



28
29
UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

EVALUACION DE DOS FUNGICIDAS PARA EL
CONTROL DE LA ROYA LINEAL (*Puccinia striiformis*
f. sp. hordei west.), EN EL CULTIVO DE CEBADA,
EN EL MUNICIPIO DE ZEMPOALA, HIDALGO.

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A N :

Jiménez Heredia Javier
Cacho Barbosa Abel Gerardo

Director de Tesis
Biol. Marcos Espadas Roséndiz

TESIS CON
FALLA DE ORIGEN

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MEX.

1991



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

Resumen.	1
I. Introducción.	3
I.1 Objetivos.	6
II. Revisión de literatura.	7
2.1. Antecedentes.	7
2.2. El Cultivo.	11
2.3. Descripción del Agente Causal.	13
2.3.1. Ciclo de la Enfermedad.	14
2.4. Control de la Roya Lineal.	17
2.4.1. Control Cultural.	19
2.4.2. Control Físico.	21
2.4.3. Control Genético.	25
2.4.4. Control Químico.	30
2.4.4.1. Resistencia a Fungicidas.	33
III. Materiales y Métodos.	36
IV. Resultados y Análisis.	37
4.1. Plantas infectadas.	37
4.2. Tejido infectado.	48
4.3. Rendimiento.	56
4.4. Condiciones ambientales.	60
V. Conclusiones.	61
VI. Recomendaciones.	62

VII. Bibliografía.

63

VIII. Anexos.

71

Resumen.

La roya lineal o amarilla de la cebada, causada por el hongo *Puccinia striiformis* f. sp. *hordei* West. se ha convertido en un problema grave para la producción de este grano; no existiendo variedades resistentes, se hacen necesarias medidas de control inmediatas: una de ellas es la utilización de productos químicos. El presente trabajo estuvo enfocado en la evaluación de dos fungicidas (Folicur y Tilt) en la variedades Puebla y Centinela que son las más cultivadas en la región. Se empleó el método estadístico factorial con una distribución completamente al azar, registrándose básicamente tres parámetros que fueron: plantas infectadas, tejido infectado y rendimiento.

Una vez detectada la presencia de la enfermedad en el cultivo, se realizaron las aplicaciones foliares, muestrándose cada siete días para que, además de determinar la eficacia de los fungicidas, comprobar el rango de protección que presentaron. Por las condiciones ambientales prevalocientes, óptimas para el desarrollo de la enfermedad, fué necesario hacer dos aplicaciones.

Los resultados obtenidos en cada una de las lecturas demostraron que el Folicur fue el producto que tuvo el mejor control de la roya lineal, además del rango especificado de protección que se mantuvo aceptable hasta veintin días. El Tilt, ni tuvo un efecto aceptable sobre el hongo ni cumplió con el

periodo de protección marcado, ya que aún después de la aplicación, los promedios de plantas infectadas no bajaron del treinta por ciento. El testigo definitivamente evidenció la severidad y rapidez con que actúa el patógeno cuando se presentan las condiciones necesarias.

El rendimiento fue el reflejo de cada tratamiento, obteniéndose las mayores producciones en el T2 (Folicur) con 3.2 Ton/ha. en la variedad centinela, que en términos generales respondió mejor que la variedad puebla, en contraste con el T3 (Tilt) que tuvo 2.1. Ton/ha. y en T1 (testigo) con 1.2 Ton/ha para la misma variedad.

I. Introducción.

En la actualidad, la producción de cereales se ha visto afectada por un buen número de enfermedades fungosas, entre las cuales tenemos a las royas, ocasionadas por Basidiomycetes del orden Uredinales, que se encuentran entre las enfermedades más destructivas, con efectos devastadores, sobre todo en trigo, avena, y cebada (Agrios, 1985); atacando principalmente las hojas y los tallos. Entre las más importantes tenemos a las royas del género *Puccinia* con las especies; *P. graminis*,) roya del tallo del trigo; la roya amarilla o rayada del trigo, cebada y centeno (*P. striiformis*); la roya café o foliar del trigo y del centeno (*P. recondita*); la roya coronada de la avena (*P. coronata*); la roya del sorgo (*P. purpurea*); y otras más que ocasionan pérdidas equivalentes a casi el 10 % de la producción mundial de granos por año (Agrios,1985).

En el presente trabajo se estudió a la roya lineal o amarilla de la cebada, causada por *Puccinia striiformis* f. sp. hordei Vest. que afecta diversas especies cerealeras y muchos tipos de pastos, ya que recientemente se ha convertido en un problema serio en las zonas productoras de cebada sobre todo a partir del verano de 1988 en el Altiplano Central y el Bajo, cuando atacó variedades comerciales y material experimental, lo que trajo como

consecuencia bajas en el rendimiento hasta de un 50 % (SARH, 1989). Debido a esa reciente aparición como enfermedad endémica en México, a la fecha no contamos con variedades resistentes a la roya lineal, aunque ya se encuentran en estudio para su liberación, por lo que una solución a corto plazo es el uso de productos químicos. El presente trabajo está encaminado precisamente a la evaluación de dos productos químicos para el control de la roya lineal en una zona cercana a Apax Hidalgo, importante productora de este grano. Actualmente en la región, se presenta una problemática seria sobre este cultivo, ya que los productores no desean sembrar cebada, en primera porque no cuentan con variedades que sean resistentes al ataque de la roya lineal, en segundo porque, según ellos, los productos químicos ya no responden de igual manera, y tercero porque no les conviene económicamente ya que al ser los costos de producción altos y los precios del grano bajos no les quedan utilidades que los motiven para seguir con la producción de cebada.

Las variedades Puebla y Centinela son las más utilizadas en la región, por lo que servirán como material vegetal en el que se estudiara la efectividad de los fungicidas Follicur 250 CE y Tilt 250 CE, durante su desarrollo vegetativo, así como la importancia de utilizar semilla certificada como mecanismo de protección en las primeras etapas del desarrollo de la planta y cuantificar las

ventajas económicas que representa el combate de la roya en comparación con la producción que se obtiene cuando no se lleva a cabo esta actividad.

1.1. Objetivos.

Evaluar los daños ocasionados por el ataque de la roya lineal (*Puccinia striiformis* f. sp. hordei, West.) al cultivo de la cebada.

Conocer la importancia del tratamiento a la semilla como aspecto fundamental en la protección al ataque de la roya lineal en las primeras etapas del desarrollo de la cebada.

Determinar la efectividad de dos fungicidas foliares para controlar el ataque de la roya lineal de la cebada.

Evaluar la variedad que resiste mejor el ataque de la roya lineal como a las condiciones ambientales de la zona.

II. Revisión de Literatura.

2.1. Antecedentes.

Es importante conocer la dificultad que entraña el manejo del patógeno causante de la roya lineal de la cebada (*P. striiformis* f. sp. hordei. West.), ya que tiene una gran diversidad de mecanismos para sobrevivir, diseminarse e infectar extensas zonas, características de la mayoría de las enfermedades fungosas. Mathre, (1985) menciona que el micelio permanece viable hasta $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$ y su desarrollo es muy rápido entre los $10 - 15\text{ }^{\circ}\text{C}$, Garet y Clifford (1983), mencionan que el óptimo para la germinación de esporas y penetración es de $8 - 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un máximo de $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, estos mismos autores indican que existen un gran número de formas especializadas fisiológicamente del hongo y por tanto, esa diversidad se refleja en diferente respuesta del hospedante. El viento es un mecanismo importantísimo para la diseminación del hongo, por ejemplo, Roelfs y Bushnell, (1985) reportan que cuando la roya lineal llegó a Colombia en 1975 tardó solamente 7 años para establecerse en Ecuador, Perú, Chile, y llegar hasta Argentina recorriendo una distancia de 6,500 kilómetros.

Aunque Roelfs y Bushnell, (1985) mencionan que Erickson y Henning observaron especies de la familia *Sporangiaceae* y que

Tranzche estudió algunas especies de *Valentianella* como *acidum* *valentianella* como posibles alternantes de *p. striiformis*, esto no se ha podido comprobar, pero en lo que se refiere al rango de hospedantes, este nos puede dar una idea del por que la roya lineal es una enfermedad endémica ya que Hasssebrauk, citado por Roelfs y Bushnell, (1985) lista cerca de 320 especies de pastos de 50 géneros que de una u otra manera son infectados por la roya lineal. Los géneros más susceptibles son : *Deschampsia*, *Agropyron*, *Bromus*, *Elymus*, *Hordium*, *Secale* y *tritium*.

La severidad y por tanto, las pérdidas ocasionadas por esta enfermedad, varia de acuerdo a las características propias de cada región y a las variedades utilizadas, Garet y Clifford (1983) indican que potencialmente las pérdidas en grano son del orden del 20 - 30 % experimentalmente, mientras que las pérdidas anuales en Inglaterra y Gales son del orden del 0 - 2 % , aunque localmente varia mucho y puede haber pérdidas considerables cuando se siembran variedades susceptibles, Kathre, (1985) señala que mientras la roya lineal causa severas pérdidas en los E.U. tambien lo fue en el Perú en el ciclo 1977 - 1978, Dubin y Stubbs (1986) reportan que en los países andinos hubo pérdidas del 30 - 70 % dependiendo del año y del país, Park et al. (1988) reportan una reducción en el rendimiento de grano entre 45 -50 % en los cultivares de variedades susceptibles, Impulsora Agrícola (1990)

indica que la roya lineal amarilla ha atacado severamente las siembras de cebada en los estados de México, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala, causando pérdidas hasta de un 50 % debido a la alta susceptibilidad de las variedades Puebla y Centinela, a la alta humedad en el verano y las temperaturas de entre 10 - 15 c^o que se presentaron durante el ciclo, así también se reporta al Bajío (Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Querétaro.) y al Altiplano Central (Puebla, Hidalgo, Edo. de México, Tlaxcala.) como zonas donde se localiza la roya lineal provocando serias pérdidas (Impulsora Agrícola,1990).Figura No. 1.

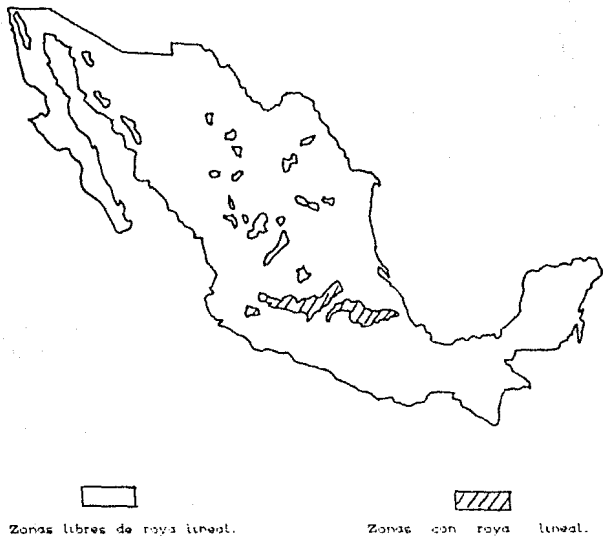


Figura No. 1 Mapa de distribución de la roya lineal.

Roelfs y Bushnell (1985), indican que la roya lineal fue detectada por primera vez en México por Holway en *Bordeaux jubatum* en 1896.

2.2. El Cultivo.

Aunque de menor importancia que el trigo en el contexto de la producción de cereales mundial, la cebada es un grano básico en muchas regiones sobre todo en las que las condiciones de producción son posibles y la precipitación pluvial es escasa y esporádica, bajo tales condiciones la cebada que rinde una producción mayor por unidad de agua a menudo es el único cultivo económicamente factible. (Stubbs, 1967).

El cultivo de la cebada en México es de vital importancia para la agricultura de temporal, debido a que este cultivo por su rusticidad se desarrolla de una manera satisfactoria, bajo condiciones de humedad irregular así como suelos pobres. En el país las regiones más importantes bajo condiciones de temporal están localizadas en los valles altos de la Mesa Central, con una superficie de 200,000 ha. comprendida entre los estados de Puebla, Tlaxcala, Hidalgo, Estado de México y Baja California Norte con 30,000 ha. las zonas productoras bajo riego están en el Valle de Mexicali con 20,000 ha. y el Bajío con una superficie de 30,000 ha. en esta última se produce el total de la semilla certificada de cebada que se siembra en el resto del país. (SARH, 1990).

