UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO

128

programa de estudios para
graduados en ciencias agrarias

TESIS DE GRADO
MAGISTER SCIENTIAE

Nº____

291

CONTROL QUIMICO DE ENFERMEDADES EN TRIGO

T E S I S

PRESENTADA AL PROGRAMA DE ESTUDIOS PARA GRADUADOS EN CIENCIAS AGRARIAS UNIVERSIDAD NACIONAL - INSTITUTO COLOMBIANO AGROPECUARIO ICA

P O R

ANTONIO MIRANDA HERNADEZ

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OPTAR AL GRADO DE

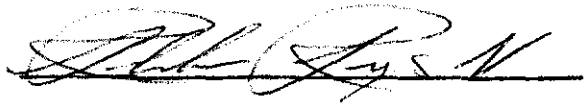
MAGISTER SCIENTIAE

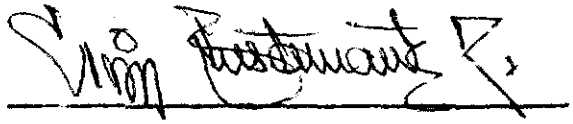
BOGOTA, COLOMBIA

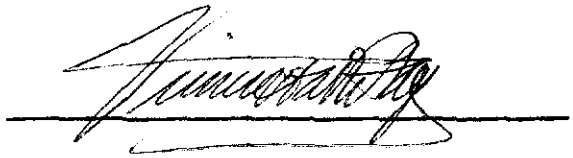
1974

TESIS APROBADA POR:

COMITE CONSEJERO :

REYNALDO REYES N., M.S. 

ELKIN BUSTAMANTE R., Ph.D. 

VICENTE ALBA R., M.S. 

"El Presidente de Tesis y el Consejo Examinador de Grado, no serán responsables de las ideas emitidas por el Candidato".

(Artículo 217 de los Estatutos de la Universidad Nacional)

D E D I C O A:

Mi esposa e hijas

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

El autor desea expresar su gratitud al Comité Consejero y a los doctores Rafael López O. y Mario Zapata B., Programa de Trigo ICA, por su ayuda y estímulos durante el desarrollo del trabajo. De igual manera, a la Oficina Central de Estadística del ICA, por las sugerencias dadas y el procesamiento de los datos.

A los señores prácticos y obreros que colaboraron en las labores de campo y por último a todas aquellas personas que en una u otra forma contribuyeron a su realización.

C O N T E N I D O

		Página
1.	INTRODUCCION	1
2.	JUSTIFICACION	2
3.	OBJETIVOS	3
4.	REVISION DE LITERATURA	4
4.1.	ANTECEDENTES	4
4.2.	IMPORTANCIA DEL CONTROL QUIMICO	5
4.3.	TIPOS DE FUNGICIDAS. CARACTERISTICAS Y LIMITACIONES	6
4.3.1.	Protectantes	6
4.3.2.	Sistémicos	6
4.4.	CLASES DE PRODUCTOS QUIMICOS	7
4.4.1.	Productos a base de azufre	7
4.4.2.	Productos a base de niquel	7
4.4.3.	Productos a base de cobre y mercurio	7
4.4.4.	Antibióticos	7
4.4.5.	Sulfamatos	8
4.4.6.	Oxatínicos	9
4.4.7.	Carbamatos	9
4.4.8.	Combinación de productos	12

Página

4.5. EFECTOS DE LAS ENFERMEDADES SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL TRIGO 13

4.5.1. Septoriasis 13

4.5.2. Roya del tallo 13

4.5.3. Roya amarilla 14

4.5.4. Roya de la hoja

4.6. EFECTOS DE LOS FUNGICIDAS EN LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE VARIOS CEREALES 15

5. MATERIALES Y METODOS 17

5.1. SIEMBRA 17

5.2. DESCRIPCION DE VARIEDADES 18

5.3. PRODUCTOS EMPLEADOS 20

5.4. FRECUENCIA Y NUMERO DE APLICACIONES 21

5.5. COSECHA Y POSTCOSECHA 22

6. RESULTADOS Y DISCUSION 24

6.1. RENDIMIENTO 24

6.2. PESO DE MIL GRANOS 26

6.3. PESO HECTOLITRICO 26

6.4. ALTURA DE PLANTA 29

6.5. PERIODO VEGETATIVO 29

Página

6.6. INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO SOBRE LAS ENFERMEDADES 32

6.6.1. Roya amarilla de la hoja (Puccinia striiformis) 32

6.6.2. Roya amarilla de la gluma (Puccinia striiformis) 32

6.6.3. Roya de la hoja (Puccinia recondita) 32

6.6.4. Septoriasis (Septoria nodorum) 34

6.6.5. Roya del tallo (Puccinia graminis) 34

6.7. IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CONTROL QUIMICO EN TRIGO 35

7. CONCLUSIONES 39

8. RESUMEN 41

9. SUMMARY 42

APENDICE 43

BIBLIOGRAFIA 48

LISTA DE TABLAS

		Página
TABLA 1.	Nombre, genealogía y orden empleado de las variedades seleccionadas en el experimento y sembradas en Tibaitatá. 1973 B.	19
TABLA 2.	Precipitación durante el período correspondiente a la ejecución del experimento.	23
TABLA 3.	Influencia del tratamiento sobre el rendimiento.	25
TABLA 4.	Influencia del tratamiento sobre el peso de mil granos.	27
TABLA 5.	Influencia del tratamiento sobre el peso hectolítrico.	28
TABLA 6.	Influencia del tratamiento sobre la altura de planta.	30
TABLA 7.	Influencia del tratamiento sobre el período vegetativo.	31
TABLA 8.	Influencia del tratamiento sobre el desarrollo de las enfermedades.	33
TABLA 9.	Ganancia neta por hectárea resultante de la aplicación de fungicida.	37

LISTA DE TABLAS DEL APENDICE

Página

TABLA 1. Prueba de Duncan para comprobar los promedios de rendimiento para la interacción tratamiento por variedad. 44

TABLA 2. Prueba de Duncan para comprobar los promedios de peso de 1.000 granos para la interacción tratamiento por variedad. 45

TABLA 3. Prueba de Duncan para comprobar los promedios de peso hectolítrico para la interacción tratamiento por variedad. 46

TABLA 4. Prueba de Duncan para comprobar los promedios de período vegetativo para la interacción tratamiento por variedad. 47

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1. Ganancia comparativa entre tratamientos en las variedades. 38

1. INTRODUCCION

Las enfermedades en el cultivo de trigo en Colombia aunque no valoradas económicamente se sabe que causan pérdidas cuantiosas. Además, si consideramos la importancia que en los actuales momentos tiene para el país el incremento de la producción, debemos pensar en un rápido y eficiente aumento en los rendimientos, por medio de variedades mejoradas, adecuadas prácticas culturales y efectivo control de las enfermedades las cuales en las mayorías de las zonas son factores limitantes en la producción.

Si bien se conoce la extraordinaria importancia que tiene el mejoramiento genético, para la producción de variedades resistentes a las enfermedades, se debe de considerar también como necesario un programa complementario a base de control químico, pues se sabe de la extraordinaria rápidez conque se desarrollan en nuestro medio nuevas razas de patógenos, aventajando la salida de nuevas variedades. Además son muchas las variedades que ha desarrollado el Programa de Trigo del Instituto Colombiano Agropecuario que reunen muy buenas condiciones tanto de calidad como agronómicas, pero que han tenido que ser retiradas por su alta susceptibilidad a las enfermedades, especialmente a las royas.

Todos estos antecedentes hacen necesario la iniciación y desarrollo de una investigación a fondo sobre la factibilidad del empleo de productos químicos para prevención de enfermedades, su rentabilidad y la posible utilización de los mismos por parte de los agricultores.

2. JUSTIFICACION

Hasta el presente, no hay una segunda línea de defenza para la resistencia vertical de las variedades, a las distintas royas y razas de estas. El desarrollo de métodos de control químico, proporciona protección cuando la resistencia a ciertos patógenos o razas no actúa. En países como Canadá, los investigadores plantean la necesidad de que estos métodos se usen de inmediato, en áreas del mundo donde la resistencia varietal a las royas no sea adecuada.

La producción calculada de trigo en Colombia y para el año de 1972 alcanzó a unas 69.999 toneladas, con una demanda superior a 400.000 toneladas; para 1975 esta se estima en cerca de 500.000 (7).

Los rendimientos promedios durante el año de 1972 fueron de 1.135 kilos por hectárea. Para 1973 en base a políticas de estímulos y fomento de la producción se esperaba obtener un promedio de 1.600 kilos por hectárea, alcanzándose solamente 1.358 (7, 6). Entre los factores que han incidido en esta situación, además de una reducción en el uso de insumos agrícolas por su alto costo, en especial fertilizantes, se podría mencionar también, la alta incidencia de las enfermedades. En 1972 el valor aproximado de la producción alcanzó a $164.000.000 para unas 69.000 toneladas; para la cosecha de 1973 se calcula en $200,000.000 para una producción de 76.400 toneladas (7, 6).

Por los datos anteriores se evidencia que el trigo es un producto de enorme transcendencia en nuestro país y que cualquier medio de incrementar su producción y rendimiento debe de tenerse en cuenta y ser ampliamente estudiado.

3. OBJETIVOS

3.1. Determinar la efectividad del control químico en la disminución del ataque de las enfermedades y en el aumento de la producción.

