

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES**



**TRABAJO FINAL DE CARRERA**

“Efecto de las enfermedades foliares en el índice de caída en una colección internacional de genotipos de trigo”

**Carrera:** Ingeniería Agronómica

**Alumno:** Olivera Daniel Isaías

**Legajo:** 26962/5

**D.N.I:** 37.012.799

**E-mail:** [oliveradaniel92@gmail.com](mailto:oliveradaniel92@gmail.com)

**Teléfono:** 02227-582855

**Alumno:** Tuya Juan Pedro

**Legajo:** 26759/4

**D.N.I:** 36.645.646

**E-mail:** [juantuya@outlook.com](mailto:juantuya@outlook.com)

**Teléfono:** 02345-423954

**Directora:** Dra. Ana Carolina Castro

**Co-directora:** Dra. María Rosa Simón

**Fecha:** \_\_/06/2021

## RESUMEN

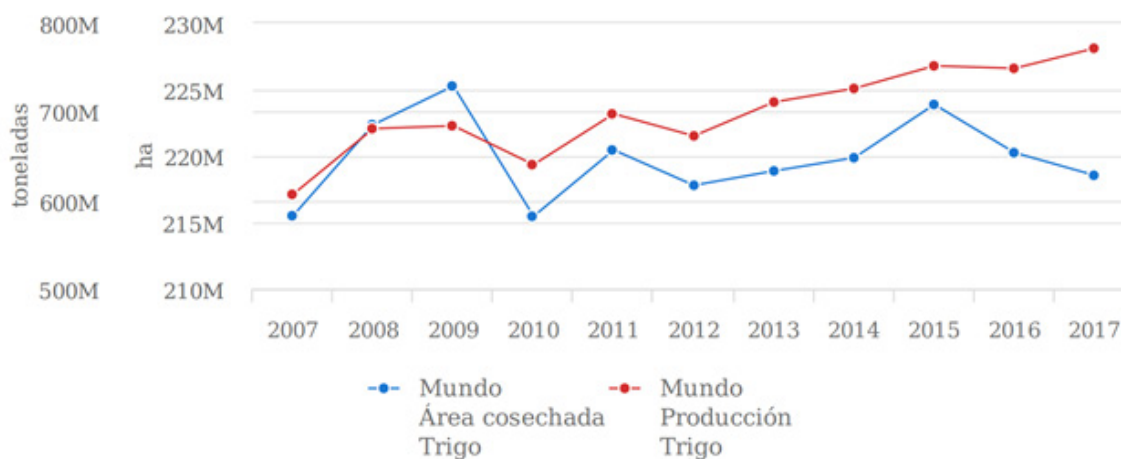
Las enfermedades foliares constituyen los factores bióticos más importantes que afectan el cultivo de trigo (*Triticum aestivum* L.) en Argentina, generando disminuciones en el rendimiento y la calidad. Un defecto comercial de gran importancia es el grano brotado, relacionado con la actividad de la enzima alfa amilasa que depende básicamente del comienzo de la germinación en condiciones ambientales predisponentes. Las enfermedades foliares pueden modificar este parámetro. Una manera indirecta de medir la actividad de la alfa amilasa, es mediante el análisis Falling Number o índice de caída. Una actividad amilásica elevada produce panes oscuros y con migas pegajosas. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de las enfermedades foliares sobre el índice de caída en una colección de 103 genotipos de trigo de origen internacional sembrados en Argentina. El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (EEJH-FCAyF-UNLP). Se utilizó un diseño de parcela dividida, donde la parcela principal fue el fungicida: con fungicida (CF) y sin fungicida (SF) y la subparcela, 103 genotipos de trigo primaverales de una colección internacional previamente mapeada con dos repeticiones. Se evaluó severidad en tres estados fenológicos, frecuencia y porcentaje de patógenos, peso de mil granos y Falling Number. Las variables estudiadas se analizaron mediante análisis de varianza (ANAVA) con el programa estadístico GenStat 12 Ed. y las medias se compararon mediante test LSD ( $P < 0,05$ ). Hubo diferencias significativas en la severidad entre tratamientos SF y CF para los estadios EC60, EC80 y en la interacción Fungicida  $\times$  Genotipo. La frecuencia de patógenos fue estadísticamente significativa para los genotipos, patógenos y su interacción Genotipo  $\times$  Patógeno. Se observó un 57% de genotipos con la presencia de *Puccinia triticina* seguido por *Alternaria spp.* (33%), *Fusarium spp.* (5%) en hoja, *Zymoseptoria tritici* (3%) y *Pyrenophora tritici-repentis* (2%). El valor medio de índice de caída para los genotipos tratados CF fue 396,0 s mientras que el valor medio de los genotipos SF fue 342,8 s. La regresión entre la pérdida de peso de mil granos y la disminución del índice de caída en los genotipos afectados predominantemente por *Puccinia triticina* resultó positiva y significativa indicando que, a mayor pérdida de peso de mil granos, aumentó la disminución en el valor del índice de caída.

## INTRODUCCIÓN

El trigo pan (*Triticum aestivum* L.) pertenece a la familia de las gramíneas y es uno de los tres cereales con mayor producción a nivel mundial, junto con el arroz y el maíz. Además, es el más consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. En el mundo, el trigo es asociado principalmente como producto panificable, destinado a la alimentación humana. Es uno de los cereales más versátiles debido a que se encuentra en distintos alimentos como pan de caja, galletas, pastas, cereales, etc. El trigo aporta carbohidratos, que “son el nutrimento responsable de brindar energía al cuerpo, tanto para vivir, como para alimentar al cerebro, músculos y realizar nuestras actividades diarias”, también es fuente de fibra, vitaminas del complejo B y minerales (García Jiménez, 2016).

Se puede evidenciar, tomando como referencia una década, que año tras año la producción de trigo a nivel mundial crece (Figura 1). Esto se debe principalmente al aumento de los rendimientos obtenidos por los avances en el mejoramiento genético, ya que la superficie sembrada, se mantuvo estable a través del tiempo (FAO, 2017). La producción total de trigo en 2020/2021 fue de 777 millones de toneladas (U.S Wheat Associates, 2021).

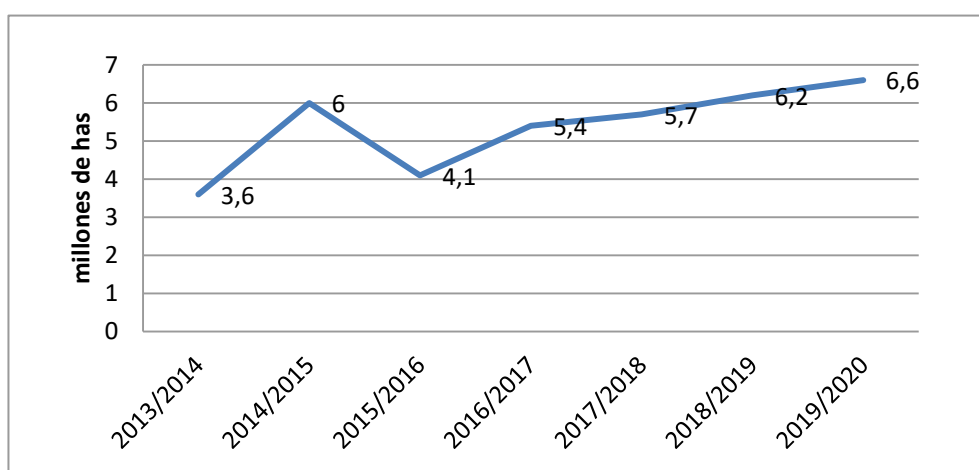
Los principales países productores de trigo son China, Estados Unidos, la Unión Europea, Canadá y Australia, y se les han sumado en los últimos años Rusia (que actualmente se posiciona como primer exportador mundial), Ucrania, Kazajistán y Turquía. La demanda mundial de trigo se ubica en 740 millones de toneladas, impulsada por un incremento en el consumo como alimento humano, acorde al crecimiento demográfico, y una estancada demanda por pienso (alimento animal), dado el mayor nivel de precios (FAO, 2019). Estados Unidos se posiciona en el primer lugar como país exportador (26,8 millones de toneladas) en la campaña 2020/2021 (U.S. Wheat Associates, 2021) y, representando el 15,5% del volumen global de las exportaciones de trigo. Le siguen Rusia y Canadá, con un promedio de 22 millones de toneladas exportadas por año. La mayoría de los países que se encuentran entre los primeros diez exportadores de trigo, también ocupan posiciones prominentes como principales productores.



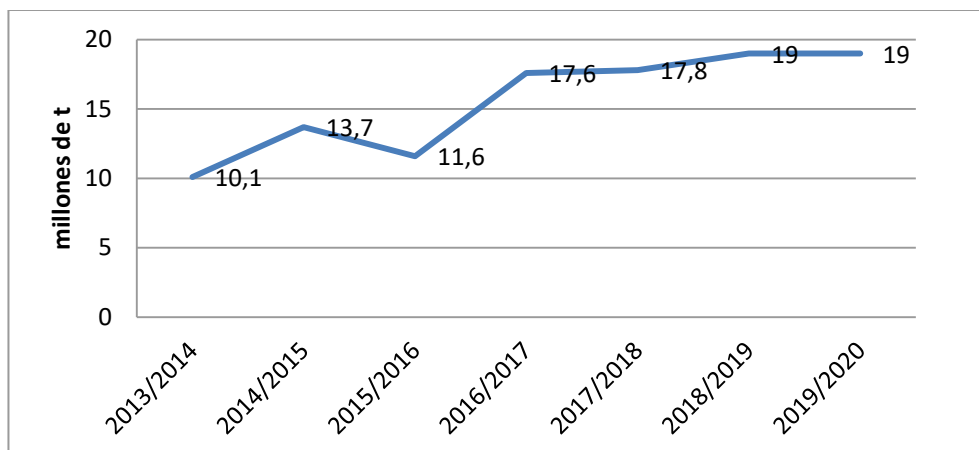
Source: FAOSTAT (nov 14, 2019)

**Figura 1. Superficie (ha) y producción (t) mundial de trigo para el periodo 2008-2017. Fuente: FAO, 2017.**

Argentina se encuentra dentro del ranking de los diez principales productores mundiales de trigo. La producción de trigo de Argentina a nivel mundial representó en la campaña 2018/19 el 2,7%, ocupando el noveno lugar en el ranking mundial. En tanto la exportación de harina de trigo de la Argentina a nivel mundial representó el 4,3% del volumen ocupando el cuarto lugar en el ranking de exportaciones (Secretaría de Agroindustria, 2019). La superficie sembrada en la campaña 2019/2020 en Argentina se ha incrementado, llegando a 6,6 millones de hectáreas (Figura 2). La cosecha de trigo a nivel nacional finalizó con un récord productivo de 19,5 millones de toneladas (Bolsa de Comercio de Rosario, 2020) (Figura 3).



