

Evaluación de la susceptibilidad de piricularia en variedades comerciales del cultivo trigo “Triticum aestivum”

Enrique Zeballos Sanjinez*, Ageo Ortíz.**

*Coordinador de Investigación del Instituto Superior

Agropecuaria Muyurina;

zeballosenrique41@gmail.com

**Estudiante de tesis del Instituto Superior

Agropecuaria Muyurina

xxxxxx@gmail.com

Resumen

El principal objetivo es evaluar la susceptibilidad de la enfermedad piricularia en las 19 variedades comerciales del cultivo de trigo “Triticum aestivum” para determinar las variedades más tolerantes, utilizando un diseño de investigación de bloques completos al azar con 19 tratamientos (y/o variedades) y tres repeticiones con estudio cuantitativo. Cada unidad experimental fue de 0.4 m x 1m, abarcando una superficie de 0.4 m², abarcando 2 surcos por cada unidad experimental, pasillo de 0.5 metro y bordes de 1 metro de ancho sembrados con la variedad San Lucas (variedad altamente susceptible) como fuente de inóculo, utilizando un muestreo probabilístico aleatorio simple según Moya (2014). Se realizó la siembra con un total de 60 semillas por surco, abarcando 2 surcos por cada unidad experimental o variedad. Dando un total de 120 semillas por unidad experimental. Para esta investigación se utilizaron materiales como palas, winchas, fumigadoras, estacas, machetes, azadones, palas, mangueras. El tratamiento 16 fue la que mejor producción obtuvo y fue la más tolerante a la enfermedad, con un efecto estadísticamente no significativo al 95% de confianza.

Palabras clave: Suelo, trigo, tratamiento, piricularia.

1. Introducción

El tema trata de la evaluación de susceptibilidad de piricularia (*Triticum aestivum*) en 19 variedades comerciales del cultivo de trigo, para conocer una variedad resistente a la enfermedad de piricularia.

El principal interés de hacer este trabajo fue de conocer o enfocar a dar soluciones a los productores de este cultivo con el tema de control de piricularia que afectan a su producción ocasionándoles un bajo rendimiento y pérdidas hasta del 100% de su cultivo al momento de la cosecha.

El trigo desde un punto de vista mundial es un grano que ha despertado mucha importancia, ya que este producto forma parte esencial de nuestra dieta alimentaria en nuestro país siendo fundamental en la economía y en la alimentación de las familias bolivianas.

Debido al hábito muy pronunciado del consumo de los diferentes productos en base al trigo, es ahí que inicia la importancia del cultivo de este cereal.

La siguiente pregunta de investigación: ¿Cuál será el impacto de dar a conocer una variedad comercial no susceptible, ante la enfermedad de piricularia, causada por las condiciones climáticas, que provoca bajo rendimiento y pérdidas del cultivo de trigo?

La Explosión de la piricularia de trigo, causada por el patotipo *Triticum* de *Magnaporthe oryzae*, es una grave enfermedad que causan las bajas de rendimiento de trigo y pérdidas económicas significativas durante los años de epidemia en Brasil, Paraguay y Bolivia. (Baldeomar, 2015).

El trigo (*Triticum aestivum* L.), junto con el arroz, el maíz, son los cereales de mayor importancia. El consumo nacional de trigo supera las 450 000 Tm/año, resultando en un consumo per cápita superior a 30 kg/año. (Garófalo, 2011).

El brusone causado por *Magnaporthe oryzae* patotipo *Triticum*, es uno de los problemas más serios para la producción de trigo en Sudamérica. Debido al número reducido de fuentes de resistencia (Chavez, 2018).

La enfermedad puede en algún grado ser manejada y reducir su incidencia con la aplicación de fungicidas, cultivares tolerantes, prácticas agronómicas y métodos biotecnológicos, Sin embargo, el uso de variedades tolerantes es el método más económico y beneficioso para el medio ambiente (Huallpa, 2013).

