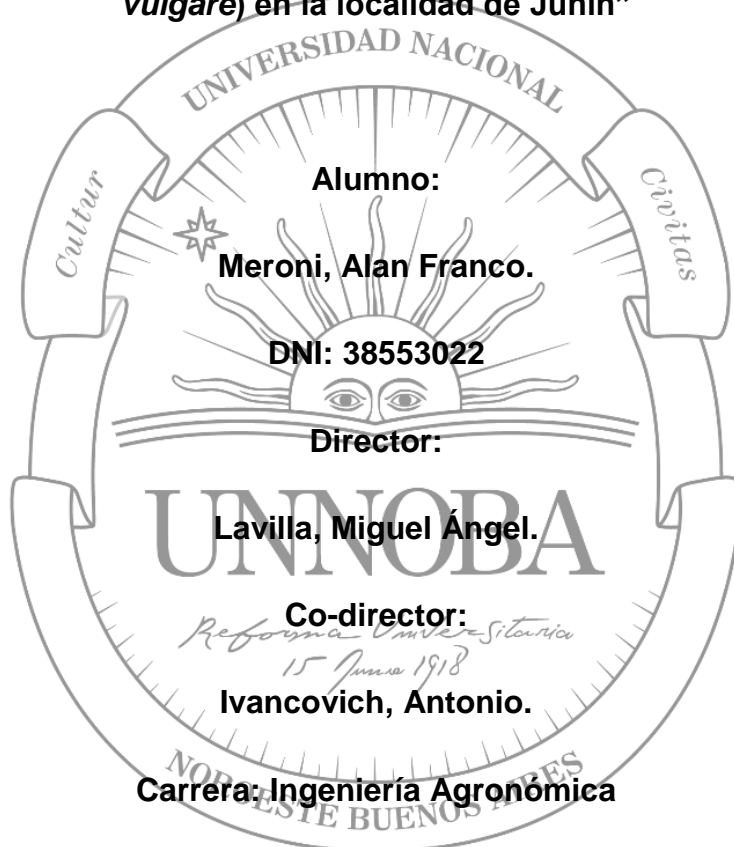


**Tesis de grado**

**“Diagnóstico y análisis de la evolución temporal de Mancha en Red causada por *Drechslera teres* en diferentes cultivares de cebada cervecera (*Hordeum vulgare*) en la localidad de Junín”**



**Escuela de Ciencias Agrarias, Naturales y Ambientales**

**Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires**

**Junín, 17 de noviembre de 2021**

## AGRADECIMIENTO

- Al Ing. Agr. Miguel Ángel Lavilla, por el asesoramiento y acompañamiento brindado en la realización del siguiente trabajo.
- Al Ing. Agr. Ivancovich Antonio, por el asesoramiento durante la realización del siguiente trabajo.
- Al Ing. Agr. Leandro Fariña, encargado del campo experimental por brindar todas las comodidades para poder llevar a cabo el trabajo a campo.
- Al tesista Rodrigo Chaves, que me brindo su ayuda en el seguimiento del análisis a campo.
- A mi familia por el apoyo incondicional y su sacrificio para que quien escribe pueda tener un estudio y ser el segundo en tenerlo en la familia.
- A la Universidad Nacional del Noroeste de la provincia de Buenos Aires y a sus docentes, por permitirme la formación universitaria.
- No quiero olvidarme de cada una de esas personas que la universidad puso en mi camino como son compañeros de aula, de estudios y profesores de cada una de las materias cursadas.

# Índice general

## Tabla de contenido

<b>1. Resumen</b> .....	4
<b>2. Introducción</b> .....	6
2.1.1. Historia e importancia del cultivo de cebada cervecera a nivel mundial y nacional.....	6
2.1.2. Enfermedades del cultivo, importancia, síntomas y manejo integrado.....	6
<b>3. Hipótesis</b> .....	11
<b>4. Objetivo General</b> .....	11
<b>5. Objetivos Específicos</b> .....	11
<b>6. Materiales y Métodos</b> .....	12
6.1. Análisis de la evolución de las enfermedades. ....	14
6.3. Asociación del rendimiento con las enfermedades.....	15
6.4. Efecto del funguicida sobre el área bajo la curva y su interacción con los cultivares de cebada.....	17
6.4.1. Datos de PG, proteína, calibre y peso Hectolitrico.....	17
<b>7. Resultados y discusión</b> .....	17
7.1.1. Rendimiento y número de granos.....	19
7.1.2. Método de componentes principales.....	20
7.1.3. Correlaciones entre los parámetros estudiados y análisis de regresión lineal.....	22
<b>8. Conclusión</b> .....	23
<b>9. Bibliografía</b> .....	24
<b>10. Anexo</b> .....	25

Palabras clave: *Cebada, rendimiento, mancha en red, área bajo la curva.*

## 1. RESUMEN

La “mancha en red” de la cebada, producida por el hongo *Drechslera teres* (Sacc.) Shoem. (Teleomorfo *Pyrenophora teres* Drechsler) es una enfermedad endémica en la Argentina, llegando a tener una prevalencia del 76 % e incidencia del 100%, presentándose desde el estado de plántula hasta la cosecha. Produce pérdidas en el rendimiento del 20% y disminuye el peso y cantidad de granos/mt<sup>2</sup>. La semilla infectada y el rastrojo son las principales fuentes de inóculo de la enfermedad. Las semillas constituyen el agente más eficiente de diseminación y el medio más seguro para la supervivencia de los patógenos cumpliendo un rol fundamental en sus ciclos de vida. La asociación de los patógenos con las semillas, les asegura la obtención de nutrientes en el momento de la germinación y emergencia de las plántulas (Reis et al., 1999). *Drechslera teres*, se transmite de la semilla infectada a los órganos aéreos para dar continuidad a su ciclo de vida, con una tasa de transmisión del 21%, por esto el tratamiento de semilla es la clave para impedir la introducción de éste patógeno en los lotes de cultivo. El objetivo de este trabajo consistió en evaluar la evolución temporal de la mancha en red en diferentes cultivares de cebada cervecera con y sin aplicación de fungicida foliar y su impacto sobre rendimiento y la calidad maltera. El ensayo se llevó a cabo durante 2018 en el campo experimental UNNOBA, de la ciudad de Junín (Bs. As.) con un diseño experimental en bloques con arreglo factorial 6 x 2 y 2 repeticiones, con aleatorización al azar dentro de los bloques. El factor 1 fueron los cultivares, con 6 niveles (Andreia, Traveler, Shakira, Sinfonía, Overture, Danielle) y el factor 2 fue el tratamiento con fungicida foliar con dos niveles (con y sin aplicación del fitosanitario). La decisión de la aplicación del fungicida foliar se realizó con el criterio del umbral de daño económico, pero por problemas logísticos y de condiciones ambientales, la aplicación del fungicida foliar se realizó más tarde en el estado fenológico de encañazón - vaina engrosada (Z3.9 – Z4.3). Para el estudio de la evolución temporal de la mancha en red en los cultivares con y sin la aplicación de fungicida foliar se utilizaron las variables patométricas incidencia y severidad con las cuales se calculó la intensidad de la mancha en red y a posteriori el área bajo la curva del progreso de la intensidad de la enfermedad (ABCPIE), parámetro utilizado para los análisis estadísticos realizados. Dichos análisis fueron realizados mediante un

análisis de varianza (ANAVA). Las asociaciones entre el rendimiento y sus componentes, los parámetros de calidad industrial y el ABCPIE se realizaron a través regresiones lineales, análisis de componentes principales y una correlación de Spearman. Los resultados de esta experiencia demostraron que no hubo interacción entre cultivares y la aplicación de fungicida foliar por lo tanto no se tuvo en cuenta en el modelo estadístico. En esta experiencia se concluye que los cultivares de cebada cervecera evaluados presentan diferentes comportamientos frente a la mancha en red, siendo Sinfonía el de mejor comportamiento.