Actualmente la demanda del grano de cebada en México es de 500,000 ton. anuales así como de 300,000 ton. para forraje lo cual se abastece principalmente con la producción nacional,

Este cultivo sin embargo es afectado por varios y múltiples problemas fitosanitarios como : pulgones, plagas de suelo, malas hierbas, así durante el verano de 1988, se vio afectada por la roya lineal amarilla atacando 40,000 ha. durante ese año, para 1989 afectó a 121, 676 ha. de 201, 603 sembradas, y durante 1990 a 121, 676 ha. de 182,204 ha. sembradas de las cuales se obtuvo una producción de 308, 788 ton. de grano, con un valor estimado de 194,536 millones de pesos, por lo que se estima que por el ataque de la roya lineal amarilla, se perdieron 379,906 ton. de cebada de grano, con un valor de 23,934 millones de pesos. (SARH,1990). En cuanto al desarrollo del cultivo, la planta puede ser atacada por la roya lineal en cualquier etapa por lo que deben tomarse las precauciones necesarias en cada una de ellas.

La época de siembra varía de acuerdo a la región se recomiendan las siembras tempranas del periodo del 20 de abril al 10 de Junio, con la intención de disminuir el ataque de *P. striiformis*. de esta manera es necesario la utilización de muestreos sistemáticos para detectar la infección la cual se puede presentar durante cualquier etapa del desarrollo del cultivo, siendo las etapas más susceptibles el

amacollamiento,, el encasie, el embuche, de estas etapas una de las cuales llega a ser más importante el control de la roya lineal es el embuche por lo que el rendimiento en cuanto a tamaño, calidad y peso del grano dependerá de la sanidad y atención a la planta en cada una de sus etapas, por lo que es necesario hacer inspecciones frecuentes, no sólo para detectar roya lineal, sino cualquier plaga, enfermedad o deficiencia en la planta para atacar el problema en el momento oportuno y asegurar buenos rendimientos. (Impulsora Agrícola, 1990).

2.3. Descripción del Agente Causal.

Puccinia striiformis West. f. sp. hordei.

Sinónimo: *Puccinia glaucusca* Eriks & Henn.

Roya lineal de la cebada.

Características:

Las pustulas son oblongas de 0.5 - 1.0 X 0.3 - 4.0 *µm* en líneas mayores a 70 *µm*. las urediosporas son de color amarillo limón esféricas anchas elipsoides 25 - 30 X 12 - 24 *µm*. con porciones anaranjadas, paredes vidriosas cortas, en forma de espina, produciendo 8 - 10 esporas las cuales se esparcen indistintamente. Teliosoro en líneas diseminadas, oblongas de color café obscuro a negro largas que cubren la epidermis, con

cuerpos oscuros de pared gruesa curvos y elongados separados en grupos de esporas o en Soros, teliosporas de 30 - 70 μ m. de largo y la mayoría de 16 - 24 μ m. de ancho, las células basales de 9 -12 μ m. de ancho, con paredes de 4 - 6 μ m. de ancho, lisas de color chocolate - oscuro, pedicelo corto amarillento algunas veces presentan 26 - 32 X 12 - 16 μ m, espermagonio y acio desconocidos (Garet, 1983).

2.3.1. Ciclo de la enfermedad.

La roya lineal amarilla de la cebada es originada por urediosporas que sobreviven localmente en campos adyacentes o son acarreadas por el viento desde campos distantes, aún a cientos de kilómetros, principalmente en regiones frías y húmedas donde se le cultiva.

La infección ocurre en el verano ya que durante el otoño e invierno el micelio permanece viable a temperaturas de $-5\text{ }^{\circ}\text{C}$, las urediosporas pierden su latencia rápidamente a temperaturas superiores a $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Mathre, 1985), el óptimo para la germinación y penetración de las esporas es de $8 - 12\text{ }^{\circ}\text{C}$ con un máximo de 25 (Stubbs, 1988), con lluvia intermitente o en forma de rocío (Mathre, 1985), el tiempo de colonización en el hospedero se incrementa con la temperatura y en el estado de latencia el tiempo de la infección a esporulación puede ser mayor a 5 meses a bajas

temperaturas (Stubbs, 1938), lo que se puede observar en la Figura No. 2.

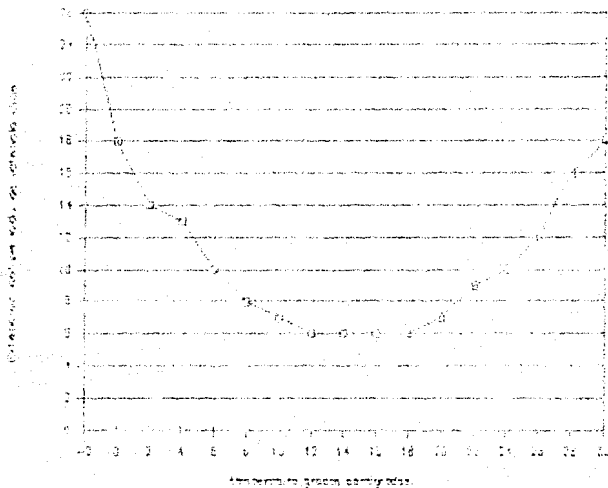


Figura No. 2 Periodo de infecciones primarias por raya

lineal. (Stubbs, 1938).

Cuando la infección primaria se establece al principio del ciclo y se presentan condiciones climáticas con largo periodo de clima frío es casi seguro que se va a presentar una epifitía severa (Mendoza, 1985), cuando la temperatura sobrepasa los 23 - 25c⁰ cesa la producción de urediosporas, las cuales son sustituidas por las teliosporas (pustulas negras), produciendo lesiones similares a las causadas por *Septoria* en trigo (Mendoza, 1985).

Bajo una severa infección se produce un reducción en vigor, reduciendo los brotes, así como una baja en la producción de semilla y un pobre rendimiento de grano (Bushnell, 1985), indica que la respiración en el tejido del hospedero se incrementa en un 20 - 30 % , 5 a 6 días después de la inoculación, así también el sistema radical puede ser drásticamente afectado con los resultados generales de la pérdida de vigor de la planta y la sensibilidad por la tensión en el agua del suelo, las infecciones posteriores tienen su efecto sobre el tamaño del grano y su calidad (Bushnell, 1985), los efectos en los hospederos varía de acuerdo a la duración y severidad de la infección.

El hospedero alternante es desconocido y solo depende para su supervivencia de los hospederos primarios, (Stubbs, 1988), menciona que la roya lineal tiene como mecanismos de variabilidad genética a la mutación y a la recombinación somática. 8.

striformis tiene solo hospederos en la familia Graminea, en lo que a cereales cultivados se refiere, el trigo y la cebada son sus principales hospederos. Hassebrauk, citado por Stubbs (1985), lista alrededor de 320 especies de pastos de cerca de 50 géneros que son natural o artificialmente infectados por este patógeno. Dentro de los principales géneros basados en la clasificación de Gould, citado por Stubbs (1985), están los siguientes:

Bromus, *Festuca*, *Poa*, *Lolium*, *Avenae*, *Agrostis*, *Beckmannia*, *Phalaris*, *Phleum*, *Agriolops*, *Elymus*, *Hordeum*, *Secale*, *Chloris* y *Triticum*.

2.4. Control de la Roya Lineal.

El control de las enfermedades consiste en la prevención del mal o en la reducción de la incidencia o gravedad de la enfermedad y en general se refiere en mayor o en menor medida a las poblaciones que a las plantas individuales. El control de una enfermedad se puede lograr mediante un sólo procedimiento, pero en la mayoría de los casos exige la utilización de medidas múltiples e implica un programa integrado de manipulación del medio ambiente y de los factores biológicos y químicos (NAS, 1984). Desde 1956 en el Instituto de Investigaciones para la Protección de las Plantas (I.P.O.) en Wageningen, en Holanda es el encargado de la

patogenicidad de la roya lineal amarilla en escala mundial y presenta una colección de *P. striiformis* contenida en 5000 cultivos de 60 países, (Stubbs, 1988), la roya lineal puede ser controlada mediante el uso de variedades resistentes así como por la utilización de métodos culturales como la siembra temprana, fertilización y el uso de productos químicos como los fungicidas foliares cuando los rangos del daño así como la virulencia del patógeno alcanzan daños significativos, Rathore, (1985) menciona que la resistencia esta condicionada por dos genes recesivos en el cultivar de Alemania EB - 1556, así como por un gen recesivo en otras líneas, así también, Stubbs, (1985), indica que el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) en México tiene el mayor programa de desarrollo de trigos resistentes a la roya lineal amarilla en el mundo, Zamora (1988) evaluó 10 líneas de cebada con resistencia las cuales se cruzaron con la línea Apizaco 36, que es altamente susceptible, de la primera generación, se observarán 3 cruzamientos con tendencia a herencia dominante y 6 con tendencia a herencia recesiva al ataque de *P. striiformis*. En el control cultural de la roya lineal, se han desarrollado prácticas culturales como la siembra temprana, la cual favorece al cultivo debido a la baja cantidad de inóculo del patógeno para desarrollar una epifitía severa, por su parte Scheyer, (1987) utilizó la fertilización clorada a base de cloruro

de amonio para controlar el ataque de la roya lineal, así también Arafa (1985) uso la fertilización potásica para reducir la severidad de *P. striiformis*, Cortazar (1985) mediante el reporte de las condiciones climáticas (temperatura y precipitación) diagnostico la época en que la roya lineal puede llegar a desarrollarse más severamente. En lo que al control químico de la roya lineal se ha trabajado desde la protección de la semilla de siembra hasta el control en estadios mayores del cultivo, así Brown (1987) redujo el daño de *P. striiformis* en un 5 % con la aplicación de fungicidas a la semilla de siembra, Colhoun (1988) obtubieron pérdidas del 30 - 50 % en parcelas sin protección de fungicidas, por su parte, Zamora (1990) evaluó la aplicación de fungicidas en diferentes épocas de crecimiento de cebada y determinó que la mejor época para la utilización de fungicidas era durante la floración para el control de la roya lineal amarilla.

2.4.1. Control Cultural.

Casi todas las prácticas de cultivo cuya finalidad es el control de la enfermedad son preventivas, pueden reducir la cantidad o actividad del inóculo, como la rotación de cultivos, el uso de abonos verdes, el arado profundo, saneamiento y extirpación pueden emplearse para evitar al mal al elegir el lugar, tiempo de

siembra, preparación de almacigos, distancia entre plantas, así como una nutrición adecuada (NAS, 1984). Sheyer (1987) determinó el efecto de la fertilización clorada mediante la utilización de cloruro de amonio, en dosis de 0, 76, 152, 304 kilogramos por ha. para el control de la roya lineal y su influencia sobre el rendimiento del grano, obteniendo mejores resultados con la dosis de 76 Kg. sin embargo, dicha práctica puede ser cuestionable por el costo que requiere. Por su parte Arafa (1985) estudió el efecto de la fertilización potásica en la cebada y sus efectos de reacción en la roya lineal amarilla, así como sus efectos en el rendimiento de grano, indica que aumentando la dosis de sulfato de potasio en rangos de 40, 60, 80 Kg. se reducía la severidad de la roya lineal. En cuanto a la época de siembra Impulsora Agrícola (1990) recomienda las siembras tempranas para el Altiplano Central, con el objeto de exponer al cultivo a una menor cantidad de inóculo primario. Heritage (1988) utilizó la irrigación en cultivos de trigo, en los cuales no hubo diferencias sobre el crecimiento de *P. striiformis*, sin embargo en los tratamientos con protección química se incremento el rendimiento de grano. Por su parte Cortazar (1963) evaluó la correlación entre la lluvia y temperatura mensual durante un periodo de 15 años y el ataque de la roya lineal y determinó que existía una alta correlación entre el ataque del hongo y la cantidad de lluvia caída en la primera

quincena de Agosto en la cual dicho factor es determinante para el desarrollo del patógeno.