3.2. Calcular la ganancia que con la aplicación de fungicidas se puede obtener.

3.3. Servir de base a la ejecución de nuevos trabajos a escala semicomercial y comercial, así como despertar el interés en otras ramas afines como la de Ingeniería Agrícola para el diseño y fabricación de tipos especiales de maquinaria para su aplicación en áreas pequeñas.

4. REVISION DE LITERATURA

4.1. ANTECEDENTES.

El origen del concepto del control químico de las enfermedades de las plantas data de Prevost en 1807, quien utilizó sulfato de cobre para controlar enfermedades en trigo. Los primeros investigadores sugirieron la impracticabilidad económica del control químico para atacar a las royas (9).

La permanente especialización de las razas fisiológicas sin embargo, limitó posteriormente la durabilidad de las distintas variedades consideradas como resistentes, renovando así el interés por el control químico y acompañado ésto por los avances en la química de los fungicidas (9, 14, 15, 38).

La iniciación de pruebas de fungicidas anivel comercial, especialmente en Canadá en 1928, estuvieron precedidas por fuertes ataques de la roya del tallo en los trigos duros de primavera, a partir de esa fecha se han incrementado las investigaciones sobre el control químico (9).

Dickson citado por Rowell (36) concluyó en 1959 que la aplicación de productos químicos no parecía ser un medio económico para el control de las royas. Pero a partir de entonces se ha incrementado mucho la investigación básica y los progresos en el control químico de las royas han sido evaluados en condiciones de campo, obteniéndose resultados económicos satisfactorios con ciertos productos.

4.2. IMPORTANCIA DEL CONTROL QUIMICO.

Bajo las actuales ratas de crecimiento de la población se espera que para el año 2.000 haya cuatro veces más población en el mundo, la cual requerirá gran cantidad de alimentos. Para obtenerlos, uno de los aspectos básicos es controlar las distintas plagas, enfermedades y malezas. La máxima productividad y eficiencia en la agricultura dependerá del desarrollo de prácticas adecuadas, entre las cuales ocupa un lugar muy importante el control de enfermedades (26).

Prasada (30) está de acuerdo en que es necesario combatir la amenaza de las royas con todos los medios a nuestro alcance. Sugiere que pueden controlarse en gran escala, reduciendo la fuente de inóculo inicial, y emplaza la urgencia de la obtención de variedades resistentes, pero considera que estas variedades tan solo serán resistentes por poco tiempo, justificando así el interés por el control químico.

Por otra parte, los pesticidas tienden a usarse más extensivamente en países cuyas fuentes de alimentos son adecuadas. Por lo general, los países que usan relativamente altas cantidades de esos productos, también poseen los mayores desarrollos agrícolas y viceversa. Como ejemplos tenemos al Japón, donde se emplean para los distintos cultivos cerca de 10,790 kilos por hectárea, con rendimientos promedios de 5.480 kilogramos por esa misma unidad de superficie, mientras que la India con el empleo de tan solo 0,149 kilos estos llegan a un promedio de 820 kilogramos/hectárea (26).

4.3. TIPOS DE FUNGICIDAS. CARACTERISTICAS Y LIMITACIONES.

4.3.1. Protectantes.

Actúan principalmente contra los patógenos e inhiben la germinación de las esporas en la superficie del huésped. Sus principales limitaciones para el control de las royas en los cereales son: Tiempo de aplicación, deficiente cobertura de la superficie del huésped cuando se hace uso de aplicaciones aéreas y su rápido lavado con las lluvias (35). El azufre elemental y los derivados del ácido ditiocarbámico son ejemplos de esta clase de productos (9).

4.3.2. Sistémicos.

Presenta como cualidades sobresalientes, sus propiedades erradicantes y la movilidad dentro del huésped. Su principal limitación es, la dificultad para obtener una efectiva cantidad de producto resistente y no tóxico dentro de la planta, sin dejar residuos indeseables en el grano (36).

Las sales de níquel que pertenecen a este grupo, inducen a la formación de bandas cloróticas en la zona de elongación de las hojas jóvenes; el cicloheximida y derivado del semicarbazone causan necrosis en las hojas jóvenes (36).

4.4. CLASES DE PRODUCTOS QUIMICOS.

4.4.1. Productos a base de azufre.

Los tratamientos a base de azufre han sido los más antiguos para el control de las royas. Autores como Lambert y Stackman (24) afirman, que el azufre controla las royas bajo determinadas condiciones y consideran la época de aplicación como el aspecto más crítico, debiendo efectuarse antes de la aparición de la enfermedad.

Hay indicios de que excesivas aplicaciones causan una disminución del rendimiento en el trigo (23) y diversos trabajos hablan de lo antieconómico de su empleo (9).

4.4.2. Productos a base de niquel.

Ha sido reportada su efectividad para el control de las royas, sin embargo, presentan problemas de fitotoxicidad (9).

4.4.3. Productos a base de cobre y mercurio.

El control que estos productos ejercen sobre las royas es en general muy deficiente y presentan una alta acción fitotóxica (9).

4.4.4. Antibióticos.

Los experimentos iniciales adelantados con muchos antibióticos para el control de las royas fueron negativos. Con el descubrimiento de la

cicloheximida (actidione) se abrieron las posibilidades para el control de las royas, pese a su toxicidad (16). De acuerdo con Hagborg et al (18), ciertos derivados de dicho producto, en especial el semicarbazone, han mostrado su efectividad bajo ciertas condiciones, aunque se duda de su comportamiento igual bajo condiciones de campo. Agregan, los autores citados, que con la aparición del producto denominado P_9 derivado del Streptomyces sp, se han vislumbrado nuevas esperanzas. Su ingrediente activo puede ser absorvido a través de las hojas y raíces y translocado, llegando a actuar como protectante y erradicante.

Hagborg y Rohringer (17) en trabajos realizados con P_9 para el control de la roya del tallo, en la variedad de trigo Marquis, obtuvieron una notable reducción de esa enfermedad en las primeras hojas, al efectuar aplicaciones a los 17 días después de que apuntó, además observaron una prolongación de la actividad del antibiótico de aproximadamente 15 días. Presentan como propiedades importantes de este producto: Un buen control de las royas, efectos sistémicos y probablemente, no zootóxicos. Sin embargo, dicen que es necesario investigar más al respecto.

4.4.5. Sulfamatos.

De acuerdo con Dickson (9), los sulfamatos solo tienen relativo control bajo condiciones especiales; presentan acción fitotóxica, reducen la germinación y se acumulan en los granos de trigo y avena. El sulfamato de calcio, reune muchos de los requerimientos de un buen agente quimioterapeutico para el control de la roya del tallo en trigo; es de efecto

sistématico, pero a dosis altas causa disminución de la germinación, en especial cuando las aplicaciones se efectúan después de la polinización; igualmente se presenta reducción en el rendimiento, cuando se efectúan las aplicaciones durante el período de macollamiento (1).

4.4.6. Oxatínicos.

Powelson y Shauer (29) opinan, que la quimioterapia de las royas con fungicidas oxatínicos sistémicos parece ser muy promisoria y que estos compuestos son efectivos tanto en aplicaciones al suelo y al follaje, como a las semillas.

Trabajos efectuados con tres productos oxatínicos, Vitavax, Plantvax y G.696 en dosis de 4.2, 4.2 y 2.5 kilos por hectárea y con dos o tres aplicaciones, presentaron un apreciable control de las royas del tallo y la hoja (15).

Con el producto F. 461 aplicado a la semilla, se observó un buen control de la roya de la hoja en los estados iniciales de plántula, prologándose su efecto hasta el estado de encañamiento (29). Rowell (34), ve un buen futuro en los tratamientos de semillas con fungicidas sistémicos oxatínicos y el mismo autor observó un control efectivo del P. striiformis en la hoja y del P. graminis del tallo hasta por 60 y 56 días, respectivamente.

4.4.7. Carbamatos.

Singh et al (38) trabajando con una variedad altamente susceptible

a las royas y con varios fungicidas como Dithane S31, Dithane M22, Ziram, Maneb 75% + Zinc y Zineb, al evaluar su efectividad tanto en el porcentaje de royas, en el rendimiento por hectárea y en el incremento neto de la ganancia, también por hectárea, concluyeron que el Dithane M22 fue el producto con que se obtuvo un mayor rendimiento. Como conclusión expresan, que puede ser económico asperjar el cultivo bajo condiciones de epidemia o en áreas donde las royas del tallo y hoja pueden ser un problema general y contínuo.

En experimentos efectuados para el control de las royas P. graminis y P. recondita, por Grewal y Vir (14) con varios productos, encontraron que el Dithane M22 y una combinación de Parzate líquido + Sulfato de Zinc, fueron los más efectivos.

Tandon et al (40), están de acuerdo con los anteriores autores acerca de la efectividad de los carbamatos, añadiendo que el único problema es el de tener que efectuar varias aplicaciones. Al emplear varios productos como Ferban, Zineb, Maneb y Thiovit para el control de las distintas royas en trigo, encontraron que todos esos productos redujeron la intensidad de las royas e incrementaron significativamente los rendimientos; el Maneb (Dithane M22), según ellos es el más efectivo para el control de las royas del tallo y la hoja, seguido por el Zineb, con incrementos de rendimiento de 60.7 y 51.0 por ciento respectivamente y obteniéndose el mayor ingreso neto con el Dithane M22. Concluyen estos autores, que los resultados obtenidos justifican plenamente el costo de operación y el empleo de fungicidas para reducir el inóculo, en variedades resistentes. Estas afirmaciones están de acuerdo con los trabajos efectuados

por Prasada (30).