## 2. INTRODUCCIÓN

### 2.1 Historia e importancia del cultivo de cebada cervecera a nivel mundial y nacional.

La cebada es el cuarto cereal del mundo por volumen de producción, detrás del maíz, arroz y trigo. Sin embargo, en los últimos 15 años dicho volumen se ha reducido en un 20% como consecuencia del avance de otros cultivos forrajeros, principalmente maíz. Como principales productores mundiales podemos citar a la Unión Europea (10 mill t), Rusia (15-20 mill t), Ucrania (12 mill t) y Canadá (10,7 mill t). Dentro de Sudamérica, Argentina es el mayor productor de cebada. Su producción anual se ubica por encima de 1,5 mill de Ton. (Miralles, 2011).

Su evolución en los últimos 6-7 años fue en aumento: en la campaña 2017 se sembraron aprox. 1,5 mill. de ha y se obtuvieron casi 5 mill de Ton, con un rendimiento nacional que promedio las 4,3 t/ha. Para la campaña 2018 se espera un aumento del 3% en superficie sembrada con respecto a la campaña del 2017 y con una producción estimada de 5,5 mill. de ton. (Bolsa de Cereales de Buenos Aires).

Aunque la cebada es utilizada como alimento para animales, el principal destino del grano es la producción de malta en la industria cervecera. En la Argentina, casi la totalidad de la producción de cebada se destina a la fabricación de malta, a diferencia de Europa, donde existe un mercado forrajero que absorbe el producto excedente de la producción de cebada o de mala calidad no apta para la producción cervecera. (Gianello 2014)

#### 2.1.2 Enfermedades del cultivo, importancia, síntomas y manejo integrado

Se considera que una planta está enferma cuando tiene sus funciones fisiológicas normales alteradas como consecuencia de una irritación por un agente patógeno en forma continua. Entre los patógenos de origen biótico o parasitario más comunes en cebada están los hongos, bacterias y virus. Para que se produzca una enfermedad parasitaria es necesario que la interacción entre un agente patógeno y una planta susceptible ocurra bajo condiciones ambientales favorables para el desarrollo de la misma. Estos tres factores

(hospedante, patógeno y ambiente) constituyen los componentes del triángulo de la enfermedad (Agrios, 2005).

En los últimos años han resurgido ciertas enfermedades y han aparecido otras nuevas en el cultivo de cebada cervecera, tanto en nuestro país como en el resto del mundo. Las causas se originan, en gran medida, por cambios ocurridos en los componentes del triángulo de la enfermedad (Miralles, 2011). El impacto negativo de las enfermedades provoca un efecto directo sobre el rendimiento y los componentes numéricos que lo conforman (Carretero, 2004) como ocurre en el caso de la Roya amarilla causada por *Puccinia striiformis* la cual produce mermas en el rendimiento de alrededor del 30 al 70 % (Miralles, 2011).

Entre las enfermedades más importantes de cebada en Argentina, se mencionan:

**Enfermedades causadas por patógenos biotróficos:**

- Roya de la hoja cuyo agente causal es *Puccinia hordei*;
- Roya amarilla cuyo agente causal es *Puccinia striiformis*;
- Oídio cuyo agente causal es *Blumeria graminis*;
- Carbón volador cuyo agente causal es *Ustilago tritici*;
- Enanismo amarillo causado por el virus *BYDV* (*Barley yellowdwarf virus*);
- Mosaico estriado causado por el virus *BSMV* (*Barley stripmosaic virus*).

**Enfermedades causadas por hongos necrotróficos:**

- Mancha en red cuyo agente causal es *Drechslera teres* (teleomorfo *Pyrenophora teres*);
- Escaldadura cuyo agente causal es *Rhynchosporium secalis*;
- Mancha marrón cuyo agente causal es *Bipolaris sorokiniana* (teleomorfo *Cochliobolus sativus*).

**Enfermedades causadas por bacterias:**

- Rayado bacteriano cuyo agente causal es *Xanthomonas translucens*;
- Tizón bacteriano cuyo agente causal es *Pseudomonas syringae*. (Miralles, 2011).

En la localidad de Junín, la mancha en red cuyo agente causal es *Drechslera teres* (teleomorfo *pyrenophora teres*) es una de las enfermedades más importantes que ataca al cultivo de cebada cervecera en esta región y en todo el país. Puede provocar mermas de hasta un 20%, afectando también la calidad maltera. (Petta et al, 2018). Debido a que, en el año 2017 se hicieron presente las condiciones de temperatura y humedad propicias para la enfermedad, en 2018 se seguirán realizando los estudios en el “Diagnóstico y análisis de la evolución temporal de las enfermedades en diferentes cultivares de cebada cervecera (*Hordeum vulgare*) en la localidad de Junín” iniciados por Petta en 2017.

La mancha en red causada por el hongo ascomycete *Pyrenophora teres* Drechs., cuya fase asexual o anamórfica corresponde al hongo *Drechslera teres*, es un hongo que ataca predominantemente a especies de cebadas cultivadas y silvestres, pero también se le ha encontrado afectando otras especies de plantas gramíneas, malezas y cultivadas. Se transmite por la semilla, pero la principal fuente de inóculo o infección, lo constituye el rastrojo infectado de años anteriores. En este rastrojo forma estructuras de sobrevivencia denominadas pseudotecios en los cuales las esporas del hongo pueden permanecer viables por dos o más años. Los síntomas típicos corresponden a lesiones necróticas (tejido muerto) en las hojas, de color café oscuro, alargadas, con estriados longitudinales y transversales cuando se observa con un aumento. En casos de fuerte infección las hojas pueden secarse completamente, adquiriendo una coloración café claro pajiza con estriados longitudinales oscuros.

En nuestro país aparece en todas las regiones donde se cultiva este cereal y desde los primeros estadios (Moschini et al., 1996). El patógeno ataca exclusivamente a cebada. Las principales fuentes de inóculo son las semillas infectadas y el rastrojo infectado. *D. teres* es un patógeno muy frecuente en semillas y es transmitido con una tasa de transmisión del 21% (Carmona et al., 2008). La diseminación a grandes distancias ocurre a través de semillas infectadas. El nivel de infección se intensifica con temperaturas crecientes a partir de los 10 °C (rango óptimo 15-25 °C) y períodos de mojado foliar de 12 a 36 horas, por lo que campañas lluviosas son más predisponentes. El viento puede transportar los conidios a cortas distancias porque las esporas son grandes y



pesadas. Las esporas pueden ser diseminadas por el viento y depositadas en hojas de la misma planta o plantas vecinas dentro del cultivo. El patrón de distribución en el lote es generalizado y uniforme. En rastrojos, el hongo sobrevive saprofiticamente produciendo conidios o ascosporas en peritecios (Carmona et al., 1996).

