cosecha se "alterna" para la siembra de mayo y junio al inicio del ciclo de verano en las

estaciones experimentales del CIMMYT localizadas en la altiplanicie central cerca de Toluca (a 2640 m de altura y 19°N de latitud) y en El Batán (a 2240 m de altura y 19°N de latitud) (5)

En muchas variedades, los días de cierta longitud desencadenan la floración. Si bien la insensibilidad al fotoperiodo brinda algunas ventajas biológicas en ciertas regiones generalmente resulta inútil sembrar tales variedades fuera de la época normal de cultivo o en localidades mas cercanas o lejanas al ecuador. En cualquier caso las diferencias en el fotoperiodo harán que la floración se produzca muy pronto, muy tarde o, si éste no alcanza la duración crítica, que no se produzca en absoluto. La práctica del CIMMYT de producir dos generaciones cada año en localidades diferentes elimina el germoplasma sensible al fotoperiodo (2).

En los ensayos de rendimiento, las poblaciones que han alcanzado un alto grado de homocigosis son cosechadas en masa; estas poblaciones se denominan líneas avanzadas. Desde este momento, estas líneas tendrán que ser sometidas a un análisis minucioso, para conocer su capacidad de rendimiento. Los ensayos de rendimiento consisten en evaluar las líneas avanzadas comparándolas con variedades comerciales como testigos. El establecimiento de los ensayos se hace en parcelas de cuatro a seis surcos de tres metros de longitud, cada parcela se repite dos o más veces, según lo decida el fitomejorador. El diseño experimental

generalmente utilizado, es bloques al azar, aunque pueden utilizarse otros diseños experimentales, dependiendo de la magnitud y/o factores que se deseen estudiar.

Las mejores 20 líneas rendidoras identificadas en los ensayos de rendimiento, son probadas en un ensayo denominado "Ensayo Uniforme de Trigo en México". Este ensayo es preparado y enviado a más de 50 localidades en el país; se ha diseñado para probar la capacidad de rendimiento, adaptación y estabilidad de líneas experimentales, en una amplia gama de latitudes, climas, condiciones de fertilidad, bajo condiciones de riego y de temporal así como en la exposición a diversos complejos de enfermedades.

Este es un proyecto cooperativo con otros campos del INIFAP, del cual se considera que tiene un beneficio mutuo. Para nuestro programa de mejoramiento genético, es importante recibir información sobre rendimiento y reacción a enfermedades, además de otros datos agronómicos, de los materiales enviados. Con el análisis estadístico, conocer la adaptación y la estabilidad de rendimiento de los materiales, a fin de reunir información útil para la toma de decisiones acerca de la liberación comercial de nuevas variedades. Para los cooperadores éste ensayo representa una buena oportunidad para conocer el comportamiento de estas líneas avanzadas, que bien pueden constituir en el futuro una nueva variedad comercial (10).

En más de 50 millones de hectáreas del mundo en desarrollo se cultivan variedades de trigo derivadas del germoplasma del CIMMYT. Como éstos materiales se siembran en una superficie tan extensa, que probablemente incrementará en el futuro, la política de mejoramiento del CIMMYT ha consistido en conservar y aumentar la diversidad de las resistencia a las royas en el germoplasma de trigo. Las pruebas internacionales en sitios múltiples han representado una importante contribución para verificar ésta diversidad genética. Además de éstas pruebas, el CIMMYT emplea algunos análisis genéticos en su estrategia de mejoramiento (15).

El objetivo de mejorar la resistencia a las enfermedades es proteger la biomasa y, por consiguiente, el rendimiento del cultivo (18).

Investigadores, tanto fitopatólogos como fitomejoradores, emprendieron en México, a partir de 1943, la tarea de desarrollar variedades resistentes a las royas (4).

Si bien las royas de los cereales han logrado dominar un gran número de las variedades resistentes obtenidas en los últimos 80 años, muchas otras variedades se han cultivado con éxito en grandes extensiones de tierra (16).

Las royas pueden producir nuevas variantes (biotipos) de diferentes maneras. Cuando ocurre el ciclo de vida completo, que incluye un huésped alternativo pueden proliferar nuevas variantes mediante la recombinación

sexual (la producción de gametos en la meiosis y su fusión al azar durante la fecundación). Sin embargo, en muchas partes del mundo no es común que se dé el ciclo sexual completo de éstos hongos. La mutación es otro mecanismo que puede provocar variabilidad patógena.

Una producción de urediosporas muy elevada se observa aún a bajas frecuencias de mutación; por tanto, en éstos patógenos la mutación es la fuente principal de variabilidad.

Otros mecanismos que se reconocen como causantes de variación en las royas son la heterocariosis y la hibridación somática (parasexualidad). Bajo condiciones de campo, hay poca evidencia respecto a la importancia de éstos dos mecanismos.