Rowell (35), al emplear para el control de la roya del tallo Maneb, Maneb + Niquel y el Oxatínico DCMOD, encontró que el Maneb produjo el mejor control, así como el mayor peso bushel por acre y peso de mil granos, seguido por la combinación Maneb + Niquel.

Respecto al control químico en Septoria tritici, Caldwell y Narvaez (5), con aplicaciones de Maneb durante 5 a 6 semanas después del espigamiento lograron excelentes resultados, alcanzando rendimientos entre un 25 y 44.6 por ciento superiores al testigo.

Con referencia a varios cereales, Ardila et al (2), al hablar de los efectos secundarios de 9 fungicidas en avena, dicen que la producción de semilla se ha visto limitada por la roya del tallo y otras enfermedades y que es necesario aplicar productos que además de ser tóxicos para los hongos, produzcan efectos secundarios favorables y agregan que los Ditiocarbamatos con excepción del S31 reunen esas condiciones, siendo el Dithane M22 el mejor de ellos y por lo tanto el más recomendable.

En estudios realizados por Robayo y Orjuela (32), en Tibaitatá, para el control de distintas enfermedades en tres variedades de cebada y con 9 aplicaciones de producto a base de Maneb, lograron incrementos en el rendimiento de un 25 a un 40 por ciento y en clasificación comercial de un 3 a un 24 por ciento. El aumento de la utilidad líquida deducido el costo del fungicida osciló entre un 8.1 y un 22.1 por ciento.

Bustamante (4), trabajando con 4 variedades de trigo y una de avena

y empleando varios fungicidas encontró, que el Dithane M22 fue de los productos que mejor controlaron las distintas royas; no observó efectividad con el Zineb.

Ramírez y Peláez (31), al emplear varios productos para el control de distintas enfermedades en cebada hallaron pérdidas equivalentes a un 34.53 por ciento por concepto de las mismas, obteniendo la mejor efectividad con los carbamatos.

4.4.8. Combinación de productos.

Rowell (34) dice, que los tratamientos a la semilla con Oxicarboxin más dos aplicaciones posteriores de Zinc + Maneb controlan efectivamente las royas.

El mismo autor (37, 36) dice, que un producto completamente satisfactorio para controlar las royas de los cereales aún no se ha encontrado y que entre los materiales más promisorios empleados en los últimos años están las sales de Ni + los Ditiocarbamatos, siendo el Maneb el mejor acompañante del Ni. El Maneb actúa como protectante y el Ni como erradicante y la actividad del Ditiocarbamato es más importante en la primera aplicación y la del Ni en la segunda.

Resultados igualmente satisfactorios se han obtenido con la combinación del producto oxatínico DCMOD en el momento de la siembra, seguidas de aplicaciones posteriores de productos con iones de Mn y de Zn (Ditiocarbamato + Sulfato de Zn) (35).

No obstante Hobbs y Futrell (20), al efectuar una evaluación de la

mezcla Ni + Ditiocarbamatos dicen, que estas mezclas son promisorias, pero presentan problemas en la susceptibilidad diferencial en muchas variedades de trigo. Estas aseveraciones son confirmadas por Forsyth y Peturson (12) y Rowell (36), agregando que el Ni causa varios disturbios fisiológicos al trigo tales como un incremento en la respiración de los tejidos sanos y una rápida absorción y transporte dentro de la planta, dejando una apreciable cantidad de residuos.

4.5. EFECTOS DE LAS ENFERMEDADES SOBRE EL RENDIMIENTO Y CALIDAD DEL TRIGO.

4.5.1. Septoriasis.

Weber (41), constató reducciones en el rendimiento de 1.000 a 2.000 kilos por hectárea por concepto de esta enfermedad, presentándose granos muy chupados, así como espigas anormales. Jenkins (21), hizo estimaciones, hasta de un 50 por ciento de pérdidas por concepto de Septoria nodorum.

4.5.2. Roya del tallo.

Romig y Calpouzos (33) dicen al respecto, que la severidad de esta enfermedad causada por P. graminis tritici está relacionada con el porcentaje de ataque y que estas pérdidas pueden ser aproximadamente iguales al estimativo de severidad efectuadas en las últimas etapas del estado lechoso y primeros del pastoso, para el caso de pequeños ataques y de pastoso avanzado para ataques mayores. Esto fue corroborado por Garrett

et al (13), en trabajos efectuados en la India, donde un ataque del 90 por ciento redujo el rendimiento en un porcentaje similar.

4.5.3. Roya amarilla.

Autores como Bather y Dooley citados por Doling y Doodson (10), encontraron pérdidas hasta de un 50 por ciento cuando el follaje y la espiga fueron severamente atacados. Steward y Heln (39), reportan reducciones en el rendimiento hasta de un 65 por ciento, cuando el trigo fue atacado en estado de plántula, siendo su causa principal, la disminución del número de flores secundarias y reducción del peso del grano.

Bever (3) dice, que el P. striiformis afecta adversamente el rendimiento y crecimiento y que las infecciones en los primeros estados de desarrollo, retardan el crecimiento de las plantas, producción de raíces, disminución del peso de las mismas hasta en un 87,6 por ciento, reducción en el rendimiento del grano y la paja, altura de plantas tamaño y número de espigas. Estas mismas conclusiones fueron obtenidas por Doodson et al (11) y por Johnston (22). Orjuela y Thurston (27) en trabajos realizados en Colombia dicen que es indudable que el hongo P. striiformis es el más prevalente, destructivo y mudable de los patógenos uredinales que atacan al trigo, y que las pérdidas causadas son desconocidas. Entre los daños que anotan están:

.1. Infección de todas las partes aéreas de la planta.

.2. Destrucción del follaje como fuego.

.3. Acortamiento del período vegetativo.

.4. Interferencia de la fecundación.

.5. Torna quebradizas las aristas.

.6. Invade las glumas.

.7. Chupa severamente los granos y demerita considerablemente la calidad.

4.5.4. Roya de la hoja.

Se acepta por lo general que esta roya (P. recondita) causa pérdidas por reducción del número de granos por espiga y peso de granos en general, alcanzando en dos variedades de trigo reducciones en rendimiento de un 63.3 y 57.2 por ciento y en una variedad altamente susceptible hasta un 97.4 por ciento (25, 28, 22).

4.6. EFECTOS DE LOS FUNGICIDAS EN LA CALIDAD DE LOS PRODUCTOS DE VARIOS CEREALES.

En investigaciones efectuadas en Kansas, acerca del control de las royas con productos como Zineb, Thiran, Karathane, Acti-Dione, Maneb y Sulfamato de Calcio, se encontró que el Zineb, Maneb, Acti-Dione y Karathane no afectaron la calidad harinera y molinera, así como la viabilidad de la semilla, en tanto que el Sulfamato de Calcio, produjo una marcada reducción de los mismos (19).

Chaves y Orjuela (8) al observar los efectos secundarios de varios fungicidas en cebada o sea los estímulos o desestímulos sobre el rendi-

miento, fitotoxicidad, etc. consideran la posibilidad de que el Mn y el S contenidos en el Dithane M22 y Thiovit, respectivamente, sean utilizados por la cebada como fertilizantes y que los metales pesados como el Zn del Dithane M45, Ni del Dithane S31 y Sn del Brestan posiblemente sean los causantes de la fitotoxicidad y disminución del rendimiento.

Pruebas de panadería y molinería mostraron que el Maneb no tenía efecto alguno en la calidad del trigo (13). Estos datos están de acuerdo con los de Ardila et al (2) en avena, quienes dicen que los Ditiocarbamatos presentan toxicidad reducida con excepción del Dithane S31 que es tóxico, toxicidad que también se presenta con productos a base de Ni y Sn, en tanto que el Dithane M22 presentaba efectos secundarios benéficos ya que aumentaba el desarrollo de las plantas y la producción de grano, siendo por consiguiente el más recomendable.

5. MATERIALES Y METODOS

El presente trabajo se realizó en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Tibaitatá, (situado en el Municipio de Mosquera, departamento de Cundinamarca), localizado a 2.550 metros sobre el nivel del mar, con temperatura promedia de 14°C y precipitación promedia anual de 650 mm.; la húmedad relativa es alrededor del 76 por ciento.

5.1. SIEMBRA.

Se efectuó en el segundo semestre de 1973, coincidiendo la fecha con la recomendada a los agricultores para las siembras de este semestre.

Se utilizó el diseño de parcelas divididas con cuatro replicaciones, correspondiendo las parcelas principales a las tratadas con fungicida y a las no tratadas o testigos y las subparcelas a las distintas variedades seleccionadas. Se sembraron 5 surcos por variedad, a razón de 12 gramos por surco y espaciados a 30 centímetros. Las parcelas tuvieron un tamaño de 5 metros de ancho por 8l de largo. En los bordes se sembraron mezclas de las variedades incluídas en el experimento con el fín de asegurar la presencia de inóculo; a cada parcela principal le correspondieron 11 variedades para un gran total de 8 parcelas principales y 88 subparcelas.

La siembra se efectuó en el lote 13 correspondiente a la serie Tibaitatá que presenta una textura franco-limosa, con pH de alrededor a 5.6. El cultivo anterior fue de papa, razón por la cual no fue necesa-

rio abonarlo. Las labores de aplicación de matamalezas, insecticidas, drenajes fueron las normales para todo cultivo de trigo. Durante el cultivo se efectuaron dos desyerbes mecánicos.