El brusone del trigo causado por *Pyricularia oryzae* patotipo *Triticum*, es una de las mayores amenazas para la producción de trigo en Sudamérica (5-100% de pérdidas). (Reyes, 2012).

Desde hace 30 años, esta enfermedad ha sido endémica de Sudamérica hasta su aparición en Bangladés en el año 2016, abriendo la posibilidad de su expansión a otras regiones. Considerando poca disponibilidad de las fuentes de resistencia conocida en trigo y conociendo la resistencia de los trigos sintéticos hexaploides (Mohan, 2009).

La enfermedad explosión fue reportada por primera vez en el trigo en 1986 en el norte de

Paraná, estado de Brasil, donde ha causado graves daños de las siembras de trigo locales (Igarashi, 1986).

Es la enfermedad más importante del trigo, afectando desde las hojas hasta la espiga. En las hojas la enfermedad se presenta como manchas alargadas y puntiagudas, con margen marrón y centro blanquecino. Las manchas son puntos castaños a negro. (Anapo, 2017).

Los granos infectados de cultivares altamente susceptibles son generalmente pequeños, arrugados, deformes, y tienen bajo peso de hectolitro (Goulart, 2005).

En general, los síntomas pueden variar en las espigas de las lesiones elípticas con blanqueada centros a la espiga, blanqueo total o parcial, la esterilidad, y granos vacíos dependiendo de la hora de infección (Igarashi, 2006).

Según (Fernández, 2015) Para prevenir la enfermedad se recomienda usar buena semilla, no abonar en exceso y de forma tardía con nitrógeno, emplear un abonado equilibrado con fósforo y potasio y retrasar la retirada del agua en la maduración en cultivos vigorosos.

Pyricularia en trigo es considerado hoy una de las principales enfermedades que afectan la producción de trigo en Latinoamérica, deriva del hecho de que el hongo puede reducir el rendimiento y la calidad del grano de trigo (Urashima, 2015).

Una de las características aún desconocidas del patógeno es el periodo por el cual se pueden conservar suspensiones de inóculo fúngico. (Kolhi, 2021).

Sin embargo, las mayores pérdidas se traducen cuando el hongo ataca los raquis en la base de la espiga, lo que limita el desarrollo de los granos y mata completamente la espiga. (Kohli, 2011).

Las pérdidas causadas por la Piricularia de trigo pueden variar desde daños menores hasta pérdidas del 100%. La enfermedad puede atacar todas las partes aéreas de la planta, pero la infección severa se observa en las espigas. (Chávez, 2009).

2. Métodos

Se utiliza un diseño de investigación de bloques al azar de 19 tratamientos con tres repeticiones y estudio cuantitativo.

Utilizando una hipótesis de investigación donde evaluar la susceptibilidad de la enfermedad de piricularia en hojas y espigas en las diferentes variedades comerciales del cultivo de trigo no se presentó una gran diferencia en susceptibilidad y daños en las diferentes variedades.

La unidad experimental de la parcela tuvo un área total de 74.2 m²., cada unidad experimental fue de 0.4 m x 1m, abarcando una superficie de 0.4 m², abarcando 2 surcos por cada unidad experimental, pasillo de 0.5 metro y bordes de 1 metro de ancho sembrados con la variedad San Lucas (variedad altamente susceptible) como fuente de inóculo.

Las variables independientes es el inóculo, y las variables dependientes tenemos: números de macollos, altura de planta, incidencia de la enfermedad, severidad de la enfermedad, peso de mil granos

Plan de recolección y procesamiento de datos

Se realizó la siembra con un total de 60 semillas por surco, abarcando 2 surcos por cada unidad experimental o variedad, dando un total de 120 semillas por unidad experimental.

Incidencia y severidad

Cada unidad experimental o variedad se evaluó en estadios puntuales como ser: floración, grano acuoso, grano lechoso-masoso y grano yesoso-maduración, en 4 diferentes oportunidades.