Estudios sobre la genética de los patógenos de la roya revelan la presencia de numerosos genes que causan virulencia, muchos de los cuales son recesivos y permanecen en estado heterocigótico. Una sola mutación que resultara en el predominio de uno de éstos genes permitiría la expresión total del carácter de virulencia en un nuevo biotipo. Por ésta razón, no sorprende que la investigación indique que muchos genes de virulencia tienen su origen en una mutación. Los estudios de las interacciones entre huésped y parásito en el sistema roya-trigo señalan la existencia de una relación muy estrecha entre la genética de la virulencia patógena y la

resistencia del huésped. Se ha formulado una hipótesis respecto a la asociación del gen por gen, que implica una relación directa entre los genes de resistencia del huésped y los genes de virulencia del parásito (19).

La rápida adaptación de las poblaciones del patógeno a las resistencias introducidas nuevamente, parecen restringidas a las resistencias monogénicas especialmente del tipo de baja infección o tipo hipersensitivo. La necesidad de diferenciar entre resistencia monogénica y poligénica de un modo simple lleva a la clasificación de resistencia en dos clases: La vertical, inestable, monogénica y tipo cualitativo, y la horizontal, estable, poligénica y tipo cuantitativo. La primera se supone que retrasa el ataque de una epidemia. La última se supone que baja una vez iniciado (13).

Las poblaciones autóctonas de progenitores de cereales y sus parásitos obligados, que han evolucionado paralelamente, son estabilizadas por la resistencia dilatoria epidemiológica, producida genéticamente por la resistencia general que incluye genes mayores de resistencia específica en distintas configuraciones génicoespaciales. La resistencia general protege a la planta; la resistencia específica protege a la población al minimizar la agresividad del agente patógeno, muy vinculados entre sí. Tanto la resistencia general como la específica deben usarse en sistemas agrícolas coherentes con sus orígenes evolutivos. No obstante, con frecuencia

la agricultura ha dependido de los genes de resistencia específicos no para proteger a la población, como ocurre en la naturaleza, sino para defender la planta de patógenos foliares muy epidémicos, como ha sucedido cuando se empleó el gen de resistencia en variedades cultivadas en poblaciones homogéneas en zonas extensas (1).

En los cereales, toda resistencia a las royas que los afectan es de tipo específico para la especie, es decir, la resistencia es eficaz sólo en relación con una especie de roya. Se pueden distinguir dos tipos de resistencia específica para la especie contra cada agente patógeno de la roya: Un tipo hipersensible de resistencia, determinada por genes mayores, que se caracteriza por bajos niveles de infección, la especificidad para una raza y la falta de durabilidad; y, un tipo cuantitativo de resistencia (resistencia parcial), caracterizado por una tasa reducida de acumulación epidémica a pesar de ser susceptible y presentar un alto nivel de infección, la ausencia de grandes efectos específicos para la raza (si bien se producen efectos pequeños) y la durabilidad. Cuando no intervienen genes mayores, es fácil la selección para obtener resistencia parcial. Aún una selección poco rigurosa para eliminar la sensibilidad resulta, cuando se aplica sistemáticamente, muy eficaz para acumular genes que determinan la resistencia parcial. Esta selección poco rigurosa permite al fitogenetista obtener al mismo tiempo otras características. Cuando se pretende aumentar la

resistencia parcial en presencia de genes mayores que no han sido neutralizados por completo por el agente patógeno, la eficacia de la selección es considerablemente menor. Siempre que sea posible, el fitogenetista debe exponer la población huésped a una sola raza del patógeno, una raza que neutralice una cantidad máxima de genes mayores. En cada etapa de la selección, el fitogenetista debe eliminar de esa población huésped los genotipos más sensibles y también aquellos que presenten un bajo nivel de infección. Cuando es demasiado difícil clasificar de manera confiable los niveles de infección, el fitogenetista debe eliminar los genotipos más resistentes junto con los más susceptibles, ya que se supone que los primeros son portadores de genes mayores. En algunos casos, no es posible controlar la población patógena a la que está expuesto el huésped por que está constituida por una mezcla de razas. En estas circunstancias es muy difícil la selección para obtener resistencia parcial. La eliminación continua de las líneas más susceptibles y de las que casi no resultan afectadas favorecerá la resistencia parcial, pero el progreso puede ser más lento de lo esperado (14).