5.2. DESCRIPCION DE VARIEDADES.

Las variedades fueron escogidas por el Programa de Trigo de acuerdo a la susceptibilidad a distintas enfermedades; su origen es tanto colombiano como extranjero y se tuvo en cuenta también en su inclusión, variedades comerciales que se siembran en la actualidad, así como otras que habiendo sido sembradas por los agricultores, se han descartado por la posterior susceptibilidad a las distintas enfermedades. Finalmente se incluyen algunas variedades promisorias existentes en el Programa y con posibilidades de salir posteriormente como comerciales; se considera importante esta inclusión, pues permite observar la manera como, aunque en menor escala, las enfermedades pueden afectar estas variedades consideradas como promisorias.

En la Tabla 1, se presenta la gnealogía del material empleado asi como el orden correspondiente para efectos del análisis estadístico y prueba de Duncan y posteriormente se hace una breve descripción del mismo.

Variedad Pitic 62: De origen Mejicano altamente susceptible a P. striiformis tanto en la hoja, como en la espiga.

Napo 63: Presenta buena calidad panadera, buen rendimiento, susceptibilidad a P. recondita.

TABLA 1. Nombre, genealogía y orden empleado de las variedades seleccionadas en el experimento y sembradas en Tibaitatá 1973 B.

VARIEDAD	G E N E A L O G I A	Con tratamiento	Sin tratamiento
Pitic 62	Yt54xN.IOB-2b-Ic-7064-Iy-Ih-2r-2m	1	12
Napo 63	Fr- Fn/YxNar.Sib-93I4-22t-Ib-It	2	13
Jaral. S	I8889.6t-8t-4t-27-It	3	14
Samacá	Bza(At-My)^{2} I3022-9b-It-2b-It	4	15
PM.21	Fr^{4}(Bg-Sk/KxE/T-Fn)xToca59	5	16
V.48	Sog.64A-TzPP/Y.54xNapo63 II-20850-38b-5b-It-Ib	6	17
Crespo	Fr(N/Mt-KxBg)xGb.II263-3t-Ib-2t-Ib-It	7	18
Mentana	FR.I267	8	19
Tiba	Fn/Y-My54xMen.II-I0668-4t-2b-It	9	20
Icatá I.	My54-N.IOB/Gb.56)Son64	10	21
Bonza 63	RNxBza55^{2}.VI-3b-2t-30b-2t-Ib	11	22

Haral S.: De origen Mejicano buen rendimiento, susceptible a P. striiformis y Septoria nodorum.

Samacá: Resistente al vuelco, con calidad panadera excelente, altos rendimientos, susceptible a P. recondita.

PM. 21: Variedad promisoria, buen rendimiento y calidad.

V. 48: Buenos rendimientos, variedad promisoria.

Crespo: Variedad pelona, buen grado de rusticidad, se sembró comercialmente durante varios años. Se descartó por susceptibilidad al P. graminis, tritici; presenta altos rendimientos.

Montana: De origen brasileño, susceptible a P. graminis tritici buen tallo, precoz, empleada en los programas de mejoramiento.

Tiba: Espigas cortas, clavadas, de color café, produce harina de excelente calidad, alto índice de rusticidad, resistente al vuelco; se siembra en la actualidad en Cundinamarca, Boyacá y Nariño. Susceptible a Septoria nodorum.

Icatá 1.: Enana, altos rendimientos, descartada por P. graminis, tritici.

Bonza 63: Variedad sin barbas, buenos rendimientos, buena calidad panadera; se siembra actualmente en Cundinamarca, Boyacá y Nariño.

5.3. PRODUCTOS EMPLEADOS.

Como fungicida se aplicó el producto Dithane M22 (80%) de ingrediente activo como Bisditiocarbamato etileno de manganeso, equivalente a 16.5 por ciento de manganeso metálico y 20 por ciento de ingrediente inerte. Se escogió este producto, en base a experiencias previas en otros cultivos como cebada y avena en Colombia, y con fundamento en las referencias de literatura universal, su costo y la familiarización por parte del agri-

cultor, por su uso en cultivos como la papa. En cada parcela principal se aplicó una dosis de 33.6 gramos de Dithane M22 en 6.7 litros de agua, lo que viene a dar una proporción aproximada de 3 kilos en 600 litros de agua.

Dada las buenas experiencias obtenidas en avena, se utilizó Colbón como adherente a razón de 8 centímetros cúbicos para la dosis empleada de fungicida y agua. Como máquina aspersora se utilizó la bomba de espalda Calimax con capacidad de 18 litros.

5.4. FRECUENCIA Y NUMERO DE APLICACIONES.

Se efectuaron 6 aplicaciones durante el transcurso del experimento. La primera aplicación se efectuó a los 56 días después de efectuada la siembra y antes de que hubieran comenzado a espigar las variedades; el plan inicial de efectuar aplicaciones cada 15 días fue necesario variarlo debido a las fuertes y continuas lluvias que se presentaron, siendo necesario aplicar a intervalos más cortos, teniendo en cuenta la apreciación visual y la intensidad de las precipitaciones.

Hubo casos como en la tercera y cuarta aplicación en que fue necesario efectuar las aspersiones con un día de intervalo, a causa de que se presentó lluvia inmediatamente después de la aplicación.

Las aplicaciones quedaron concentradas a un lapso aproximado de dos meses coincidiendo la última con la época en que el cultivo estaba en estado semipastoso y en que las hojas presentaban síntomas ya de secamiento

tanto natural como debido a enfermedades que no hacían necesarias nuevas aspersiones y se efectuó con el fín primordial de defender la espiga de ataques de P. striiformis que ya habían comenzado a hacerse presentes en algunas de las variedades.

5.5. COSECHA Y POSTCOSECHA.

Con anterioridad a la cosecha se hicieron las anotaciones correspondientes al período aproximado de maduración fisiológica tanto para las variedades de las parcelas tratadas como para las de las no tratadas, La cosecha se efectuó con hoz, descartando los surcos extremos de cada subparcela y cosechando los tres centrales; se beneficiaron en trilladora Pullman que es la utilizada por el Programa de Trigo para el material experimental, teniendo mucho cuidado con la velocidad y ventilación para evitar pérdidas por este concepto, en especial con las variedades no tratadas ya que su grano por ser mucho más liviano podía perderse. Se efectuó secamiento natural, limpieza y se dejaron listas para tomar las notas correspondientes.

Se hizo la evaluación de la precipitación caída desde el día de la siembra hasta su cosecha, datos que aparecen en la Tabla 2.

Para el registro de notas en las diferentes enfermedades, se empleó la escala de Cobb usada internacionalmente y en forma de porcentaje. La reacción en las royas amarilla, de la hoja y del tallo se expresó de acuerdo al grado de susceptibilidad observado así: R, para reacción de resistencia MR, moderadamente resistente; MS, moderadamente

TABLA 2. Precipitación durante el período correspondiente a la ejecución del experimento.

Mes	m/m
Septiembre (27 a 30)	1.1
Octubre	84.8
Noviembre	97.8
Diciembre	82.3
Enero	73.4
Febrero	54.7
Marzo (1)	41.0
TOTAL.....	435.1

susceptible; S, susceptible, Tr, equivale a trazas; TrR, a trazas de resistencia; TrMR, a trazas de moderadamente resistente; TrMS, a trazas de moderadamente susceptible; TrS a trazas de susceptibilidad. Para septoriasis y roya amarilla en la gluma solo se expresó la enfermedad en términos de porcentaje.

6. RESULTADOS Y DISCUSION

En este capítulo se presentan los datos obtenidos en é experimento, en relación con rendimiento, peso de mil granos, peso hectolítrico, período vegetativo y altura de plantas, en base al tratamiento con Dithane M22 y su compración con los testigos, en las distintas variedades objeto de este estudio. Además se discute el aspecto económico del control químico en trigo.

6.1. RENDIMIENTO.

De acuerdo con el análisis de varianza se presentaron diferencias altamente significativas entre tratamientos, siendo superiores los rendimientos en las parcelas tratadas que en las no tratadas. Así mismo, la diferencia entre variedades fue altamente significativa; en la Tabla 3, podemos observar el incremento del rendimiento, por acción del empleo del fungicida. Los mayores incrementos se presentaron con las variedades Pitic 62, Samacá, Icatá 1, Tiba y Crespo que excedieron al testigo en más de un 80 por ciento siendo el máximo con Pitic 62 en un 115 por ciento. Las que menos incremento presentaron fueron Mentana, Napo 63, V. 48, Bonza 63 sin ser en ningúno de ellas inferior al 50 por ciento. La interacción tratamiento por variedad resultó significativa y de acuerdo con la prueba de Duncan (Apéndice) Tabla 1, a excepción de la variedad Napo con tratamiento que presentó un rendimiento inferior a cinco de las variedades no tratadas, las demás dieron un rendimiento mayor al ser tratadas. Dentro de estas sobresalieron por su rendimiento Crespo y Tiba que no presentaron diferencia significativa entre sí.

TABLA 3. Influencia del tratamiento sobre el rendimiento.

Variedad	Rendimientos promedio en kilogramos por hectárea		Diferencia	Incremento
	Con tratamiento	Sin tratamiento		%
Pitic	2.414	1.130	1.284	114
Napo	1.919	1.221	698	57
Jaral S	3.372	2.108	1.264	60
Samacá	3.281	1.633	1.648	100
PM 21	3.027	1.880	1.147	61
V. 48	3.328	2.141	1.187	56
Crespo	4.505	2.406	2.099	87
Mentana	2.600	1.708	892	52
Tiba	4.266	2.372	1.894	80
Icatá 1	2.950	1.480	1.470	99
Bonza 63	3.128	2.030	1.098	54

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrado medio	F. Calculado
Tratamiento	1	39.177	3168.44**
Error A	3	0.012	
Variedad	10	26.412	18.56**
Error B	60	0.142	
Trat. x Variedad	10	0.348	2.44
Error B	60	0.142	

DMS. Variedad 5% = 0.0754 DMS. Variedad 1%= 0.1385
DMS. Trat. x Variedad 5% = 0.3772 DMS. Trat. x Variedad 1% = 0.5017

6.2. PESO DE MIL GRANOS.

La diferencia observada entre tratamientos y entre variedades fue altamente significativa Tabla 4.