**Figura 2. Superficie (has) nacional dedicada al cultivo de trigo desde la campaña 2013-2014 hasta la campaña 2019-2020. Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario, 2020.**



**Figura 3. Producción (t) nacional de trigo desde la campaña 2013-2014 hasta la campaña 2019-2020. Fuente: Bolsa de Comercio de Rosario, 2020.**

La industrialización del trigo en Argentina se realiza ampliamente en todo el país. La provincia de Buenos Aires es la que concentra la mayor cantidad de plantas de molienda de este cereal; y a su vez, es la que posee la mayor superficie agrícola destinada a la producción primaria de trigo (Secretaría de Agroindustria, 2019). La molienda del trigo constituye el primer eslabón de la transformación industrial que provee distintos tipos de harina y subproductos a demandantes tanto en el mercado externo como interno. Argentina se posicionó dentro de los primeros cinco países del mundo con los valores más altos de trigo destinado a consumo humano (considerando el mercado interno más el externo). El primer lugar correspondió a Turquía con 210 Kg/hab/año, seguido por Egipto (186,2 kg/hab/año), Kasajastán (142,4 kg/hab/año) y Ucrania en quinto lugar (111 kg/hab/año) y Argentina (117,7 kg/hab/año) (Secretaría de Agroindustria, 2019).

La industria es muy exigente respecto a las características de las harinas que deben ser usadas para la obtención de determinados productos, ya que de ellas depende la calidad final y la mayor aceptación por parte del consumidor. No todas las variedades se pueden adaptar a producir los diferentes productos ni a los diferentes procesos de fabricación. La industria utiliza mezclas de variedades con lo cual los comportamientos reológicos son muy diferentes.

Las variables que determinan la calidad nutricional del trigo son el contenido de almidón, proteínas, agua, y en menor proporción grasas, minerales, celulosa y vitaminas que contiene el grano (Jobet, 2005). La calidad molinera del trigo se mide por el rendimiento molinero y la pureza de la harina, los cuales dependen de la forma en que el endosperma se ha separado del salvado y de su resistencia a la fragmentación, de la fragilidad del endosperma y de la facilidad con que se tamiza la

harina (Vaclavik, 2002). También es muy importante el peso hectolítrico y el peso de mil granos (PMG). La calidad panadera considera variables como la concentración y composición de las proteínas insolubles (gliadinas/gluteninas) que constituyen el gluten. Estas proteínas interactúan en presencia de agua para formar la parte insoluble de la harina que proporciona a las masas mayor o menor fuerza y elasticidad, características altamente deseables en el proceso de elaboración del pan. Diversos análisis permiten evaluar la calidad de las harinas, entre ellos el contenido y calidad del gluten, el alveograma y farinograma, que determinan las propiedades de la masa durante el amasado y la fermentación (absorción de agua, tolerancia al amasado, fuerza, extensibilidad, resistencia), para producir un buen pan y la evaluación del producto final a través del volumen de pan y sus características.

El grado de degradación del almidón al momento de la cosecha es otro de los aspectos que influyen en la calidad panadera y molinera. Este fenómeno está relacionado con la actividad de la enzima alfa amilasa que depende básicamente del comienzo de la germinación. La germinación precoz o pre-brotado del trigo afecta negativamente la calidad panadera de éste, debido a que la hidrólisis de las moléculas de almidón reduce la viscosidad de la masa, la cual resulta pegajosa y difícil de procesar, produciendo panes poco estructurados al horneo (Chamberlain *et al.*, 1981). Una actividad amilásica elevada se traduce en panes más oscuros y con migas más pegajosas, debido a la presencia de un elevado porcentaje de dextrinas en el sistema (Gómez Pallarés *et al.*, 2007). En condiciones normales de cultivo, la semilla completa su ciclo de desarrollo al alcanzar su máxima acumulación de la materia seca, estado que se conoce como madurez fisiológica. A partir de entonces, se produce la desecación de la semilla hasta alcanzar aproximadamente un 14% de humedad a cosecha. Cercano al momento de madurez fisiológica los niveles de ácido abscísico (ABA) en la semilla son altos, impidiendo la germinación. Dependiendo del grado de dormancia de las semillas, la concentración de ABA permanece alta por más tiempo (Finkelstein, 2010). Durante el proceso de germinación, la semilla absorbe agua (imbibición) y el embrión hidratado libera giberelinas, que se difunden hacia el endosperma, hasta llegar a las células de la capa de aleurona, donde inducen la producción de enzimas hidrolíticas. Entre estas enzimas se encuentran las amilasas, que se difunden hacia el endospermo para hidrolizar los gránulos de almidón a glucosa, la cual es utilizada por el embrión como fuente de energía (ATP) para su crecimiento (Azcon-Bieto & Talón., 2000).

La germinación de los granos está controlada tanto por factores genéticos como ambientales. Desde el punto de vista genético, la domesticación y los programas de mejoramiento de los cereales como el trigo, han dirigido la selección en contra de la dormancia de las semillas con el fin de lograr su germinación rápida y uniforme. Como resultado de esta presión selectiva, la mayoría de los cultivares comerciales de trigo son propensos a la germinación antes de la cosecha (Simpson, 1990). Esto ha generado que en regiones donde existen condiciones ambientales predisponentes para la germinación (humedad y temperatura, con lo cual se inicia la imbibición de la semilla), en el período entre madurez fisiológica y madurez de cosecha, se produzca el fenómeno de “germinación precoz”, “germinación en la espiga” o “pre-brotado” de los granos (Thomason *et al.*, 2009).

El método estándar mundial utilizado para medir la actividad de la enzima alfa amilasa en el trigo y en las harinas obtenidas a partir de este cereal es la prueba denominada Falling Number (índice de caída). Por medio de esta prueba se estima la aptitud para la fermentación que tendrá la masa y su posterior comportamiento durante la panificación. La menor cantidad de azúcar presente afectará la fermentación y los panes tendrán menor volumen, miga fácilmente desgranable y corteza pálida. El valor normal para obtener panes con buen volumen, con una distribución uniforme de los alveolos y migas elásticas es de alrededor de 350 s (Molfese, 2016).

Considerando lo anterior, la tolerancia a pre-brotado es una característica valorada por la industria molinera, para la fabricación de pan, y por los productores de trigo que están expuestos a la pérdida total de su producción, cuando existen condiciones genéticas y ambientales favorables para la germinación precoz del grano (Flores Galarce, 2016). Además de condiciones ambientales que pueden favorecer el brotado en precosecha, detectar características de los genotipos para esta variable es de importancia en planes de mejoramiento.

En cada campaña de trigo, más aún en años que presentan buenas condiciones para el crecimiento del cultivo, la presencia de enfermedades foliares da motivo a consultas por parte de productores y técnicos asesores. Las tres enfermedades foliares que generan mayor preocupación son la roya de la hoja o roya anaranjada (*Puccinia triticina* Eriks), la roya amarilla (*Puccinia striiformis f. sp. tritici* West) y la mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs, anamorfo *Drechslera tritici repentis* (Died). La primera merece una mayor atención debido a su patrón epidémico. Este se caracteriza por una elevada tasa de desarrollo bajo condiciones ambientales óptimas. Es una enfermedad originada a partir de un patógeno biótrofo.

Por su parte la mancha amarilla es una enfermedad que se origina a partir de un patógeno necrótrofo, productor de toxinas y a la vez saprófito, lo que le asegura su multiplicación (durante el ciclo del cultivo) y su sobrevivencia a expensas de tejidos muertos o restos de cultivos (Alberione, 2012).

Dependiendo del hábito nutricional del patógeno las enfermedades foliares pueden incrementar o reducir el contenido de proteína, incidiendo diferencialmente en la calidad panadera. Así las enfermedades causadas por patógenos necrotróficos tienden a incrementar la proteína en el grano (Rees *et al.*, 1982; Castro & Simón, 2016; Castro *et al.*, 2018) y las causadas por biotróficos tienden a disminuirlo (Fleitas *et al.*, 2018). Dimmock & Gooding (2002), sostienen que cuando los patógenos involucrados son necrótrofos, éstos provocan una disminución del área foliar fotosintéticamente activa, reducen la fotosíntesis y la acumulación de carbohidratos principalmente. De este modo, afectan más el rendimiento que la acumulación de N, provocando un incremento en el porcentaje de proteína. Los organismos biótrosos, por el contrario, provocan mayor daño sobre la acumulación y partición del N en el grano que el que provocan sobre la acumulación y partición de la materia seca (Dimmock & Gooding, 2002; Gooding, 2006).

Asimismo, las enfermedades, pueden incidir en el índice de caída, pero los resultados al respecto han sido contrastantes. Davies *et al.* (1984) encontraron que algunos fungicidas redujeron el índice de caída no significativamente, en tanto Gooding *et al.* (1994) encontraron que los fungicidas redujeron el índice de caída y Myram & Kelly (1981) no encontraron diferencias. Recientemente, Rozo Ortega (2019) encontró aumentos significativos del índice de caída en trigos infectados por *P. graminis*. Probablemente las discrepancias puedan deberse al hábito nutricional de los patógenos controlados en cada caso, características de los cultivares y del ambiente (Dimmock & Gooding, 2002b; Matzen *et al.*, 2019), aunque también a la reducción que provocan en el peso de los granos y consecuentemente en la concentración de la alfa amilasa.

Considerando estos antecedentes, este trabajo final de carrera plantea la siguiente hipótesis.

## **HIPÓTESIS**

Las enfermedades foliares del trigo afectan el índice de caída de los genotipos, siendo la dirección y magnitud de este efecto condicionada por el hábito nutricional del patógeno causal y por la magnitud de la reducción en el peso de granos que producen.



## **OBJETIVO GENERAL**

Contribuir al mejoramiento de trigo detectando genotipos promisorios en índice de caída y con bajas reducciones en el mismo por efecto de las enfermedades foliares.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Evaluar el efecto de las enfermedades foliares sobre el índice de caída en una colección de 103 genotipos de trigo de origen internacional. Contribuir al mejoramiento de trigo detectando genotipos promisorios en índice de caída y con bajas reducciones en el mismo por efecto de las enfermedades foliares.

Relacionar los valores con los patógenos predominantes en cada genotipo y con las reducciones en el peso de mil granos.

## **MATERIALES Y MÉTODOS:**

El ensayo se llevó a cabo en la Estación Experimental Julio Hirschhorn de Los Hornos, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad Nacional de La Plata (EEJH FCAyF-UNLP), situada en: 34°59'04.3"S, 57°59'50.5"O. Se utilizó un diseño experimental de parcela dividida en el cual la parcela principal fueron los tratamientos con fungicidas (CF) y sin fungicidas (SF) y las subparcelas, 103 genotipos de trigo primaverales de una colección internacional previamente mapeada con dos repeticiones. La colección de genotipos primaverales con caracteres contrastantes fue obtenida de una colección más amplia que incluía también trigos invernales seleccionados de 32 países del German Federal ex situ Genebank, Gatersleben, Alemania. Las numeraciones de los genotipos se indican de acuerdo con la denominación de origen (IPK) (Tabla 1).