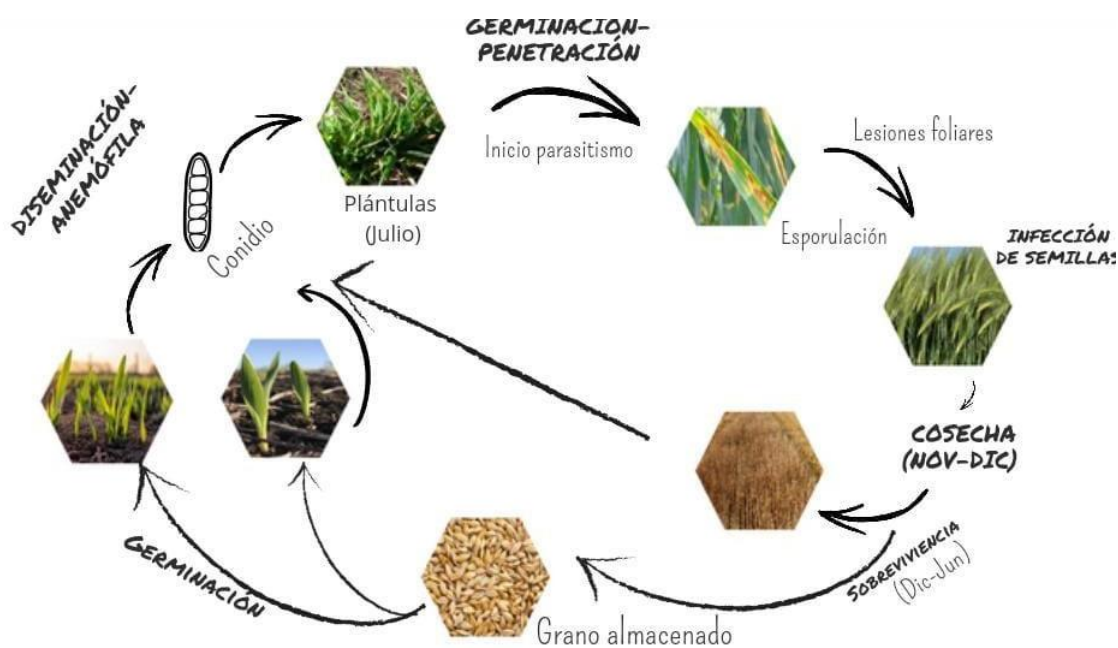


FIGURA 1. Ciclo biológico de *Drechslera teres* y desarrollo de la mancha en red en cebada.

Los componentes más afectados son el peso de los granos y el número de granos por metro cuadrado. También disminuye el extracto de malta, lo que afecta la calidad maltera para la producción de cerveza (Carmona et al., 2008).

Factores de riesgo:

La siembra de semillas infectadas introduce la enfermedad en campos nuevos o bajo rotación (Carmona et al., 2008).

El monocultivo asegura la presencia indefinida del patógeno en el cultivo.

Temperaturas entre 15-25 C° y humedad relativa >90% en el ciclo de cultivo.

Campañas lluviosas.

La posibilidad de infección aumenta con temperaturas templado-cálidas y disminuye con niveles térmicos inferiores.

Uso de cultivares susceptibles.

Medidas de manejo:

Uso de semilla sana y tratamiento de las mismas con fungicidas. Rotación de cultivos. (Ambas medidas deben ser llevadas a cabo complementariamente)

Aplicación de fungicidas foliares cuando se alcance el Umbral de Daño Económico (UDE), según Carmona y Sautua (2015) varía entre 20 y 32% de incidencia, no es un valor fijo, es por eso que se deberá calcular en cada campaña, en función del valor de la cebada, el fungicida y el rendimiento potencial.

Siembra de cultivares tolerantes.

Eliminación de hospedantes.

### 3. HIPÓTESIS

Los cultivares comerciales de cebada cervecera, varían en su comportamiento frente a la mancha en red, causada por *Drechslera teres*, diferenciándose en la incidencia y/o severidad de los síntomas.

### 4. OBJETIVO GENERAL

Observar, diagnosticar y analizar la evolución en el tiempo de mancha en red, causada por *Drechslera teres*, en diferentes cultivares de cebada cervecera en la localidad de Junín, provincia de Buenos Aires, con y sin el uso de fungicidas.

### 5. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Asociar las pérdidas de rendimiento de los cultivares de cebada cervecera evaluados con mancha en red presente en el ensayo.
- Analizar la evolución de mancha en red mediante el cálculo del área bajo curva de progreso de la enfermedad.
- Contemplar el uso o no de fungicidas en el desarrollo de la enfermedad y su consecuente pérdida de rendimiento.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en el campo experimental de la UNNOBA (Junín, Ruta 188 km 146,5 Lat.: 34°28'58.99"S; Long.: 60°52'36.84"W), Se utilizaron 6 variedades de cebada (tabla 1), estas fueron sembradas a una distancia entre surcos de 20 cm, una profundidad de siembra de 4 cm y con una densidad de 130 kg/ha. Se realizó una fertilización del suelo a la siembra, con 100 kg/ha mezcla física 60-40 ACA y una fertilización post- emergencia, en macollaje del cultivo, con urea al voleo a una dosis de 200 kg/ha. El cultivo antecesor fue trigo-soja y se realizó una labor con disco previo a la siembra. En el barbecho químico previo a la siembra, se aplicó 5 gr de metsulfuron y 1 lt de glifosato al 68% por ha. Post emergencia del cultivo se aplicó un gramínico (pinoxaden, marca comercial axial) a dosis de 500 cm<sup>3</sup>/ha, para el control de malezas. El ensayo fue sembrado el día 27 de junio del 2018. La cosecha del ensayo se realizó el día 19 de diciembre. El día 22 de agosto se aplicó fungicida con una dosis de 500cc con principio activo, mezcla de triazol y estrobirulina (20 gr Azoxistrobina, 8 gr Cyproconazole).

- Tabla 1: Variedades evaluadas en el ensayo

<b>CRIADERO</b>	<b>CULTIVAR</b>
Limagrain	LG sinfonía
Limagrain	Overture
ACA	Andreia
Limagrain	Shakira
ACA	Traveler
Maltería Pampa	Danielle

- Tabla 2: Disposición de las variedades en las parcelas

BLOQUE 2	S/F	Lg sinfonía	Overture	Andreia	Shakira	Traveler	Danielle
	C/F	Lg sinfonía	Overture	Andreia	Shakira	Traveler	Danielle
BLOQUE 1	C/F	Traveler	Andreia	Overture	Danielle	Lg sinfonía	Shakira
	S/F	Traveler	Andreia	Overture	Danielle	Lg sinfonía	Shakira

Con fungicida

Sin fungicida

El diseño experimental fue en bloques completos aleatorizados con 2 repeticiones, con distribución factorial. Los factores evaluados fueron factor A: cultivar (6 niveles), factor B: fungicida (2 niveles con fungicida y sin fungicida). El tamaño de cada unidad experimental fue de 1,4 metros de ancho por 18 metros de largo. A su vez se dividió en dos la unidad experimental, con y sin aplicación de fungicidas (Tabla 2).