Las mayores diferencias se observaron en las variedades Samacá, Tiba, Mentana, PM 21 e Icatá 1, con diferencias superiores a 10 gramos. Las menores diferencias se presentaron con Napo 63 y Jaral S. con 6.3 y 6.7 gramos. La interacción tratamiento por variedad también fue altamente significativa.

De acuerdo con la prueba de Duncan (Apéndice) Tabla 2, se confirmó lo deducido en la prueba de F, de que las variedades tratadas con excepción de Pitic y Jaral S. tienen un peso mayor por cada mil granos que las no tratadas. Es de anotar sin embargo, que la variedad 48 sin tratar tuvo un peso superior a Pitic y Jaral S. tratadas en los mil granos considerados.

6.3. PESO HECTOLITRICO.

Se presentó diferencia altamente significativa entre tratamiento, variedades y en la interacción tratamiento por variedad Tabla 5. Las mayores diferencias se presentaron en las variedades Pitic, Icatá 1, y Samacá y las menores en V. 48, Jaral S. y Bonza 63.

En la interacción tratamiento por variedad y de acuerdo con la prueba de Duncan (Apéndice) Tabla 3, las variedades tratadas fueron superiores a las no tratadas, con excepción de la variedad 48 sin tratamiento,

TABLA 4. Influencia del tratamiento sobre el peso de mil granos.

Variedad	Peso promedio de mil granos expresados en gramos		
	Con tratamiento	Sin tratamiento	Diferencia
Pitic 62	29.2	18.9	10.3
Napo 63	33.9	27.6	6.3
Jaral S	30.0	23.3	6.7
Samacá	42.4	22.2	20.2
P.M. 21	36.6	26.0	10.6
V. 48	41.5	32.5	9.0
Crespo	36.2	26.1	10.1
Mentana	40.1	28.0	12.1
Tiba	43.5	27.8	15.7
Icatá I	34.5	23.0	11.5
Bonza 63	36.1	27.1	9.0

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrado medio	F. Calculado
Tratamiento	1	2681.837	227.17**
Error A	3	11.805	
Variedad	10	111.778	11.41**
Error B	60	9.881	
Tratam. x Variedad	10	31.650	3.20**

DMS Variedad 5% = 2.3312 DMS Variedad 1% = 4.2786

DMS Trat. x Var. 5% = 3.1439 DMS Trat. x Var. 1% = 4.1812

TABLA 5. Influencia del tratamiento sobre el peso hectolítrico.

Variedad	Peso Hectolítrico		Diferencia
	Con tratamiento	Sin tratamiento	
Pitic 62	64.6	52.6	12.0
Napo 63	71.3	67.5	3.8
Jaral S	71.0	67.8	3.2
Samacá	75.6	69.6	6.0
P.M. 21	71.4	66.4	5.0
V.48	77.1	74.3	2.8
Crespo	76.1	70.6	5.5
Mentana	75.2	69.8	5.4
Tiba	76.2	70.8	5.4
Icatá 1	74.6	65.3	9.3
Bonza 63	74.8	71.1	3.7

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrado Medio	F. Calculado
Tratamiento	1	706.255	2600.076**
Error A	3	0.271	
Variedad	10	163.882	352.250**
Error B	60	0.465	
Trat. x Var.	10	14.831	31.879**
	60	0.465	

DMS Variedad 5% = 0.3536 DMS variedad 1% = 0.6490

DMS Trat. x Var. 5% = 0.6821 DMS Trat. x Var. 1% = 0.9072

que tuvo un peso hectolítrico superior a Pitic, Jaral S, Napo y P.M.21 con tratamiento.

6.4. ALTURA DE PLANTA.

Para esta variable las diferencias entre tratamientos fueron altamente significativas, lo mismo entre variedades, no así para la interacción tratamiento por variedad que no resultó significativa, Tabla 6, siendo innecesaria por lo tanto la prueba de Duncan. Se comprueban los resultados obtenidos por otros investigadores en el sentido de que el control de las enfermedades tiene incidencia sobre la altura, siendo mayor en las tratadas.

Las mayores diferencias las apreciamos en las variedades Jaral, Pitic y Crespo y las menores en Tiba y Bonza.

6.5. PERIODO VEGETATIVO.

Las diferencias fueron altamente significativas entre tratamientos, variedades y para la interacción tratamiento por variedad. Se observa en la Tabla 7, un período vegetativo mayor en las variedades aspersadas con el fungicida. Las mayores diferencias se presentaron con las variedades Icatá 1, Pitic, Mentana y Samacá con un período entre siete y ocho días y las menores con Crespo, Bonza y V.48 con cuatro días.

En la prueba de Duncan, Tabla 4 (Apéndice), para la interacción

TABLA 6. Influencia del tratamiento sobre la altura de planta.

Variedad	Altura de plantas promedio en metros		Diferencia
	Con Tratamiento	Sin Tratamiento	
Pitic 62	0.83	0.78	0.05
Napo 63	0.80	0.76	0.04
Jaral S	0.78	0.71	0.07
Samacá	0.86	0.84	0.02
P.M. 21	0.91	0.88	0.03
V. 48	0.89	0.85	0.04
Crespo	0.94	0.89	0.05
Mentana	0.93	0.89	0.04
Tiba	0.74	0.73	0.01
Icatá 1	0.68	0.65	0.03
Bonza 63	0.90	0.89	0.01

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrado Medio	F. Calculado
Tratamiento	1	0.02730	48.864**
Error A	3	0.00056	
Variedad	10	0.05640	87.070**
Error B	60	0.00065	
Trat. x Var.	10	0.00049	0.754
Error B	60	0.00065	

DMS Variedad 5% = 0.0160 DMS Variedad 1% = 0.0294

DMS Trat. x Var. 5% = 0.0254 DMS Trat. x Var. 1%= 0.0339

TABLA 7. Influencia del tratamiento sobre el período vegetativo.

Variedad	Período Vegetativo Período en Días		
	Con Tratamiento	Sin Tratamiento	Diferencia
Pitic 62	170	163	7
Napo 63	172	167	5
Jaral S	173	167	6
Samacá	171	164	7
P.M. 21	174	163	6
V. 48	173	169	4
Crespo	175	171	4
Mentana	172	165	7
Tiba	173	168	5
Icatá 1	173	165	8
Bonza 63	174	170	4

Fuente de Variación	G.L.	Cuadrado Medio	F. Calculado
Tratamiento	1	0.000721	680.40**
Error A	3	0.000001	
Variedad	10	0.000026	20.71**
Error B	60	0.000001	
Trat. x Var.	10	0.000005	3.68**
Error B	60	0.000001	

DMS Variedad 5% = 0.0007 DMS Variedad 1% = 0.0013

DMS Trat. x Var. 5% = 0.0011 DMS Trat. x Var. 1% = 0.0015

tratamiento por variedad se observa que las variedades no tratadas presentaron un período vegetativo menor con excepción de Crespo que es superior a dos variedades tratadas.

6.6. INFLUENCIA DEL TRATAMIENTO SOBRE LAS ENFERMEDADES.

6.6.1. Roya amarilla de la hoja (Puccinia striiformis).

El efecto del fungicida se apreció rápidamente a partir de la primera aplicación. En la Tabla 8, podemos evidenciar un alto grado de control en variedades susceptibles tales como Pitic, Jaral S, Mentana e Icatá 1. En variedades como Napo y V 48, que presentaron poca incidencia de ataque las diferencias fueron muy estrechas y finalmente en variedades como Samacá y P.M.21, la cantidad fue de trazas tanto para aplicación del fungicida como para no aplicación.

6.6.2. Roya amarilla de la gluma (Puccinia striiformis).

Esta enfermedad se presentó en pocas variedades. En Pitic, Jaral S, e Icatá 1, las diferencias fueron muy apreciables; en el resto de variedades se presentó como trazas tanto para las que recibieron fungicida como para las que no lo recibieron (ver Tabla 8). En este caso es de resaltar la influencia que puede tener la última aplicación.

6.6.3. Roya de la hoja (Puccinia recondita).

Esta enfermedad fue la primera en manifestarse, aún antes de comenzar

TABLA 8. Influencia del tratamiento sobre el desarrollo de las enfermedades.