**Tabla 1. Genotipos de trigo utilizados y su origen**

N°	Código	Nombre	Variedad botánica	Origen	N°	Código	Nombre	Variedad botánica	Origen
1	TRI 403	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Lutescens</i>	EEUU	56	TRI 4545	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Austria
2	TRI 2513	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Lutescens</i>	China	57	TRI 4547	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Milturum</i>	Chile
3	TRI 2619	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Suberythrosphe</i>	Nepal	58	TRI 4549	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Chile
4	TRI 2656	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Milturum</i>	India	59	TRI 4551	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>leucospermum</i>	Chile
5	TRI 2679	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aestivum</i>	India	60	TRI 4563	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>milturum</i>	Italia
6	TRI 2835	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>meridionale</i>	Afghanistan	61	TRI 4919	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>graecum</i>	Austria
7	TRI 2889	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Nepal	62	TRI 4940	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	EE.UU.
8	TRI 3126	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Milturum</i>	Portugal	63	TRI 4942	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	EE.UU.
9	TRI 3244	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	EE.UU.	64	TRI 4943	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Suecia
10	TRI 3438	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Alemania	65	TRI 5262	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Estonia
11	TRI 3477	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Nueva Zelanda	66	TRI 5304	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Francia
12	TRI 3492	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>desconocido</i>	Nepal	67	TRI 5310	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Argentina
13	TRI 3511	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Portugal	68	TRI 5315	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Argentina
14	TRI 3515	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Reino Unido	69	TRI 5325	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	EE.UU.
15	TRI 3526	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Portugal	70	TRI 5332	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	España
16	TRI 3564	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Portugal	71	TRI 5333	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Alemania
17	TRI 3569	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Uruguay	72	TRI 5342	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Reino Unido
18	TRI 3570	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aestivum</i>	India	73	TRI 5357	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Bulgaria
19	TRI 3631	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Canadá	74	TRI 5386	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	España
20	TRI 3633	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Canadá	75	TRI 5425	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Suecia
21	TRI 3664	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Alemania	76	TRI 5426	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	EE.UU.

22	TRI 3831	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Portugal	77	TRI 5438	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Irán
23	TRI 3839	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Francia	84	TRI 5984	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>delfi</i>	Irán
24	TRI 3842	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Milturum</i>	Portugal	85	TRI 6094	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>subgraecum</i>	Irán
25	TRI 3874	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Milturum</i>	Italia	86	TRI 6108	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>graecum</i>	Irán
26	TRI 3881	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Italia	87	TRI 6094	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>graecum</i>	Irán
27	TRI 3895	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aureum</i>	Francia	88	TRI 6148	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Irán
28	TRI 3925	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aestivum</i>	Uruguay	89	TRI 10296	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	México
29	TRI 3926	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aestivum</i>	Uruguay	90	TRI 10297	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Brasil
30	TRI 3929	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Pyrothrix</i>	China	92	TRI 10311	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Japón
31	TRI 3931	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>subhostianum</i>	China	94	TRI 10338	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>hostianum</i>	China
32	TRI 3955	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>desconocido</i>	Nepal	96	TRI 10591	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Cyprus
33	TRI 3964	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>nigricans</i>	Nepal	97	TRI 10593	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>murinumcompa ctoides</i>	Cyprus
35	TRI 4013	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aestivum</i>	Italia	98	TRI 10620	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>murinumcompa ctoides</i>	Cyprus
36	TRI 4041	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Canadá	99	TRI 10625	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Cyprus
37	TRI 4042	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	China	100	TRI 10654	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Cyprus
38	TRI 4056	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Villosum</i>	India	102	TRI 10688	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Grecia
39	TRI 4081	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Portugal	103	TRI 10692	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Grecia
40	TRI 4112	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>fulvocinereum</i>	Afghanistan	104	TRI 10693	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Grecia
41	TRI 4113	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Afghanistan	105	TRI 10697	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Grecia
42	TRI 4116	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aureum</i>	Italia	107	TRI 10703	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Grecia
43	TRI 4117	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aestivum</i>	Italia	108	TRI 10704	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Grecia
44	TRI 4118	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aestivum</i>	Italia	109	TRI 10705	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Grecia
47	TRI 4126	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Milturum</i>	Italia	110	TRI 10707	<i>T. species</i>	<i>(population)</i>	Desconocid o
48	TRI	<i>Triticum</i>	<i>Milturum</i>	Italia	111	TRI	<i>Triticum</i>	<i>aestivum</i>	Grecia

	4130	<i>aestivum L.</i>				10709	<i>aestivum L.</i>		
49	TRI 4141	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>Aestivum</i>	Italia	112	TRI 10710	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Grecia
50	TRI 4144	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Italia	113	TRI 10780	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Grecia
51	TRI 4145	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Italia	114	TRI 10781	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Grecia
52	TRI 4148	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Italia	115	TRI 10785	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Grecia
53	TRI 4149	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>ferrugineum</i>	Italia	116	TRI 11020	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	EE.UU.
54	TRI 4171	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>aestivum</i>	Italia	117	TRI 11082	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>lutescens</i>	Alemania
55	TRI 4540	<i>Triticum aestivum L.</i>	<i>melanopogon</i>	Rusia					

La preparación de la cama de siembra consistió en un esquema de labranza convencional con utilización de disco, rastra y rolo, así como también un barbecho químico, constituido por una aplicación en pre-siembra con Glifosato. Durante el ciclo del cultivo se realizó una aplicación en post-emergencia temprana de Misil® 100 cm<sup>3</sup> + 5 g/ha (dicamba 48% –metsulfurónmetil 60%). La siembra se realizó en el mes de julio y se llevó a cabo utilizando una sembradora experimental, con una distancia entre hileras de 20 cm y una densidad de 250 plantas/m<sup>2</sup>, como se observa en la Figura 4A. Cada parcela presentó un largo de 3,40 m y un ancho de 1,40 m (4,8 m<sup>2</sup>) (Figura 4B).

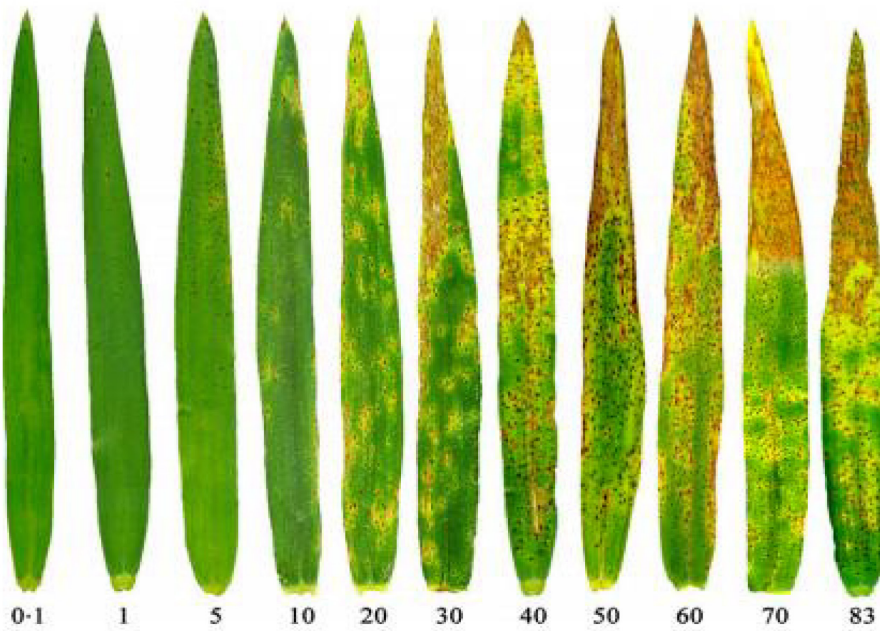
En las subparcelas CF se aplicó una triple mezcla (BASF Orquesta Ultra) de fluxapyroxad 50 g/l (carboxamida), epoxiconazole 50 g/l (triazol) y pyraclostrobin 81 g/l (1,2 l/ha) (estrobilurina), en cuatro estadios de crecimiento (EC): 2-3 hojas (EC12), encañazón, EC31, floración, EC60 y grano pastoso, EC 82 (Zadoks *et al.*, 1974) para asegurar un testigo con baja infección y observar diferencias entre genotipos en ambas condiciones. En todas las sub-parcelas se aplicaron 100 kgN/ha (46-0-0), particionados en dos momentos, a la siembra y a fines de macollaje. Los datos meteorológicos se obtuvieron de la estación Davis ubicada en la EEJH, UNLP.



Figuras 4A. Siembra del ensayo. 4B. Parcela experimental. 4C y 4D. Vista parcial del ensayo.

#### Determinación de la severidad de la enfermedad

Se realizaron evaluaciones de severidad (% de superficie foliar por hoja afectada por la enfermedad) (Figura 5) de las enfermedades presentes en EC31, EC60 y EC80 (grano pastoso) estimando el promedio de tres hojas de 7 a 10 plantas por parcela. Se determinó la frecuencia de patógenos presentes en cada genotipo evaluado.



**Figura 5. Diagrama de área estándar para evaluación de severidad en hojas de trigo. Los números representan el porcentaje (%) de superficie foliar que muestra síntomas de enfermedad (necrosis y clorosis).**

### **Determinación de la frecuencia de patógenos**

Para determinar la frecuencia de patógenos, las hojas provenientes del campo se esterilizaron con alcohol (70%) e hipoclorito de sodio (2,5%) y se colocaron en cámara húmeda durante 72 h. Sobre ellas se determinó el porcentaje de patógenos por observación visual en microscopio. Además de determinar si el patógeno estaba o no presente, se estimó que superficie del portaobjeto cubrían sus esporas.

### **Determinación de la humedad y molienda del trigo**

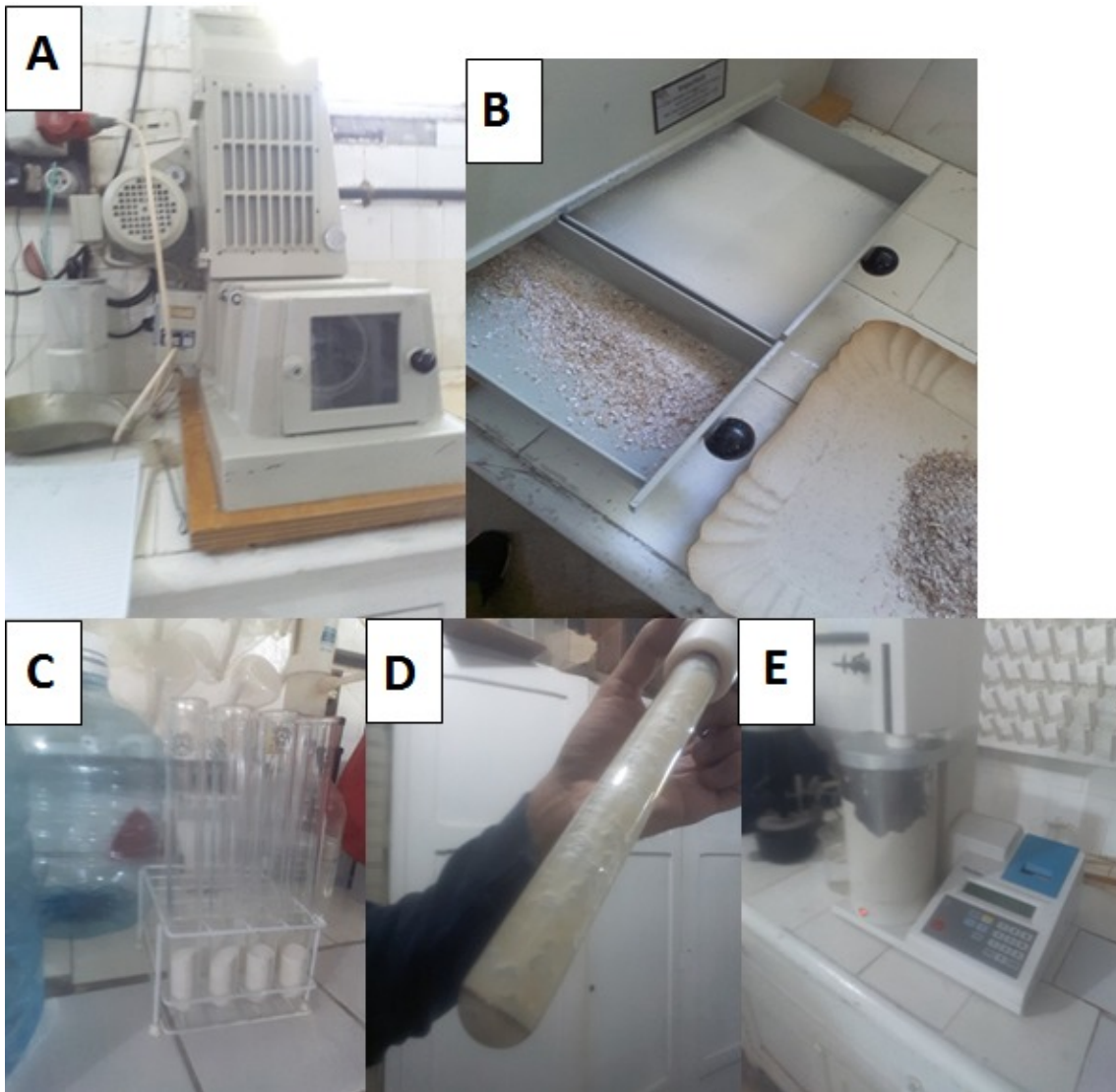
En el laboratorio, se limpiaron todas las muestras, eliminando materias extrañas. Se llevó a cabo la molienda de estas con molino Brabender Quadrumat Junior (Figuras 6A y 6B) para la obtención de harina. Se evaluó el porcentaje de humedad de las muestras colocando 5 g (+/- 1 g de muestra) en un pesafiltro de vidrio con tapa (IRAM 15850-1). Los pesos se registraron en una balanza analítica. Los valores que se tomaron fueron el peso del pesafiltro vacío con su tapa (PV), el peso de la muestra húmeda (PM) y el peso de la muestra seca (PS). Una vez colocada la muestra en el pesafiltro y pesada, se colocó en la estufa a 130°C durante 1 hora. Transcurrido este tiempo, se retiraron de la estufa y se colocaron en un desecador durante unos minutos hasta lograr la temperatura ambiente. El desecador de vidrio posee una placa de porcelana gruesa con sílicagel para absorber la humedad. Cuando la muestra bajó su temperatura se pesó (PS). Finalmente se aplicó la fórmula: % humedad =  $(PM - PV) / (PM - PS) \times 100$