El modelo para este experimento es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \epsilon_{ij}; \text{ con } i=1,2; j=1,2$$

donde  $Y_{ij}$  representa la respuesta al  $i$ -ésimo nivel del factor A y  $j$ -ésimo nivel de factor B,  $\mu$

representa la media general,  $\alpha_i$  el efecto que produce el  $i$ -ésimo nivel del factor A,  $\beta_j$

representa el efecto del  $j$ -ésimo nivel del factor B y  $\epsilon_{ij}$  es el error aleatorio asociado a la observación  $ij$ -ésima. Los valores  $\epsilon_{ij}$  usualmente se suponen normales, independientes, con esperanza cero y varianza común  $\sigma^2$ . Cuando los experimentos factoriales no tienen repeticiones, el analista debe suponer que los factores no interactúan para poder estimar la varianza del error experimental.

Si este supuesto no se cumple entonces el experimento está deficientemente diseñado y las conclusiones del análisis pueden ser completamente erróneas, ya que la interacción será confundida con el error experimental.

Ver página 93 manual infostat.

### **6.1. Análisis de la evolución de las enfermedades**

La determinación del área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE), es una técnica de análisis recomendada cuando se requiere identificar las relaciones del progreso de la enfermedad y el período de duración del área foliar, respecto al impacto sobre el rendimiento. Este método de análisis epifitológico no necesita tipo de ajuste a modelos predeterminados y, por ende, no requiere de consecuentes transformaciones de valores que puedan enmascarar o confundir posibles efectos de tratamiento. Sin embargo, valores bajos de la enfermedad, durante el período monitoreado, tienen poco efecto sobre el ABCPE.

El ABCPE estabiliza la varianza de los valores porcentuales de la enfermedad dentro de tratamientos y es posible detectar efectos de los mismos que podrían no detectarse por el análisis de tasas relativas de incremento de la enfermedad. Se calcula integrando los rectángulos formados por el punto medio de la intensidad de la enfermedad (incidencia o severidad) alcanzada entre diferentes tiempos en que se monitorea.

Fórmula de ABCPE:

$$ABCPE = \sum_i \frac{Y_i + Y_{i+1}}{2} * (t_{i+1} - t_i)$$

Donde  $Y_i$  es la intensidad de la enfermedad y  $t$  es el período de evaluación en días después de la siembra o cualquier otra escala que se desee usar en función del tiempo. En este caso las unidades son porcentaje (%) y días. Además, es bueno decir que este método de análisis epifitológico considera la variación de la epifiticia en el tiempo, para los análisis comparativos visuales que pudieran requerirse.

## 6.2. Asociación del rendimiento con las enfermedades

El diagnóstico de enfermedades y su evolución temporal se determinaron utilizando los niveles incidencia y severidad. Para determinar la incidencia se eligieron al azar 30 plantas en cada parcela a las cuales se les diagnóstico las enfermedades presentes ( $I: [\text{plantas enfermas/plantas}] * 100$  (plantas que presentan síntomas del total de plantas muestreadas, expresados en porcentaje). (Agrios, 2005). La severidad es el porcentaje de la superficie del órgano enfermo, ya sea de hojas, tallos, raíces o frutos afectados por las enfermedades y que varía entre 0 y 100. Es una variable que refleja con precisión la relación de la enfermedad con el daño que le provoca al cultivo. El uso de escalas para esta variable es muy importante. SEVERIDAD (S):  $(\text{área de tejido enfermo} * \text{área total (sano + enfermo)} - 1) * 100$ .

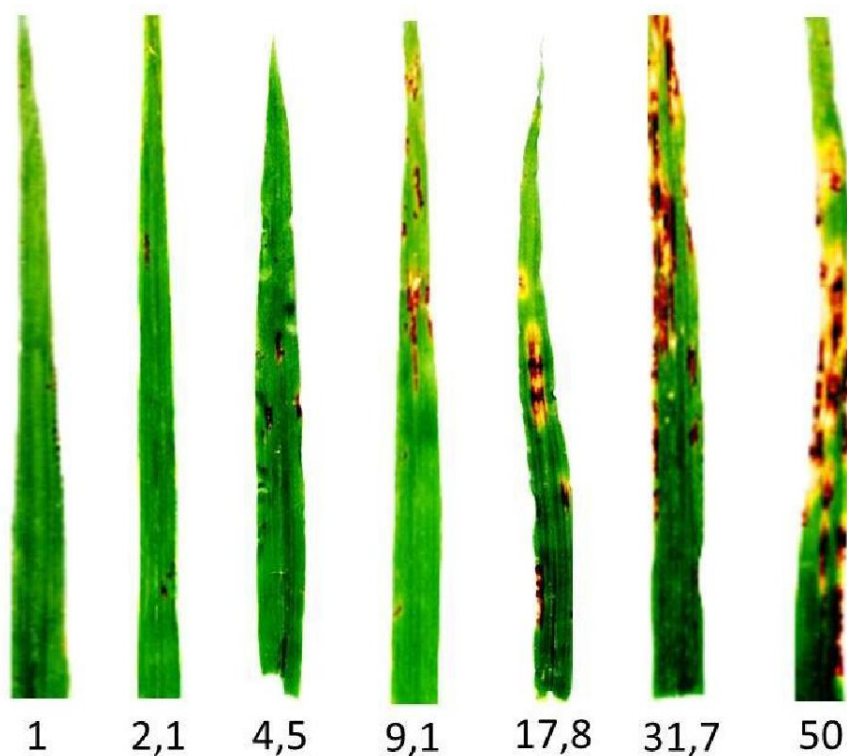


Figura 2. Escala visual de severidad de la mancha en red.

Los componentes de rendimientos evaluados fueron: N° de plantas/m<sup>2</sup>, espigas/m<sup>2</sup>; espiguillas/espiga (NG/E); granos/espiga; granos/m<sup>2</sup> (NG/m<sup>2</sup>); Peso de mil granos en gramos (PMG) y Rendimiento (kg/ha). Para determinar las

plantas/m<sup>2</sup>, se las cuantificó en los dos muestreos promediando ambos valores. Las espigas/m<sup>2</sup> fueron determinadas mediante el conteo de las mismas en los 2 m<sup>2</sup>. Las espiguillas/espiga se calcularon tomando 10 espigas al azar del total de la muestra, dando como resultado también los granos/espiga. Los granos/m<sup>2</sup> se determinaron relacionando el peso total de la muestra con el PMG. Los mil granos fueron definidos mediante dos muestreos dentro de cada tratamiento, cuantificando por separado cada muestra mediante un contador de granos electrónico. Luego fueron pesados individualmente con una balanza de precisión, estos valores se promediaron para obtener finalmente el peso de mil granos en gramos. Por último, el rendimiento (kg/ha) pesando el total de la muestra en una balanza de precisión y se los llevó a la unidad deseada en este caso kg/ha. Todas las muestras fueron llevadas a humedad comercial (14 %). Las asociaciones entre las pérdidas de rendimiento en trigo con la severidad e incidencia de las enfermedades presentes en el ensayo se determinaron con una regresión lineal y un análisis de correlación de Pearson.