Variedad	Tratamiento	P. striiformis Hoja	P. striiformis Espiga	P. recondita	P. graminis	S.nodorum
Pitic 62	Sin Fung.	70S	90	TrMR-MS	0-TrR	--*
	Con Fung.	40S	40	TrMR-MS	0	10
Napo 63	Sin Fung	10MS-S	Tr	80S	0-Tr	--
	Con Fung	5MS-S	Tr	40S	0	10
Jaral S	Sin Fung	50S	60	TrR	0	40
	Con Fung	25S	20	TrR	0	10
Samacá	Sin Fung	TrR	Tr	100S	0	--
	Con Fung	TrR	Tr	50S	0	10
P.M. 21	Sin Fung	Tr	Tr	80S	0-Tr	0-20
	Con Fung	Tr	Tr	30S	0	10
V. 48	Sin Fung	10MS-S	Tr	90S	0	--
	Con Fung	10MS-S	Tr	30S	0	10
Crespo	Sin Fung	30MS-S	Tr	TrR	0	70
	Con Fung	10MS-S	Tr	TrR	0	5
Mentana	Sin Fung	40S	Tr	5MS-S	0	30
	Con Fung	20S	Tr	5MS-S	0	5
Tiba	Sin Fung	25MS-S	Tr	5S	0	50
	Con Fung	10Ms-S	Tr	5S	0	5
Icatá 1	Sin Fung	40S	60	TrR	0	50
	Con Fung	20MS-S	20	TrR	0	5
Bonza 63	Sin Fung	20MS-S	Tr	5MS-S	0	70
	Con Fung	10MS-S	Tr	10MS-S	0	5

* Las variedades que aparecen sin nota en la enfermedad transmitida por S. nodorum, se debe al posible enmascaramiento por otra enfermedad.

el espigamiento y su incremento fue así mismo el más rápido, a tal punto que para la época en que se efectuó la segunda aplicación, 70 días después de la siembra, variedades como Napo y Samacá, presentaban un 40S de ataque contra 5MR y 0 en las que habían recibido tratamiento. A los 90 días ya alcanzaban entre un 60S y 90S contra un 20S y 40S del material protegido con Maneb. En variedades poco susceptibles como Crespo, Icatá 1 y Tiba no se observaron diferencias entre Tratadas y no tratadas Tabla 8.

6.6.4. Septoriasis (Septoria nodorum).

Se presentó en los últimos estados del período vegetativo, pero también se multiplicó muy rápidamente; fue asi como las variedades Crespo y Bonza 63 que habían tenido un márgen muy bajo por concepto de otras enfermedades, alcanzaron un porcentaje de ataque equivalente a un 70 por ciento de la superficie de la hoja (vease Tabla 8) y esto fue la causa, en buena parte de la disminución en los rendimientos de esas variedades; la diferencia con el tratamiento como se ve en la misma tabla es muy apreciable. Otras variedades fuertemente atacadas fueron Tiba e Icatá 1. En algunas no fue posible apreciar la enfermedad ya que pudo haber sido enmascarado por alguna de las royas.

6.6.5. Roya del Tallo (Puccinia graminis).

Las distintas variedades no se vieron afectadas por concepto de esta enfermedad, quizás por no ser propicia la época. La reacción en

ninguna de ellas fue superior a TrR (Trazas de resistencia).

6.7. IMPORTANCIA ECONOMICA DEL CONTROL QUIMICO EN TRIGO.

Quizás sea este el punto primordial de la justificación para la aplicación de productos químicos, en el tratamiento de las enfermedades de las plantas. No habría provecho alguno si la sola disminución en el porcentaje de las enfermedades no trajera consigo un incremento significativo en las ganancias del agricultor. Los resultados de este trabajo concuerdan con otros entre los cuales podemos citar a los efectuados por Singh et al (38), en la India y en los cuales se demostró la justificación económica de la aplicación de fungicidas para el control de las royas.

Para la correspondiente evaluación se tuvieron en cuenta los siguientes factores:

6.7.1. Rendimiento en kilos por hectárea.

6.7.2. Peso hectolítrico.

6.7.3. Húmedad.

6.7.4. Costo de la aplicación (fungicida, adherente, obreros, bombas aspersoras.

6.7.5. Costo del cultivo.

Los precios del trigo se obtuvieron en base a los del IDEMA. Para los costos del cultivo se tuvieron en cuenta los obtenidos en Tibaitatá a nivel comercial que para la época en que se efectuó el

experimento eran de $4.800,oo por hectárea a esto se le agregaron los gastos provenientes de la aplicación del fungicida, que fueron de $1.294,oo por la misma unidad de superficie para un gran total de costos de $6.094,oo. La diferencia entre costo del cultivo más el de la aplicación de los fungicidas y el precio de venta, nos dará la ganancia neta obtenida por hectárea.

En la Tabla 9, vemos el sentido económico que se presenta con la aplicación del Dithane M22. Es de anotar que los rendimientos experimentales son superiores a los que se obtienen comercialmente aproximadamente en un 30% y que las ganancias resultarán menores por lo tanto al considerar este último aspecto. Como podemos observar en la Tabla citada, en variedades como Pitic 62 y Napo se obtuvieron pérdidas de $1.544,oo y $236.oo respectivamente al no aplicarse fungicida contra ganancias de $2.641,oo y $1.534,oo al aplicarlo. En otras variedades como Icatá 1 y P.M. 21 sin tratamiento las ganancias fueron solo de $718,oo y $63.oo contra $6.304,oo y $5.972,oo en las tratadas. Se observan igualmente diferencias muy apreciables en Crespo que dió un margen de ganancias comparativas en favor del tratamiento de $8.453,oo por hectárea, Tiba $7.622,oo, P.M. 21 $5.909,oo y Samacá $5.703,oo. Las ganancias mínimas obtenidas por este concepto se presentaron con Napo por $1.770,oo aquí es preciso señalar que esta variedad tuvo un bajo porcentaje de germinación.

En la Figura 1 podemos observar los mismos resultados en forma gráfica.

TABLA 9. Ganancia neta por hectárea resultante de la aplicación del fungicida.

Variedad	Ganancias netas obtenidas al deducir los gastos del cultivo*		
	Con Fungicida $	Sin Fungicida $	Ganancia Comparativa $
Pitic 62	2.641	- 1.544	4.185
Napo 63	1.534	- 236	1.770
Jaral S	7.506	3.221	4.285
Samacá	7.961	2.258	5.703
P.M. 21	5.972	63	5.909
V. 48	7.806	3.991	3.815
Crespo	13.198	4.747	8.451
Mentana	4.922	1.894	3.028
Tiba	12.365	4.743	7.622
Icatá 1	6.304	718	5.586
Bonza 63	6.969	3.116	3.853

* Los gatos del cultivo para el testigo fueron de $4.800,oo y para el tratamiento con el fungicida de $6.094,oo

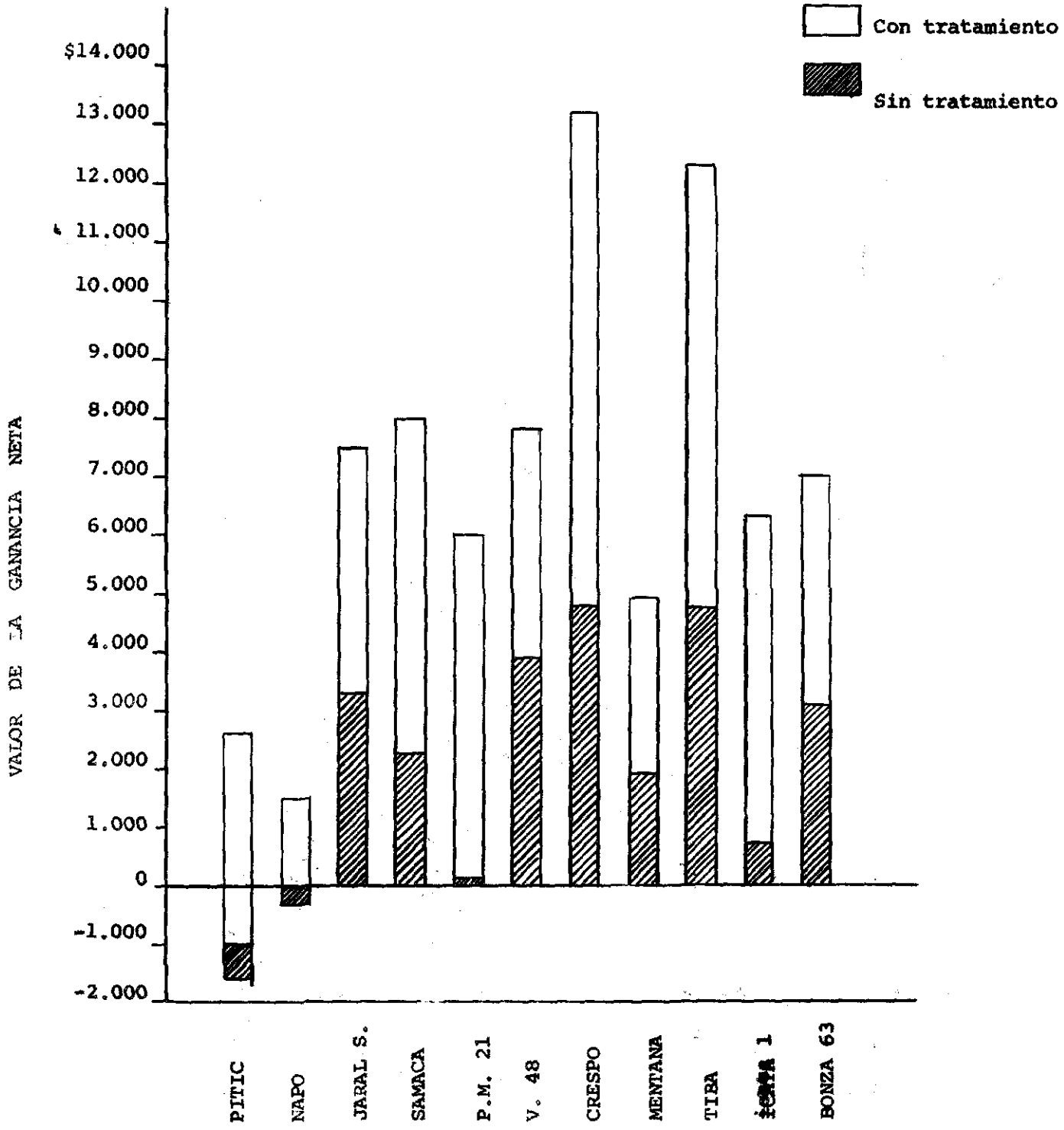


FIGURA 1. GANANCIA COMPARATIVA ENTRE TRATAMIENTOS EN LAS VARIEDADES.

7. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos y a las observaciones efectuadas se concluye:

7.1. Las enfermedades prevalentes en el cultivo de trigo, causan gran disminución en el rendimiento de las distintas variedades y por lo tanto inciden en la economía del cultivo.

7.2. Con la aplicación del producto Dithane M22 se logró reducir en alto grado la incidencia de las enfermedades y por lo tanto incrementar en forma significativa el rendimiento, el peso hectolítrico y el peso de mil granos.

7.3. Se observa, por efecto del fungicida, un ligero incremento en la altura de las plantas, así como un aumento en el período vegetativo que en ningún caso fue superior a los ocho días.

7.4. La aplicación de fungicida no controla en forma total las distintas enfermedades.

7.5. La roya amarilla cuyo agente causal es el P. striiformis se presentó en mayor proporción en las variedades Pitic 62, Jaral S, Mentana y Tiba notándose reducción de la enfermedad cuando fueron tratadas.

7.6. La roya de la hoja P. recondita fue la primera en aparecer y la

más rápida en propagarse. Las variedades más susceptibles fueron Napo 63, Samacá, P.M. 21 y V.48. Como en el caso de la roya amarilla las diferencias fueron muy significativas.

7.7. La enfermedad producida por el Septoria nodorum, se presentó en las últimas etapas del período vegetativo, especialmente en las variedades Bonza, Crespo e Icatá 1, notándose gran diferencia en las tratadas y atribuyéndosele en gran parte la disminución, en los rendimientos.

7.8. La roya del tallo causada por el P. graminis tritici se presentó solo en trazas, tanto para las variedades tratadas con fungicida como para las no tratadas.

7.9. En base a los resultados económicos obtenidos podemos decir que puede llegar a justificarse en Colombia el control químico de las enfermedades de trigo con el producto Dithane M22.

7.10. Desde el punto de vista de producción de semillas, se justifica también el empleo del Dithane M22 dada la calidad del producto a obtener y sus ventajas económicas.

7.11. Es necesario efectuar comprobaciones a nivel comercial, para determinar el mejor sistema de aplicación; en colaboración con el Departamento de Maquinaria Agrícola del ICA y en fincas de agricultores.

8. RESUMEN

Debido a la gran importancia que tiene el cultivo del trigo para Colombia, su incidencia en la economía, el interés por incrementar no solo el área sembrada, sino también la producción y la productividad, conociendo además que las enfermedades son un factor limitante para alcanzar las metas propuestas se proyectó y ejecutó en el segundo semestre de 1973 en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias "Tibaitatá" un experimento cuyo objetivo principal fue el observar y evaluar la influencia del control químico sobre las distintas enfermedades del trigo y poder justificar o no su posible aplicación a un nivel comercial. Para el efecto se trabajó con once variedades, de distintos orígenes y susceptibles a diferentes enfermedades. Se utilizó el fungicida Dithane M22 en dosis de tres kilos por hectárea del producto comercial, efectuándose seis aplicaciones.

Al hacer el análisis de los resultados se encontraron diferencias altamente significativas para rendimiento, peso de mil granos y peso hectolítrico. En el aspecto económico, con todas las variedades tratadas se obtuvieron resultados muy superiores a ls no tratadas, una vez deducidos los costos de la aplicación.

De acuerdo con los resultados obtenidos podemos deducir que bajo las actuales circunstancias es económica la aplicación del producto Dithane M22 y que es muy importante programar ensayos a nivel comercial, así como ensayar diferentes tipos de maquinaria para poder recomendar esta práctica á los agricultores.

9. SUMMARY

Because of the great economic importance of wheat cultivation in Colombia, the interest not only in expanding the cultivated area but also the yield and productivity, and the knowledge that diseases are a limiting factor in reaching these proposed goals an experiment was planned and carried aout during the second semester of 1973 in the National Center of Agricultural Investigacions, Tibaitatá with the principal objective of observing and evaluating the influence of chemical control on specific diseases of wheat and of justifying or not possible commercial application. Eleven varieties from distinct origins and susceptible to different diseases were used. The fungicide used was the commercial product Dithane M22 in doses of 3 kilograms per hectare applied six times.

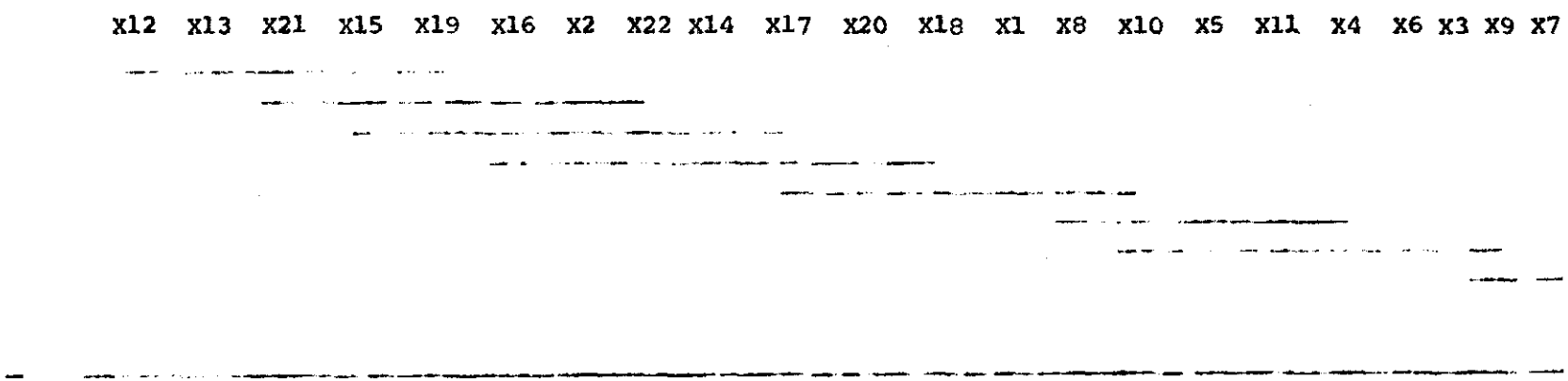
In analyzing the results, highly significant difference in yield, weight of one thousand grains and hectolitric weight were found. From the economic aspect, superior results were obtained with all the treated varieties than with the untreated ones once deduction of application costs had been made.

In accord with the obtained results we can deduce that under present circunstances the application of Dithane M22 is economical and that the planning of commercial trials is very important as well as the testing of different types of machines so that this practice can be recommend to farmers.

A P E N D I C E

TABLA 1. Prueba de Duncan para comprobar los promedios de rendimiento para la interacción tratamiento por variedad.

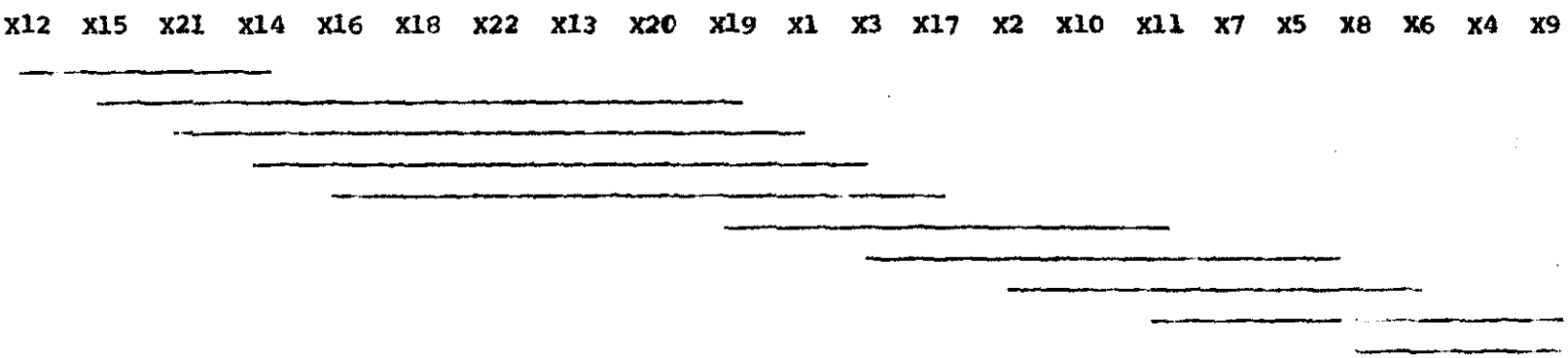
Promedios Ordenados:



$$S\bar{X} = \sqrt{\frac{01423}{4}} = 019$$

TABLA 2. Prueba de Duncan para comprobar los promedios de peso de 1.000 granos para la interacción tratamiento por variedad.

Promedios Ordenados:



$$SX = \sqrt{\frac{9.8812}{4}} = 1.57$$

TABLA 3. Prueba de Duncan para comprobar los promedios de peso hectolítrico para la interacción tratamiento por variedad.