### **Determinación del índice de caída o Falling Number**

El método se basa en la rápida gelatinización de una suspensión de harina de trigo, introducida en un baño María hirviendo y en la subsiguiente medición del tiempo (en segundos) de la licuefacción del almidón contenido en la muestra por la acción de la alfa-amilasa, bajo condiciones similares a las que ocurren durante la cocción. En un tubo viscosímetro de Falling Number se colocaron +/- 7 g (según el % humedad de la muestra) (Figura 6C) y se agregaron 25 ml de agua destilada, agitando enérgicamente 30 veces, ubicando el tubo en una posición de 45°. Rápidamente, se colocó el vástago del equipo dentro del tubo viscosímetro que posee la suspensión y se procedió a realizar la determinación. Se efectuó una rápida gelificación y se midió posteriormente la fluidificación (Figuras 6D y 6E). El FN fue considerado como el tiempo (en

segundos) que demoró en caer el vástago inmerso en el engrudo (IRAM 15862). El total de segundos es el índice o número de caída o "Falling Number", el cual está en relación con la actividad de la enzima alfa amilasa. A mayor actividad enzimática, menor número de caída (en este caso, por la presencia de grano brotado en la muestra). Se determinó el PMG y se calculó el porcentaje de disminución de este en los genotipos SF con respecto a los genotipos CF. Del mismo modo, se calculó la disminución del índice de caída.

Las diferencias en las variables severidad, frecuencia de patógenos y el índice de caída entre los genotipos se analizaron mediante análisis de varianza (ANAVA) con el programa estadístico GenStat 12 Ed. (VSN, 2009) y las medias se compararon mediante test LSD ( $P < 0,05$ ). Se realizaron regresiones entre la disminución de PMG y la disminución del índice de caída en todos los genotipos, en los genotipos afectados predominantemente por enfermedades necrotróficas y en los afectados por biotróficos.



Figuras 6A y 6B. Molienda de las muestras de trigo con Molino Quadrumat Brabender. 6C. Muestras de harina listas para ser sometidas al FN. 6D. Gelatinización de la muestra de harina. 6E. Falling number en Laboratorio de Cerealicultura (FCyF-UNLP).

## RESULTADOS

### Datos meteorológicos

En el año del ensayo las mayores precipitaciones se registraron en los meses de julio, agosto y septiembre superando ampliamente las medias históricas, mientras en el mes de noviembre se registraron precipitaciones menores a la media (Figura 7). En cuanto a las temperaturas de junio a septiembre fueron superiores a la media histórica. Por último, la humedad relativa media del período de cultivo fue 76%.

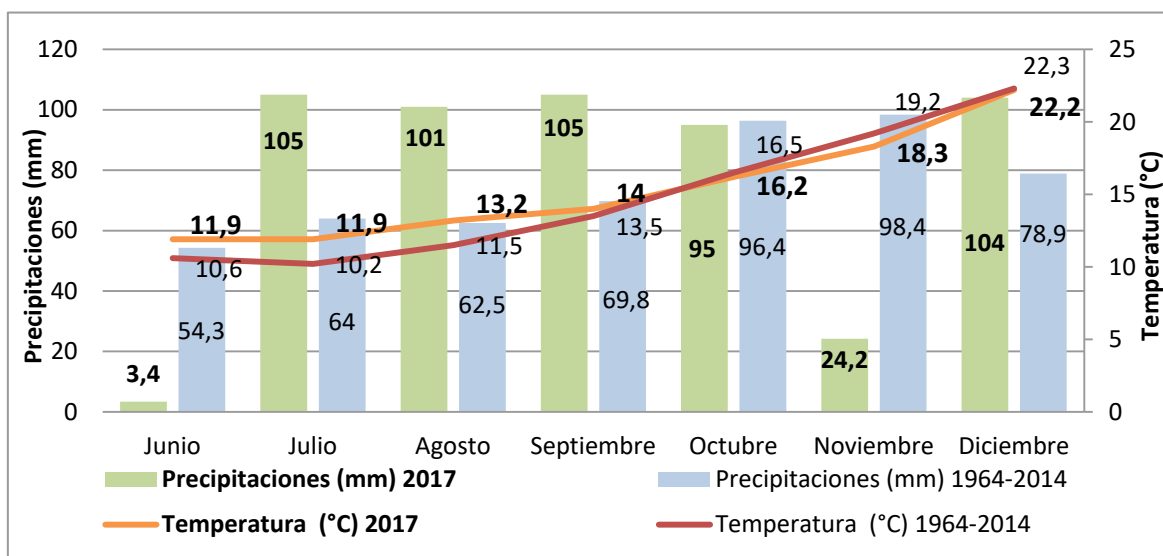


Figura 7. Temperatura media y precipitaciones durante el ciclo del cultivo 2017 y valores normales (período 1964-2014) en la estación meteorológica de la EEJH, Los Hornos.

### Severidad en encañazón (EC31), floración (EC60) y grano pastoso (EC80)

Se observaron diferencias significativas entre tratamientos CF y SF para severidad en EC60 y EC80. Entre genotipos se presentaron diferencias altamente significativas en los tres estadios. Por último, en la interacción Fungicida × Genotipo se observaron diferencias significativas en EC60 y EC 80 (Tabla 2).



**Tabla 2. Cuadrados medios, grados de libertad y valor p (ANOVA) para severidad en EC31, EC60, EC80 en un ensayo con dos tratamientos de fungicida en 110 genotipos de trigo.**

Fuente de variación	GL	Severidad EC31	Severidad EC60	Severidad EC80
<b>Fungicida</b>	1	1542,22 (p=0,093)	102561,89 (p <0,011)	605.68 (p=0,013)
<b>Error A</b>	1	33,5	32,50	0,256
<b>Genotipo</b>	109	551,28 (p<0,001)	354,40 (p<0,001)	25,38 (p<0,001)
<b>Fungicida × Genotipo</b>	109	17,07 (p<0,995)	262,65 (p<0,001)	14.47 (p=0,004)
<b>Error B</b>	218	26,46	91,40	9,45
<b>Total</b>	439			

En el EC31 se observaron diferencias significativas solamente entre los distintos genotipos. La severidad de los genotipos fluctuó entre 0 % en los genotipos 75, 10, 13, 20, 31, 35, 42, 44, 48 hasta 45,1 % en el genotipo 65. Del análisis de comparación múltiple de medias encontramos que los genotipos de menor severidad fueron 75, 10, 13, 20, 31, 35, 42, 44, 48, 11, 34, sin diferencia, mientras que el de mayor severidad fue el 65 (45,1 %), que a su vez no presentó diferencias significativas con respecto a los genotipos 30, 25, 79, 37, 56, 72.

En la Tabla 3 se puede observar la severidad de cada genotipo en ambos tratamientos, CF y SF y la disminución de severidad producida por el fungicida expresada en porcentaje para el EC60. En EC60 los valores de severidad para los genotipos sin fungicida estuvieron entre un 100% (genotipo 85) y un 51,9% (genotipo 57), con un promedio de severidad de todos los genotipos de 79,3%. Por otro lado, la severidad en genotipos con aplicación de fungicida se encontró entre un 80,3% (genotipo 82) y un 19,0 % (genotipo 75), dando un porcentaje promedio de severidad de un 49,8%. Se observó que los genotipos que tuvieron aplicación de fungicida tuvieron una reducción de la severidad de un 38,5% con respecto a los sin fungicida en el EC60.

Los cinco genotipos que presentaron mayores respuestas a la aplicación de fungicidas fueron el 31 (75,9%), 97 (73,8%), 113 (73,3%), 75 (70,8%), 4 (69,8%) (azul). Mientras que los de menor respuesta fueron el 58 (-12,4%), 73 (2,90%), 88 (3,73%), 82 (9,26%), 54 (11,3%) (verde) (Tabla 3). Del análisis de comparación múltiple de medias resulta que, para el tratamiento sin fungicida, el genotipo que menor severidad presentó fue el 57, sin presentar diferencias significativas en los primeros 50 genotipos, el genotipo que más se vio afectado fue el 85, sin presentar diferencias significativas con los otros genotipos (86, 6, 4, 97, 100, 5, 113). En los

genotipos con aplicación de fungicida la menor severidad se evidenció en el genotipo 75 sin diferencias significativas con los siguientes genotipos (31, 57, 4, 22, 29, 50, 72, 97, 113), por el contrario, el más afectado fue el genotipo 82 sin presentar diferencias significativas con otros veinte genotipos.

