



TRABAJO FINAL

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS Y FORESTALES

UNLP

Variabilidad de la duración de fases fenológicas y resistencia a enfermedades en una colección internacional de genotipos de trigo

Alumnos:

Basso, Matias

Leg: 27034/5

Mail: basso@live.com.ar

Lambert, Cristian

Leg: 27065/3

Mail: lambertcristian@hotmail.com

Director: Simon, Maria Rosa

Co-director: Cardelli, Martin

Índice

1	Introducción	3
1.1	Origen, importancia a nivel mundial y regional del cultivo de trigo.	3
1.2	Fases de crecimiento e importancia en Argentina.	3
1.3	Principales enfermedades fúngicas que afectan al cultivo	5
1.4	Aplicación de fungicidas	7
1.5	Mejoramiento genético y perspectivas.	8
2	Hipótesis	8
3	Objetivos	8
3.1	Objetivos generales:	8
3.2	Objetivos específicos:	9
4	Materiales y métodos	9
4.1	Diseño experimental	9
4.2	Evaluaciones realizadas	13
4.3	Análisis estadístico	13
5	Resultados	13
5.1	Datos climáticos	13
5.2	Severidad en encañazón (EC31), floración (EC60) y grano pastoso (EC80)	15
5.3	Frecuencia de patógenos	23
	Frecuencias según patógeno.	24
	Frecuencia según genotipo.	30
5.4	Longitud de fases a encañazón (EC 31) y antesis (EC 60)	30
6	Discusión	33
7	Conclusión	35
8	Bibliografía	36

1 Introducción

1.1 Origen, importancia a nivel mundial y regional del cultivo de trigo.

El trigo (*Triticum aestivum* (L.) Thell.) pertenece a la tribu *Triticeae* dentro de la familia de las gramíneas (*Poaceae*). Los primeros cultivos encontrados datan de unos 10.000 años atrás, durante lo que se conoce como *revolución neolítica*, momento en el cual los hombres y las mujeres comienzan a transitar el pasaje de un estilo de vida nómada, como cazadores y recolectores, hacia la formación de asentamientos en torno a la actividad agrícola y domesticación de especies tanto vegetales como animales. Estas formas cultivadas eran diploides (genoma AA) y tetraploides (genoma AABB) y sus relaciones genéticas ubicarían su origen en la región sud-oriental de Turquía (Dubcovsky & Dvorak, 2007). La distribución geográfica mundial actual del cultivo es muy amplia a causa de su gran importancia como fuente de alimento y a su gran variabilidad genética en la respuesta fisiológica a fotoperíodo y temperatura, así como a la vernalización (Satorre & Slafer, 1999).

El trigo (*Triticum aestivum* L.) es uno de los cereales más importantes en la agricultura a nivel mundial y nacional. Siendo clave en la alimentación humana ya que el 25% de las calorías diarias consumidas por una persona provienen de este cereal. A nivel mundial, en el año 2016, la superficie cultivada fue de 220.107.551 has., con una producción total de 749.460.077 t, dando un rendimiento promedio de 3.405 kg.ha⁻¹. Por su parte en Argentina en el mismo año se cultivaron 5.629.213 has, logrando una producción total de 18.557.532 t, obteniendo un rendimiento promedio de 3296 kg.ha⁻¹. Año tras año, la producción mundial de este cereal viene aumentando gracias a mayores rendimientos obtenidos por unidad de superficie. Asia y Europa son los continentes líderes en la producción del cereal, concentrando entre ambos el 74,4% de la producción. América participó para el mismo período analizado con el 19,4% de la producción anual de trigo. África y Oceanía sólo representaron el 6,1% (FAOSTAT, 2018).

1.2 Fases de crecimiento e importancia en Argentina.

En Argentina el cultivo de trigo se realiza en una vasta zona comprendida entre los 30-40° de latitud sur y 57-68° de longitud oeste, que se divide en nueve Subregiones trigueras, desde las regiones Noroeste y Noreste argentinos (NOA y NEA) hasta el Sur de la zona pampeana (IV y V SUR) (Figura 1). Estas Subregiones tienen características agroecológicas diferenciales (temperatura, duración de día, fecha media de última helada, precipitaciones) (Zarrilli, 2010).