Piricularia en hoja

Se realizó la evolución en 2 oportunidades según el estadio de cada unidad experimental, la cual se registró datos en estados de floración e inicio de llenado de grano.

Altura de planta

Se tomaron 20 plantas al azar de cada unidad experimental en estudio, para determinar la altura de planta se midió desde la raíz (nivel del suelo) hasta el ápice de la espiga sin considerar las aristas.

Número de macollos

Se evaluó cada unidad experimental, tomando en cuenta los dos surcos de 1 metro, se consideró solo macollos fértiles. Para realizar el conteo de macollos.

Peso de mil granos

Se tomó muestras de cada unidad experimental en estudio de las cuales se contaron mil granos con la ayuda de un contador de semillas calibrado del campo experimental de (CAICO) cada muestra obtenida fue pesada en una balanza de precisión. Sucesivamente se realizó el conteo de mil granos sanos de cada variedad para la realización de una comparación de daño causado en por la enfermedad.

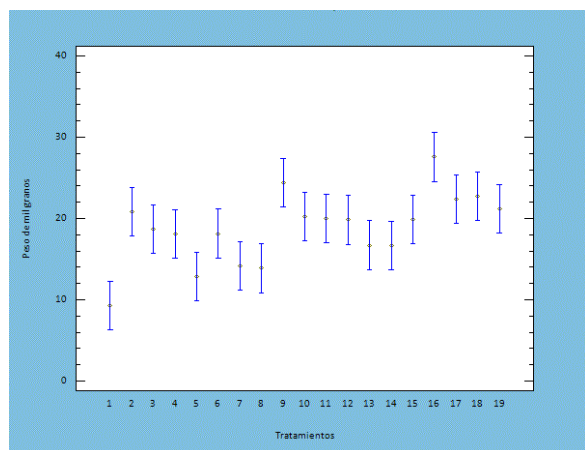
3. Resultados

Se tiene un impacto al utilizar la enfermedad piricularia causada por condiciones climáticas en algunas variedades de trigo, porque a pesar de la inoculación de la plaga

se tiene un efecto estadísticamente significativo en rendimiento del trigo por Ha con un nivel de confianza del 95%, con esto se rechaza la hipótesis nula.

Luego, se realizó un análisis de susceptibilidad de cada variedad del trigo a la enfermedad piricularia provocada por las condiciones climáticas, para ello verificamos la figura de comparación de medias mediante Tukey calculado por el software statgraphics stratus para ver que tratamiento es la más resistente según figura 1:

Figura 1.



Fuente: Gráfico del software statgraphics stratus

La figura 1, muestra el peso de mil granos promedio para cada nivel de Tratamientos.

También muestra un intervalo alrededor de cada media. Los intervalos que se muestran actualmente se basan en el procedimiento de diferencia honestamente significativa (HSD) de Tukey.

Están contruidos de tal manera que si todas las medias son iguales, todos los intervalos se superpondrán el 95% del tiempo. Cualquier par de intervalos que no se superpongan verticalmente corresponde a un par de medias que tienen una diferencia estadísticamente significativa.

Puede hacer una comparación detallada de las medias seleccionando pruebas de rango múltiple de la lista de opciones tabulares. Se puede observar que el T16 es el que mejor rendimiento tiene en peso de 1000 granos y que es resistente a la plaga.