**Tabla 3. Severidad de los genotipos sin fungicida y con fungicida en floración (EC60) y porcentaje de disminución de severidad con fungicida.**

Sin Fungicida		Con Fungicida			Dism.	Sin Fungicida		Con Fungicida			Dism.
Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad	%	Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad	%		
31	85,3	31	20,58	75,87	58	62,53	58	70,3	-12,44		
97	97,63	97	25,54	73,84	73	76,69	73	74,47	2,9		
113	96,79	113	25,82	73,32	88	81,84	88	78,78	3,73		
75	65,03	75	19,01	70,78	82	88,51	82	80,31	9,26		
4	97,77	4	29,57	69,75	54	85,17	54	75,59	11,25		
99	91,85	99	31,1	66,14	10	85,58	10	75,44	11,85		
29	82,63	29	28,74	65,22	35	68,23	35	60,03	12,01		
104	89,57	104	31,65	64,66	21	68,78	21	60,44	12,12		
84	91,69	84	32,8	64,23	26	64,05	26	55,85	12,79		
22	67,66	22	24,88	63,22	13	75,17	13	65,17	13,3		
100	97,21	100	36,24	62,72	44	84,2	44	70,87	15,84		
87	90,58	87	34,91	61,46	79	87,67	79	73,78	15,84		
50	78,88	50	30,68	61,1	11	67,39	11	56,28	16,49		
102	94,43	102	36,93	60,89	81	93,78	81	76,98	17,92		
67	83,18	67	32,63	60,78	41	76,28	41	61,7	19,12		
103	87,9	103	37,63	57,2	27	68,92	27	55,31	19,75		
115	87,67	115	38,51	56,08	64	64,75	64	51,83	19,95		
25	85,72	25	37,8	55,9	55	80,03	55	64,06	19,96		
69	79,2	69	35,06	55,73	94	82,53	94	64,76	21,54		
1	83,23	1	36,98	55,57	86	98,77	86	77,38	21,66		
28	86,52	28	39,02	54,9	37	78,09	37	60,87	22,05		
33	87,8	33	39,88	54,58	95	81,56	95	63,51	22,14		
72	66,7	72	30,31	54,56	111	66,66	111	51,85	22,21		
18	92,01	18	42,01	54,34	60	65,69	60	50,5	23,13		
53	69,06	53	32,39	53,09	63	82,67	63	63,23	23,52		
105	89,15	105	42,07	52,81	47	69,89	47	52,95	24,24		
39	80,4	39	38,46	52,17	112	64,33	112	48,58	24,48		
15	80,68	15	42,63	47,17	56	78,64	56	58,92	25,08		
96	79,76	96	42,81	46,32	110	66,61	110	49,72	25,36		
116	91,22	116	49	46,29	71	70,59	71	52,67	25,38		
68	75,13	68	40,4	46,22	106	61,61	106	45,91	25,47		
92	78,22	92	42,24	45,99	24	64,76	24	48,23	25,52		
66	85,17	66	46,01	45,99	38	90,03	38	66,01	26,69		
32	96,04	32	52,01	45,84	74	88,23	74	64,48	26,92		

49	69,57	49	37,77	45,72	114	69,5	114	50,66	27,1
12	93,02	12	50,82	45,36	19	84,89	19	60,73	28,47
57	51,97	57	28,5	45,16	89	70,41	89	50,36	28,48
51	85,58	51	47,25	44,79	40	68,64	40	49,06	28,53
30	86,69	30	48,35	44,22	59	73,51	59	52,26	28,91
85	100	85	56,32	43,68	42	74,76	42	51,76	30,77
48	81,98	48	46,7	43,03	76	84,89	76	58,23	31,41
8	79,39	8	45,5	42,69	6	98,32	6	66,79	32,07
90	75,82	90	43,46	42,68	117	81,42	117	54,75	32,75
108	67,01	108	38,96	41,87	23	52,97	23	35,58	32,83
5	91,92	5	53,58	41,71	107	69,66	107	46,61	33,1
17	61,65	17	36,1	41,45	34	86,56	34	57,53	33,53
61	64,71	61	38,3	40,81	52	70,87	52	46,84	33,91
14	60,16	14	35,72	40,63	20	85,31	20	56,03	34,32
77	88,51	77	52,81	40,33	109	78,04	109	50,38	35,45
9	80,27	9	48,18	39,97	16	62,95	16	40,45	35,74
3	89,71	3	54,57	39,17	36	67,95	36	43,64	35,77
2	70,87	2	43,64	38,41	98	93,78	98	60,03	35,99
7	76,42	7	47,39	37,98	62	88,09	62	56,28	36,11
43	87,95	43	54,62	37,9	65	63,92	65	40,59	36,5
93	73,23	93	45,87	37,36	70	81,28	70	51,28	36,91
70	81,28	70	51,28	36,91	93	73,23	93	45,87	37,36
	Sin Fungicida		Fungicida		Dism. %				
Promedio	79,33		48,79		38,49				

En EC80 los valores de severidad para los genotipos sin aplicación de fungicida estuvieron entre un 100% (genotipos 108, 96, 7, 48, 105, 2, 8, 14, 59, 27, 38, 66, 88, 98) y un 97,1% (genotipo 110), con un promedio de severidad de todos los genotipos de 99,1% (Tabla 4). Por otro lado, la severidad en los genotipos con aplicación de fungicida tuvo valores entre un 98,2% (genotipos 27, 38, 66, 88, 98, 24, 82, 1, 19, 34, 37, 43, 44, 52, 53, 54, 55, 62, 65, 69, 70, 71, 74) y un 78% (genotipo 110) con un promedio de severidad de todos los genotipos de 96,9%. Se observó que los genotipos que tuvieron aplicación de fungicida presentaron una reducción de la severidad de un 2,20% con respecto a los sin fungicida en el EC80. Los cinco genotipos que presentaron mayores diferencias entre tratamientos fueron el 110 (18,8%), 109 (16,8%), 18 (16,6%), 114 (13,5%), 47 (10,9%) (azul). Mientras que los de menor diferencia fueron el 117 (-17,8%), 113 (-11,6%), 20 (-6,4%), 35 (-1,7%), 16 (-1,30%) (verde) (Tabla 4).

Del análisis de comparación múltiple de medias se encontró que, para el tratamiento sin fungicida, el genotipo con menor severidad fue el 108, presentando una diferencia significativa con el siguiente genotipo, el 114. En cuanto a los más afectados fueron los primeros 29 genotipos con una severidad del 100%, en el genotipo 36 se evidencia una diferencia significativa. En los genotipos con aplicación de fungicida la menor severidad se evidenció en el genotipo 110 sin diferencias significativas con los siguientes genotipos (109, 107, 114, 47) si en el genotipo 21. Por el contrario, los más afectados fueron 19 genotipos con un 100% de severidad sin presentar diferencias significativas con los primeros 76 genotipos, si en el 36 donde hay significancia.

**Tabla 4. Severidad de los genotipos sin fungicida y con fungicida en grano pastoso (EC80) y porcentaje de disminución de severidad con fungicida.**

Sin Fungicida		Con Fungicida		Dism.	Sin Fungicida		Con Fungicida		Dism.
Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad	%	Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad	%
110	97,14	110	78,89	18,79	117	81,42	117	95,88	-17,77
109	99,24	109	82,53	16,83	113	88,27	113	98,47	-11,56
18	99,74	18	83,14	16,64	20	92,31	20	98,22	-6,41
114	99,74	114	86,25	13,52	35	96,54	35	98,22	-1,74
47	99,74	47	88,78	10,99	16	96,96	16	98,22	-1,30
21	99,95	21	89,22	10,74	106	98,96	106	100,00	-1,05
108	100,00	108	91,12	8,88	6	99,18	6	100,00	-0,83
96	100,00	96	91,28	8,72	26	98,90	26	99,69	-0,79
116	99,69	116	91,81	7,91	41	97,79	41	98,22	-0,44
7	100,00	7	92,11	7,89	58	95,57	58	95,88	-0,33
42	99,74	42	92,67	7,09	90	99,68	90	100,00	-0,33
75	99,74	75	92,67	7,09	30	99,39	30	99,69	-0,30
48	100,00	48	93,50	6,50	15	99,74	15	100,00	-0,26
12	99,39	12	93,09	6,34	61	99,74	61	100,00	-0,26
92	99,74	92	93,58	6,18	97	99,74	97	100,00	-0,26
25	99,95	25	93,86	6,10	49	99,74	49	100,00	-0,26
105	100,00	105	94,03	5,97	107	84,17	107	84,31	-0,16
2	100,00	2	94,61	5,39	29	99,95	29	100,00	-0,05
22	99,95	22	94,69	5,27	32	99,95	32	100,00	-0,05
13	99,95	13	95,88	4,07	3	100,00	3	100,00	0,00
10	99,74	10	95,88	3,86	4	100,00	4	100,00	0,00
64	99,74	64	95,88	3,86	5	100,00	5	100,00	0,00
73	99,74	73	95,88	3,86	17	100,00	17	100,00	0,00
40	99,74	40	96,00	3,74	28	100,00	28	100,00	0,00
85	99,95	85	96,34	3,62	60	100,00	60	100,00	0,00
31	99,45	31	95,88	3,59	67	100,00	67	100,00	0,00
57	99,39	57	95,88	3,53	89	100,00	89	100,00	0,00
51	98,90	51	95,88	3,05	100	100,00	100	100,00	0,00
36	99,74	36	97,25	2,49	104	100,00	104	100,00	0,00

8	100,00	8	97,71	2,29	112	100,00	112	100,00	0,00
14	100,00	14	97,74	2,26	23	99,74	23	99,69	0,05
68	99,74	68	97,64	2,10	33	99,74	33	99,69	0,05
59	100,00	59	97,95	2,05	87	99,74	87	99,69	0,05
27	100,00	27	98,22	1,78	9	99,39	9	99,30	0,09
38	100,00	38	98,22	1,78	50	99,39	50	99,30	0,09
66	100,00	66	98,22	1,78	111	100,00	111	99,76	0,24
88	100,00	88	98,22	1,78	86	99,95	86	99,69	0,27
98	100,00	98	98,22	1,78	84	100,00	84	99,69	0,31
24	99,95	24	98,22	1,73	102	100,00	102	99,58	0,42
82	99,95	82	98,22	1,73	11	99,29	11	98,22	1,07
1	99,74	1	98,22	1,52	103	100,00	103	98,89	1,11
19	99,74	19	98,22	1,52	56	99,39	56	98,22	1,17
34	99,74	34	98,22	1,52	63	99,39	63	98,22	1,17
37	99,74	37	98,22	1,52	72	99,39	72	98,22	1,17
43	99,74	43	98,22	1,52	115	99,52	115	98,22	1,30
44	99,74	44	98,22	1,52	99	100,00	99	98,61	1,39
52	99,74	52	98,22	1,52	39	96,13	39	94,72	1,46
53	99,74	53	98,22	1,52	1	99,74	1	98,22	1,52
54	99,74	54	98,22	1,52	19	99,74	19	98,22	1,52
55	99,74	55	98,22	1,52	34	99,74	34	98,22	1,52
62	99,74	62	98,22	1,52	37	99,74	37	98,22	1,52
65	99,74	65	98,22	1,52	43	99,74	43	98,22	1,52
69	99,74	69	98,22	1,52	44	99,74	44	98,22	1,52
70	99,74	70	98,22	1,52	52	99,74	52	98,22	1,52
71	99,74	71	98,22	1,52	53	99,74	53	98,22	1,52
74	99,74	74	98,22	1,52	54	99,74	54	98,22	1,52
		Sin Fungicida			Con Fungicida			Dism. %	
Promedio		99,12			96,94			2,2	

### Frecuencia de patógenos

La frecuencia (tomada como el porcentaje de cobertura de esporas del portaobjeto) difirió significativamente entre genotipos, patógenos y su interacción Genotipo × Patógeno (Tabla 5).