Figura 1 Subregiones trigueras argentinas

Durante el ciclo del cultivo ocurren dos procesos simultáneos: crecimiento y desarrollo. El crecimiento involucra aumento de la biomasa, mientras que el desarrollo hace referencia a la sucesión de estados morfológicos o fisiológicos que se presentan durante el ciclo de vida del cultivo. Ambos procesos están regulados genéticamente e influenciados por el ambiente. Por ello, el patrón de crecimiento y la sucesión de los estados de desarrollo (fenología) puede diferir entre variedades y, dentro de ellas, según las condiciones ambientales (Divito & García, 2017).

El crecimiento y desarrollo de un cultivo de trigo puede dividirse en fases, germinación, crecimiento de la planta, macollaje, elongación del tallo, preemergencia floral, emergencia de inflorescencia, anthesis, grano lechoso, grano pastoso y madurez, según Zadoks *et al*, (1974).

Los principales factores ambientales que regulan el crecimiento y desarrollo son la temperatura, la duración calendaría de todas las etapas de desarrollo del trigo depende de la temperatura, en la mayoría de las situaciones de cultivo, la velocidad del desarrollo aumenta linealmente con la temperatura. La temperatura vernalizante, puede definirse como el aumento en la tasa de desarrollo en respuesta a la exposición a temperaturas bajas (vernalizantes) durante un período mínimo de tiempo. El principal efecto de la vernalización es la reducción de la duración de la etapa de crecimiento vegetativo, adelantando la iniciación floral. No todos los cultivares tienen requerimientos de vernalización. y el fotoperíodo, La mayoría de los cultivares de trigo más difundidos en la región exhiben una respuesta al fotoperíodo que se clasifica como “cuantitativa de días largos”, esto significa que la tasa de desarrollo aumenta conforme lo hace la duración del día, en general, los cultivares de ciclo largo son más sensibles al fotoperíodo que los cortos. (Divito & García, 2017).

1.3 Principales enfermedades fúngicas que afectan al cultivo

Las enfermedades constituyen los factores bióticos más importantes que afectan el cultivo de trigo en Argentina (Annone *et al.*, 1994), generando disminuciones tanto en el rendimiento como en la calidad. Los principales procesos biológicos afectados por los patógenos son la fotosíntesis, respiración, translocación de agua y nutrientes, y la reproducción. Las pérdidas causadas por las enfermedades de las plantas varían con la planta o producto de la planta, el patógeno, la localidad, el medio ambiente, las medidas de control practicadas y las combinaciones de estos factores. Una enfermedad es cualquier alteración ocasionada por un agente patógeno o un factor del medio ambiente que afecta la síntesis, translocación o utilización de asimilados, los nutrientes minerales y el agua, de forma que la planta afectada cambie de apariencia y tenga una producción menor que una planta sana (Agrios, 2005). Según el mismo autor, es toda alteración de la fisiología y de la estructura normal de las plantas que sea suficientemente prolongada o permanente como para producir síntomas visibles o para perjudicar su valor económico.

Las enfermedades se desarrollan bajo condiciones climáticas específicas. Para la manifestación de una enfermedad se requiere que las prácticas culturales (rotaciones, manejo de los rastrojos y cultivar) confluyan en condiciones óptimas para el desarrollo del patógeno (Cantamutto *et al.*, 2016).