La ecuación del modelo de regresión lineal múltiple es:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_{1i} + \beta_2 x_{2i} + \dots + \beta_k x_{ki} + \epsilon_i$$

donde,

$Y_i$  = i-ésima observación de la variable dependiente Y

$x_{1i}, x_{2i}, \dots, x_{ki}$  = i-ésimo valor de las variables regresoras  $X_1, X_2, \dots, X_k$  independientes

$\beta_0$  = parámetro desconocido que representa la ordenada al origen de la recta (indica el valor

esperado de Y cuando  $x_1 = 0, x_2 = 0, \dots, x_k = 0$ )

$\beta_1, \dots, \beta_k$  = parámetros desconocidos que representan las tasas de cambio en Y frente al

cambio unitario de  $X_1, X_2, \dots, X_k$ , respectivamente

$\epsilon_i$  = término de error aleatorio

Ver página 122 manual InfoStat.



### 6.3. Efecto del fungicida foliar sobre el área bajo la curva y su interacción con los cultivares de cebada.

Para el análisis se obtuvieron los datos mediante tres muestreos por parcela de 1 m<sup>2</sup> cada uno, obteniendo 3 datos aleatorios de cada tratamiento y repetición, los cuales posteriormente fueron promediados. El submuestreo en cada parcela genera un dato promedio más robusto por tratamiento y por repetición. Los datos de rendimiento, sus componentes y los parámetros fotométricos de las enfermedades, se estudiaron mediante un análisis de varianza (ANAVA), previa comprobación de supuestos teóricos correspondientes. Las comparaciones de medias fueron realizadas a través de la prueba de Tukey (nivel de significancia: 0,05). Los análisis estadísticos se realizaron con el software InfoStat (Di Rienzo et al., 2011) y StatSoft (StatSoft, Inc., 2005).

### 6.4. Datos de PG, Proteína, Calibre y Peso Hectolitrico.

También, gracias al aporte de las oficinas de ACA, pudimos determinar los datos de Proteína, PG, Calibre y Peso Hectolitrico. Dichos valores fueron tomados por una maquina especial que utilizan para la comercialización de cebada cervecera llamada Grain Analyzer.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Durante el desarrollo del cultivo, se observó una pronta aparición de mancha en red, en estadios fisiológicos tempranos de macollaje, debido a que las condiciones climáticas fueron propicias para su desarrollo (Ver anexo). El progreso de la enfermedad continuó en aumento. Debido a esto los niveles de incidencia y severidad superaron, en la mayoría de las parcelas, los umbrales de acción. Sin embargo, el tratamiento foliar se retrasó y fue realizado en encañazón. Esto explicaría la poca diferencia observada en el rendimiento de las variedades.

Como se sabe, la hoja bandera de la cebada es más chica que la del trigo, y por tal motivo, se recomienda el cuidado del área foliar de hoja bandera menos dos, a diferencia del trigo que debe hacerse menos uno (Couretot et al., 2010).

Debido a que la definición de rendimiento ocurre más tempranamente que en el trigo, el monitoreo de esta enfermedad debe hacerse desde muy temprano y no demorar su control más allá de su UDE.

Si el área foliar verde perdura en el tiempo y más aún en el momento crítico de definición de rendimiento, este será mayor. Luego de esta experiencia que ratifica lo visto por (Petta 2017) no cabe duda que un control a tiempo de MR, se verá reflejado en un mayor rendimiento.

Datos obtenidos del ensayo realizado en campo experimental UNNOBA. Clasificación hasta 10% bajo, bajo a moderado entre 10- 20%, moderado entre 20-40% y alto más de 40%. Tratamiento 22/08.

INCIDENCIA %	MANCHA EN RED									
	TRATAMIENTO CON FUNGICIDA					TRATAMIENTO SIN FUNGICIDA				
VARIEDAD	08-ago	22-ago	29-ago	05-sep	12-sep	08-ago	22-ago	29-ago	05-sep	12-sep
TRAVELER	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO
ANDREIA	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO
OVERTURE	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO
DANIELLE	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO
LG SINFONIA	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO
SHAKIRA	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO	BAJO	BAJO A MODERADO	BAJO A MODERADO	MODERADO	ALTO

- Tabla 3. Perfil sanitario relevado de incidencia en las variedades de cebada con y sin tratamiento de fungicida.

En la tabla 3 se puede observar como en el tratamiento con fungicida la incidencia de MR, luego de la aplicación tuvo una pequeña acción pero que siguió con una reinfección afectando el rendimiento. Las variedades que se vieron más afectadas fueron SHAKIRA, TRAVELER y ANDREIA. La de mejor comportamiento fue la variedad SINFONIA (Tabla 4). Esto coincide con lo visto por Cattaneo (2019), en el comportamiento de las variedades frente a las enfermedades.

Aquí puede observarse, que, si bien la aplicación tuvo algo de control en las variedades, el progreso de la enfermedad siguió en el tiempo. Tal vez quede por comprobar si el principio activo (mezcla de triazol con estrobirulina) utilizado sea uno de los motivos de ese progreso post aplicación.

Seguramente una segunda aplicación de fungicida hubiese sido lo mejor para que el área foliar perdure en el tiempo, por condiciones de presupuesto y climáticas no se realizó en esta experiencia, pero si la condición de severidad lo ameritaba.

- Tabla 4: Cuadro de resumen estadístico de número de granos, rendimiento y el ABCPIE

<b>CULTIVAR</b>	<b>RTO(KG/HA)</b>	<b>NG/M2</b>	<b>ABCPIE</b>
<b>SINFONIA</b>	2745,1 A	5403,75 A	473,12 A
<b>DANIELLI</b>	5346,8 A	10386,25 A	966,99 AB
<b>OVERTUR E</b>	5198,28 A	10327,25 A	1191,47 AB
<b>ANDREIA</b>	4286 A	8880 A	1541,71 ABC
<b>SHAKIRA</b>	2530,6 A	4998,25 A	2825,59 BC
<b>TRAVELER</b>	4602,66 A	9122 A	3531,25 C
<b>R2</b>	0,54	0,57	0,77
<b>CV</b>	48,89	47,12	50,62
<b>D.E</b>	1392,39	2667,89	614,37
<b>Valor p</b>	0,289	0,2957	0,8116