**Tabla 5. Cuadrado medio, grados de libertad y valor p (ANAVA) para frecuencia de patógenos en un ensayo con dos tratamientos de aplicación de fungicida en 110 genotipos de trigo.**

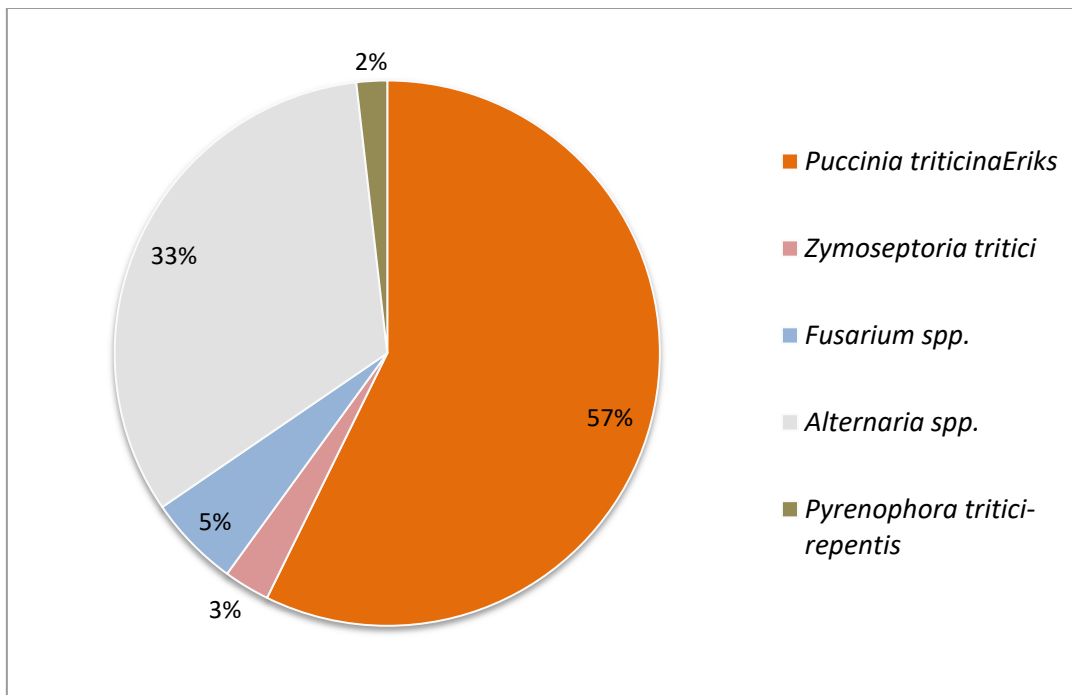
Fuente de variación	GL	Frecuencia de Patógenos
Genotipo	109	1,66 (p<0,001)

<b>Patógeno</b>	7	238,5 (p<0,001)
<b>Genotipo × Patógeno</b>	763	1,72 (p<0,001)
<b>Error</b>	879	0,33
<b>Total</b>	1759	

En la Tabla 6 se observan los distintos genotipos con sus enfermedades foliares predominantes. Como se aprecia en la Figura 8, el patógeno de mayor frecuencia es *Puccinia triticina Eriks*, que se observó en el 57% de los genotipos seguido por *Alternaria spp* (33% de los genotipos), luego *Fusarium spp* en hoja (5% de los genotipos) y por último los patógenos con menor frecuencia fueron *Zymoseptoria tritici* (3%) y *Pyrenophora tritici-repentis* (2%). Es importante mencionar que algunas enfermedades se presentaron simultáneamente en los genotipos, aunque se consideraron como predominantes aquellas en que el patógeno cubría una mayor superficie del portaobjeto.

**Tabla 6. Patógenos predominantes en los distintos genotipos de trigo**

<b>Enfermedades predominantes</b>	<b>Genotipos de trigo</b>
<b><i>Puccinia triticina Eriks</i></b>	1; 2; 5; 7; 9; 10; 12; 16; 15; 16; 18; 19; 20; 21; 24; 26; 28; 30; 31; 32; 34; 36; 37; 38; 39; 40; 41; 44; 48; 52; 53; 54; 55; 56; 57; 58; 59; 62; 63; 64; 65; 66; 70; 72; 81; 85; 86; 89; 90; 93; 97; 98; 99; 103; 104; 107; 108; 110; 112; 113; 115; 116; 117
<b><i>Alternaria spp</i></b>	3; 6; 8; 13; 17; 22; 23; 27; 33; 35; 42; 43; 47; 50; 51; 60; 61; 67; 71; 73; 74; 75; 76; 77; 79; 82; 84; 87; 92; 94; 95; 105; 106; 109; 111; 114
<b><i>Fusarium spp</i></b>	11; 25; 29; 69; 96; 102
<b><i>Zymoseptoria tritici</i></b>	4; 88; 100
<b><i>Pyrenophora tritici-repentis</i></b>	49; 68



**Figura 8. Frecuencia de patógenos (%) hallado en una colección de genotipos de trigo de origen internacional en 2017.**

En cuanto al porcentaje de patógenos en los distintos genotipos podemos indicar que, para el patógeno *Alternaria sp.*, se encontraron 26 genotipos sin presencia de este, sin encontrar diferencias significativas hasta el genotipo 58 (4,17%). Por otro lado, el genotipo con mayor porcentaje de dicho patógeno fue el 84 (46,7%), no habiendo diferencias significativas hasta el genotipo 79 (32,5%). En 92 genotipos no se detectó la presencia de *Drechslera tritici-repentis*, y no hubo significancia hasta el genotipo 3 (5,00%). El genotipo 109 presentó el mayor porcentaje del patógeno (13,3%) y no hubo significancia hasta el genotipo 106 (3,33%). La menor frecuencia de *P. triticina* se evidenció en los genotipos 50, 95 y 114 (0%) y no hubo significancia hasta el genotipo 111 (5,00%), además la mayor frecuencia del patógeno fue encontrada en el genotipo 53 (45,8%) y no hubo significancia hasta el genotipo 86 (30,8%).

Para *Fusarium sp.* en las hojas, la mayor frecuencia del patógeno fue hallada en el genotipo 102 (31,67%) y no hubo significancia hasta el genotipo 58 (11,67%) y en 93 genotipos no se detectó la presencia de *Fusarium sp.* y no hubo significancia hasta el genotipo 71 (4,17%). Con respecto a *Zymoseptoria tritici*, en 76 genotipos no se detectó la presencia del patógeno (0%) y no hubo significancia hasta el genotipo 84 (5,00%), por otro lado, la mayor frecuencia del ataque del patógeno fue en el genotipo 74 (28,3%) y no hubo significancia hasta el genotipo 89 (16,7%). Por último, con

frecuencia muy baja se encontraron otros patógenos. En cuanto a la presencia de *Stemphylium sp*, se encontraron 105 genotipos sin detección del patógeno y no hubo significancia entre genotipos. Mientras que el genotipo en el que se observó la mayor frecuencia de dicho patógeno fue el 31 (3,33%). También se halló *Bipolaris sorokiniana*, aunque se contabilizaron 96 genotipos sin detección del patógeno (0%) y no hubo significancia hasta el genotipo 22 (5,83%), por otro lado, el genotipo en el que se observó mayor frecuencia del patógeno fue el genotipo 52 (7,50%) y no hubo significancia hasta el genotipo 21 (0,83%).

### Índice de Caída o Falling Number

El ANAVA para el índice de caída (Tabla 7) demostró diferencias estadísticamente significativas entre los genotipos evaluados, el tratamiento de fungicida y la interacción Genotipo × Fungicida.

**Tabla 7. Análisis de varianza del índice de caída en una colección de trigos de origen internacional con y sin fungicida.**

Fuente de variación	Grados Libertad	Suma Cuadrados	Cuadrados Medios	V.R	F prob.
Repet stratum	1	51,0	51,0	39,74	
Fungicida	1	291185,0	291185,0	2,268E+05	0,001
Error	1	1,3	1,3	0,00	
Genotipo	102	1203091,2	11795,0	21,78	<.001
Fungicida x Genotipo	102	709752,3	6958,4	12,85	<.001
Error	204	110456,2	541,5		
Total	411	2314536,9			

El valor medio de índice de caída o FN para los genotipos tratados CF dio 396,0 s mientras que para los genotipos SF el valor medio fue 342,8 s (Tabla 8). Dentro de los genotipos tratados CF, el valor de índice de caída más alto lo obtuvo el genotipo 90 *Triticum aestivum L. var aestivum* (Brasil) con un valor de 668 s seguido por el genotipo 100 *Triticum aestivum L. var ferrugineum* (Cyprus) con un valor de 554 s, luego le siguió el genotipo 74 *Triticum aestivum L. var aestivum* (España) con valor de 547 s y el genotipo 105 *Triticum aestivum L. var ferrugineum* (Grecia) con valor de 539 s y el valor más bajo lo obtuvo el genotipo 37 *Triticum aestivum L. var. lutescens* (China) con un índice de caída de 207 s (Tabla 8).



En cuanto a los genotipos SF, los valores más altos de índice de caída, en orden descendente, lo obtuvieron los genotipos 105 *Triticum aestivum* L. var *ferrugineum* (Grecia) con valor de 521 s, el genotipo 74 *Triticum aestivum* L. var *aestivum* (España) con valor de 516 s, el genotipo 7 *Triticum aestivum* L. var. *lutescens* (Nepal) con valor de 488 s y el genotipo 10 *Triticum aestivum* L. var *ferrugineum* (Alemania) con valor de 475 s. El valor más bajo de índice de caída lo obtuvo el genotipo 37 *Triticum aestivum* L. var. *lutescens* (China) con un valor de 201 s. La interacción Fungicida × Genotipo fue significativa (Tabla 7). Los genotipos SF presentaron menores valores de índice de caída con respecto a los tratamientos CF (Tabla 8).

**Tabla 8. Índice de caída o Falling Number en una colección de trigos de origen internacional con fungicida (CF) y sin fungicida (SF). Los valores de índice de caída se expresan en segundos.**

Fungicida	Genotipo	1	2	3	4	5	6
CF		370,0 a	349,5 a	526,0 a	462,5 a	368,5 a	371,5 b
SF		354,0 a	374,5 a	447,0 b	332,5 b	333,0 a	453,0 a
Fungicida	Genotipo	7	8	9	10	11	12
CF		393,5 b	486,0 a	393,0 a	460,0 a	476,0 a	443,0 a
SF		488,5 a	297,5 b	304,0 b	475,0 a	327,0 b	259,5 b
Fungicida	Genotipo	13	14	15	16	17	18
CF		411,5 a	426,5 a	400,0 a	304,0 b	290,5 a	482,5 a
SF		323,0 b	315,0 b	316,5 b	375,5 a	299,0 a	332,5 b
Fungicida	Genotipo	19	20	21	22	23	24
CF		511,5 a	459,5 a	326,5 b	419,5 a	228,0	365,0 a
SF		288,5 b	349,5 b	424,5 a	329,0 b	366,0 a	303,0 b
Fungicida	Genotipo	25	26	27	28	29	30
CF		373,0 a	384,5 a	397,0 a	302,0 b	370,5 a	434,0 a
SF		327,5 a	390,0 a	296,0 b	350,5 a	295,5 b	342,0 b
Fungicida	Genotipo	31	32	33	35	36	37