Las tres enfermedades foliares fúngicas más importantes en Argentina son: roya de la hoja o roya anaranjada, ocasionada por *Puccinia triticina* Eriks, generando reducciones de rendimiento que oscilan entre el 17 y el 54% (Pérez Fernández, 2000) mancha amarilla o mancha parda ocasionada por *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. (anamorfo *Drechslera tritici-repentis*) (Died.) Shoem., que genera pérdidas de hasta el 53% (Rees & Platz, 1983) y la mancha o septoriosis de la hoja ocasionada *Zymoseptoria tritici* (Fuckel) Schroeter in Cohn (anamorfo *Septoria tritici* Rob. ex Desm.) que causa reducciones de rendimiento que oscilan entre el 17 y el 54% (Eyal *et al.*, 1987, Simón *et al.*, 2002) y últimamente también la roya amarilla (*P. striiformis f.sp tritici* Westend) La roya de la hoja ha evolucionado con la difusión, en la región triguera argentina, de cultivares con germoplasma de origen francés altamente susceptibles y en condiciones ambientales predisponentes, si bien otros cultivares tienen incorporada resistencia. Es un patógeno biotrófico policíclico que requiere condiciones climáticas particulares, siendo favorables para su desarrollo temperaturas de 15 a 22 °C, con una óptima de 20 °C y un período de mojado de hoja o rocío no menor a 6 horas (Prescott *et al.*, 1986). Puede completar su ciclo de infección a formación de nuevas pústulas en períodos relativamente cortos (8 a 10 días), por lo que su desarrollo epidémico se hace exponencial en forma rápida (Roelf *et al.*, 1992). La principal medida de manejo la resistencia genética, que implica una adecuada elección del cultivar a sembrar (Cantamutto *et al.*, 2016). La alta producción de esporas le asegura a este patógeno multiplicarse rápidamente sobre cultivares que se manifiestan como altamente susceptibles. El patógeno sobrevive el verano parasitando plantas de trigo voluntarias, siendo el viento el principal mecanismo de diseminación de las urediniosporas. Cultivos en estado óptimo de crecimiento pueden significar una condición altamente favorable a la ocurrencia de episodios infectivos más cortos y de mayor virulencia siendo que es una enfermedad originada a partir de un patógeno

biótrofo obligado que requiere para vivir y multiplicarse de tejidos verdes activos (Alberione, 2011).

En los últimos años, el incremento de la superficie en monocultivo de trigo bajo siembra directa, ha favorecido que prosperen enfermedades del tipo necrotróficas o hemibiotróficas. Entre ellas se destacan la mancha amarilla y la mancha de la hoja. Las mismas debido a su hábito nutricional aseguran su multiplicación durante el ciclo del cultivo y su sobrevivencia a expensas de tejidos muertos o restos de cultivos; de ahí su importancia en sistema de siembra conservacionista, su principal diseminación ocurre a través de semillas infectadas (Cantamutto *et al.*, 2016). La mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis*) puede generar inóculo, infectar al trigo y causar lesiones en un rango considerablemente amplio de condiciones ambientales, normalmente con temperaturas de 10 a 30 °C (siendo óptimas 19-22 °C) y períodos de 6 a 48 h de alta humedad relativa (Moreno *et al.*, 2012). El desarrollo de la enfermedad se ve más favorecido por períodos prolongados con formación de rocío sobre los tejidos foliares que por precipitaciones (Annone, 2001). El agente causal se propaga principalmente por medio de esporas (ascosporas y conidios) que se originan en lesiones de plantas de trigo establecidas naturalmente, y en lesiones de algunas malezas y pastos naturales que funcionan como hospedantes. Las esporas de origen asexual, junto con trozos del cuerpo vegetativo del hongo, también pueden ser transferidos a nuevos cultivos por medio de la semilla (Annone, 2001). Los pseudotecios tienen un papel crítico en la epidemiología de la enfermedad ya que maduran en el rastrojo de trigo durante el otoño e invierno y al comienzo de la primavera liberan las ascosporas, que son el inóculo primario de la enfermedad. Estas son dispersadas por el viento, lo mismo que los conidios que se producen desde la primavera hasta avanzado el verano (Wegulo, 2011). La septoriosis de la hoja puede llegar a causar pérdidas de rendimiento considerables en años con primaveras con temperaturas moderadas a bajas y frecuentes precipitaciones. En este tipo de ambientes, y dependiendo del cultivar involucrado, la cantidad y calidad de residuos de trigo en superficie y la fecha de siembra, entre otros factores (Annone & García, 2004).