2.4.2. Control Físico.

Son cuatro los factores físicos principales que afectan a las plantas superiores y los microorganismos del suelo, humedad, aireación, temperatura y propiedades mecánicas del suelo (NAS,1984). Stubbs (1985) menciona que las condiciones del medio ambiente son más críticas para *P. striiformis* que para las otras royas, Stakman y Harrar 1957 citados por Stubbs,(1985) mencionan que la intensidad o gravedad en el ataque pueden atribuirse a la falta de humedad necesaria para la germinación de las esporas a bajas temperaturas que alargan el período de desarrollo del hongo, disminuyendo el número de generaciones. Así la humedad relativa (HR) tiene una tendencia general sobre el crecimiento del patógeno, así Mendengen citado por Roelfs (1985) indica que las urediosporas en las hojas pueden llegar a ser parasitadas por *Puccinia bladii* en humedades relativas tan altas como 90 % ,en estudios realizados en Minnesota se observó una correlación entre las temperaturas medias de los últimos meses del crecimiento del trigo y de la cantidad total de lluvias con la intensidad del ataque de *P. striiformis*. señala que si la lluvia es inferior

a 2 pulgadas o las temperaturas medias son inferiores a 60 F^o no hay desarrollo de *Puccinia* sp. con temperaturas entre 66 y 72 F^o y más de 2.5 pulgadas de lluvia el ataque llega al 99 % , El efecto de la luz en la enfermedad fue descubierto por Gassner y Straib citado por Stubbs (1980) e indican que la baja intensidad tiene reacciones de susceptibilidad así como, las altas intensidades producen reacciones de resistencia, por su parte Schimiedeknecht et al. (1976) experimentaron con 10 variedades de cebada las cuales fueron expuestas a 16, 6 , 0 horas de luz en 24 horas, donde encontraron que a menor exposición a la luz, se reducía el grado de infección de la roya lineal en cebada, explicando que los carbohidratos producidos en la fotosíntesis promovían el desarrollo de la enfermedad de la misma forma que el contenido de clorofila. así también Stubbs (1980) indica que las condiciones ambientales posteriores a la infección y la interacción entre la estructura genética del hongo y el huésped determinan el tiempo que transcurre hasta la producción de nuevas arodisporas (Período de latencia), la temperatura es particularmente importante en este momento, la figura No. 3 muestra la relación de temperatura con el periodo de infecciones primarias provocadas por la roya lineal, de la hoja y del tallo. (Stubbs, 1980).

Estimación del período de latencia de las enfermedades.

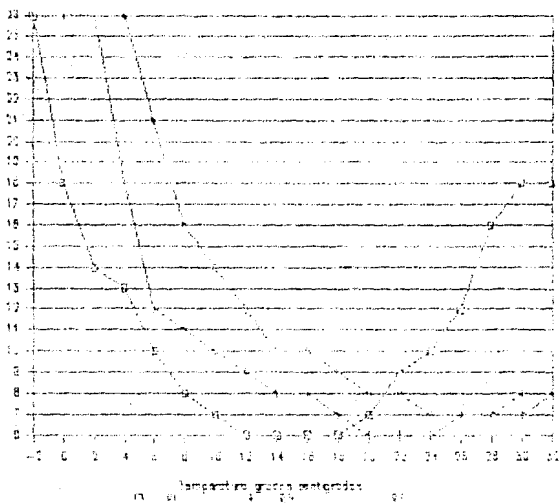


Figura No. 3. Período de latencia de infecciones primarias por (RL) roya lineal, (RH) roya de la hoja, (RT) roya del tallo.

Así también indica la influencia de los factores ambientales sobre la germinación de urediosporas y el proceso de infección por la roya lineal, *P. striiformis*.

Proceso :

Iniciación de la germinación :

Humedad : Se requiere de agua libre durante dos horas o más.

Temperatura: Mínima 0 c^o, Máxima 23 - 26 c^o.

Óptima 7 - 15 c^o.

Luz : Variable puede ser favorable a más de 15 c^o.

Crecimiento del tubo germinal :

Humedad se requiere agua libre.

Temperatura : Óptima 10 - 15 c^o.

Luz : Como en el caso anterior.

No se forma apresorio.

Penetración:

Humedad : No necesaria.

Temperatura : Óptima 10 - 15 c^o.

Luz : No produce ningún efecto.

Desarrollo del urediomicelio :

Humedad: El huésped necesita una humedad adecuada.

Temperatura : Óptima de 12 - 15 c^o.

Luz : no produce ningún efecto.

Por su parte Sharp citado por Roelfs (1985) indica que *P.*

striformis es más sensible al aire de contaminación que cualquier otra roya, indicando que una alta concentración de iones en el aire contaminado decrece el rango de germinación de las urediosporas.

2.4.3. Control Genético.

Para Brauer (1976), este método de control es el medio de combate más importante que pueda contar el hombre y depende de su origen, de mutaciones que se han conservado en alguna población o acumulado en ella y que en un momento dado representan la diferencia entre que una planta muera sin llegar a reproducirse o que lo haga mejor que las demás.

La selección y mejoramiento para el desarrollo de la resistencia puede basarse en tres aspectos fundamentales : a) resistencia protoplasmática o fisiológica que se basa en la presencia de una sustancia inhibidora en el protoplasma de la planta huésped y el patógeno. b) resistencia impartida por aspectos estructurales o morfológicos (mecánicos) con alguna característica que dificulta la penetración del organismo en las capas protectoras del huésped. c) resistencia funcional que comprende fenómenos como el cierre de estomas cuando las condiciones son favorables para la infección (NAS, 1984). La

resistencia debe buscarse en poblaciones variables, con mayores posibilidades en plantas que se reproducen sexualmente y en forma haplo-gamica, y cuando no se encuentre en las variedades cultivadas, debe buscarse en poblaciones silvestres de la misma especie. (Brauer, 1976) esta puede ser el resultado de uno o varios mecanismos de defenza controlados por uno o varios genes, respectivamente, y la conocemos como resistencia vertical, pudiendo ser monogénica u oligogénica, si se debe a una combinacion de defenza menos eficiente, cada uno de los cuales es individualmente ineficaz contra el patógeno y son controlados por un grupo de genes complementarios, se trata de una resistencia horizontal o general (Agrios, 1985). Según (NAS, 1984) se pueden lograr variedades resistentes por selección en masa después de una inoculación abundante, natural o artificial, por selección de líneas puras o mediante hibridación y retrocruzamientos, pero para Brauer (1976), la variación mutua entre los organismos patógenos y las plantas huéspedes representa no sólo la especialización fisiológica, sino la posibilidad de obtener plantas resistentes a las poblaciones de organismos dominantes.

La resistencia no puede perdurar por siempre en una especie vegetal, ya que los cambios genéticos que resulten de las mutaciones se manifiestan de inmediato en nuevas cepas, por medio de recombinación sexual y heterocariosis, (NAS 1984). por

eso Dickinson (1987), menciona que cualquiera que sea el método que se utilice para introducir genes en el cultivo, existe un límite para la fuente mundial de dichos genes, por lo que el desarrollo continuo de nuevas variedades debe agotar finalmente dicho suministro y se tendría que depender entonces de mutaciones inducidas para crear un suministro de nuevo germoplasma.

Para la roya lineal amarilla de la cebada, se han buscado fuentes de resistencia, especialmente en los países donde ha provocado severas pérdidas en la producción de este grano.

Castiblanco(1983) expresa que debido a la severidad del ataque de nuevas cepas de *P. striiformis* en cultivos comerciales de cebada en 1975, se probarán 970 líneas obtenidas del programa de cereales menores del ICA - Tibaitata, procedente del bloque de cruzamientos de introducciones de Holanda y de la colección mundial con el objetivo de determinar fuentes de resistencia a las nuevas razas del patógeno pero como también se registraron observaciones sobre su comportamiento agronómico, solamente 22 se utilizaron como progenitores donantes de la resistencia en cruzamientos con las variedades comerciales 124, Surbata, Mochaca, Tibana, y PA 6, constituyendo el programa de investigación docente " Mejoramiento genético de la cebada " las líneas que presentarán resistencia fueron Abyssinian, Abyssinian 1126,

Abyssinian 1139, Alemana Black, Stubbs - 3, Stubbs - 15, Stubbs - 16, Stubbs - 23, Vivero Holanda - 52,53,55,66 y 73; Jerusalem baber lisse, Mannholts, Dember dallo, Perù, Poragis, Kober, White deficientes, y Abyssinian 20. Sing (1984), señala que de 250 variedades y líneas colectadas en algunas localidades de la India, sólo 22 presentaron alta resistencia a la infección y 90 una resistencia moderada entre las que sobresalieron, Cambrinus, Himani, Dolma, Collection 170, Emir, Bigo, Giza, HB 209, K 3047, y otras. Mathre (1985) menciona que en la variedad Alemana EB 1556, la resistencia se encuentra condicionada por dos genes recesivos complementarios y por un gen en otras, Osman *et al.* (1985) encontraron diferencias significativas en las velocidades de desarrollo del micelio y la esporulación en 5 variedades de cebada tratadas con diferente aislamiento de *P. striiformis* encontrando que las variedades Proctor, Zephyr mostraron resistencia en planta adulta y Sultán sólo mostró resistencia en la etapa de plantula, la velocidad más alta de desarrollo del micelio fue en Sultán mientras que el mayor número de esporas producido fue en Astrix y Senta. Dubbin y Stubbs (1960) encontraron resistencia a la raza 23 de *P. striiformis* en las variedades Cambrinus, Emir, Mazurka, Varunda, y Bigo y solamente las 3 últimas mostrarán resistencia a la raza 24, en cuanto al germoplasma europeo y andino que presentaron altos niveles de resistencia tenemos a Júpiter y Karis

canon (Inglesas), UNA 80 (Peruana) y Quiberas (Colombiana). Lutra (1988), en un estudio realizado para identificar resistencia a *P. striiformis* razas G y 57 en tres variedades de cebada, encontró que Abyssinian 14 posee dos genes dominantes para resistencia a cada una de las razas G y 57 designados con Vr Ab 14 - 1, y Vr Ab 14 - 2, en la variedad Abyssinian 15 los genes dominantes para la resistencia fueron Vr 15 - 1 y Vr 15 - 2 en la variedad Cambrinus fue detectado el gen dominante Pa (portado por Eb 410). En México desde la epifitia en el verano de 1988 en el programa de cebada del CIFAP - MEX se ha dado prioridad a la formación de variedades resistentes a esta roya. En el mismo año al estar evaluando rendimiento de varias localidades, se identificaron algunas líneas que presentarían resistencia a la roya lineal y fueron las cruces M1009b, M10103, M10103 A, M10103 B, y M10065 A - para 1989 se contaba con un poco más de información y por las condiciones que prevalecieron durante este año se pudo seleccionar material tolerante a la roya lineal amarilla, de 269 introducciones evaluadas se seleccionarían 52 por su buena adaptación y resistencia a esta roya, las cuales se incluyeron en los progenitores que se sembraron en el Bajío en el ciclo Otoño - Invierno 1989 - 1990 se realizaron 3 experimentos que incluyeron 30 líneas y variedades, en dicho experimentos las 2 mejores líneas fueron la M10223 - 2h y M10213E - 2h de ciclo vegetativo similar

a la variedad Centinela con mayor rendimiento y mejor resistencia a la roya lineal amarilla, del experimento 2 la línea sobresaliente fue la M10212H y del experimento 1 las líneas #9878, M10080, y M10065A - 2h también mostraron ventajas en cuanto al rendimiento y resistencia a la roya lineal consideradas como las más sobresalientes hasta la fecha por su buena resistencia a la roya lineal amarilla se multiplico la semilla disponible de las líneas 9878 y 10080, además de su mayor rendimiento en grano y que su calidad de micromalteo ha sido de regular a bueno, de la semilla obtenida se entregó para su multiplicación, y su evaluación maltera y cervecera, para poder ser liberadas como variedades resistentes a la roya lineal amarilla (Zamora,1990).

2.4.4. Control Químico.

La mayoría de los compuestos químicos son efectivos sólo en la zona de la planta en la que se apliquen (acción local),sin embargo, algunos de ellos tienen una acción terapéutica (erradicante) y varios de ellos, que ultimamente se han producido,son absorbidos y translocados sistemáticamente por las plantas (como en el caso de los fungicidas y antibioticos sistémicos), (Aguirre,1985). Un fungicida, según Vaia citado por mendoza (1990), puede definirse como un compuesto el cual mata o

inhibe el crecimiento de un hongo, aunque los compuestos que inhiben el desarrollo son más llamados fungistáticos, estos fungicidas se clasifican en 3 tipos: a) Protectantes, los que dan protección contra la infección en el sitio de aplicación. b) Erradicantes, los que curan una infección en el sitio de aplicación. c) Sistémicos, los que pueden evitar el desarrollo de una enfermedad en partes de la planta en el sitio de aplicación y aún en sitios donde no se aplicó el producto.