## 7.2. Rendimiento y números de granos.

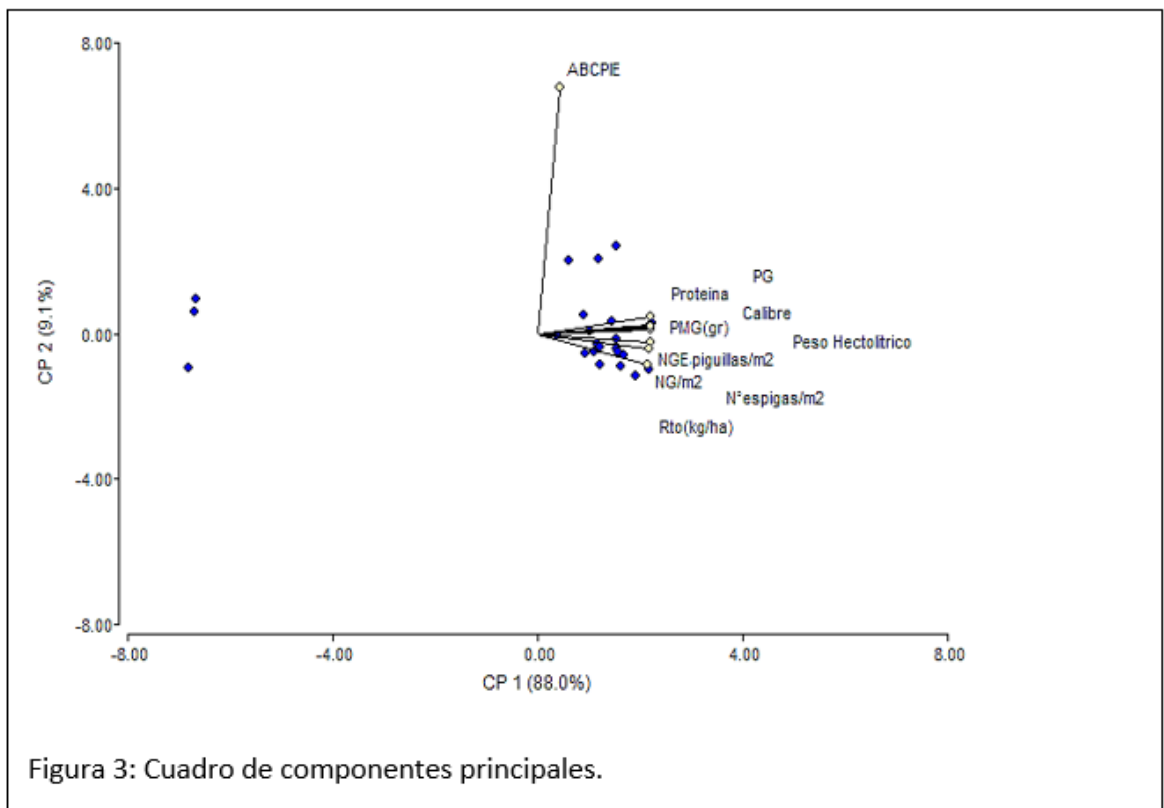
El rendimiento y número de granos mostraron tener una diferencia significativa entre las variedades estudiadas, como pasó en lo visto por (Petta 2017).

Si bien los resultados estadísticos no mostraron diferencias, hubo una diferencia entre rendimientos en aquellas que se vieron más afectadas por el área bajo la curva de MR.

### 7.1 . Método de componentes principales.

Debido a que algunos de los parámetros que componen el rendimiento del cultivo, como así también, los parámetros calidad cervecera de la cebada, en el método estadístico de Shapiro Wilks nos resultan no normales, realizamos el estudio de las componentes principales.

Dicho estudio es un método que permite simplificar la complejidad de espacios muestrales con muchas dimensiones, a la vez que conserva su información, por lo tanto, permite condensar, la información aportada por múltiples variables, en solo unas pocas componentes principales.



En el anterior gráfico de componentes principales, se puede observar como la mayoría de las variedades se asocian con parámetros como lo son, NG/m2,

NG/E, PMG, Proteína, PG, Calibre, Peso Hectolitro, y Espiguillas/m<sup>2</sup>, estando éstos relacionados entre sí. Estos parámetros dan el mayor aporte para conformar la CP1 distribuidos alrededor del 30% cada uno (ANEXO).

El ABCPIE es el parámetro que da el mayor aporte a la CP2 en un 98%. Asociándose con solo algunas de las variedades.

El 97% de la variación producida está siendo explicada por las CP1 y CP2.

Se observa como la variable ABCPIE afecta significativamente todos los demás parámetros, como PMG, NG/m<sup>2</sup>, NG/E.

- Tabla 5: Análisis de regresión lineal

VARIABLE	N	R2	R2AJ	ECMP	AIC	BIC
NG/m <sup>2</sup>	12	0,02	0	10653545	226,8	228,2
COEF	EST	EE	LI (95%)	LS (95%)	T	P-valor
CONST	8755,03	7426,22	5577,21	11932,85	6,14	0,0001
ABCP	-0,32	0,69	-1,86	1,21	0,47	0,648
VARIABLE	N	R2	R2AJ	ECMP	AIC	BIC
RENDIMIENTO	12	0,02	0	2706648	210,34	211,8
COEF	EST	EE	LI (95%)	LS (95%)	T	P-valor
CONST	4418	718,32	2817,31	6018,5	6,15	0,0001
ABCP	-0,17	0,35	-0,94	0,6	-0,49	0,641

El NG/m<sup>2</sup> es uno de los componentes principales que hacen al rendimiento y en esta experiencia pudo corroborarse que se ve afectado por la MR (R<sup>2</sup>=0,02) (Tabla 5), a medida que aumenta el ABCPIE disminuye el número de grano (Figura 5), es decir, a medida que aumenta la enfermedad en el cultivo, el mismo va perdiendo duración de área foliar verde, el cual se traduce en menor número y de los granos, por lo tanto, de rendimiento. Los datos obtenidos en esta investigación coinciden con los obtenidos por Couretot *et al.* (2010).

El rendimiento es el principal objetivo de todo sistema productivo y en esta experiencia pudo corroborarse que se ve afectado por la MR (R<sup>2</sup>=0,02) (Tabla 4), a medida que aumenta el ABCPIE disminuye el rendimiento (Figura 4).

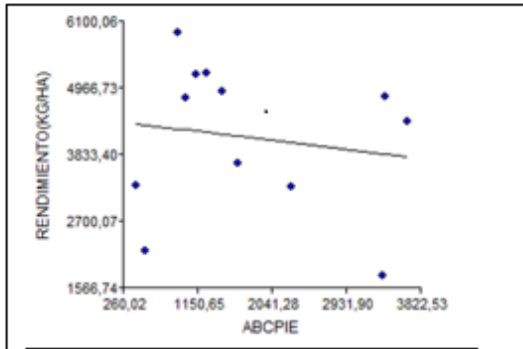


Figura 4: Relación entre Rto y progreso de la enfermedad.