Haciendo un análisis más detallado para ver cuáles son en general todos aquellos tratamientos que resisten a esta plaga, para eso se calcula la prueba de rangos múltiples por método de tratamiento tukey, a continuación mostramos una tabla los datos según el software statgraphics stratus:

Tabla Nro. 1

Variedad de trigo que más resisten a la piricularia

Ubicación de importancia	Tratamientos (variedades)	Resultado	% de valores de medias que denotan una diferencia estadísticamente significativa
1	(T16) OKINAWA	Tolerante a la piricularia	29
2	(T9) TARUMA	Tolerante a la piricularia	13.5
3	(T18)PMGO - 2384	Tolerante a la piricularia	7.7
4	(T17) CURUPAÚ	Tolerante a la piricularia	7.7
5	(T19)PMGO - 2600	Tolerante a la piricularia	7.7
6	(T2)URUBO	Tolerante a la piricularia	7.7
7	(T10) PENOCO	Tolerante a la piricularia	5.8
8	(T11) CUPESÍ	Tolerante a la piricularia	3.8
9	(T15) TROPICAL	Tolerante a la piricularia	3.8
10	(T12) PMGO - 1108	Tolerante a la piricularia	3.8
11	(T3) MOTACU	Tolerante a la piricularia	1.9
12	(T6) AMPLITUD	Tolerante a la piricularia	1.9
13	(T4)SAN PABLO	Tolerante a la piricularia	1.9
14	(T13) BIO-372 Trunfo	Tolerante a la piricularia	1.9
15	(T14)BIO-079 Duque	Tolerante a la piricularia	1.9
16	(T7) SOSEGO	No tolerante a la piricularia	0

17	(T8) MT-001	No tolerante a la piricularia	0
18	(T5)SAN LUCAS	No tolerante a la piricularia	0
19	(T1)ATLAX	No tolerante a la piricularia	0

Fuente: Datos del software statgraphics stratus

Por otro lado, la incidencia y severidad del trigo en algunas variedades se vio afectada más en la etapa yesos-maduración en los tratamientos T1, T3, T5, T8, T12 y T17 en porcentajes por encima del 70%.

En algunos tratamientos como el T1, T3, T5 y T8 en la etapa lechoso-masoso también fue afectada en un porcentaje entre 50 % y 90%.

En la etapa de floración y acuoso la incidencia y severidad no afecta grandes porcentajes en ninguna variedad del trigo.

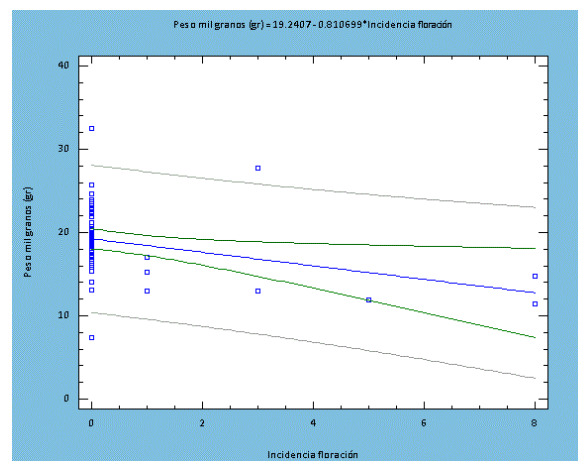
También se hizo un análisis de relación de incidencia y severidad con la variable del peso de 1000 granos para cada etapa del trigo, en la etapa de floración el valor P en la tabla ANOVA es inferior a 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre peso mil granos (gr) en incidencia y severidad con un nivel de confianza del 95 %.

El estadístico R^2 indica que el modelo ajustado explica el 8.98% de la variabilidad de la incidencia y 7.91% en severidad floración afecta al peso mil granos (gr).

El coeficiente de correlación es igual a -0,29, lo que indica una relación relativamente débil entre las variables en incidencia (figura 2) y -0.28 en severidad (figura 3).

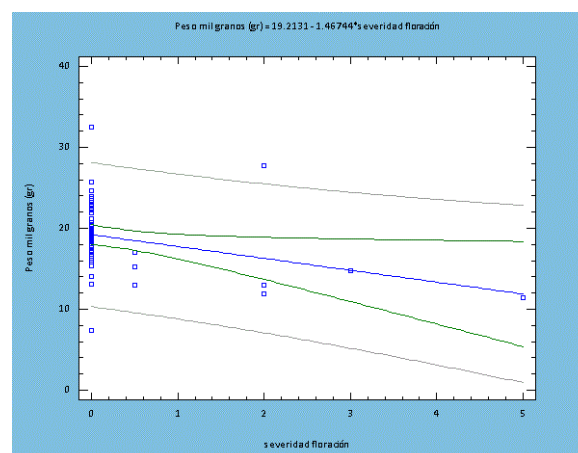
El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 4.37 en incidencia y 4.40 en severidad.