Vander Kerk citado por Mendoza (1990) indica que se pueden distinguir 3 tipos de compuestos en relación al modo de acción bioquímico. a) Compuestos que interfieren con los procesos de producción de energía. b) Compuestos que interfieren con los procesos bioenzimáticos, y por lo tanto en forma directa con el crecimiento. y c) Compuestos que rompen la estructura celular. Marsh (1972), menciona que los compuestos más comúnmente utilizados para el control de las royas son el Oxicarboxin y RH 124 (4 - h - butil - 1,2,4, triazole) ambos químicos son fácilmente trasladados por el xilema y pueden ser aplicados en forma de aspersiones o en tratamiento al suelo, otros químicos evaluados para el control de royas incluye a los derivados de bezinaiazole, triamol, mebenil, pyracarbolid, triafone, G - 676 (2,4- dimethyl - 5 carboxinilido thiazole) y Bas 3170 (2 - iodo - bezanilide). Garet (1983), indica que los fungicidas más

ampliamente utilizados en el Noroeste de Europa para el control de la roya lineal amarilla son, Triadimorph plus, Maneb, Zineb, Triadimefon solo o con Carbendazim o Captafol fenopropimorph y Propiconazole solo o con Carbendazim. Stubbs citado por Roelfs (1985) establece que los fungicidas con un control eficaz para *P. striiformis*, son, Triadimefon (Bayleton), Propiconazole (Tilt, Desnel, Radar.) y Fenopropimorph (Corbel, Mistral.), Marsh (1972) indica que la utilización de Carboxin en dosis de 2630 g/100 Kg. de semilla tienen un control de casi 30 días en roya lineal, con rangos de infección de 5 %, en comparación con el testigo que presento un 25 % de infección. Por su parte Line (1982), utilizando Baytan 15L en la semilla de siembra en combinación con la aplicación foliar de Bayleton redujo el daño causado por *P. striiformis*. Brown (1987), observo una reducción del 5 % del daño de roya lineal en los cultivares Zenith, Harbord y Olympic de trigo utilizando rangos de 11, 102, 119 g. de ingrediente activo (g.i.a. / ha.) de triadimefon y 22, 255, 556 (g.i.a./ha.) de Frutifolen en semilla de siembra, Powelson y Beaver citados por (Marsh,1972), obtubieron un incremento significativo en el control de la roya lineal, con una sola aplicación de Oxicarboxin justo en el momento después de la emergencia de la hoja bandera, Line (1982),utilizando diferentes rangos de ingredientes activos de Bayleton, Tilt, Corbel, y Bravo, indica que aplicando 2 veces

Bayleton da un rango más amplio de protección que Tilt, e incrementa el efecto sobre el rendimiento, Calhoun (1988), evaluó 5 fungicidas para el control de la roya lineal amarilla y menciona que las pérdidas ocasionadas por *P. striiformis* llegan a ser del 30 % y del 50 % sobre el grano comercial, en tratamientos sin protección foliar, Cronay, (1989), evaluó el control de *P. striiformis* en 15 cultivares de trigo e indica que una sola aplicación en etapas cercanas a la floración reduce la infección del 75 % al 30 %, así como se incrementa el rendimiento en casi 34 %, por su parte Zamora (1989) evaluó 2 fungicidas para el control de la roya lineal amarilla en diferentes etapas de crecimiento de la planta, e indica que una sola aplicación a tiempo durante la floración puede proteger a la planta para que la roya lineal no afecte su rendimiento.

2.4.4.1. Resistencia a Fungicidas.

La aparición de formas resistentes o tolerantes a fungicidas fue hasta hace pocos años, un fenómeno de muy poca importancia, Christensen citado por Ortiz (1990), demostró la aparición de mutantes de *Fusarium* sp. que eran tolerantes al fosfato de etilmercurio, bicloruro de mercurio, y verde de malaquita, por su parte, así Bekker citado por Ortiz (1990) informó que los tóxicos

metálicos y la gran mayoría de los compuestos orgánicos fungicidas que no actúan como inhibidores de enzimas, dificultan la creación de formas resistentes por el hongo, sostuvo también que la tolerancia se desarrolla mucho más rápidamente en los hidrocarburos aromáticos como difenilo, paracloronitrobenzeno y ciertos compuestos antifúngicos que actúan en el metabolismo de la célula fungal en un sitio determinado.

Características de la resistencia.

la resistencia puede estar presente antes de que una población sea expuesta a los mecanismos de variabilidad genética de los hongos: hibridación, heterocariosis, parasexualismo, y mutaciones Alexopoulos. Citado por Ortiz (1990), existe una alta probabilidad de que haya razas resistentes en las poblaciones originales antes de que sean expuestas a la acción del fungicida, la resistencia como cualquier otro carácter de un organismo vivo, tiene bases genéticas que pueden ser del tipo Mendeliano (localizadas en los cromosomas) o pueden ser adaptaciones citoplasmáticas, esto significa que una vez que un hongo adquiere resistencia queda fija como un nuevo carácter que a partir de ese momento será heredado a las siguientes generaciones, sin embargo las poblaciones pueden revertir a sensibilidad, debido a poca adaptabilidad de las razas resistentes originadas por la acción del fungicida, generalmente los individuos que surgen

por una repentina presión de selección y no por un proceso de selección natural, tienen menor capacidad de adaptación respecto a la población original, y cuando el factor de selección desaparece por algún tiempo esos individuos tienden a desaparecer, la naturaleza citoplásmica de la resistencia a un producto cuando se debe más por adaptaciones citoplásmicas más que por la acción de genes, dicha resistencia tiende a desaparecer en cuando el fungicida deja de ser utilizado por algún tiempo.

Mecanismos bioquímicos de resistencia : a) Exclusión o reducción de la permeabilidad. b) Detoxificación. c) Disminución de la actividad en el patógeno. d) Modificación del sitio de acción. e) Circunvención. f)Compensación. (Ortiz,1990).

III. Materiales y Métodos.

El experimento se llevó a cabo en la localidad de San Miguel Amiltepec, Municipio de Zempoala estado de Hidalgo, ubicado a $96^{\circ} 35' 30''$ de longitud oeste y a $19^{\circ} 45' 03''$ de latitud norte, predominando un clima C (w^o)(w)b(1)g templado subhúmedo, con lluvias en verano, fresco, con poca oscilación de temperatura. Los suelos que predominan de acuerdo a la clasificación de la FAO/UNESCO son los Fluozema (Rh) con un horizonte A mollico no calcareos entre 20 y 50 centímetros a partir de la superficie; de textura media, estructura de bloques angulares de tamaño medio y desarrollo moderado, fungicida. Evaluados fuerón Tilt 250 CE y Folicur 250 CE que tienen un efecto sistémico con un rango de protección de 14 a 21 días. Las variedades utilizadas fuerón la Centinela y La Puebla que son de ciclo vegetativo precoz, recomendadas para la zona; la aplicación de los fungicidas se llevó a cabo con mochilas nebuladoras manuales de 20 lt. de capacidad, boquillas de cono hueco, mascarillas, guantes, lentes como equipo de protección.

Los tratamientos evaluados fuerón :

I Semilla certificada sin aplicación posterior.

(Testigo).

II Semilla certificada y aplicación de Folicur.

III Semilla certificada y aplicación de Tilt.

Los tratamientos se aplicaron de igual manera para las dos variedades, con un diseño factorial con 3 repeticiones, cada unidad experimental constó de una superficie de 42 m^2 , siendo la parcela útil de 20 m^2 .

la siembra se realizó en forma manual, utilizando una densidad de 100 Kg. /ha. tapando posteriormente con un paso de rastra, la dosis de fertilización fue de 80 - 40 - 00 aplicando la mitad del nitrógeno y todo el fósforo, en el momento de la siembra, y la segunda mitad del nitrógeno en el amacollamiento. muestreos se llevaron a cabo en forma periódica cada 8 días, a partir de la emergencia de la planta, haciéndose 5 muestreos por unidad experimental, los fungicidas se aplicaron una vez detectados los primeros síntomas a una dosis de 0.5 lt. / ha. prosiguiendo con los muestreos normalmente. La evaluación se efectuó utilizando la metodología propuesta por Loegering 1959 citada por (CINMYT, 1980) el cual desarrolló esquemas detallados para evaluar la intensidad de los ataques de la roya lineal, con base en la severidad (porcentaje de infección de plantas) y en la respuesta de campo (Tipo de reacción a la enfermedad). La severidad se evalúa en base a porcentajes, de acuerdo a la escala de Cobb modificada, esta escala se basa en las observaciones visuales, con el uso de los siguientes intervalos : trazas, 5, 10, 20, 40, 60, y 100 % de

infección, la respuesta de campo se refiere al tipo de infección y se ha clasificado de acuerdo a la siguiente escala :

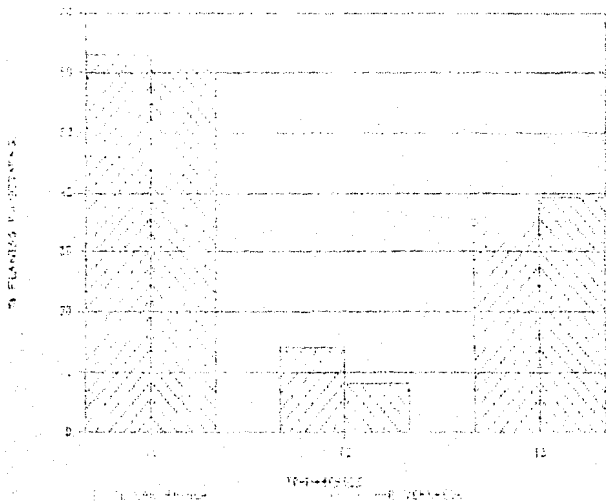
- O Sin infección visible.
- R resistente, clorosis o necrosis visible, no hay uredias presentes y si las hay son muy pequeñas.
- MR Moderadamente resistente, uredias pequeñas y rodeadas por áreas cloróticas y necróticas.
- M intermedia, de tamaño variable, algunas con clorosis, necrosis o ambas.
- MS Moderadamente susceptible, uredias de tamaño mediano y posteriormente rodeadas de áreas cloróticas.
- S Susceptible, uredias grandes y generalmente con poca o ausencia de clorosis, no hay necrosis.

Las lecturas de severidad y de respuesta generalmente se registran en forma combinada, por ejemplo : Tr Trazas de severidad de una infección de campo de tipo resistente, 5MR 5 % de severidad con una respuesta de campo moderadamente resistente.

IV. Resultados y Análisis.

4.1. Plantas infectadas.

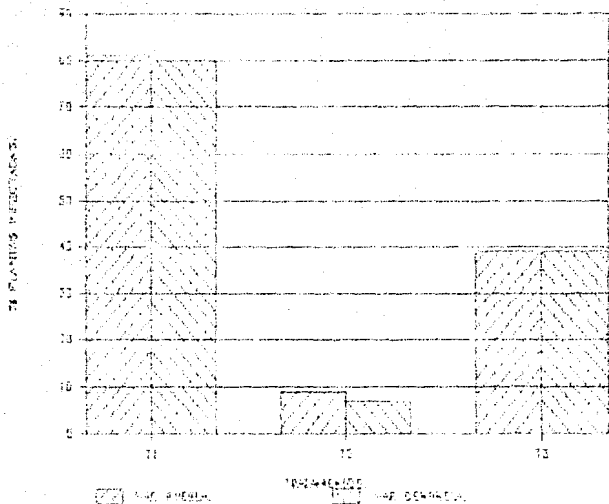
Una vez establecido el experimento se procedió a muestrear constantemente el cultivo; cuando se detectó la presencia de la roya lineal en un 10 % aproximado, se efectuaron las aplicaciones de fungicida con sus especificaciones.



Grafica 1. % de plantas infectadas de las vars. Puebla y Continela, 7 días después de la primera aplicación.