La resistencia es simplemente un estado de "menos enfermedad" y la ausencia de enfermedad (inmunidad) rara vez constituye un objetivo realista. Para fines prácticos, se pueden distinguir cuatro tipos de resistencia: 1) La resistencia vertical (RV) específica

para el patógeno, producida por genes mayores; 2) La resistencia horizontal (RH) poligénica, no específica para el patógeno; 3) La resistencia producida por genes mayores no específica para el patógeno (RN), y la 4) La resistencia combinada o de interacción (RI). La RV a menudo es eficaz contra agentes patógenos inmóviles, pero en general no muestra efectos durables contra los agentes patógenos móviles, transmitidos por el aire; no obstante, a veces es posible el control continuo de las enfermedades mediante el empleo de genes múltiples (acumulados) de RV, incorporados por un estricto manejo genético y patológico. La RH es durable y, por lo general, en gran medida heredable; en muchos cultivos se controlan las enfermedades de éste modo. La RH es valiosa pero poco frecuente. Se sabe poco acerca de la RI, causada esencialmente por elementos heterogéneos de RV, pero es probable que tenga más valor del que en general se le atribuye.

La labor fitogenética del CIMMYT hasta ahora se ha centrado principalmente en acumular RV a las tres royas, pero el control genético no ha sido muy estricto. Se podría pensar que ésta estrategia es peligrosa, ya que los pequeños agricultores de los países menos desarrollados no pueden afrontar epifitias que serían tolerables para los agricultores de los países ricos. Se señala que la investigación y explotación de la RH y la RI sería un cambio razonable y factible de estrategia; ambas resistencias han sido poco estudiadas en relación con las

royas del tallo y de la hoja, pero es legítimo suponer que tienen un gran potencial. No se logrará trasladar con rapidéz la atención dedicada a la RV a la RH y la RI, pero ése cambio ofrece grandes posibilidades a largo plazo y es de enorme importancia práctica. Esto implica que la estrategia general cambiará, de modo paralelo, del mejoramiento genético de las variedades de trigo a la investigación estratégica (no básica), modificación que parece concordar con la política del Grupo Consultivo para Investigaciones Agrícolas Internacionales (19).

En el CIMMYT se piensa que la utilización de la RV específica para el patógeno producida por genes mayores, podría llevar a situaciones precarias; como una alternativa para la interminable incorporación de genes o combinaciones de genes de resistencia, el CIMMYT ha intentado y recomienda el mejoramiento para obtener resistencia horizontal (RH) poligénica, no específica para el patógeno, que promete durabilidad. En el contexto mundial, la resistencia durable (o estabilidad) y la diversidad genética tienen una importancia en el programa de mejoramiento del CIMMYT. La situación ideal sería identificar como base un gen o un conjunto de genes que quizá haya proporcionado resistencia durable, y luego combinar continuamente genes de resistencia adicionales para asegurar diversidad genética.

El CIMMYT ordinariamente identifica en el campo líneas con resistencia parcial (avance lento de la enfermedad) y

se opina que éste esfuerzo ha contribuido mucho a mantener los rendimientos del trigo en todo el mundo. También ha buscado la resistencia basada en múltiples genes mayores sólo como una estrategia complementaria y ahora investiga activamente la posibilidad de volver a desarrollar y usar compuestos de multilíneas y mezclas varietales (15).

Se ha combatido con éxito la roya del tallo usando combinaciones de resistencia que incluyen el gen Sr2 transferido por McFadden de la escanda a las variedades Hope y H-44 en 1923. Las resistencias conferidas por Sr26 (proveniente de Agropyron elongatum), Sr31 (de Secale cereale) y Sr36 (de Triticum timopheevii) parecen ser las resistencias causadas por un solo gen, más eficaces en todo el mundo. La variedad Thatcher (con resistencia proveniente de T. durum), obtenida por Hayes et al. en 1934, tienen también un grado adecuado de resistencia en la mayoría de las zonas.

Se ha combatido con éxito la roya de la hoja mediante una combinación de los genes Lr13 y 34. Se usaron por primera vez éstos tipos de resistencia en las variedades Frontana (Brasil, 1934) y Americano 44D (Uruguay, 1918). Se continúa utilizando ésta combinación de genes en variedades durables recientes como Chris, Era, Ciano 67, Pavón 76, etc. Las suposiciones son acerca de la genética y la durabilidad de algunos tipos de resistencia que han obstaculizado la selección y obtención de variedades resistentes (16).

La roya de la hoja (Puccinia recondita f.s. tritici) es probablemente la más perjudicial de las tres royas; en la actualidad, la base genética de la RV es estrecha y se pueden esperar nuevas epifitias (18).

En 1957 y 1958, se inició una nueva fase en el programa de mejoramiento de trigo, la cual consistió en la formación de variedades compuestas o multilineas. Las multilineas son una opción mecánico-biológica para obtener resistencia general, al surgir una nueva raza capaz de atacar a una de las líneas componentes, no podrá multiplicarse rápidamente porque dicha línea está rodeada de plantas con diferentes genes de resistencia. Como resultado de ello la nueva raza fisiológica tendrá pocas ventajas competitivas sobre las razas existentes en el área. De éste modo, el complejo racial se modificará muy lentamente. Un cambio en las razas virulentas de roya se reflejará en la súbita susceptibilidad de una de las líneas . Con ésta advertencia, los fitomejoradores pueden emprender la sustitución por una línea resistente en la variedad multilineal, mucho antes de que la nueva raza virulenta afecte los rendimientos del cultivo (4).