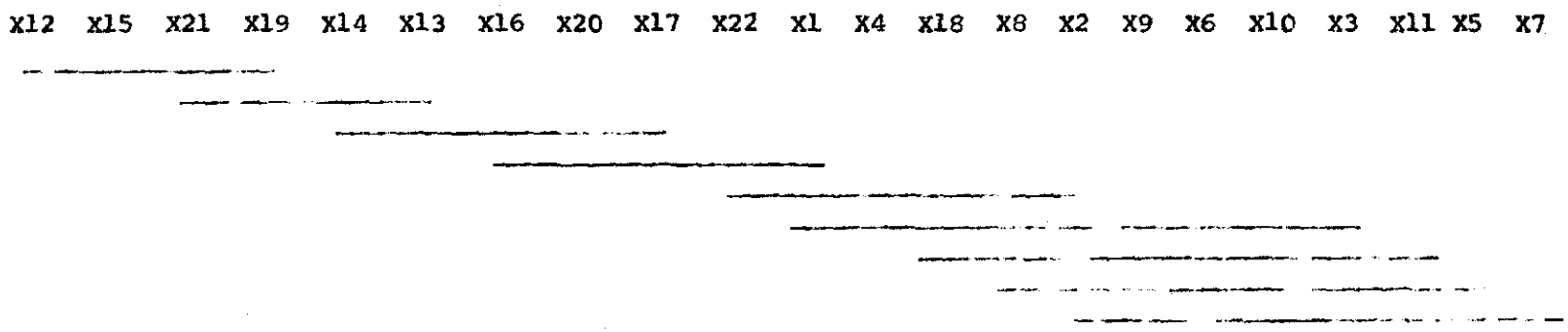
Promedios Ordenados:

X12	X1	X21	X16	X13	X14	X19	X15	X18	X22	X20	X3	X2	X5	X17	X10	X11	X8	X4	X7	X9	X6
———	———																				
	———	———																			
			———	———																	
				———	———																
						———	———	———	———	———	———	———									
								———	———	———	———	———	———								
													———	———	———						
															———	———	———	———			
																	———	———	———	———	

$$S\bar{X} = \sqrt{\frac{0.4652}{4}} = 0.3410$$

TABLA 4. Prueba de Duncan para comprobar los promedios de período vegetativo para la interacción tratamiento por variedad.

Promedios Ordenados:



$$S\bar{x} = \sqrt{\frac{0.0000012}{4}} = 0.00056$$

BIBLIOGRAFIA

1. ACOSTA, A. and J. E. LIVINGSTON. 1955. Effects of calcium sulfamate and sodium sulfanilate on small grains and on stem rust development. Phytopathology. 45:503-506.

2. ARDILA, C.; M. CONTRERAS y R. REYES. 1970. Efectos secundarios de nueve fungicidas y acción de un adherente en avena. Revista ICA (Colombia) 5:259-282.

3. BEVER, W. 1937. Influence of stripe rust on growth water economy, and field of wheat and barley. J. Agric. Res. 54:375-385.

4. BUSTAMENTE, E. 1962. Control químico de royas en cereales menores. In: Colombia. Ministerio de Agricultura. DIA. Programa de Fitopatología. Informe Anual de Labores, Bogotá. pp. 32-33. (Mimeografiado).

5. CALDWELL, R. and J. NARVAEZ. 1960. Losses to winter wheat from infection by Septoria tritici. Phytopathology 50:360 (Resumen)

6. COLOMBIA. MINISTERIO DE AGRICULTURA. OFICINA DE PLANEACION DEL SECTOR AGROPECUARIO. (OPSA). 1973. Programas agrícolas 1973. pp. 95-102.

7. _____. 1972. Programas agrícolas 1972. pp. 1-125.

8. CHAVEZ, L. y J. ORJUELA. 1967. Efectos secundarios de fungicidas en cebada. Agric. Trop. (Colombia) 23:314-329.

9. DICKSON, J.G. 1959. Chemical control of cereal rusts. Bot. Rev. 25:486-513.

10. DOLING, D. A. and J. K. DOODSON. 1968. The effect of yellow rust on the yield of spring and winter wheat. Trans. Brit. Mycol. Soc. 51:427-434.

11. DOODSON, J. K.; J. G. MANNERS and A. MYERS. 1964. Some effects of yellow rust (Puccinia striiformis) on the growth and yield of a spring wheat. Ann. Bot. 28:459 (Resumen).

12. FORSYTH, F. R. and B. PETURSON. 1960. Control of leaf and stem rust of wheat by zineb and inorganic nickel salts. Plant. Dis. Rep. 44:208 (Resumen).

13. GARRET, M. N.; FUTRELL and I. M. ATKINS. 1958. Effects of stem of different infection intensities on yield and other factors in wheat. Plant. Dis. Rep. 42:1237-1243.

14. GREWAL, J.S. and D. VIR. 1959. Efficacy of different fungicides; II field trials in relation to wheat rust. Indian Phytopathology 12:168-171.

15. HAGBORG, W. A. 1970. Carboxanilido systemic chemicals in the control of leaf and stem rust of wheat. Can. J. Plant. Sci. 50:631-641.

16. _____. 1965. A comparison of a dried and filtrate containing antibiotic, P.9 with a nickel - zineb mixture, and di-chlorotetrafluoriacetone for cereal rust control. Can. J. Plant. Sci. 46:537-543.

17. HAGBORG, W. A. and R. ROHRINGER. 1966. Antibiotic P.9 purification and protected chemiotherapeutic effect of stem rust of wheat. Can. J. Bot. 44:1443 (Resumen).

18. _____; F. T. SPENCER and W. S. CHELECKS. 1961. Antibiotic P.9 in the control of cereal rusts. Can. J. Bot. 39:1725-1732.

19. HASKETT, W. C. and C. O. YOHNSTON. 1958. Chemical control of stem and leaf rust of wheat in Kansas. Plant. Dis. Rep. 42:5. (Resumen).

20. HOBBS, C. D. and M. C. FUTRELL. 1966. Evaluation of nickel + dithiocarbamates to control of wheat stem rusts. Plant. Dis. Rep. 50:373-376.

21. JENKINS, E. 1969. The effect of septoria diseases on the yield on winter wheat. Plant Pathology. 15:41-43.

22. JOHNSTON, C. O. 1934. Relation of leaf rust infection to yield growth, and water economy of two varieties of wheat. J. Agric. Res. 49:955 (Resumen).

23. KIGHTHINGER, C. V. and H. H. WHETZEL. 1926. Annual meeting of the american phytopathology society. Second report on dusting for cereal rusts. Kansas City. Phytopathology 16:63 (Resumen).

24. LAMBERT, E. B. and E. C. STAKMAN. 1926. Effect of sulfurs dust on the development of black stem rust of wheat in a natural epidemic. Phytopathology 16:63 (Resumen).

25. MAINS, E. B. 1930. Effect of leaf rust (Puccinia triticina Enks) on yield of wheat. J. Agric. Res. 40:417 (Resumen).

26. MILLER, P. R. 1970. Crop protecting chemicals must be used to improve food suplies. Agric. Chem. 25(12):16-17.

27. ORJUELA, J. y H. D. THURSTON. 1958. Pérdidas causadas por la roya amarilla del trigo. Agric. Trop. (Colombia) 21:23-24.

28. PETURSON, B.; M. NEWTON and A. G. WHITESIDE. 1945. The effect of leaf rust on the yield and cuality of wheat. Can. J. Res. 23:106-114.

29. POWELSON, R. and G. E. SHAUER. 1966. An effective chemical treatment for systemic control of seedling infection of wheat by stripe rust (Puccinia striiformis). Plant Dis. Rep. 50:806-807.

30. PRASADA, R. 1960. Fight the wheat rust. Indian Phytopathology 13:1-5.

31. RAMIREZ, O. y L. PELAEZ. 1968. Valoración de pérdidas causadas en cebada por enfermedades foliares y su control químico. Tesis. Ingeniero Agrónomo. Facultad Nacional de Agronomía, Bogotá. pp. 40 (Mecanografiada).

32. ROBAYO, G. y J. ORJUELA. 1968. Efecto de un fungicida en el rendimiento y calidad de la cebada. Revista ICA (Colombia) 3:131-137.

33. ROMIG, R. and W. CALPOUZOS. 1970. The relation strip between stem rust and loss in yield of spring wheat. Phytopathology 60:1801-1805.

34. ROWELL, J. B. 1973. Control of leaf and stem rusts of wheat by seed treatment with oxicarboxin. Plant Dis. Rep. 57:567 (Resumen).

35. ROWELL, J. B. 1968. Control of leaf and stem rusts of wheat by combynations of soil application of an 1,4-Oxathien derivative with foliage sprays. Plant Dis. Rep. 52:856 (Resumen).

36. _____. 1968. Chemical control of the cereal rusts. Ann. Rev. Phytopath. 6:243-263.

37. _____. 1964. Factors affecting field perfomance of nickel salt plus dithiocarbamate fungicide mixtures for the control of wheat rusts. Phytopathology 54:999-1008.

38. SINGH, D. V.; B.M. KLANNA and A. N. KLANNA. 1969. Field evaluation of some fungicides for control of leaf and stem rusts of wheat. Plant Dis. Rep. 53:352-355.

39. STEWARD, V. and E. R. HELN. 1967. Effect of strip rust on yield and its components of six winter wheat varieties. Plant. Dis. Rep. 51:702-705.

40. TANDON, I. N.; B. K. SINGH and R. S. MATHUS. 1968. Control of wheat rusts with fungicides. Indian Phytopathology 21:389-396.

41. WEBER, P. R. 1970. Septoria diseases of wheat. Phytopathology 12:538 (Resumen).