La gráfica 1 registra los resultados obtenidos en el primer muestreo para porcentaje de plantas infectadas, siete días después de la primera aplicación; se observa que para el tratamiento uno (T1) que es el testigo se, presentan valores mayores al 80 %, lo que evidencia el grado de ataque del hongo. En el tratamiento dos (T2) con Folicur, se presentan valores bajos, de tan solo 10 % promedio y en el tratamiento tres (T3) de 40 % donde se utilizó Tilt. Es notoria la respuesta de las variedades utilizadas al ataque de la roya y a la aplicación de los fungicidas, y se tiene que la variedad centinela resulta menos afectada aunque con poca diferencia.

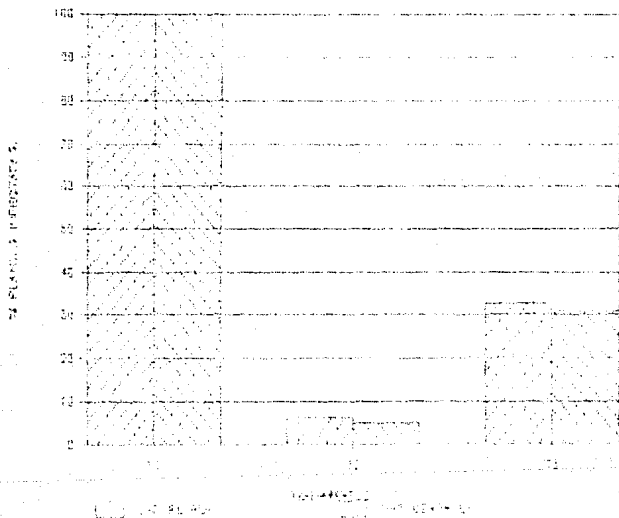
Catorce días después de la primera aplicación se tiene un comportamiento similar, ya que el T2 mantiene niveles bajos de infección (gráfica 2); del control que se esperaba del fungicida Tilt no hay respuesta y presenta valores promedio del 40 % , lo que origina problemas para que la planta realice sus actividades normales y produzca los elementos necesarios para su crecimiento y desarrollo, sobre el testigo T1, este sufre el ataque severo del patógeno ya que, aparte de que no se protege con ningún fungicida las condiciones ambientales (gráfica 16) marcan un punto muy favorable para el desarrollo del hongo. El rango de protección que se marca en los fungicidas utilizados va de 14 a 21 días; el Folicur (t2) responde a estas expectativas y se tiene un buen



Grafica 2 % de plantas infectadas de las vara. Puebla y Centinela 14 días después de la primera aplicación.

control; el Tilt (T3) responde a las mismas, pero no con la eficacia necesaria, es por eso que se hace necesaria una segunda aplicación.

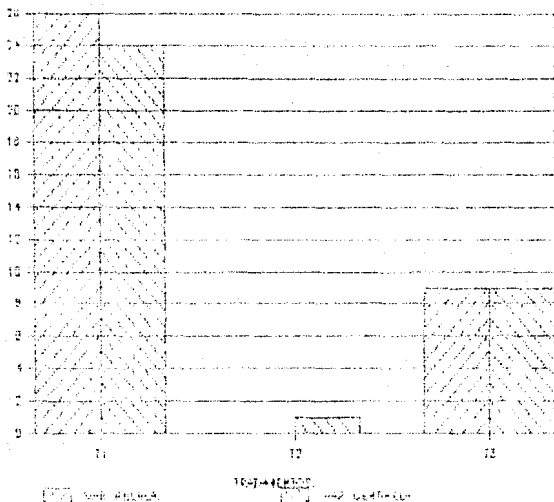
La gráfica 3 contiene los datos de plantas infectadas siete días después de la segunda aplicación. Para estas fechas el testigo alcanza un 100 % de infección, lo que confirma la severidad del ataque de la roya lineal cuando se presentan las condiciones necesarias, ya que basataron solamente 24 días para que alcanzara este nivel a partir de su aparición; en cuanto al T2



Grafica 3 % de plantas infectadas de las varS. Puebla y contlnela 7 días después de la segunda aplicación.

se muestra la efectividad del fungicida ya que se observa menos del 10 % de infección, no obstante la gran cantidad de inóculo en el medio y las condiciones ambientales referidas. Para la evaluación del T3, el promedio de plantas infectadas baja en relación a los muestreos de la primera aplicación, pero no lo suficiente para considerarlo efectivo, pues aun tenemos valores por encima del 30 %, que representa un daño serio a las actividades y funciones de la planta.

Para los 15 días después de la segunda aplicación se presenta un detalle curioso, los niveles de infección bajan en todos los tratamientos, aclarando que esto se debe a que para estas fechas el cultivo se encuentra en una etapa de desarrollo donde las hojas sufren un proceso de secado normal más el causado por el ataque de la roya lineal, por lo que las lecturas se enfocan específicamente a las plantas con hoja bandera infectada, ya que esta representa la parte esencial donde se elaboran los fotosintatos necesarios para el proceso de formación maduración y llenado de grano. La gráfica 4 da una idea clara de las diferencias en cada tratamiento ya que en el testigo se tienen porcentajes altos de plantas con hoja bandera infectada. La actividad sistémica y eficaz del fungicida Follicur (T2) se evidencia una vez más, porque no existe infección en la variedad Puebla y solamente el 1 % en la variedad Centinela lo que permitirá que el cultivo no tenga problemas en

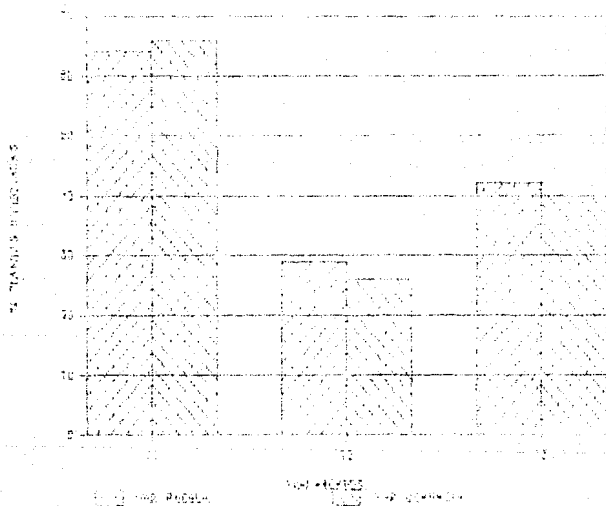


Grafica 4 % de plantas con hoja bandera infectada de las vars. Puebla y Centinela 14 días después de la segunda aplicación.

sus funciones; el Till. (T3) mantiene los valores mostrados a lo largo del tratamiento, presentando el 9 % de plantas con hoja bandera infectada.

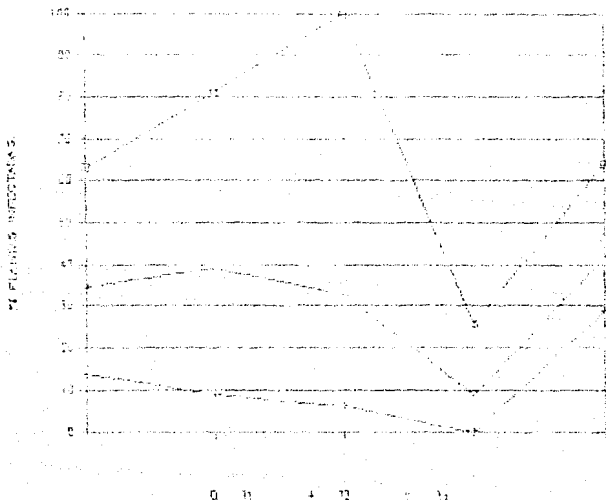
transcurridos 21 días de la segunda aplicación (gráfica 5) se tiene arriba de un 80 % del factor evaluado en T1, lo cual indica

que la severidad del ataque de la roya lineal se mantuvo constante durante el ciclo, siendo un factor importante las temperaturas bajas y las lluvias constantes. En T2 se tiene todavía un buen nivel de protección en este periodo con menos de 30 % de infección lo que originó una protección eficaz y continua durante las etapas de desarrollo del cultivo. El fungicida de T3 no varió en su



Gráfica 5 % de plantas con hoja bandera infectada de las Vars. Puebla y Centinela 21 días después de la segunda aplicación.

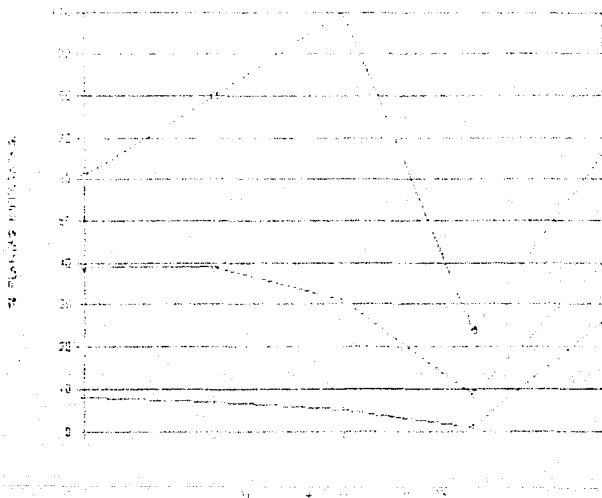
efectividad durante el experimento presentando más del 40 % en este muestreo que no es un valor aceptable para las características que se especifican en el fungicida y sobre todo por el nivel de daño que representa para la planta.



Gráfica 6 % de plantas infectadas en los diferentes muestreos de la var. Puebla para cada tratamiento.

Las gráficas 6 y 7 denotan la respuesta de la variedad Puebla y Centinela a la aplicación de los fungicidas y al ataque de la

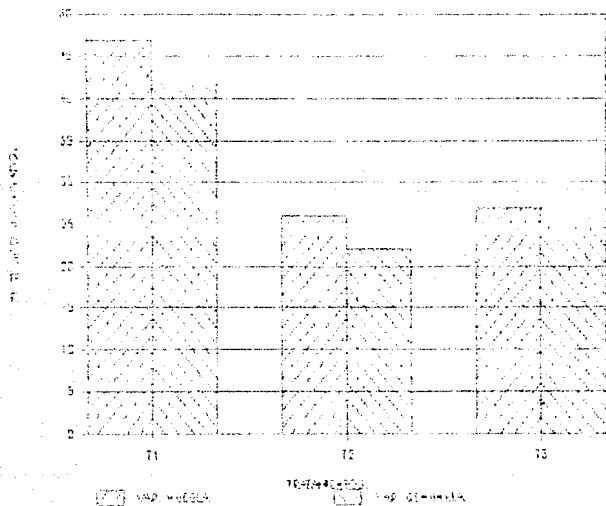
roya lineal durante el ciclo de desarrollo del cultivo. Es muy clara la diferencia entre los tratamientos estudiados y en general que la variedad centinela respondió mejor a los factores evaluados, tal y como lo confirma el análisis estadístico que se presenta en el anexo correspondiente, donde se tiene que el nivel de significancia para plantas y tejido infectado es muy alto entre tratamientos y fechas, pero no entre variedades.



Gráfica 7 % de plantas infectadas en los diferentes muestreos de la var. Centinela para cada tratamiento.

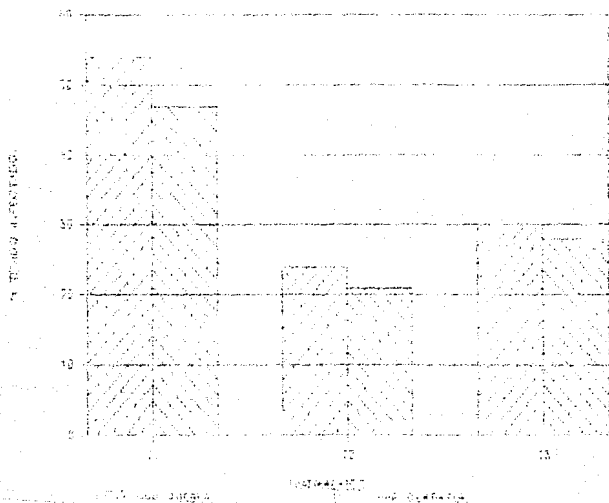
4.2. Tejido infectado.

Se analizó en el punto anterior lo referente a los niveles de plantas infectadas en cada tratamiento en diferentes fechas después de la aplicación de los fungicidas; ahora se analizará el porcentaje de tejido infectado que resultó afectado en las mismas.