En el Valle del Yaqui en 1982-83 y 1983-84 se hizo un estudio preliminar de la utilización de la resistencia monogénica a la roya de la hoja (P. recondita f.s. tritici), para la posible formación de compuestos multilineales y tratar de hacer reutilizable 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 (12).

Desde hace muchos años se conoce la resistencia multigénica a las royas del tallo (*P. graminis* f.s. tritici). Se ha postulado la existencia de una resistencia no específica a la enfermedad, pero es difícil demostrarla. Varios genes que producen pequeños efectos a menudo determinan la resistencia parcial y la resistencia dilatoria a la enfermedad, que a veces se consideran no específicas. En investigaciones realizadas en Saskatoon, se obtuvieron líneas de trigo que como plántulas carecían de resistencia a la raza 15B-1, pero que mostraron buena resistencia a la misma raza en el campo. Se comprobó que su resistencia estaba determinada por tres a cinco genes recesivos, cada uno de los cuales tenía un efecto pequeño. Los genes reducían el período de latencia y el número y el tamaño de las pústulas. Es probable que la resistencia determinada por varios genes de efectos pequeños sea relativamente duradera, sin importar que esa resistencia sea o no específica. Aunque es difícil su empleo, la resistencia poligénica podría ser de gran utilidad en los programas de fitomejoramiento del trigo (9).

Durante años se ha combatido con éxito la roya del tallo en todo el mundo empleando genes acumulados de RV,

pero es preciso tener en cuenta que aún podrían presentarse brotes epidémicos de la enfermedad si se interrumpiera el control genético y patológico estricto (18).

La roya amarilla (lineal), causada por el parásito obligado Puccinia striiformis, se encuentra donde quiera que se cultive trigo en climas frescos. Se han identificado varios genes de resistencia específica para cada raza, eficaces en las plántulas de trigo, pero aún resta identificar otros. Esos genes de resistencia pueden ser dominantes o recesivos y tanto el medio como el fondo genético influyen mucho en la expresión de algunos de ellos. La resistencia que se desarrolla después de la etapa de plántula a menudo es también específica para la raza. La combinación de genes de resistencia específicos para cada raza no ha tenido éxito como método para combatir la roya amarilla en Gran Bretaña. No obstante, a veces la resistencia desarrollada después de pruebas prolongadas y en diversos lugares. Esa resistencia durable sólo puede distinguirse de la resistencia de las plantas adultas específica para la raza mediante pruebas prolongadas. Si bien esa resistencia puede estar sometida a un control genético complejo, se puede usar en programas de mejoramiento; sin embargo, no es posible garantizar la durabilidad de la resistencia producida en tales programas. en consecuencia, es preciso vigilar todas las variedades resistentes nuevas, cualquiera que sea el método de

mejoramiento empleado, para detectar la existencia de razas patógenas con patogenicidad equivalente (8).

Se considera que el patógeno de la roya amarilla desarrolla mejor con bajas temperaturas, siendo serio el problema en áreas con climas frío, y que prevalezca el ambiente húmedo, Las urediosporas pierden viabilidad rápidamente a temperaturas que sobrepasan los 15°C y germinan optimamente entre 5° y 15° C, con limitantes de cerca de 0° y 21° C.

Cuando la temperatura sobrepasa los 23°-25°C, cesa la producción de urediosporas, las cuales son sustituidas por las teliosporas (pústulas negras). El desarrollo de la enfermedad es más rápido entre 10° y 15° C con lluvias o rocío intermitente (11).

El instituto de Investigaciones para la Protección de las plantas (IPO) estudia a nivel internacional la roya amarilla del trigo. En condiciones controladas, las razas se identifican en las plántulas de un amplio conjunto de variedades diferenciales "antiguas" y "nuevas" con ciertos genes de resistencia, algunos conocidos, pero en su mayoría desconocidos. En viveros para observar las razas (parcelas separadas del campo), se analiza la virulencia vinculada con la resistencia de la planta adulta, específica para cada raza. Aunque todavía no se ha estudiado suficientemente, es evidente la relación entre la distribución de la virulencia de los agentes patógenos y

los grados de resistencia de los huéspedes. Se presentan los resultados de un estudio de la roya amarilla que infecta los triticales y variedades con resistencia derivada del centeno y se describe la distribución por zonas de las razas de roya amarilla en Europa, Africa, Asia y América del sur. Se recomienda investigar en forma continua las modificaciones de la patogenicidad en las poblaciones de las razas con el propósito de mejorar la resistencia y evaluarla en los huéspedes en distintos medios (20).