Figura 2-1 Sintomatología de roya de la hoja (*Puccinia triticina* Eriks) (arriba) y mancha amarilla (*Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs., anamorfo *Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoem.) (Abajo) (Adaptado de Nigel Cattlin).



Figura 2-2 Sintomatología de la mancha de la hoja. [*Zymoseptoria tritici* (Desm.) Roberge in Desmaz., teleomorfo *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schroeter. in Cohn]

1.4 Aplicación de fungicidas

Los fungicidas constituyen una importante herramienta en el control de enfermedades foliares para la producción de trigo (Gooding, 2006). La aplicación eficiente de los mismos ha producido aumentos significativos en los rendimientos y la calidad

comercial en el orden del 10-32% respecto al testigo sin control según momento de aplicación, tipo de molécula fúngica y cultivar en relación a las enfermedades foliares (Castellarín *et al.*, 2004). El grupo de fungicidas más utilizado para el control de enfermedades foliares es el de los triazoles, los cuales se caracterizan por su acción sistémica, afectando las membranas de los patógenos mediante la inhibición de la síntesis de los esteroides (ISE). Los triazoles presentan efectividad sobre patógenos foliares (manchas, oidios y royas) y algunos para fusariosis. Las estrobilurinas son otro de los grupos de fungicidas ampliamente utilizados y poseen acción oligosistémica, alteran procesos respiratorios en mitocondrias, inhibiendo la respiración mitocondrial debido al bloqueo de la transferencia de electrones en el complejo del citocromo-bc 1. (Dimmock & Gooding, 2002). Las carboxamidas al igual que las estrobilurinas inhiben la respiración mitocondrial, pero a nivel del complejo II (Arregui & Puricelli, 2008). Poseen una elevada especificidad contra Basidiomicetes (agentes causales de royas y carbones) además de generar efectos positivos en la fisiología del vegetal como un aumento en la eficiencia de uso de agua (Smith *et al.*, 2013). La incorporación de carboxamidas en las mezclas dobles de triazol + estrobilurina han mostrado tener un mejor efecto de control sobre la roya de la hoja en trigo (Fleitas *et al.*, 2015; Fleitas *et al.*, 2018 a y b) y sobre manchas foliares en cebada (Carmona & Sautua, 2015).

1.5 Mejoramiento genético y perspectivas.

Se ha observado un estancamiento en el rendimiento promedio anual de trigo a nivel global, generado principalmente a través de variedades comerciales desarrolladas por mejoramiento convencional (Lin & Huybers, 2012). Es necesario detectar variabilidad para diversas características, entre ellas duración de las fases fenológicas, que permitan obtener trigos adaptados a diferentes zonas agroecológicas y resistencia a enfermedades. En este proyecto se realizará la evaluación fenotípica de estas características, que en una etapa posterior se asociarán a marcadores moleculares, ya que la población que se utilizará está previamente mapeada con el objeto de obtener QTL que permitan realizar selección asistida por marcadores en la obtención de nuevos cultivares.

2 Hipótesis

- Es posible identificar diferencias en longitud de fases fenológicas en una población internacional de genotipos de trigo
- Es posible identificar resistencia a enfermedades fúngicas foliares en dicha población.

3 Objetivos

3.1 Objetivos generales:

- Contribuir al mejoramiento de trigo a través de la identificación de genotipos de diferente duración de las fases fenológicas y resistencia a enfermedades fúngicas foliares.

3.2 Objetivos específicos:

-Identificar genotipos de trigo con diferencias en la duración de las distintas fases fenológicas.

-Evaluar variabilidad para resistencia a enfermedades foliares fúngicas dentro de los genotipos y determinar los genotipos con valores altos de resistencia.

4 Materiales y métodos

4.1 Diseño experimental

El ensayo se condujo en la Estación Experimental de los Hornos, perteneciente a la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la Universidad de La Plata. Se utilizó un diseño de parcelas subdivididas en un ensayo en bloque al azar de 110 genotipos de trigo (Tabla 1) de una colección internacional previamente mapeada, con dos repeticiones. La colección de genotipos 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.