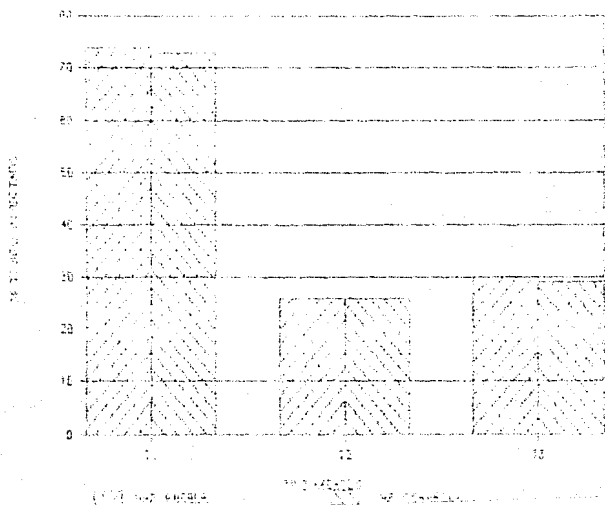
Grafica 0 % de tejido infectado de las varn. Puebla y centinela 7 días después de la primera aplicación

Las gráficas 8 Y 9 ilustran el grado de infección encontrado siete y catorce días después de la primera aplicación; se observa que los niveles de tejido infectado en los tratamientos T2 y T3 son semejantes, manteniéndose entre el 20 y 30 %, en contraste con las diferencias para los mismos, pero en plantas infectadas, lo que permite definir que los fungicidas tienen un efecto directo en



Gráfica 9. % de tejido infectado de las varas Puebla y Centinela 14 días después de la primera aplicación.

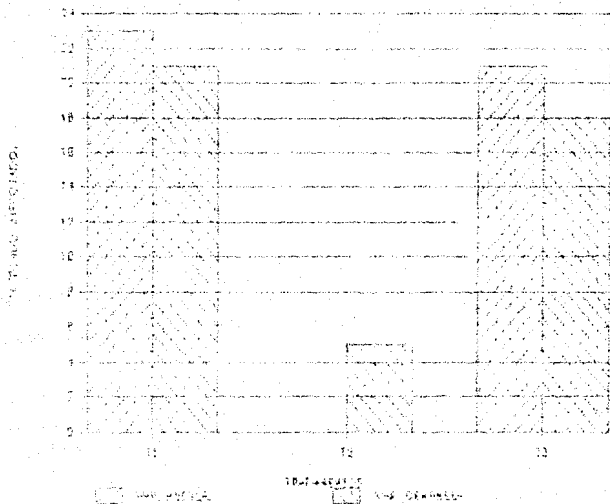
la protección de las plantas, pero cuando por alguna razón estas no quedan bien protegidas, el área foliar infectada puede alcanzar valores relativamente altos; donde se presentan niveles serios de infección es en T1 que relacionándolo con el porcentaje de plantas infectadas por la roya deja al cultivo en condiciones muy desfavorables para su desarrollo.



Gráfica 10 % de tejido infectado de las varas. Puebla y Centinela 7 días después de la segunda aplicación.

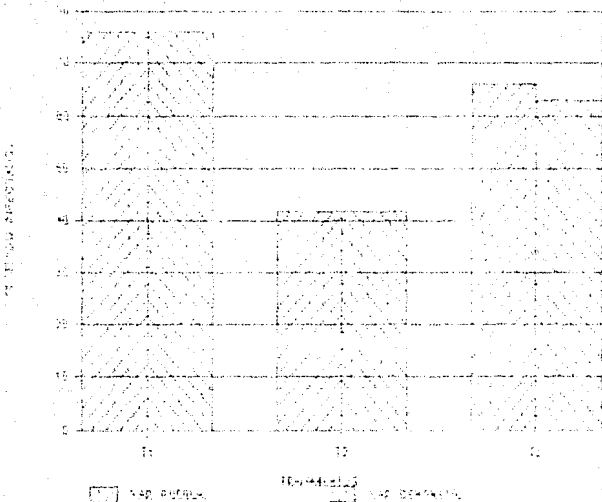
La importancia de la segunda aplicación se expresa en la gráfica 10 ya que mantiene buenos niveles de protección, teniendo promedios abajo del 30 % tanto en T2 como en T3, pero en T1 alcanza casi el 75 % , por lo que si tenemos un 100 % de plantas infectadas para esta fecha y tres cuartas partes del área foliar atacadas por la roya se determina la rapidez y severidad con la que puede infectar la roya desde el momento de su aparición. Cada una de las gráficas muestra que la variedad Centinela tiene una respuesta más favorable que la variedad Puebla.

En lo que respecta al tejido de hoja bandera infectado a partir del cuarto muestreo, la grafica 11 registra que T1 y T3 tuvieron una respuesta similar al ataque de la roya con promedios de 22 y 20 % respectivamente, en contraste con T2 que tiene valores de 0 para la variedad apuebla y 5 % para la variedad Centinela.



Grafica 11 % de tejido infectado en hoja bandera de las var. Puebla y Centinela 14 días despues de la segunda aplicación.

Transcurridos veintidós días de la segunda aplicación (gráfica 12) el efecto protector de los fungicidas de T2 y T3 empieza a decrecer, sobre todo en el último alcanzando hasta 66 %, no muy lejano del 76 % del testigo (T1); todavía se considera el 42 % de T2 en las dos variedades, considerando que para esta fecha el % de



Grafica 12 % de tejido infectado en hoja bandera en las varas, Puebla y Centinela 21 días después de la segunda aplicación.

plantas infectadas para el tratamiento se encuentra por debajo del 30 % .

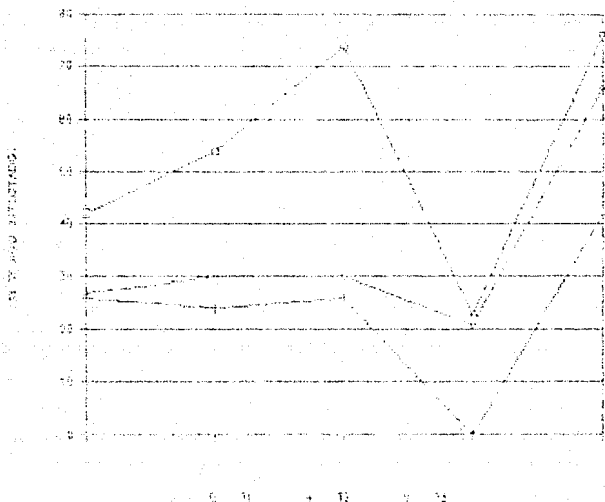
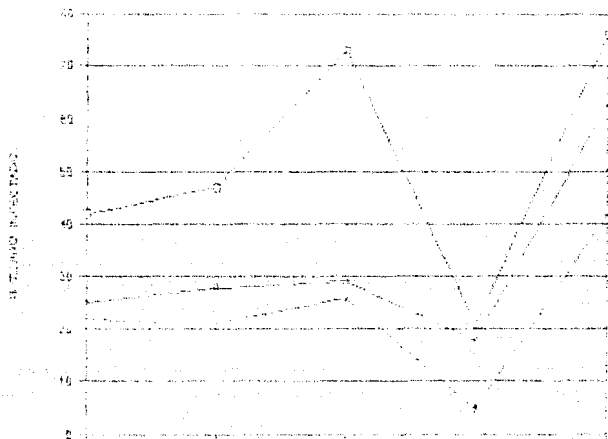


Gráfico 13 % de tejido infectado en los diferentes muestreos de la variedad Puebla para cada tratamiento.

El análisis estadístico correspondiente expresa un comportamiento similar de las variedades, tratamientos y fechas respecto al de plantas infectadas, con diferencias poco significativas entre variedades, lo que se ve claramente en las gráficas 13 y 14 donde se ilustra el comportamiento de las dos

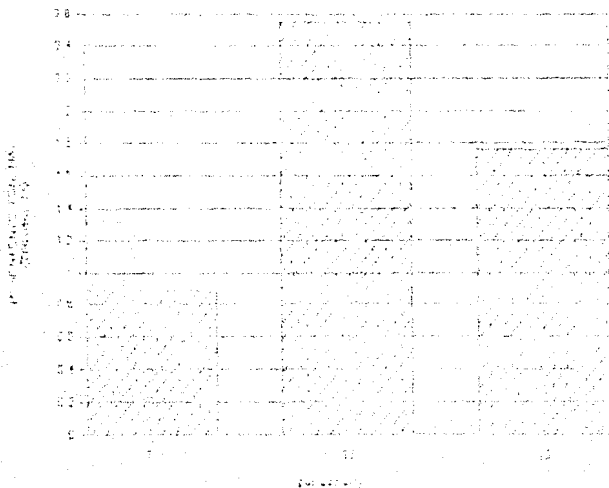
variedades evaluadas durante el desarrollo del cultivo a las aplicaciones fungicidas y al ataque de la roya lineal.



Grafica 14 % de tejido infectado en los diferentes muestreos de la variedad Centinela para cada tratamiento.

4.3. Rendimiento.

La respuesta que mostraron las variedades a la aplicación del fungicida para el control de la roya lineal se observa directamente en el rendimiento tal y como se ve en las gráficas 15 y 16. En la variedad puebla tenemos un rendimiento de 885.1, 2548.6 y 1766.3 kg/ha. para los tratamientos 1, 2 y 3



Gráfica 15 Evaluación del rendimiento en toncha para la variedad Puebla.

respectivamente; en la variedad Centinela tenemos un rendimiento de 1189.8, 3244.4 y 2123.8 Kg/ha. para los mismos tratamientos

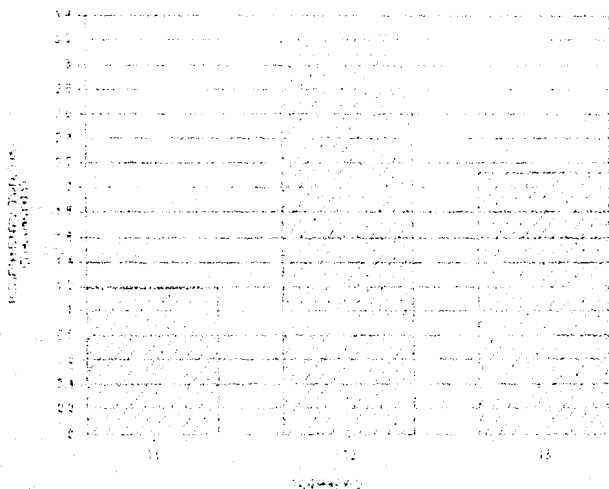


Gráfico 16. Evaluación del rendimiento en t/ha. para la variedad Centinela.

Esto comprueba y refleja en comportamiento de las variedades en cuanto al grado de infección en plantas y tejido, así como la eficacia de los fungicidas utilizados para el control de *Puccinia*

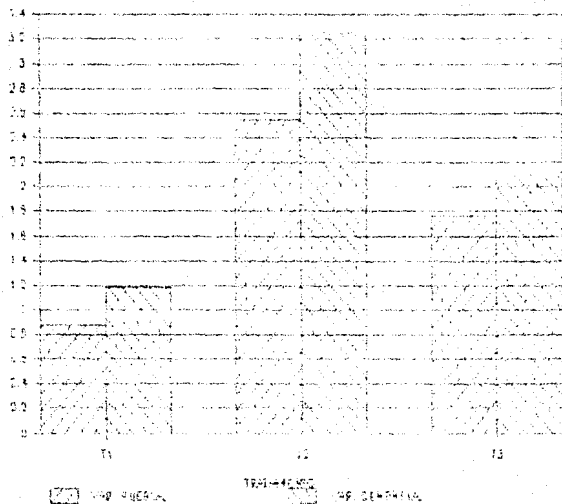
striformis; entre los tratamientos T2 y T3 tenemos una diferencia de casi 1,200 Kg. en favor del fungicida Folicur contra Tilt; lo que si es muy marcada es gran ventaja de utilizar un producto eficaz para el control de la enfermedad, pues vemos en la grafica 17 que hay una diferencia de casi 2,100 kg. entre T2 y T1 donde no hubo aplicación.

En la variedad Puebla entre los tratamientos T2 y T3 existe una diferencia de casi 800 Kg. más para el primero y cerca de 1,600 Kg. entre el T2 y T1 lo que ratifica la conveniencia en el uso de productos eficaces. Se había mencionado que la variedad Centinela tuvo una mejor respuesta a la aplicación del fungicida, lo que se observa claramente en el rendimiento, ya que para cada una de los tratamientos tuvo mejores resultados que los de la variedad Puebla (gráfica 17).