En el caso de la roya amarilla, a diferencia de lo que sucede con las otras dos royas, la RV parece haber fracasado por completo y, en consecuencia, los fitogenetistas europeos han comenzado a abandonarla. Se reconoce la eficacia de la RH y se ha comenzado a explotarla (18).

MATERIALES Y METODOS

El trabajo se realizó en la Escuela de Agricultura y Ganadería de la Universidad de Sonora, localizada en el kilómetro 21 de la carretera a Bahía de Kino a una altitud de 149 msnm, una latitud de 29°00'52" y una longitud de 111°07'56", en el ciclo invierno 1988-89.

El diseño experimental que se utilizó fué en bloques al azar con cuatro repeticiones. Se utilizaron un total de 120 parcelas con cuatro surcos de cinco metros de largo cada una.

Las labores culturales previas a la siembra fueron: barbecho y dos pasos de rastra, se utilizó el tablón para emparejar el terreno; y el surcado se hizo a una separación de 90 cm.

Se fertilizó con la formula 150-00-00, usando como fuente Urea ($\text{CO}(\text{NH}_2)_2$) 46%.

La siembra, se llevó a cabo los días 26 y 27 de diciembre de 1988, a chorrillo y a doble hilera, con una separación entre hileras de 30 cm, procurando depositarla a una profundidad de 6-7 cm.

Se ocuparon 59 gr de semilla para cada parcela lo cual nos da una densidad de siembra de 33 kg/ha.

Se dió el riego de presiembra y 5 riegos de auxilio; con intervalos entre riegos de: 0-45-21-17-21-14 días aproximadamente.

Se presentaron lluvias los días 2 y 3 de enero de 1989 lo cual provocó que se encostrara el suelo y no permitía que la plántula emergiera, por lo que hubo que descostrar los días del 12 al 17.

Se presentaron chual (Chenopodium album L.) y correhuela (Convolvulus arvensis L.) las cuales se combatieron en forma mecánica.

En lo que respecta a plagas se presentó el pulgón del follaje (Schizaphis graminum.) el cual se combatió con una sola aplicación de Folimat 1000 (Omeotato) en dosis de 0.5 l/ha.

La cosecha se empezó el 26 de abril y se terminó el 20 de mayo, ya que no todas las líneas y variedades maduraron uniformemente.

La cosecha fué en forma manual, eliminando los dos surcos de las orillas, utilizando sólo 7.2 m² de parcela útil; de los 18 m² que era la superficie total de cada parcela.

Los variables a evaluar fueron: días a floración, a espigamiento, a madurez fisiológica, número de hijuelos, peso hectolítrico, rendimiento y altura de planta.

A CONTINUACION SE LISTAN LOS MATERIALES DE TRIGO
EVALUADOS EN EL PRESENTE TRABAJO.

Entrada No.	Variedad ó Cruza y Pedigree
1	* CIANO T79
2	* TONICHI S81
3	BUC"S"/4/TZPP//IRN46/CNO67/3/PRT CM56744-7Y-2Y-1M-1Y-0M
4	* SERI M82
5	* OPATA M85
6	JCAM/EMU"S"//CHRC"S"/4/IAS20/WTE*3/NAR/3/KVK"S" CM66246-C-1M-1Y-1M-2Y-0M-7M-0Y
7	* GALVEZ 87
8	* CUCURPE S86
9	TUI "S" CM74849-2M-2Y-3M-2Y-0B-46M-0Y
10	* PAPAGO M86
11	* OASIS F86
12	GOV/AZ//MUS"S"/3/R37/GHL121//KAL/BB/4/ANI"S" CM79516-025Y-4M-03Y-01M-2Y-0B
13	* OCORINI 86
14	* ESMERALDA 86
15	NAC/3/STW63/AGEL//ANZA/4/BOW"S"/CEP7780 CM79704-011Y-4M-03Y-02M-2Y-0B
16	* ALTAR C84
17	* SALAMANCA 75
18	CNO 79/PRL"S" CM83271-18Y-1B-5Y-1B-0Y
19	* BAGULAS"S" CM59123-3M-1Y-2M-1Y-2M-2Y-0M
20	JCAM/EMU"S"//CHRC"S"/4/IAS20//WTE*3/NAR/3/KVK"S" CM66246-C-1M-1Y-1M-2Y-0M-36M-0Y
21	CNO79*2/PRL"S" CM90312-A-2B-3Y-3B-0Y
22	PRL"S"/VEE #6 CM64624-2Y-1M-4Y-0M-34Y-0M
23	URES*2/PRL"S" CM90315-A-2B-2Y-1B-0Y
24	* KAUZ"S"=BACANORA T88 CM67458-4Y-1M-3Y-1M-5Y-0B
25	KA"S"/NAC 3B-4Y-1M-0Y-27M-0Y
26	* PRL"S"/VEE#6=CUMPAS T88 CM64624-2Y-1M-4Y-0M-16Y-0M
27	* TEMPORALERA 87
28	AGA/4*YR//4*HERM CMH81A.574-4B-1Y-1B-1Y-1B-0Y
29	PRLII/CM65531 TE82.0021-6Y-05M-0Y-11M-0Y
30	VEE"S"/H499.71A//4*JUP CMH80A.383B-1B-1Y-1B-1Y-0B

* Variedades liberadas por INIFAP.