Figura 2



Fuente: Gráfico del software statgraphics stratus

Figura 3



Fuente: Gráfico del software statgraphics stratus

La salida muestra los resultados del ajuste de un modelo lineal para describir la relación entre Peso mil granos (gr) en incidencia y severidad de floración.

Los límites internos muestran límites de confianza del 95% para la media de Peso mil granos (gr) de muchas observaciones a valores dados de incidencia y severidad de floración. Los límites exteriores muestran límites de predicción del 95% para nuevas observaciones.

Por otro lado, en la etapa acuoso el valor P en la tabla ANOVA es inferior a 0,05, existe una

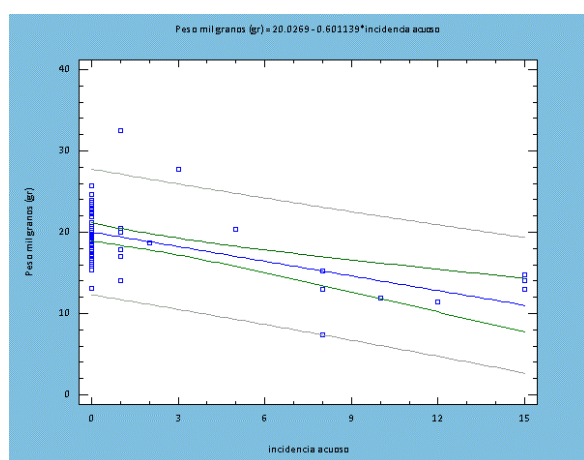
relación estadísticamente significativa entre el peso mil granos (gr) y la incidencia y severidad con un nivel de confianza del 95 %.

El estadístico R^2 indica que el modelo ajustado explica el 30.80% de la variabilidad de la incidencia y 32.84 % en severidad en acuoso afecta en peso mil granos (gr).

El coeficiente de correlación es igual a -0,55, lo que indica una relación moderadamente fuerte entre las variables en incidencia (figura 5) y -0.57 en severidad (figura 6).

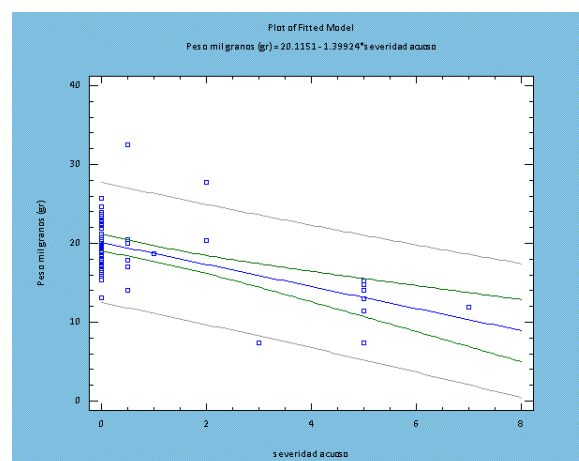
El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 3.81 en incidencia y 3.75 en severidad.

Figura 4



Fuente: Gráfico del software statgraphics stratus

Figura 5



Fuente: Gráfico del software statgraphics stratus

La salida muestra los resultados del ajuste de un modelo lineal para describir la relación entre peso mil granos (gr) de incidencia y severidad en la etapa acuoso.

Los límites internos muestran límites de confianza del 95% para la media de peso mil granos (gr) de muchas observaciones a valor dado de incidencia y severidad acuoso. Los límites exteriores muestran límites de predicción del 95% para nuevas observaciones.