Conforme a los factores que se han venido trabajando, se encuentra con diferencias altamente significativas entre tratamientos y entre variedades; las fechas de muestreo que interaccionan con los factores anteriores en el análisis estadístico, no son considerables para el parametro rendimiento puesto que sirvieron unicamente para evaluar el grado de infección en diferentes periodos después de la aplicación de los fungicidas.

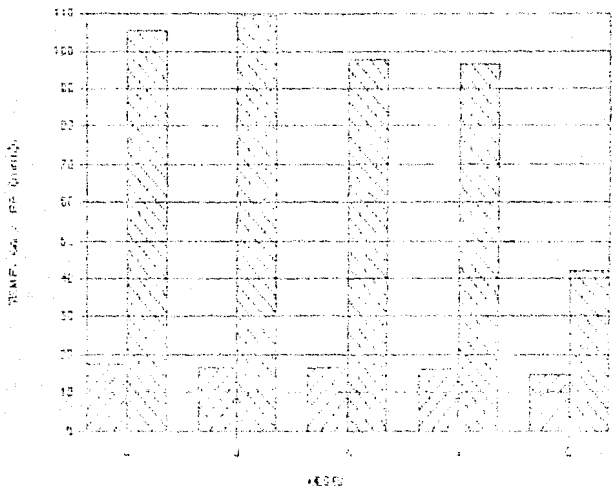
el rendimiento fue el resultado de todo ese proceso.

PROCESAMIENTO DE DATOS
(Continúa)



Gráfica 17 Evolución del rendimiento en ton/ha. para las variedades Puebla y Centinela.

4.4. Condiciones Ambientales.



grafica 18 Distribucion de la temperatura y precipitacion en la zona durante el desarrollo del experimento.

Dos de los factores más importantes para la infección, crecimiento y desarrollo del patógeno causante de la roya lineal son la temperatura y la precipitación, que en la zona de estudio (grafica 18) coinciden con la reportada en la literatura con un rango de 10 - 15 °C, así como de lluvias intermitentes o en rocío.

V. Conclusiones.

El uso de productos químicos para el control de la roya lineal es una medida determinante a corto plazo.

Los daños ocasionados por *Puccinia striiformis* en el cultivo de la cebada representan una disminución en el rendimiento de hasta un 70 % .

Presentándose las condiciones ideales para la infección y desarrollo de *P. striiformis*, el uso de semilla certificada como aspecto fundamental de prevención no representa una medida efectiva.

Folicur 250 CE fue el fungicida que mostró mayor efectividad para el control de la roya lineal.

La variedad Centinela mostró la mejor respuesta tanto a las condiciones ambientales, como a la aplicación de fungicidas foliares.

VI. Recomendaciones.

Rotación de cultivos para disminuir la incidencia de la enfermedad.

Establecimiento de siembras tempranas para evitar la infección, aprovechando la baja incidencia del inóculo primario.

Desarrollo de variedades resistentes al ataque de *P. striiformis* con el apoyo de los organismos involucrados así como de los productores.

VII.- Bibliografía.

Agrios, G. N. 1985 Fitopatología, Ed. Limusa, México, p : 413 - 418.

Arafa, K.A. 1985 Potassium fertilization for barley and its effect on rust reaction, grain yield and some agronomic characteristics, agricultural Research Review, Giza, Egypt. 63:2: 45-51.

Baker, C. G. 1971 the rust fungi of cereals, grasses and bamboos. Springer - Verlag, New York Inc. P: 151 - 152.

Brauer H. O. 1976 Fitogenética aplicada, Ed. Limusa, México p: 167 - 216.

Brow, J.S. 1985 Comparison of bayleton and tilt for control of stripe rust. Fungic Nematic Test, American Phytopathological Society, 40:125 -126.

Calhoun D.S. ;Luna A. and Vivar H. 1988. Chemical control of barley stripe rust, a new disease for North America. Barley Newsletter 32:109 - 112.

Castiblanco, G.L. 1983. Determinación de fuentes de resistencia a la roya lineal amarilla de la cebada (*Puccinia striiformis* f. sp. hordei) en Colombia, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Agronomía. Vol : 11 - 20.

C.I.M.M.Y.T. 1980. Guía para la evaluación de royas en México. CIMMYT, México p : 20.

Cortazar, R.S. 1984. Relación de la lluvia y temperatura con la intensidad del ataque de tres polvillo del trigo en la estación experimental de la platina período 1965 - 1983. Agricultura Técnica, Chile, 45 :3: 273 - 277.

Cromey, M.G. 1989. Infection and control of stripe rust in wheat spikes. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science, Christchurch New Zealand. 17 :2:159 - 164.

Dickinson C. 1987. Fitopatología, patología vegetal y patógenos de las plantas, Ed. Limusa, México, p : 32 - 38.

Dubin, H.J. ; Stubbs, R.W 1986. Epidemic spread of barley stripe rust in South America. CIMMYT 70 :2 : 141 144.

Garet, J. D. and Clifford H.C. 1983. Cereal disease, their pathology and control. 2a. Ed. John Wiley & Sons. U.S.A. p : 238 - 241.

Hacke, E.E. 1983. Epifitias del polvillo o roya amarilla del trigo y la cebada observadas en Chile en la temporada 1981/1982. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Santiago Colombia. 43: 3 : 273 - 277.

Heritage, A.D.1988. Model of stripe rust infection and control on irrigated wheat in the Murrumbidgee irrigation areas at New South Wales. Australian Journal of Botany 19 : 1 : 51 - 61.

Impulsora Agrícola 1990. La roya amarilla de la cebada. Impulsora Agrícola, México, P : 16.

Johnson, R. 1988. Durable resistance to yellow (stripe) rust in wheat and its implications in plant breeding. Breeding strategies for resistance to the rust of wheat, Mexico, CIMMYT, p. 63 - 75.

Line, R.F. 1983. Control of stripe rust in western Washington, 1983. Fungic Nematic Test. American Phytopathological Society. 38 : 58.

Line, R.F. 1983. Control of stripe rust whit seed treatments and foliar spray. Fungic Nematic Test. American Phytopathological Society. 38 : 40 - 41

Line R.F. 1985. Evaluation of new fungicide for control of stripe rust in eastern Washington. Fungic Nematic Test. American Phytopathological Society. 40 : 133 - 134.

Line R.F. 1985. Control of stripe rust and leaf rust of wheat with foliar application of Bayleton and Tilt. Fungic Nematic Test. American Phytopathological Society. 40: 132 - 133.

Line R.F. 1986. Chemical control of stripe rust and leaf rust of wheat in eastern Washington, 1985. Fungic Nematic Test. American Phytopathological Society, 41 : 103.

Luthra, J.K. 1988. Inheritance of resistance to stripe rust. (*Puccinia striiformis*) in some yellow - rust - resistance testers of wheat. Indian Journal of Agricultural Sciences. 50 : 10 :617 - 621.

Mathre, E.D. 1985. Compendium of barley disease. The American Phytopathological Society. U.S.A. 35: 478 - 505.

Marsh, R.V. 1972. Sitematic Fungicides. Logman Scientific and Technical Press, New York. p:321.

Mendoza, Z.C. y Pinto C.B. 1985. Principios de fitopatología y enfermedades causadas por hongos. U.A.CH, México, p : 311.

Mendoza, Z.C. 1990. Fungicidas sistemicos y su modo de acción. U.A.CH. México. P : 91.

National Academic of Sciences, (NAS), 1984. Desarrollo y control de las enfermedades de las plantas. Ed. Limusa, México. p : 56.

Ortiz, B.R. 1989. Manejo de la resistencia a fungicidas. CIBA - GEIGY. México. P :

Osman, G. 1985. Components of partial resistance to *P. striiformis* in barley. Plant. Pathology. 34 :1 : 75 - 82.

Park, R.F. 1988. Some effects of stripe rust infection in wheats adult plant resistance. Australian Journal of Agricultural Research. Australia 39 : 4 : 555 - 562 .

Powelson, R.L. 1983. Control of stripe rust of wheat with fungicides, 1982. Fungic Nematic Test. American Phytopathological Society. 38 :62.

Roelfs, A.P. and Bushnell W.R. 1985. The cereal rust Vol. II Disease, epidemiology and control. Academic Press. Incc. U.S.A. p : 61 - 93.

S.A.R.H. 1990. Control químico de roya lineal amarilla de la cebada en la mesa central, SARH-INIFAP-CIFAP, México p : 36.

S.A.R.H. 1990. campaña contra la roya lineal amarilla de la cebada ciclo primavera - verano 90/90. SARH, México. p : 18.

Scheyer J.R. 1987. Chloride fertilizer effects on stripe rust development and yield of winter wheat. American Phytopathological Society. 71 :54 - 57.

Schmiedeknecht, M. 1976. Chlorophyll content and susceptibility to *Puccinia striiformis* West. Inst. Phytopath. Aschersleben, German Democratic Republic. P : 363.

Sing, R.H. 1984. Sources of field resistance to yellow rust of barley. Indian Phytopathological Society. New Delhi, 37 : 75 - 82.

Stubbs, R.V. 1980. Manual de metodología sobre las enfermedades de los cereales. IFO CIRMYT, México, p : 2 - 24.

Stubbs, R.V. 1988. Pathogenicity analysis of yellow (stripe) rust of wheat and its significance in a global context. Breeding strategies for resistance to the rust of wheat, CIRMYT, México, p : 63 - 75.

Udeogslanya, A.C. 1978. Genetical physiological and relationships of resistance to *F. striiformis* and *F. hordei* in *Hordeum vulgare*. Transactions of British Mycological Society, UK. 71 : 2 : 279 - 287 .

Walker, C.J. 1975. Patologia Vegetal. Omega, Barcelona, España, p : 818.

Waise, N.V. 1985. Compendium of Wheat Disease. The American Phytopathological Society, U.S.A. p : 35 - 41.

Zamora, D.M. y Navarro, F.M. 1990. Informe de resultados de los proyectos correspondientes al ciclo agrícola P-V 89. SARH-IMIFAP-CEVAMEX. Mexico. p :19.

VIII. Anexos.

General Linear Models Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
VAR	2	1 2
TRAT	3	1 2 3
FECHA	5	1 2 3 4 5

Number of observations in data set = 90

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: PINF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	29	72724.222222	2507.751901	219.91	0.0001
Error	60	687.333533	11.455556		
Corrected Total	89	73411.555556			
		R-Square	C.V.	Root MSE	PINF Mean
		0.990637	9.2025553	3.3846057	36.77777778

Dependent Variable: PINF

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
WAR	1	4.44444	4.44444	0.39	0.5357
TRAT	2	47460.55556	23730.27778	2071.51	0.0001
FECHA	4	14467.33333	3621.83333	316.16	0.0001
TRAT*FECHA	8	10421.66667	1302.70833	113.72	0.0001
WAR*FECHA	4	21.11111	5.27778	0.46	0.7642
WAR*TRAT	2	52.82222	26.41111	2.31	0.1065
WAR*TRAT*FECHA	8	276.26669	34.53611	3.01	0.0065

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
WAR	1	4.44444	4.44444	0.39	0.5357
TRAT	2	47460.55556	23730.27778	2071.51	0.0001

Dependent Variable: PINF

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FECHA	4	14467.33333	3621.83333	316.16	0.0001
TRAT*FECHA	8	10421.66667	1302.70833	113.72	0.0001
WAR*FECHA	4	21.11111	5.27778	0.46	0.7642
WAR*TRAT	2	52.82222	26.41111	2.31	0.1065
WAR*TRAT*FECHA	8	276.26669	34.53611	3.01	0.0065

Dependent Variable: TINF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	29	38103.433333	1313.911454	133.47	0.0001
Error	60	590.666667	9.844444		
Corrected Total	63	38684.100000			

R-Square	C.V.	Root MSE	TINF Mean
0.994735	8.4571045	3.1375258	27.10000000

Dependent Variable: TINF

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VAR	1	72.90000	72.90000	7.41	0.0085
TRAT	2	10990.20000	6290.10000	710.06	0.0001
FEDHA	4	20321.04444	5080.26111	519.05	0.0001
TRAT*FEDHA	8	3549.35556	443.64444	45.05	0.0001
VAR*FEDHA	4	69.26667	17.31667	1.75	0.1490
VAR*TRAT	2	34.06667	17.03333	1.73	0.1850
VAR*TRAT*FEDHA	8	77.60000	9.70000	0.99	0.4565