RESULTADOS

En el cuadro 1 se muestra el análisis de varianza para peso hectolítrico (kg/100 lt), el cual indica que hay diferencia altamente significativa tanto para variedades como entre bloques, con un coeficiente de variación de 3.32%. Efectuandose la comparación de medias de las variedades mediante la prueba de rango múltiple de Duncan al nivel de significancia de 0.05; como se muestra en el cuadro 4.

El cuadro 2 presenta el análisis de varianza para rendimiento, encontrándose que no hubo diferencia entre variedades, sin embargo, se encontró que las más rendidoras fueron la línea AGA/4*YR//4*HERM con 5903 kg/ha, SERI M82 con 5469 kg/ha, URES*2PRL"S" con 5278 kg/ha, como se muestra en el cuadro 5.

El cuadro 3 muestra el análisis de varianza para días a madurez, el cual nos dice que hubo una diferencia altamente significativa tanto en variedades como en bloques, y en el cuadro 6 se puede ver también que la variedad que mostró se la más precoz es, Salamanca 75 con 112 días y la más tardía la línea CN079*2/PRL"S" con 125 días, como se ve en el cuadro 6.

CUADRO 1. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE:
PESO HECTOLITRICO.

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrado	C.M.	Fc.	Pr \geq F
BLOQUES	3	827.100	275.70	41.94	**0.0001
VARIEDADES	29	598.167	20.63	3.14	**0.0001
ERROR	87	571.900	6.57		
TOTAL	119	1927.17			

C.V=3.3%

CUADRO 2. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE:
RENDIMIENTO.

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	C.M.	Fc.	Pr \geq F
BLOQUES	3	112838723	37612907	31.4	**0.0001
VARIEDADES	29	34315572	1183296	0.99	NS 0.4945
ERROR	87	104108436	1196648		
TOTAL	119	251262731			

C.V=23.9%

CUADRO 3. ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE:
DIAS A MADUREZ.

Fuente de variación	G.L.	Suma de cuadrados	C.M.	Fc.	Pr \geq F
BLOQUES	3	580.691	193.5639	14.91	**0.0001
VARIEDADES	29	1067.07	36.7557	2.83	**0.0001
ERROR	87	1129.56	12.9834		
TOTAL	119	2777.32			

C.V=2.99

Cuadro 5 . RENDIMIENTO PARA CADA UNA DE LAS VARIEDADES EVALUADAS.

VARIEDAD	KG/HA
AGA/4*YR//4*HERM	5903
SERI M82	5469
URES*2PRL"S"	5278
ALTAR C84	5209
PRL"S"/VEE #6	5122
OPATA M85	5104
CNO79*2/PRL"S"	4965
TEMPORALERA 87	4965
KA"S"/NAC	4861
BAGULA"S"	4826
PAPAGO M86	4792
CUMPAS T88	4705
BACANORA T88	4688
VEE"S"/H499.7IA//4*JUP	4653
TU1 "S"	4636
OASIS F86	4635
CUCURPE S86	4479
NAC/3/STW63/AGEL//ANZA/4/BOW"S"CEP7780	4462
GOV/AZ//MUS"S"/3/R37/GHL121//KAL/BB/4/ANI"S"	4323
CNO 79/PRL"S"	4306
CIANO T79	4254
PRLII/CM65531	4201
GALVEZ 87	4167
SALAMANCA 75	4011
JCAM/EMU"S"//CHCR"S"/4/IAS20/WTE*3/NAR/3/KVK"S"	3993
TONICHI S81	3958
ESMERALDA 86	3889
OCORINI 86	3889
BUC "S"/4/TZPP//IRN46/CNO67/3/PRT	3872
JCAM/EMU"S"//CHCR"S"/4/IAS20//WTE*3/NAR/3/KVK"S"	3594

Cuadro 6 .MEDIAS DE DIAS A MADUREZ DE CADA UNA DE LAS VARIETADES Y SEPARACION EN GRUPOS, SEGUN LA PRUEBA DE DUNCAN.