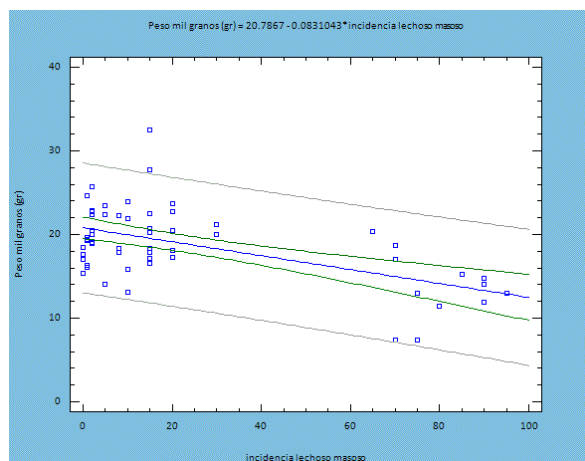
También, en la etapa lechoso-masoso el valor P en la tabla ANOVA es inferior a 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre el peso mil granos (gr) y la incidencia y severidad con un nivel de confianza del 95 %.

El estadístico R^2 indica que el modelo ajustado explica el 30.74% de la variabilidad de la incidencia y 31.21 % en severidad en acuoso afecta en peso mil granos (gr).

El coeficiente de correlación es igual a -0,55, lo que indica una relación moderadamente fuerte entre las variables en incidencia (figura 7) y -0.55 en severidad (figura 8).

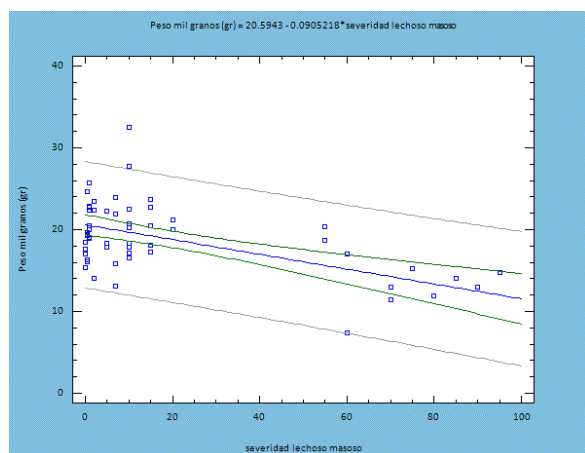
El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 3.81 en incidencia y 3.80 en severidad.

Figura 7



Fuente: Gráfico del software statgraphics stratus

Figura 8



Fuente: Gráfico del software statgraphics stratus

La salida muestra los resultados del ajuste de un modelo lineal para describir la relación entre peso mil granos (gr) de incidencia y severidad en la etapa lechoso-masoso.

Los límites internos muestran límites de confianza del 95% para la media de peso mil granos (gr) de muchas observaciones a valorado de incidencia y severidad lechoso-masoso. Los límites exteriores muestran límites de predicción del 95% para nuevas observaciones.

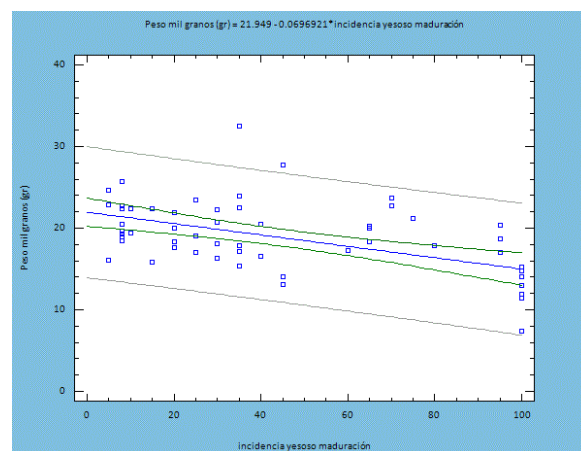
Para finalizar, en la etapa yesoso-maduración el valor P en la tabla ANOVA es inferior a 0,05, existe una relación estadísticamente significativa entre el peso mil granos (gr) y la incidencia y severidad con un nivel de confianza del 95 %.