La preparación de la cama de siembra consistió en un esquema de labranza convencional con utilización de disco, rastra y rolo, así como de un barbecho químico, el cual estuvo constituido por una aplicación de pre-siembra con glifosato y una en post-emergencia temprana donde se aplicará 100 cm³ Misil® + 5 g.ha⁻¹ (dicamba 48% –metsulfurónmetil 60%). La siembra se concretó a fines del mes de junio y se llevó a cabo utilizando una sembradora experimental, con una distancia entre hileras de 20 cm y una densidad de 200 plantas/m². Cada parcela tuvo un largo de 5.10 m y un ancho de 1,40 m (7.10 m²).

En las subparcelas con control de enfermedades se aplicó una mezcla de fungicidas: trifloxistrobin+ tebuconazole (600 cm³.ha⁻¹), en cuatro estadios: 2-3 hojas, EC31, EC 39 y EC60 (Zadoks *et al.*, 1974), para asegurar un testigo con baja infección y observar diferencias entre genotipos en ambas condiciones. Se aplicaron 60kg/ha de Nitrógeno, utilizando UREA perlada (46-0-0) como fertilizante, dividiendo dicha aplicación entre siembra y macollaje.



Figura 3 a-Siembra del ensayo; b-Tamaño de parcela (1,40m x 3,40m); c y d-Vista parcial de la distribución de los bloques.

Tabla 1: Genotipos de trigo utilizados en el ensayo.

Número	Cod.	Nombre científico	Variedad botánica	Origen
1	TRI 403	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	USA
2	TRI 2513	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	China
3	TRI 2619	<i>T. aestivum</i> L.	suberythrosperrun	Nepal
4	TRI 2656	<i>T. aestivum</i> L.	milturum	India
5	TRI 2679	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	India
6	TRI 2835	<i>T. aestivum</i> L.	meridionale	Afghanistan
7	TRI 2889	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Nepal
8	TRI 3126	<i>T. aestivum</i> L.	milturum	Portugal
9	TRI 3242	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	USA
10	TRI 3438	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Germany
11	TRI 3477	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	New Zeland
12	TRI 3492	<i>T. aestivum</i> L.	Unknown	Nepal
13	TRI 3511	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Portugal
14	TRI 3513	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	UK
15	TRI 3526	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Portugal
16	TRI 3564	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Portugal
17	TRI 3569	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Uruguay
18	TRI 3570	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	India
19	TRI 3631	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Canada
20	TRI 3633	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Canada

21	TRI 3664	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Germany
22	TRI 3831	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Portugal
23	TRI 3839	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	French
24	TRI 3842	<i>T. aestivum</i> L.	milturum	Portugal
25	TRI 3874	<i>T. aestivum</i> L.	milturum	Italy
26	TRI 3881	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Italy
27	TRI 3895	<i>T. aestivum</i> L.	aureum	French
28	TRI 3925	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Uruguay
29	TRI 3926	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Uruguay
30	TRI 3929	<i>T. aestivum</i> L.	pyrothrix	China
31	TRI 3931	<i>T. aestivum</i> L.	subhostianum	China
32	TRI 3955	<i>T. aestivum</i> L.	Unknown	Nepal
33	TRI 3964	<i>T. aestivum</i> L.	nigricans	Nepal
34	TRI 3987	<i>T. aestivum</i> L.	pyrothrix	India
35	TRI 4013	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Italy
36	TRI 4041	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Canada
37	TRI 4042	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	China
38	TRI 4056	<i>T. aestivum</i> L.	villosum	India
39	TRI 4081	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Portugal
40	TRI 4112	<i>T. aestivum</i> L.	fulvocinereumcompactoides	Afghanistan
41	TRI 4113	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Afghanistan
42	TRI 4116	<i>T. aestivum</i> L.	aureum	Italy
43	TRI 4117	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Italy
44	TRI 4118	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Italy
47	TRI 4126	<i>T. aestivum</i> L.	milturum	Italy
48	TRI 4130	<i>T. aestivum</i> L.	milturum	Italy
49	TRI 4141	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Italy
50	TRI 4144	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Italy
51	TRI 4145	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Italy
52	TRI 4148	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Italy
53	TRI 4149	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Italy
54	TRI 4171	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Italy
55	TRI 4540	<i>T. aestivum</i> L.	melanopogon	Russia
56	TRI 4545	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Austria
57		<i>T. aestivum</i> L.	milturum	chile
58	TRI 4549	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Chile
59	TRI 4551	<i>T. aestivum</i> L.	leucospermun	Chile
60	TRI 4563	<i>T. aestivum</i> L.	milturum	Italy
61	TRI 4919	<i>T. aestivum</i> L.	graecun	Austria
62	TRI 4940	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	USA
63	TRI 4942	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	USA
64	TRI 4943	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Sweden
65	TRI 5262	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Estonia
66	TRI 5304	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Sweden
67	TRI 5310	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	French