VARIEDAD	DIAS A MADUREZ	GRUPOS					
SALAMANCA 75	112						g
TEMPORALERA 87	114					f	g
CUCURPE S86	115				e	f	g
BACANORA T88	117			d	e	f	g
PRLII/CM65531	118		c	d	e	f	
NAC/3/STW/AGEL//ANZA/4/ BOW"S"/CEP7780	119		b	c	d	e	f
CNO 79/PRL"S"	119	a	b	c	d	e	f
OASIS F 86	120	a	b	c	d	e	f
TONICHI S81	120	a	b	c	d	e	f
PRL"S"/VEE #6	120	a	b	c	d	e	f
GOV/AZ//MUS"S"/3/R37/GH L121//KAL/BB/4/ANI"S"	120	a	b	c	d	e	f
BUC"S"/4/TZPP//IRN46/CO 67/3/PRT	120	a	b	c	d	e	f
ALTAR C84	120	a	b	c	d	e	f
BAGULA"S"	120	a	b	c	d	e	f
AGA/4*YR//4*HERM	121	a	b	c	d		
OCORINI 86	121	a	b	c	d		
GALVEZ 87	121	a	b	c	d		
VEE"S"/H499.7IA//4*JUP	121	a	b	c	d		
KA"S'/NAC	122	a	b	c	d		
CIANO T79	122	a	b	c	d		
PAPAGO M86	122	a	b	c	d		
TU1 "S"	122	a	b	c	d		
JAM/EMU"S">//CHRC"S"/4/IA S20//WTE*3/NAR/3/KVK"S"	122	a	b	c	d		
JAM/EMU"S">//CHCR"S"/4/IA S20/WTE*3/NAR/3/KVK"S"	122	a	b	c	d		
OPATA M85	123	a	b	c	d		
CUMPAS T88	123	a	b	c			
URES*2/PRL"S"	123	a	b	c			
SERI M82	124	a	b	c			
ESMERALDA 86	125	a	b				
CNO79*2/PRL"S"	125	a					

DISCUSIONES

El comportamiento de las variedades y líneas en las diferentes localidades es diferente debido a que, el potencial de rendimiento y la expresión de las características agronómicas, son el resultado del patrimonio genético, del medio ambiente en el cual se desarrolla un genotipo y de las fechas de siembra (17).

En el presente trabajo se obtuvieron rendimientos bajos, debido a la fecha de siembra; teniendo un ciclo vegetativo muy corto, aunado a las altas temperaturas registradas a finales del mes de marzo, las cuales coincidieron con la etapa de floración del cultivo; y también, a la mala distribución del agua de riego ya que la topografía del terreno es muy irregular.

En la Costa de Hermosillo, las líneas que sobresalieron más por su rendimiento fueron: VEE"S"/H499.71A//*JUP, URES*2PRL"S", BACANORA T88, Y SERI M82 (7).

En el valle del Yaqui, las que se distinguieron por su alto rendimiento (durante cuatro fechas de siembra), fueron: ALTAR C84, VEE"S"/H499.71A//4*JUP, BACANORA T88, OASIS F86 Y CNO79/PRL"S" (3).

En el presente trabajo, la líneas AGA/4*YR//4*HERM se comportó como la más rendidora; sin embargo, Herrera la reporta como una de menos rendimientos (7).

La línea VEE"S"/H499.71A//4*JUP, tanto en la Costa de Hermosillo (CAECH) como en el Valle del Yaqui (CEVY), obtuvo el primero y segundo lugar con (5209 y 6593 kg/ha respectivamente) (3 y 7), no obteniéndose lo mismo en el presente trabajo ya que su producción fué de 4653 kg/ha.

La variedad ALTAR C84, tuvo el más alto rendimiento en el presente trabajo (5209 kg/ha); Camacho (3) la reporta como la mejor (6593 kg/ha) y herrera (7) obtuvo 5458 kg/ha, siendo de rendimiento medio.

La variedad SERI M82, fué una de las más productivas, comportandose de igual forma en la Costa de Hermosillo (7), Camacho, para el Valle del Yaqui la reporta como la de menor producción (3).

Lo obtenido para la variedad ESMERALDA 86 difiere a lo reportado para la Costa de Hermosillo y Valle del Yaqui ya que en éstas regiones se comportó de igual forma en cuanto a productividad (3 y 7).

En cuanto a peso hectolítrico los resultados coinciden con los de Herrera, siendo la variedad ALTAR C84 y la línea JCAM/EMU"S"//CHCR"S" las que tuvieron el mayor peso hectolítrico (7).

En lo que respecta a días a maduréz, los resultados de éste trabajo fueron similares a los de la Costa de Hermosillo, ya que las variedades más precoces resultaron ser SALAMANCA 75 y TEMPORALERA 87, y las más tardías ESMERALDA 86 y la línea CNO79/PRL"S".

CONCLUSIONES

1.- En el análisis de varianza no hubo diferencia en cuanto a rendimiento entre variedades y líneas; sin embargo, hubo algunas que destacaron por su producción como son: AGA/4*YR//4HERM con 5903 kg, URES*2PRL"S" con 5278 kg, SERI M82 con 5469 kg y ALTAR C84 con 5209 kg/ha respectivamente.