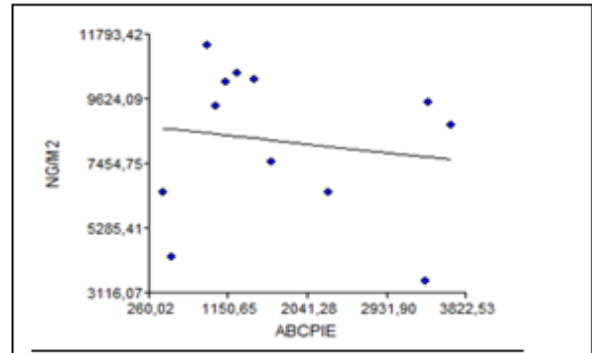


Figura 5: Relación NG/m2 y progreso de la enfermedad.

El conocimiento del comportamiento de los cultivares frente a la MR, permitiría posicionar la aplicación de Fungicida Foliar (FF) en momentos propicios para evitar pérdidas del rendimiento en granos. En tal sentido, cuanto más susceptible sea el cultivar a la MR, más frecuentes deberán ser los monitoreos para evitar tener efectos adversos por causas de la enfermedad.

### 7.3. Correlaciones entre los parámetros estudiados y análisis de regresión lineal

El rendimiento, el NG/m2, el NG/E, tuvieron una correlación inversamente proporcional y estadísticamente no significativa, (-0,11 p=0,61, -0,17 p=0,44 y -0,15 p=0,49 respectivamente) con el ABCPIE (Tabla 6).

- Tabla 6: Coeficiente de correlación de Spearman.

	ABCPIE	N°plantas/m	N°espigas/m	NGE	NG/m2	PMG(gr)	Rto(kg/ha)	Proteína	PG	Peso Hectoli	Calibre
ABCPIE	1	0,58	0,81	0,49	0,44	0,85	0,61	0,31	0,95	0,7	0,77
N°plantas/m	0,12	1	0,12	0,08	0,13	3,00E-03	0,06	0,01	0,09	3,80E-03	0,06
N°espigas/m	-0,05	0,32	1	0,03	2,20E-10	4,70E-03	1,90E-09	4,30E-03	3,00E-04	0,01	1,30E-06
NGE	-0,15	0,36	0,43	1	2,30E-04	0,02	6,80E-04	0,05	0,03	4,70E-03	0,09
NG/m2	-0,17	0,32	0,92	0,68	1	4,80E-03	0	0,01	2,80E-04	2,50E-03	2,00E-05
PMG(gr)	0,04	0,58	0,56	0,49	0,56	1	1,70E-04	0,12	2,50E-04	0,19	4,70E-03
Rto(kg/ha)	-0,11	0,39	0,9	0,64	0,95	0,69	1	3,50E-03	3,10E-04	3,10E-03	1,70E-04
Proteína	0,22	0,5	0,56	0,4	0,52	0,32	0,57	1	0,25	4,20E-03	0,07
PG	-0,01	0,35	0,67	0,44	0,68	0,68	0,67	0,24	1	0,21	1,40E-03
Peso Hectoli	0,08	0,57	0,51	0,56	0,59	0,28	0,58	0,56	0,26	1	0,01
Calibre	-0,06	0,39	0,81	0,36	0,76	0,56	0,69	0,38	0,62	0,52	1

Existe una correlación negativa entre el ABCPIE y el calibre, PG, rendimiento, NG/m2, por lo tanto, la disminución de estos componentes del rendimiento y calidad se pueden explicar por el aumento del ABCPIE.

## 8. CONCLUSIÓN.

De esta experiencia podemos concluir:

1. Los cultivares de cebada cervecera evaluados presentan diferentes comportamientos frente a la mancha en red causada por *D. teres*. El cultivar con mejor comportamiento frente a la mancha en red en esta experiencia fue Sinfonía.
2. El aumento de la intensidad de la mancha en red en cebada cervecera reduce el rendimiento.

## 9. BIBLIOGRAFÍA

- Agrios, G. (2005). *Plant Pathology*. Elsevier, Amsterdam: Prensa Académica.
- Bolsa de cereales, 2018. Informe precampaña. <http://www.bolsadecereales.com/ver-informes-precampaña-112>
- Carretero, R. (2004). *Una aproximación mecánica al problema de las enfermedades foliares en el cultivo de trigo*. Tesis Doctoral Facultad de Agronomía, UBA. 96 p.
- Carmona M, López S, Barreto D (1996) Ocurrencia de los estados teleomórfico y picnidial de *Pyrenophora teres* en cebada en la Argentina. *Fitopatología Brasileira* 21 (3):394.
- Carmona M (2008) Manejo de las enfermedades de la cebada. Manual de las Jornadas de actualización en trigo 2008, CREA Mar y Sierras, Azul, 25 de abril de 2008. pp 62-70.
- Di Rienzo, J.A., Casanoves, F., Balzarini, M.G., Gonzalez, L., Tablada, M., Robledo, C.W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.ar>.
- Gianello, L. (14 de noviembre de 2014). El consumo cervecero contribuye a aumentar la siembra de cebada.
- [https://www.unl.edu.ar/noticias/news/view/el\\_consumo\\_de\\_cerveza\\_contribuye\\_a\\_aumentar\\_la\\_siembra\\_de\\_cebada#.YkOI0ShBzIU](https://www.unl.edu.ar/noticias/news/view/el_consumo_de_cerveza_contribuye_a_aumentar_la_siembra_de_cebada#.YkOI0ShBzIU)
- Mathre D.E. (2000). *Enfermedades de cebada (Hordeumvulgare L.)*. (en línea) APS. Disponible en: <http://www.apsnet.org/publications/commonnames/Pages/Barley.aspx>.
- Miralles, D.J.; Benech-Arnold, R.L.; Abeledo L.G. (2011). *Cebada cervecera*. 1ª. ed. Buenos Aires: Orientación gráfica Editora. ISBN 978-987-9260-84-5. 308 p.
- Moschini R, Carmona M, Barreto D, Conti H (1996) Modelos basados en variables meteorológicas para predecir la incidencia de la mancha en red de la cebada cervecera: Evaluación del potencial climático respecto a la enfermedad. *Fitopatología Brasileira* 21(3):373-380.
- Petta A., Lavilla M., Ivancovich A., Moyano M., Golpe M. (2018). Diagnóstico y análisis de la evolución de diferentes cultivares de cebada cervecera en la localidad de Junín. Congreso multidisciplinario, Universidad nacional del noroeste de la provincia de Buenos Aires. Junín.



- -Reis E, D. Barreto y M. Carmona. (1999). Patología de semillas de cereales de invierno 94 pp.
- StatSoft, Inc. (2005). STATISTICA (data analysis software system), version 7.1. Disponible en: <http://www.statsoft.com>.
- Visor GeoINTA. Disponible en: <http://visor.geointa.inta.gob.ar/>.

## 10. EXO

AN

### DATOS CLIMATICOS

Mes	Mensual	Acumulado
Enero	29	29
Febrero	17	46
Marzo	30	76
Abril	159	235
Mayo	209	444
Junio	15	459
Julio	20	479
Agosto	27	506
Septiembre	77	583
Octubre	66	649
Noviembre	72	721
Diciembre	80	801

Las precipitaciones dentro del partido de Junín se caracterizan por estar históricamente dentro del régimen sub húmedo-húmedo. Las precipitaciones medias anuales son de 980 mm, con mayor incidencia dentro en los meses de verano y menor en invierno.