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VAR	1	72.90000	72.90000	7.41	0.0085
TRAT	2	10990.20000	6290.10000	710.06	0.0001

Dependent Variable: TINF

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
FEDHA	4	20321.04444	5080.26111	519.05	0.0001
TRAT*FEDHA	8	3549.35556	443.64444	45.06	0.0001
VAR*FEDHA	4	69.26667	17.31667	1.75	0.1490
VAR*TRAT	2	34.06667	17.03333	1.73	0.1850
VAR*TRAT*FEDHA	8	77.60000	9.70000	0.99	0.4565

Dependent Variable: REMD

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	29	56575192.356	1950868.702	287.89	0.0001
Error	60	406711.667	6778.528		
Corrected Total	89	56981904.022			

R-Square	Adj. R-Sq	Root MSE	REMD Mean
0.992962	4.2645595	62.031615	1958.1865556

Dependent Variable: REMD

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VAR	1	4834684.44	4834684.44	713.25	0.0001
TRAT	2	51029638.48	25512819.24	3765.77	0.0001
FECHA	4	549.09	136.00	0.02	0.9992
TRAT*FECHA	8	1080.00	136.00	0.02	1.0000
VAR*FECHA	4	549.09	136.00	0.02	0.9992
VAR*TRAT	2	711428.42	355714.21	52.48	0.0001
VAR*TRAT*FECHA	8	1080.00	136.00	0.02	1.0000

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
VAR	1	4834684.44	4834684.44	713.25	0.0001
TRAT	2	51029638.48	25512819.24	3765.77	0.0001

Dependent Variable: FEED

Source	DF	Type III Sum of Squares	Mean Square	F Value	Sig. > F
FECHA	4	540.00	135.00	0.02	0.9992
TRATAFECHA	8	1080.00	135.00	0.02	1.0000
VARFECHA	4	540.00	135.00	0.02	0.9992
VARTRAT	2	711429.42	355714.71	52.48	0.0001
VARTRATAFECHA	8	1080.00	135.00	0.02	1.0000

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: F147

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGW.

Alpha= 0.05 df= 60 MSE= 11.45556

Critical Value of Studentized Range= 2.599

Minimum Significant Differences= 2.1602

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	TREAT
A	66.667	30	1
B	32.633	30	3
C	10.633	30	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: TINF

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWZ

Alpha= 0.05 df= 60 MSB= 9.64444

Critical Value of Studentized Range= 3.009

Minimum Significant Difference= 1.9469

Means with the same letter are not significantly different

Tukey Grouping	Mean	N	TREAT
A	53.733	30	1
B	51.833	30	3
C	23.733	30	2

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: REID

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGW.

Alpha= 0.05 df= 60 MSB= 6776.528

Critical Value of Studentized Range= 3.059

Minimum Significant Difference= 51.067

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	n	TREAT
A	2007.53	30	2
B	1943.60	30	3
C	1043.33	30	1

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: FINE

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWY

Alpha= 0.05 df= 60 MS2= 11.45556

Critical Value of Studentized Range= 3.977

Minimum Significant Difference= 3.171

Means with the same letter are not significantly different

Tukey Grouping	Mean	N	FECHA
A	46.111	18	3
A			
B	44.722	18	5
B			
B	42.722	18	2
C	38.389	18	1
D	11.944	18	4

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variances: TIME

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWZ.

Alpha= 0.05 df= 60 MSE= 9.644344

Critical Value of Studentized Range= 3.977

Minimum Significant Difference= 2.9414

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Groupings	Mean	N	FED/A
A	60.944	18	5
B	43.222	18	3
C	34.500	18	2
C			
C	31.833	18	1
D	15.000	18	4

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: FEED

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWZ.

Alpha= 0.05 df= 60 MSE= 6778.528

Critical Value of Studentized Range= 3.977

Minimum Significant Differences= 77.184

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	FECHA
A	1961.16	18	1
A			
A	1961.16	18	2
A			
A	1956.16	18	3
A			
A	1956.16	18	4
A			
A	1956.16	18	5

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: P1AF

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGW

Alpha= 0.05 df= 60 MSE= 11.45556

Critical Value of Studentized Range= 2.629

Minimum Significant Difference= 1.4273

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	VAR
A	37.000	45	1
A			
A	36.556	45	

Tukey's Studentized Range (HSD) Test For variable : TIME

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,

but generally has a higher type II error rate than FREQ

Alpha= 0.05 df= 60 MSE= 9.844444

Critical Value of Studentized Range= 2.629

Minimum Significant Difference= 1.6391

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	WR
A	38.000	45	1
B	35.200	45	2

Tukey's Studentized Range (RSR) Test for variolate: READ

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGQ.

Alpha= 0.05 df= 60 MSE= 6778.518

Critical Value of Studentized Range= 2.629

Minimum Significant Difference= 34.719

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	WR
A	2189.93	45	2
B	1726.38	45	1

DATA;

INPUT REP VAR TRAT FECHA FINE TIME REPO;

IF TRAT=1 AND FECHA=1 THEN INT=1;

IF TRAT=1 AND FECHA=2 THEN INT=2;

IF TRAT=1 AND FECHA=3 THEN INT=3;

IF TRAT=1 AND FECHA=4 THEN INT=4;

IF TRAT=1 AND FECHA=5 THEN INT=5;

IF TRAT=2 AND FECHA=1 THEN INT=6;

IF TRAT=2 AND FECHA=2 THEN INT=7;

IF TRAT=2 AND FECHA=3 THEN INT=8;

IF TRAT=2 AND FECHA=4 THEN INT=9;

IF TRAT=2 AND FECHA=5 THEN INT=10;

IF TRAT=3 AND FECHA=1 THEN INT=11;

IF TRAT=3 AND FECHA=2 THEN INT=12;

IF TRAT=3 AND FECHA=3 THEN INT=13;

IF TRAT=3 AND FECHA=4 THEN INT=14;

IF TRAT=3 AND FECHA=5 THEN INT=15;

CARDS;

1 1 1 1 62 46 677.7

1 1 1 2 62 57 677.7

1 1 1 3 120 71 677.7

1 1 1 4 27 20 677.7

1 1 1 5 69 76 677.7

1 1 2 1 14 26 2490.5

1 1 2 2 19 29 2490.5

1 1 2 3 5 26 2490.5

1 1 2 4 7 3 2490.5

1 1 2 5 23 40 2490.5

1 1 3 1 26 27 1784.2

1 1 3 2 41 50 1784.2

113	3	05	27	1784	0
113	4	10	19	1784	2
113	5	40	66	1784	0
121	1	62	44	1111	1
121	2	75	44	1111	1
121	3	100	79	1111	1
121	4	05	23	1111	1
121	5	06	75	1111	1
122	1	8	23	0200	0
122	2	6	20	0200	0
122	3	6	32	0200	0
122	4	3	17	0200	0
122	5	29	39	0200	0
123	1	41	25	2111	1
123	2	42	27	2111	1
123	3	30	27	2111	1
123	4	12	21	2111	1
123	5	09	65	2111	1
211	1	61	47	900	0
211	2	81	52	900	0
211	3	100	70	900	0
211	4	06	20	900	1
211	5	01	74	900	0
212	1	15	24	2600	0
212	2	11	28	2600	0
212	3	5	24	2600	0
212	4	9	9	2600	0
212	5	00	39	2600	0
213	1	07	25	1811	1
213	2	40	29	1811	1

2 1 3 3 32	34 1511.1
2 1 3 4 11	22 1511.1
2 1 3 5 41	67 1511.1
2 2 1 1 57	41 1200.1
2 2 1 2 84	47 1200.1
2 2 1 3 160	77 1200.1
2 2 1 4 25	20 1200.1
2 2 1 5 65	78 1200.1
2 2 2 1 10	21 3166.6
2 2 2 2 8	23 3166.6
2 2 2 3 5	23 3166.6
2 2 2 4 0	0 3166.6
2 2 2 5 26	44 3166.6
2 2 3 1 29	20 2238.3
2 2 3 2 40	30 2238.3
2 2 3 3 32	27 2238.3
2 2 3 4 8	18 2238.3
2 2 3 5 43	60 2238.3
3 1 1 1 66	50 844.4
3 1 1 2 79	55 844.4
3 1 1 3 106	75 844.4
3 1 1 4 28	26 844.4
3 1 1 5 61	29 844.4
3 1 2 1 13	27 2555.5
3 1 2 2 8	20 2555.5
3 1 2 3 7	10 2555.5
3 1 2 4 0	0 2555.5
3 1 2 5 22	45 2555.5
3 1 3 1 35	29 1634.7
3 1 3 2 36	31 1634.7

3 1 3 3 32	29 1694.7
3 1 3 4 8	22 1694.7
3 1 3 5 46	63 1694.7
3 2 1 1 64	42 1293.4
3 2 1 2 61	51 1293.4
3 2 1 3 160	70 1293.4
3 2 1 4 22	22 1293.4
3 2 1 5 69	76 1293.4
3 2 2 1 7	21 9330.3
3 2 2 2 8	22 9330.3
3 2 2 3 6	25 9330.3
3 2 2 4 0	0 9330.3
3 2 2 5 25	43 9330.3
3 2 3 1 64	28 2022.2
3 2 3 2 35	28 2022.2
3 2 3 3 33	33 2022.2
3 2 3 4 8	15 2022.2
3 2 3 5 36	64 2022.2

PROC SORT; BY INT;

PROC SUM;

CLASSES INT;

MODEL FINE TIME=INT;

MEANS INT/TIMEY;

RUN;

General Linear Models Procedure

Class Level Information

Class	Levels	Values
INT	15	1 2 3 4 5 6 7 6 9 10 11 12 13 14 15

Number of observations in data set = 90

General Linear Models Procedure

Dependent Variable: FINE

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	72369.555556	5169.253968	372.07	0.0001
Error	75	1042.000000	13.894667		
Corrected Total	89	73411.555556			

R-Square	C.V.	Root MSE	FINE Mean
0.985806	10.134569	3.7273762	56.7777778

Dependent Variable: PINF

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	14	72369.55556	5169.25397	372.07	0.0001

Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	14	72369.55556	5169.25397	372.07	0.0001

Dependent Variable: TINF

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	14	37849.600000	2703.542857	249.10	0.0001
Error	75	644.500000	11.260000		
Corrected Total	69	38634.100000			
	R-Square	C.V.	Root MSE	TINF Mean	
	0.978175	9.0447233	3.3555923	37.10000000	

Dependent Variable: TINF

Source	DF	Type I SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	14	37849.600000	2703.54286	249.10	0.0001
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
INT	14	37849.600000	2703.54286	249.10	0.0001

Tukey's Studentized Range (qSD) Test for variable: F1W

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than F66W0.

Alpha= 0.05 df= 75 MSE= 10.69003

Critical Value of Studentized Range= 4.960

Minimum Significant Difference= 7.5471

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	157
A	100.000	6	3
B	60.333	6	2
C	65.167	6	5
C	62.000	6	1
D	41.500	6	11
D	41.167	6	15
D	39.333	6	12
E	32.333	6	13
F	27.500	6	10
F	25.500	6	4

General Linear Models Procedure

Tukey Grouping	Mean	N	INT
6	11.333	6	6
6			
6	9.500	6	14
6			
6	8.500	6	7
6			
H 6	8.000	6	6
H			
H	6.500	6	9

General Linear Models Procedure

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for variable: TIME

NOTE: This test controls the type I experimentwise error rate,
but generally has a higher type II error rate than REGWZ.

Alpha= 0.05 df= 75 MS= 11.26

Critical Value of Studentized Range= 4.560

Minimum Significant Difference= 6.7544

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N (RT)
A	76.333	6 5
A		
A	75.667	6 3
B	64.500	6 15
C	51.000	6 2
C		
D	45.000	6 1
D		
E	42.000	6 10

	E	29.500	6 12
	E		
	E	29.500	6 13
	E		
F	E	26.500	6 6
F	E		
F	E 6	26.167	6 11

General Linear Models Procedure

Tukey Grouping		Mean	N INT
F	E 6		
F	E 6	21.333	6 6
F	E 6		
F	E 6	23.000	6 7
F	6		
F	6	22.667	6 4
	6		
	6	19.500	6 14
	H	2.533	6 9