2.- Las variedades más precoces fueron SALAMANCA 75 con 112 días a maduréz, TEMPORALERA 87 con 114, CUCURPE S86 con 115 y BACANORA T88 con 117 días respectivamente.

3.- La variedad con mayor peso hectolítrico (kg/100 lt) fué ALTAR C84 con 83.

4.- Las variedades con menor peso hectolítrico fueron ESMERALDA 86 y GALVEZ 87 ambas con 73 kg/100 lt.

5.- Las líneas y variedades que se comportaron estadísticamente iguales tanto para rendimiento como para días a maduréz fueron: ALTAR C84, SERI M82, AGA/4*YR//4*HERM y URES*2/PRL"S".

BIBLIOGRAFIA

- 1.-Browning, J.A. Current Thinking on the Use of Diversity to Buffer Small Grains Against Highly Epidemic and Variable Foliar Pathogens: Problems and Future Prospect. En: CIMMYT 1988. Breeding Strategies for Resistance to the Rusts of Wheat. México, D.F. p. 76.
- 2.-Breth, S.B. 1986. Principales Corrientes de la Investigación en el CIMMYT: Una retrospectiva. CIMMYT, México, D.F. p. 25.
- 3.-Camacho, C. A. 1989. 6to. Ensayo Nacional Elite de Trigo (ENET), ciclo 1988-89; Valle del Yaqui. (sin publicar).
- 4.-Castro, M. 1978. Mezcla de líneas de trigo resistentes y susceptibles a la roya de la hoja en diferentes proporciones y el efecto en su rendimiento. ITESM, Escuela Superior de Agricultura en Cd. Obregón, Son. p. 1,2. (Tesis).
- 5.-CIMMYT. 1988. CIMMYT, Reseña de la investigación 1986. México, D.F. p. 35,37.
- 6.-CIMMYT. 1988. Programa de trigos harineros, Yaqui 1988-89, CIMMYT; mayo-octubre. México.
- 7.-Herrera, G. R. 1989. 6to. Ensayo Nacional Elite de Trigo (ENET), ciclo 1989-89; Costa de hermosillo. (sin publicar).
- 8.-Johnson, R. Durable Resistance to Yellow (stripe) Rust in Wheat and Its Implications in Plant Breeding. En: CIMMYT 1988. Breeding Strategies for resistance to the Rust of Wheat. México, D.F. p. 63.
- 9.-Knott, D.R. Using Polygenic Resistance to Breed for Stem Rust Resistance in Wheat. En: CIMMYT 1988. Breeding Strategies for Resistance to the Rust of Wheat. México, D.F. p.39.
- 10.-Martínez, S.J.J. 1989. Mejoramiento Genético de trigo en el Centro de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias del Estado de Sonora (INIFAP). México. p. 1, 3, 6 y 7.

- 11.-Mendoza, C. y Pinto, B. 1983. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. Chapingo, México. p. 207.
- 12.-Moreno, B. 1985. La resistencia monogénica para la formación de compuestos multilíneales en trigo. U. de G. Facultad de Agricultura. p. 1, 9-13. Tesis, nivel licenciatura.
- 13.-Parlevliet, J. E. 1979. Components of Resistance that Reduce the Rate of Epidemic Development. Annual Reviews of Phytopatology, 17:219-220.
- 14.-Parlevliet, J. E. Strategies for the Utilization of Partial Resistance for the Control of Cereal Rust. En: CIMMYT 1988. Breeding Strategies for Resistance to the Rusts of Wheat. México, D.F. p.48.
- 15.-Rajaram, S., Singh, R. P. and Torres E. Current CIMMYT Approaches in Breeding Wheat for Rust Resistance. EN: CIMMYT 1988. Breeding Strategies for Resistance to the Rusts of Wheat. México, D.F. p.101.
- 16.-Roelfs, A. P. Resistance to Leaf and Stem Rusts in Wheat. En: CIMMYT 1988. Breeding Strategies for Resistance to the Rusts of Wheat. México, D.F. p.101.
- 17.-Sabori, P. R. 1986. Ensayo de rendimiento de 12 variedades de trigo (Triticum aestivum L.) en cuatro localidades de la sierra de Sonora. U. de S. Escuela de Agricultura y Ganadería. p. 37. Tesis, nivel licenciatura.
- 18.-Simmonds, N. W. Synthesis: The Strategy of Rust Resistance Breeding. En: CIMMYT 1988. Breeding Strategies for Resistance to the Rust of Wheat. México, D.F. p. 119.
- 19.-Stubbs, R. W., Prescott, J. M., Saari, E. E., Dubin, H. J. 1986. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. CIMMYT, México. p. 9-11.
- 20.-Stubbs, R. W. Pathogenicity Analysis of Yellow (stripe) Rust of Wheat and Its Significance in Global Context. En: CIMMYT 1988. Breeding Strategies for Resistance to the Rust of Wheat. México, D.F. p. 23.