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
NG/m <sup>2</sup>	24	0,57	0,1	47,12

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	215010390,5	12	17917533	1,2	0,3827
Cultivar	114745793,5	5	22949159	1,54	0,2549
Funguicida	17929730,67	1	17929731	1,2	0,2958
Repeticion	74300166	1	74300166	4,99	0,0472
Cultivar*Funguicida	8034700,33	5	1606940	0,11	0,9882
Error	163705998	11	14882363		
Total	378716388,5	23			

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=9302,95108					
Error: 14882363,4545 gl: 11					
Cultivar	Medias	n	E.E.		
SHAKIRA	4998,25	4	1928,88	A	
LG SINFONIA	5403,75	4	1928,88	A	
ANDREIA	8880	4	1928,88	A	
TRAVELER	9122	4	1928,88	A	
OVERTURE	10327,25	4	1928,88	A	
DANIELLE	10386,25	4	1928,88	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=3466,39014					
Error: 14882363,4545 gl: 11					
Funguicida	Medias	n	E.E.		
s/f	7321,92	12	1113,64	A	
c/f	9050,58	12	1113,64	A	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=15584,24790					
Error: 14882363,4545 gl: 11					
Cultivar	Funguicida	Medias	n	E.E.	
SHAKIRA	s/f	3510,5	2	2727,85	A
LG SINFONIA	s/f	4321,5	2	2727,85	A
SHAKIRA	c/f	6486	2	2727,85	A
LG SINFONIA	c/f	6486	2	2727,85	A
ANDREIA	s/f	7499	2	2727,85	A
TRAVELER	s/f	8738	2	2727,85	A
DANIELLE	s/f	9373,5	2	2727,85	A
TRAVELER	c/f	9506	2	2727,85	A
OVERTURE	c/f	10165,5	2	2727,85	A
ANDREIA	c/f	10261	2	2727,85	A
OVERTURE	s/f	10489	2	2727,85	A
DANIELLE	c/f	11399	2	2727,85	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Rto(kg/ha)	24	0,54	0,04	48,89

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	52806156,2	12	4400513,02	1,09	0,4494
Cultivar	29379012,9	5	5875802,59	1,45	0,2818
Funguicida	4726532,14	1	4726532,14	1,17	0,3033
Repetición	17039512,2	1	17039512,2	4,2	0,065
Cultivar*Funguicida	1661098,9	5	332219,78	0,08	0,9937
Error	44591204,1	11	4053745,83		
Total	97397360,3	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=4855,26615					
Error: 4053745,8273 gl: 11					
Cultivar	Medias	n	E.E.		
SHAKIRA	2530,6	4	1006,7	A	
LG SINFONIA	2745,1	4	1006,7	A	
ANDREIA	4286	4	1006,7	A	
TRAVELER	4602,66	4	1006,7	A	
OVERTURE	5198,28	4	1006,7	A	
DANIELLE	5346,8	4	1006,7	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=1809,12987					
Error: 4053745,8273 gl: 11					
Funguicida	Medias	n	E.E.		
s/f	3674,46	12	581,22	A	
c/f	4562,02	12	581,22	A	
Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )					

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=8133,51275					
Error: 4053745,8273 gl: 11					
Cultivar	Funguicida	Medias	n	E.E.	
SHAKIRA	s/f	1772,8	2	1423,68	A
LG SINFONIA	s/f	2182,35	2	1423,68	A
SHAKIRA	c/f	3288,4	2	1423,68	A
LG SINFONIA	c/f	3307,85	2	1423,68	A
ANDREIA	s/f	3681,95	2	1423,68	A
TRAVELER	s/f	4398,97	2	1423,68	A
DANIELLE	s/f	4799,6	2	1423,68	A
TRAVELER	c/f	4806,35	2	1423,68	A
ANDREIA	c/f	4890,05	2	1423,68	A
OVERTURE	c/f	5185,45	2	1423,68	A
OVERTURE	s/f	5211,1	2	1423,68	A
DANIELLE	c/f	5894	2	1423,68	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
ABCPiE	24	0,77	0,52	50,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)					
F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	29456336,2	12	2454695	3,11	0,035
Cultivar	27713852,2	5	5542770	7,02	0,0035
Funguicida	572358,21	1	572358,2	0,73	0,4126
Repetición	424944,1	1	424944,1	0,54	0,4784
Cultivar*Funguicida	745181,71	5	149036,3	0,19	0,9607
Error	8681222,24	11	789202		
Total	38137558,4	23			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=2142,29305						
Error: 789202,0216 gl: 11						
Cultivar	Medias	n	E.E.			
LG SINFONIA	473,12	4	444,19	A		
DANIELLE	966,99	4	444,19	A	B	
OVERTURE	1191,47	4	444,19	A	B	
ANDREIA	1541,71	4	444,19	A	B	C
SHAKIRA	2825,59	4	444,19		B	C
TRAVELER	3531,25	4	444,19			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=798,24385				
Error: 789202,0216 gl: 11				
Funguicida	Medias	n	E.E.	
c/f	1600,59	12	256,45	A
s/f	1909,45	12	256,45	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0,05$ )

Tukey Alfa=0,05 DMS=3588,75647					
Error: 789202,0216 gl: 11					
Cultivar	Funguicida	Medias	n	E.E.	
LG SINFONIA	c/f	421,95	2	628,17	A
LG SINFONIA	s/f	524,29	2	628,17	A
DANIELLE	c/f	921,16	2	628,17	A
DANIELLE	s/f	1012,83	2	628,17	A
OVERTURE	c/f	1128,92	2	628,17	A
OVERTURE	s/f	1254,01	2	628,17	A
ANDREIA	c/f	1447,28	2	628,17	A
ANDREIA	s/f	1636,14	2	628,17	A
SHAKIRA	c/f	2282,36	2	628,17	A
SHAKIRA	s/f	3368,83	2	628,17	A
TRAVELER	c/f	3401,89	2	628,17	A
TRAVELER	s/f	3660,6	2	628,17	A
Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)					

### Análisis de componentes principales

Variables de clasificación:

Autovalores			
Lambda	Valor	Proporción	Prop Acum
1	9,68	0,88	0,88
2	1	0,09	0,97
3	0,22	0,02	0,99
4	0,04	3,80E-03	0,99
5	0,03	2,30E-03	1
6	0,02	1,90E-03	1
7	0,01	9,10E-04	1
8	6,40E-04	5,90E-05	1
9	3,20E-04	2,90E-05	1
10	2,40E-05	2,10E-06	1
11	0	0	1

Autovectores		
Variables	e1	e2
ABCPIE	0,06	0,98
N°espiguillas/m2	0,32	-0,04
NGE	0,32	-0,04
NG/m2	0,31	-0,12
PMG(gr)	0,32	0,04
Rto(kg/ha)	0,31	-0,12
Proteina	0,32	0,06
PG	0,32	0,02
Peso Hectolitrico	0,32	0,02
Calibre	0,32	0,03
N°espigas/m2	0,31	-0,06

