El estadístico R^2 indica que el modelo ajustado explica el 27.17% de la variabilidad de la incidencia y 32.70 % en severidad en acuoso afecta en peso mil granos (gr).

El coeficiente de correlación es igual a -0,52, lo que indica una relación moderadamente fuerte entre las variables en incidencia (figura 9) y -0.57 en severidad (figura 10).

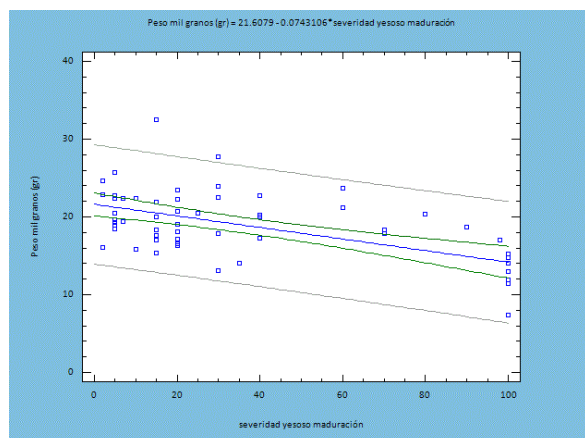
El error estándar de la estimación muestra que la desviación estándar de los residuos es 3.91 en incidencia y 3.76 en severidad.

Figura 9



Fuente: Gráfico del software statgraphics stratus

Figura 10



Fuente: Gráfico del software statgraphics stratus

La salida muestra los resultados del ajuste de un modelo lineal para describir la relación entre peso mil granos (gr) de incidencia y severidad en la etapa yesoso-maduración.

Los límites internos muestran límites de confianza del 95% para la media de peso mil granos (gr) de muchas observaciones a valor dado de incidencia y severidad yesoso-maduración. Los límites exteriores muestran límites de predicción del 95% para nuevas observaciones.

Para hacer un análisis sobre la hipótesis, nos basamos en la diferencia de medias de grupos homogéneos según la tabla 2

Tabla Nro. 2

Grupos homogéneos para buscar igualdades y/o diferencias de medias de tratamiento

T.	M.	Grupos Homogéneos
T16	27,6	A
T9	24,4	A B
T18	22,7	A B C
T17	22,3	A B C D
T19	21,2	- B C D E
T2	20,8	- B C D E F
T10	20,2	- B C D E F G
T11	19,9	- B C D E F G H
T15	19,8	- B C D E F G H I
T12	19,8	- B C D E F G H I J
T3	18,7	- B C D E F G H I J K
T6	18,1	- B C D E F G H I J K L
T4	18,1	- B C D E F G H I J K L M
T13	16,7	- - C D E F G H I J K L M N
T14	16,7	- - C D E F G H I J K L M N O
T7	14,1	- - - - - G H I J K L M N O P
T8	13,9	- - - - - G H I J K L M N O P Q
T5	12,9	- - - - - K L M N O P Q R
T1	9,3	- - - - - P Q R

Fuente: Elaboración propia

Según esta tabla, vemos que el T16 tiene una diferencia muy significativa a comparación de las medias de los demás tratamientos, con estos análisis podemos decir que se rechaza la H_0 porque al menos una de sus medias son diferentes, por esta razón se acepta la H_1 .

4. Conclusiones

A pesar que existen plagas como la piricularia también existen variedades de trigo que son tolerantes a estas enfermedades de una forma muy significativa estadísticamente hablando.

Y si hablamos sol de una variedad de las 19 que fueron parte de este estudio 10 variedades presentan datos importantes de tolerancia a la enfermedad pero en porcentaje de tolerancia mayores, solo la variedad 16 y la variedad 9 son altamente tolerables a la piricularia.