CF		347,5 a	382,0 a	369,0 a	351,5 a	329,5 a	207,0 a
SF		295,0 b	330,0 b	396,0 a	275,0 b	335,0 a	201,0 a
Fungicida	Genotipo	38	39	40	41	42	43
CF		450,0 a	344,5 b	521,5 a	328,5 a	392,0 a	474,5 a
SF		427,0 a	407,5 a	328,0 b	275,0 b	310,5 b	343,0 b
Fungicida	Genotipo	44	47	48	49	50	51
CF		329,0 a	451,5 a	433,0 a	484,0 a	393,0 a	329,5 a
SF		319,0 a	341,5 b	317,0 b	386,0 b	354,5 a	283,0 b
Fungicida	Genotipo	52	53	54	55	56	57
CF		360,0 a	277,5 a	421,5 a	508,0 a	330,0 a	392,5 a
SF		360,0 a	291,5 a	364,5 b	346,0 b	312,5 a	322,0 b
Fungicida	Genotipo	58	59	60	61	62	63
CF		367,0 a	392,0 a	325,5 a	462,5 a	361,0 a	417,0 a
SF		311,0 b	378,0 a	307,0 a	293,5 b	345,5 a	381,0 a
Fungicida	Genotipo	64	65	66	67	68	69
CF		379,5 a	392,0 a	527,5 a	345,0 a	383,5 b	450,5 a
SF		327,0 b	332,5 b	334,0 b	322,0 a	465,5 a	335,0 b
Fungicida	Genotipo	70	71	72	73	74	75
CF		486,0 a	340,5 a	445,5 a	423,0 a	547,0 a	353,0 a
SF		379,5 b	319,0 a	373,5 b	358,0 b	516,0 a	318,0 a
Fungicida	Genotipo	76	77	84	85	86	87
CF		460,0 a	410,0 a	301,0 a	243,0 a	226,0 b	262,0 b
SF		335,0 b	357,5 b	341,0 a	286,0 a	305,0 a	324,5 a
Fungicida	Genotipo	88	89	90	92	94	96

CF		419,5 a	298,5 a	668,5 a	457,5 a	404,0 a	335,0 a	
SF		426,5 a	277,0 a	298,5 b	416,5 a	356,5 b	362,0 a	
Fungicida	Genotipo	97	98	99	100	102	103	
CF		460,0 a	493,5 a	430,0 a	554,0 a	426,5 a	437,5 a	
SF		405,0 b	332,0 b	306,5 b	293,5 b	419,0 a	320,5 b	
Fungicida	Genotipo	104	105	107	108	109	110	
CF		382,5 a	539,5 a	265,5 b	379,5 a	377,0 a	275,5 b	
SF		328,5 b	521,0 a	333,0 a	322,5 b	365,0 a	346,5 a	
Fungicida	Genotipo	111	112	113	114	115	116	
CF		416,0 a	328,0 a	425,5 a	401,0 a	306,5 a	281,0 a	
SF		318,5 b	309,5 a	302,5 b	296,0 b	325,5 a	274,5 a	
Fungicida	Genotipo	117						
CF		532,0 a						
SF		319,0 b						

Las letras distintas entre tratamientos CF y SF en cada genotipo indican diferencias significativas según test LSD < 0,05.

### Efecto de las enfermedades foliares en el índice de caída

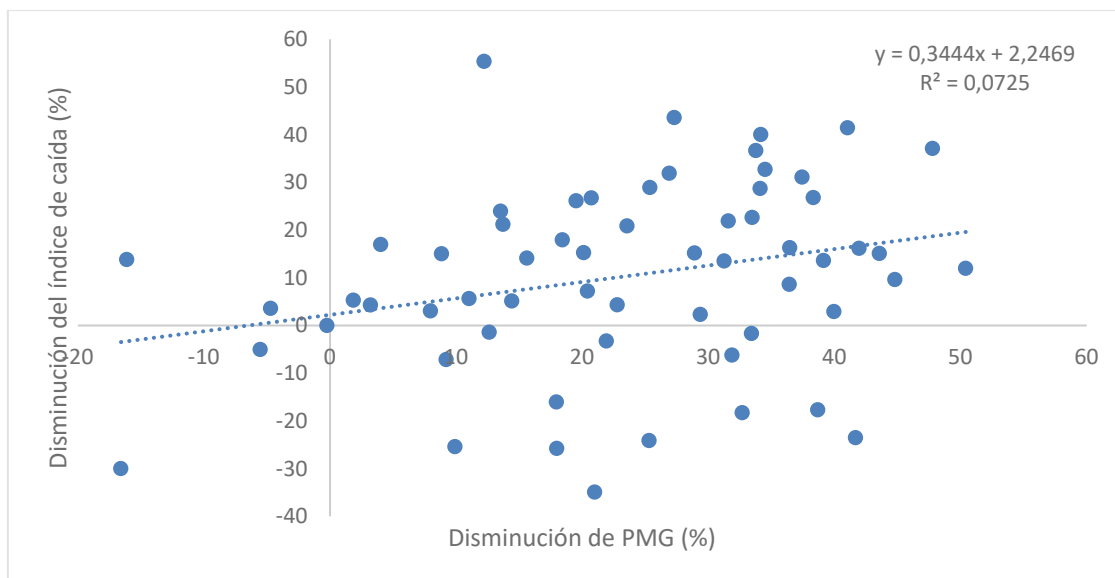
La disminución del índice de caída debido a las enfermedades fluctuó entre 1,76 a 55,4%. El genotipo 52 no registró modificaciones en el índice de caída. Contrariamente, los genotipos 2, 6, 7, 10, 16, 17, 21, 23, 24, 26, 27, 28, 33, 36, 39, 53, 68, 84, 85, 86, 87, 88, 96, 107, 110, 115 aumentaron su índice de caída. Se observó que la presencia de *P. triticina* provocó la disminución en el valor del índice de caída en 44 genotipos de los cuales tuvieron diferencias significativas los genotipos 9, 12, 14, 15, 18, 19, 20, 24, 30, 31, 32, 40, 41, 48, 54, 55, 57, 58, 64, 65, 66, 70, 72, 90, 97, 98, 99, 103, 104, 108, 113, 117 y para los genotipos 1, 5, 37, 38, 44, 56, 59, 62, 63, 89, 112, 116 la disminución fue no significativa. En cambio, en 15 genotipos se registró el aumento del valor del índice de caída siendo significativa para los genotipos 7, 16, 21, 28, 39, 86, 107, 110, mientras que para los genotipos 2, 10, 26, 36, 53, 85, 115 el aumento fue no significativo. En aquellos genotipos afectados por *P. triticina* donde la

enfermedad disminuyó el valor de índice de caída significativamente, también se verificó una disminución promedio de 28,6% en el PMG, siendo el % de pérdida mínimo 8,85% y el máximo 50,4%. Mientras que, los genotipos que disminuyeron su índice de caída en forma no significativa tuvieron una pérdida de PMG de 18,8% en promedio.

Dentro de los genotipos que presentaron enfermedades necrotróficas, con predominancia de *Alternaria*, se observó una disminución significativa en los valores de índice de caída para los genotipos 3, 4, 8, 11, 13, 22, 29, 35, 42, 43, 47, 49, 61, 69, 73, 76, 77, 94, 100, 111, 114 mientras que los genotipos 25, 50, 51, 60, 67, 71, 74, 75, 92, 102, 105, 109 presentaron una disminución no significativa. En cambio, en los genotipos 6, 23, 27, 68, 87 se registró un aumento significativo, mientras que para los genotipos 17, 33, 84, 88, 96 el aumento en los valores de índice de caída fue no significativo.

#### **Regresión entre la pérdida en el peso de mil granos y la disminución en el índice de caída**

El PMG disminuyó entre 1,86% y 50,4% en los genotipos SF con respecto a los genotipos CF. Los genotipos 52, 68, 71, 114 no registraron pérdida en el PMG. La regresión entre la pérdida de PMG y la disminución del índice de caída en los genotipos afectados predominantemente por *P. triticina* resultó positiva y significativa ( $p = 0,03$ ) (Figura 9) indicando que, a mayor pérdida de PMG, aumentó la disminución en el valor del índice de caída (lo que significa un aumento en la actividad alfa amilasa). Las regresiones entre la pérdida de PMG y la disminución del índice de caída en genotipos afectados por enfermedades necrotróficas no fueron significativas.



**Figura 9. Regresión entre la disminución del índice de caída o Falling Number y la disminución de PMG (peso de mil granos) en genotipos afectados predominantemente por *P. triticina*.**

## DISCUSIÓN

Las condiciones ambientales (altas precipitaciones y elevada humedad) durante el ciclo del cultivo fueron predisponentes para el desarrollo de las enfermedades foliares presentes en el ensayo. La aplicación de fungicida disminuyó la severidad con respecto a los genotipos SF. Se observó que los genotipos que tuvieron aplicación de fungicida presentaron una reducción de la severidad de un 2,20% con respecto a los SF en el EC80. Estos valores bajos indican que en este estadio además de la presencia de enfermedades, los valores incluyen también la senescencia del cultivo, de ahí la menor respuesta a la aplicación de fungicidas.

Los valores medios del índice de caída de los genotipos de trigo de origen internacional evaluados en 2017 en este trabajo final fueron 396,0 s y 342,8 s para los tratamientos CF y SF respectivamente. Estos valores fueron menores a los valores de índice de caída registrados en la campaña 2016/2017 (415 s) para la Subregión II Sur (Granotec, 2017). Los valores altos de índice de caída como los obtenidos en este trabajo, indican baja actividad de la enzima alfa amilasa. Los valores de índice de caída o Falling Number entre 200 y 350 s pueden considerarse normales. Las harinas con valores de Falling Number superiores a 400 s, dan origen a masas con dificultad para fermentar y panes con miga dura, compacta y corteza pálida. Las harinas con valores de Falling Number inferiores a 150 s, dan origen a masas blandas, pegajosas, difíciles de trabajar con máquina, cuyos panes se presentan aplastados, con miga gomosa y con corteza de color oscuro.

El índice de caída disminuyó significativamente en los genotipos SF con respecto a los genotipos CF, indicando que la presencia de las enfermedades foliares modificó este parámetro de calidad (aumento de la enzima alfa amilasa). Sin embargo, los valores de índice de caída se mantuvieron superiores a 250 s por lo tanto no representó problemas para la panificación (Draper & Stewart, 1980). Los valores de índice de caída entre 250 a 350 s son requeridos por las industrias en diferentes países.

La influencia de los factores agronómicos en el índice de caída está poco entendida, pero en varios trabajos el efecto de los fungicidas redujo el índice de caída (Gooding, *et al.*, 1986; Svensson, 1990) y este efecto está mediado a través de una alta actividad alfa amilasa (Salmon & Cook, 1987), es decir que la enfermedad lo incrementó. Esta respuesta difiere entre estaciones. Salmon & Cook (1987) notaron que el efecto fue más marcado en el verano húmedo y fresco que en un verano caluroso. Del mismo modo, Kettlewell *et al.* (1987) encontraron poca o ninguna respuesta del fungicida en el índice de caída en veranos secos y calurosos comparado con respuestas significativas en veranos húmedos y frescos. Por su parte, Johansson (2002) encontró que el tratamiento con el fungicida Amistar (azoxystrobina más ciproconazol) condujo a una madurez tardía y menores valores de índice de caída comparado a los tratamientos sin fungicida.

En este trabajo final, como se mencionó anteriormente las enfermedades redujeron el índice de caída (tratamientos SF) con respecto a los genotipos CF. Es decir que el fungicida causó un aumento significativo del índice de caída en 77 genotipos. En este sentido, Dimmock & Gooding (2002b) encontraron que a pesar de que los fungicidas redujeron el índice de caída, este efecto dependió del ingrediente activo del fungicida y el cultivar. Por ejemplo, el control de la roya severa en el cultivar Cockpit, no parece haber mostrado ningún efecto detrimental en el índice de caída. La disminución del índice de caída en los genotipos SF con respecto a aquellos CF podría explicarse por un efecto de "concentración". Es conocida la relación inversa entre rendimiento y proteína, altos rendimientos de grano, y PMG, están vinculados con baja concentración de proteína, por un proceso de dilución en trigo (Simmonds, 1995). La regresión entre la pérdida de PMG y la disminución del índice de caída en los genotipos afectados predominantemente por *P. triticina* resultó positiva y significativa indicando que, a mayor pérdida de PMG, aumentó la disminución en el valor del índice de caída (lo que significa un aumento en la actividad alfa amilasa). Es decir, en aquellos genotipos en que la enfermedad disminuyó más el PMG se observó una

mayor disminución en el índice de caída, indicando un incremento de la alfa amilasa. Esto puede atribuirse a un efecto de concentración ya que al disminuir considerablemente el PMG, la enzima se concentra. Por el contrario, Gooding (2017) encontró que la aplicación de fungicidas puede aumentar la alfa amilasa y/o reducir el valor del índice de caída asociado con un mayor tamaño y peso del grano. Si bien, son necesarios más ensayos para obtener resultados concluyentes, estos resultados discrepantes pueden deberse al momento en que la enfermedad afecta el cultivo y como haya afectado los componentes del rendimiento. Cuando hay importantes disminuciones del PMG como en este caso, un efecto de concentración incrementaría la alfa amilasa reduciendo el índice de caída. Nuevamente, es interesante considerar que, si bien la presencia de enfermedades produjo una disminución en el valor del índice de caída, no resultaron valores que perjudiquen la panificación lo cual resulta de gran relevancia para la industria.

### **CONCLUSIONES**

Se concluye luego de la interpretación de los resultados que la hipótesis no se rechaza. El hábito nutricional del patógeno condiciona la modificación del índice de caída de los genotipos. Las enfermedades fúngicas causadas por organismos biotróficos disminuyeron significativamente los valores de índice de caída en la mayoría de los genotipos evaluados y en esos casos se observó un alto porcentaje de disminución de PMG. Las enfermedades fúngicas causadas por organismos necrotrofos disminuyeron significativamente el índice de caída y el PMG, aunque en menor porcentaje con respecto a los genotipos afectados por biotróficos. Asimismo, una mayor disminución en el PMG por efecto de las enfermedades condiciona también una mayor disminución del índice de caída al concentrar la enzima alfa amilasa.

### **BIBLIOGRAFÍA**

Alberione, E.J. 2012. Principales enfermedades foliares en trigo. Disponible en <https://inta.gob.ar/documentos/principales-enfermedades-foliares-en-trigo> Último acceso mayo 2021.

Azcón-Bieto, J & Talón, M. 2000. Fundamentos de Fisiología vegetal, Editorial Mc Graw Hill, Interamericana, pp. 553-555.

Bolsa de comercio de Rosario. 2020. Disponible en <https://www.bcr.com.ar/es/mercados/gea/estimaciones-nacionales-de-produccion/estimaciones>. Último acceso mayo 2021.

Castro, A.C., Fleitas, M.C., Schierenbeck, M., Gerard, G.S & Simón, M.R. 2018. Evaluation of different fungicides and N rates on grain yield and bread-making quality in wheat affected by *Septoria tritici* blotch and yellow spot. *Journal of Cereal Science* 83: 49–57.

Castro, A.C & Simón, M.R. 2016. Effect of tolerance to *Septoria tritici* blotch on grain yield, yield components and grain quality in Argentinean wheat cultivars. *Crop Protection*, 90: 66-76.

Chamberlain, N., Collins, T.H & McDermott, E.E. 1981. Alpha-amylase and bread properties. *International Journal of Food Science & Technology* 16:127-152.

Davies, W. P, Kettlewell, P. S., Green, H. J., Hocking, T. J & Jarai, M. M. 1984. Senescence and net photosynthesis of the flag leaf and grain growth of wheat in response to fungicide. *Annals of Applied Biology*, 105: 3113-312.

Dimmock, J. P. R. E & Gooding, M. J. 2002a. The influence of foliar diseases, and their control by fungicides, on the protein concentration in wheat grain: a review. *Journal of Agricultural Science* 138: 349-366.

Dimmock, J.P.R.E & Gooding, M.J. 2002b. The effects of fungicides on Hagberg falling number and blackpoint in winter wheat. *Crop Protection*, 21: 475-487.

FAO. 2017. Área cosechada (ha) y producción (t) mundial de trigo para el período 2007-2017. Disponible en <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize> Último acceso mayo 2021.

FAO. 2019. Perspectivas alimentarias. Disponible en <http://www.fao.org/3/ca5040es/ca5040es.pdf> Último acceso mayo 2021.

FAO. 2019. El mercado mundial de los cereales: temporada 2018/2019. Disponible en [https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/articulo-cereales\\_febrero.pdf](https://www.odepa.gob.cl/wp-content/uploads/2019/02/articulo-cereales_febrero.pdf) Último acceso mayo 2021.

Finkelstein R. R. 2010. The role of hormones during seed development and germination. En: *Plant Hormones*. Davies, P., Ed Springer, Dordrecht. pp 549-573.



Fleitas, M.C., Schierenbeck, M., Gerard, G.S., Dietz, J.I., Golik, S.I., Campos, P.E & Simón, M.R. 2018. How leaf rust disease and its control with fungicides affect dough properties, gluten quality and loaf volume under different N rates in wheat. *Journal of Cereal Science* 80: 119–127.

Flores Galarce, C.C. 2016. Evaluación de la tolerancia a la germinación precoz en variedades de trigo panadero (*Triticum aestivum* L) cultivados en Chile. Trabajo final de carrera. Facultad de Cs. Agrarias. Universidad Austral de Chile.

García Jimenez, A. 2016. “La importancia de consumir trigo” Disponible en <https://www.milenio.com/ciencia-y-salud/la-importancia-de-consumir-trigo>

Gómez Pallarés M., León A.E & Rosell C. 2007. Trigo. En: De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. León A.E. & Rosell C, Eds. Córdoba, Argentina: Hugo Báez Editor, pp: 19-71.

Gooding, M.J. 2006. The effect of fungicide on the grain yield and quality of wheat. Actas del Congreso “A todo trigo” 18 y 19 de mayo de 2006, Mar del Plata, Argentina. pp. 45-52.

Gooding, M.J. 2017. The effects of growth environment and agronomy on grain quality. En: *Cereal Grains (Second Edition)*, C. Wrigley, I. Batey & D. Miskelly, Eds. Woodhead Publishing, pp 493-512.

Gooding, M.J., Davies, W.P., Kettlewell, P. & Hocking, T.J. 1986. The influence of late-season fungicide application and disease on the Hagberg falling number of grain from bread making varieties of winter wheat. *Cereal Research Communications* 14:245-249.

Gooding, M.J., Smith, S.P., Davies, W.P & Kettlewell, P.S. 1994. Effects of late-season applications of propiconazole and tridemorph on disease, senescence, grain development and the breadmaking quality of winter wheat. *Crop Protection*, 13: 362-370.

Granotec, (2020). Informe de calidad de la cosecha del trigo 19/20. <https://granotec.com.ar/descarga-el-informe-de-cosecha-de-trigo-argentino-19-20/#:~:text=La%20reciente%20cosecha%20de%20trigo,anterior%2019.309.511%20tn>

IRAM 15850-1. Determinación del contenido de humedad de cereales y productos de cereales.

IRAM 15862. Determinación del número de caída con Falling Number 1500 (Perten, Suecia).

Jobet, C. 2005. Trigo–Pan: Calidad, fundamental en la cadena. INIA, Carillanca Revista Tattersall, N°192. Marzo–Abril. pp.10-11.

Johansson, E. 2002. Effect of two wheat genotypes and Swedish environment on falling number, amylase activities, and protein concentration and composition. Euphytica 126: 143–149.

Kettlewell, P.S., Lawson, J.A., Davies, W.P & Hocking, T.J. 1987. Disease and grain quality of Avalon winter wheat in response to late-season applications of propiconazole fungicide. Aspects of Applied Biology 15, Cereal Quality, pp. 403-411.

Manzoni, C., 2018 “La harina se impone ante cualquier dieta” Diario La Nación Disponible en <https://www.lanacion.com.ar/economia/la-harina-se-impone-ante-cualquier-dieta-nid2102236>

Matzen, N., Jørgensen, J. R., Holst, N., and Jørgensen, L.N. 2019. Grain quality in wheat- Impact of disease management. European Journal of Agronomy, 103: 152-164.

Molfese, E. 2016. Caracterización de la Calidad del Trigo Pan en el Centro Sur Bonaerense. Disponible en [https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta\\_-\\_calidad\\_trigo\\_pan\\_15\\_mar2017.pdf](https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_-_calidad_trigo_pan_15_mar2017.pdf) Último acceso mayo 2021

Myram, C & Kelly, J. R. 1981. Prediction of the economic need for a fungicide programme on winter wheat and the effects of this programme on some parameters of grain quality. Proceedings of the British Crop Protection Conference – Pests and Diseases 241– 248.

Rees, R.G., Platz, G.J & Mayer, R.J. 1982. Yield losses in wheat from yellow spot: Comparison of estimates derived from single tillers and plots. Australian Journal of Agricultural Research 33: 899–908.

Rozo Ortega, G. P. 2019. Cambios en la calidad comercial e industrial del trigo pan (*Triticum aestivum* L.) asociados a enfermedades biotróficas y necrotroficas. Tesis doctoral. FAUBA. Disponible en <http://ri.agro.uba.ar/files/download/tesis/doctorado/2019rozoortegaqinnapaola.pdf>

Salmon, S.E & Cook, R.J. 1987. Effects of fungicides on the milling and baking quality of wheat. *Aspects of Applied Biology* 15, Cereal Quality, pp. 373-384.

Secretaría de Agroindustria. 2019. Cadena de la Harina de Trigo- Resumen. [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/Resumen\\_Cadena\\_2019\\_HARINA\\_DE\\_TRIGO\\_MARZO\\_2019.pdf](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/HomeAlimentos/Cadenas%20de%20Valor%20de%20Alimentos%20y%20Bebidas/informes/Resumen_Cadena_2019_HARINA_DE_TRIGO_MARZO_2019.pdf)

Simmonds, N. W., 1995. The relation between yield and protein in cereal grain. *Journal of Science Food Agric.* 67: 309-315.

Simpson, G.M. 1990. Seed dormancy in grasses. Cambridge University Press, New York.

Svensson G. 1990. Linkages between sprouting resistance and some agronomic traits in wheat. In *Fifth International Symposium on Pre-Harvest Sprouting in Cereals*, pp. 227-232. K Ringlund, E Mosleth & I. J Mares (Eds.). Boulder, Colorado: Westview Press.

Thomason, W.E., Hughes K.R., Griffey C.A., Parrish D.J & Barbeau W.E., 2009. Understating pre-harvest sprouting of wheat. Virginia cooperative extension. Publication 424-060.

U.S. Wheat Associates (2021). Disponible en <https://www.uswheat.org/wp-content/uploads/2021/03/SD-210309.pdf>

Vaclavik, A. V. 2002. *Fundamento de la ciencia de los alimentos*. Ed. Acribia, S.A. Zaragoza, España. pp. 76-81.

Zadoks, J.C., Chang, T.T & Konzak, C.F. 1974. A decimal code for the growth stages of cereals. *Weed Research*, 14: 415-421.