En el caso de incidencia y severidad, estas variables no tienen ninguna relación estadística con el rendimiento del trigo, quiere decir que no depende una de la otra, y que solo en pocas variables se ve afectada tanto en incidencia como en severidad.

Sólo en la etapa de floración la incidencia y severidad no superan el 9% de variabilidad en el rendimiento del trigo, a excepción de la etapa de acoso, lechoso y yesoso que la incidencia y severidad superan el 30% de variabilidad afectando el rendimiento del trigo.

Bibliografía

- Alpi, A. (1991). *Cultivo en invernadero trigo*. Tercera Edición. Ediciones Mundi.
- Ambiente, M. (1992). *Reglamento de Ley N° 1333*. Bolivia.
- Anapo. (2015). *Manual de recomendaciones técnica*. Santa Cruz: Asociación de Productores de Oleaginosas y Trigo.
- CETTABOL, C. T. (2006). *Resultados de*. Santa Cruz Bolivia.
- CIAT, (. d.-c. (2007). *Recomendaciones técnicas*. Santa Cruz-Bolivia.
- Conti, M. E. (2000). *Dinámica de liberación y fijación de potasio en el suelo. Informaciones Agronómicas del Cono Sur*. . INPOFOS N° 8. .
- Cuellar, O. (1999). *Texto Base de Asignatura de Fertilidad y Fertilizante*. Trinidad - Beni - Bolivia: 1ra Edición.
- Darwich, A. (2005). *Manual de fertilización de suelos*. Buenos Aires. Argentina.
- DEL BOL, M. (1980). *Manual del Cultivador Moderno*. Barcelona: Editorial De Vecchi,.
- Devore, J. L. (2011). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. Cengage Learning.
- Díaz, P. Q. (1998). *Cereales de primavera*. Cuba: 3ra Ed. Cuba.
- EEA, I. (2010). *Fertilización fosfatada para trigo en siembra directa*. Panama: INTA EEA Paraná.
- Eliansa. (2015). *Fuente de nutrientes específicos*. Buenos Aires: IPNI.
- Gabriel, R. S. (2007). *produon de soya en bolivia*.
- García, Berardo, & Barbagelata. (2000). *Fertilización fosfatada de trigo*. Argentina: Univercidad Catolica de Argentina.
- Guerrero, A. (2001). *El suelo, los abonos y la fertilización de los cultivos*. mexico: Editorial Limusa. México. D.F.
- Hugo, V., & Candoti, V. (2008). *Fertilización de trigo con nitrógeno*. Estación Experimental Agropecuaria Rafaela.
- Ibce. (2019). *Instituto boliviano de comercio exterior*. Obtenido de <https://ibce.org.bo>
- INTA. (2009). *Estación Experimental Agropecuaria Rafaela*. Publicación Miscelánea N° 107. .
- IPNI. (s.f.). *Fuents de nutrientes específicos*. IPNI, 17.
- Japón, E. c. (s.f.). <https://es.weatherspark.com>.
- Municipal[1], I. -I.-I. (2012). *Wikipedia*. Obtenido de <https://es.wikipedia.org>
- Novoa, R. (s.f.). *Fertilización del cultivo de trigo*. IPA La plantina N° 53.
- Rivera, H. C. (s.f.). *Diseño Experimental*. En u. n. colombia. bogota colombia.
- Robles, V. (2002). *Clasificación de la taxomania del trigo*.
- Rojas, C. W. (1997). *Disponivilidad de fosforo y su correccion*. Santiago - Chile: CRI. La Plantita.
- Rosell, E. y. (2007). *Evaluación de doce líneas promisorias de trigo*. La Paz.
- Ticono, R. b. (2022). *Cultivo trigo*. INSA.
- Wall. (2005). *Adaptación de 15 variedades de trigo (Triticum aestivum L.)*. La Paz.