68	TRI 5315	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Argentina
69	TRI 5325	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Argentina
70	TRI 5332	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	USA
71	TRI 5333	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Spain
72	TRI 5342	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Germany
73	TRI 5357	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	UK
74	TRI 5386	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Bulgaria
75	TRI 5425	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Spain
76	TRI 5426	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Sweden
77	TRI 5438	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	USA
79		<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Irán
81		<i>T. aestivum</i> L.	graecun	Irán
82		<i>T. aestivum</i> L.	graecun	Irán
84		<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	México
85		<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Brasil
86		<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Japón
87		<i>T. aestivum</i> L.	variabile	China
88	TRI 6148	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Iran
89	TRI 10296	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Mexico
90	TRI 10297	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Brazil
92	TRI 10311	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Japan
93	TRI 10336	<i>T. aestivum</i> L.	variabile	China
94	TRI 10338	<i>T. aestivum</i> L.	hostianum	China
95	TRI 10340	<i>T. aestivum</i> L.	leucospermun	China
96	TRI 10591	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Cyprus
97	TRI 10593	<i>T. aestivum</i> L.	murinumcompactoides	Cyprus
98	TRI 10620	<i>T. aestivum</i> L.	murinumcompactoides	Cyprus
99	TRI 10625	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Cyprus
100	TRI 10654	<i>T. aestivum</i> L.	murinumcompactoides	Cyprus
102	TRI 10688	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Greece
103	TRI 10692	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Greece
104	TRI 10693	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Greece
105	TRI 10697	<i>T. aestivum</i> L.	ferrugineum	Greece
106	TRI 10702	<i>T. species</i>	(Population)	Unknown
107	TRI 10703	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Greece
108	TRI 10704	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Greece
109	TRI 10705	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Greece
110	TRI 10707	<i>T. species</i>	(Population)	Unknown
111	TRI 10709	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Greece
112	TRI 10710	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Greece
113	TRI 10780	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Greece
114	TRI 10781	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Greece
115	TRI 10785	<i>T. aestivum</i> L.	aestivum	Greece
116	TRI 11020	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	USA
117	TRI 11082	<i>T. aestivum</i> L.	lutescens	Germany

4.2 Evaluaciones realizadas

Se realizaron evaluaciones de severidad (% de superficie foliar por hoja afectada por la enfermedad) de las enfermedades presentes más importantes en encañazón (EC31), floración (EC60) y grano pastoso (EC80) con muestras de 10 hojas por parcela.

Se estimó además la frecuencia y porcentaje de los patógenos presentes en genotipos sin tratamiento por técnicas fitopatológicas de rutina en cámara húmeda.

Se efectuó medición y estimación de fases fenológicas de encañazón (un nudo visible) y antesis. Una vez obtenidas las fechas de ocurrencia de dichos estadios en comparación con la fecha de emergencia se estableció en número de días transcurridos a encañazón y antesis.

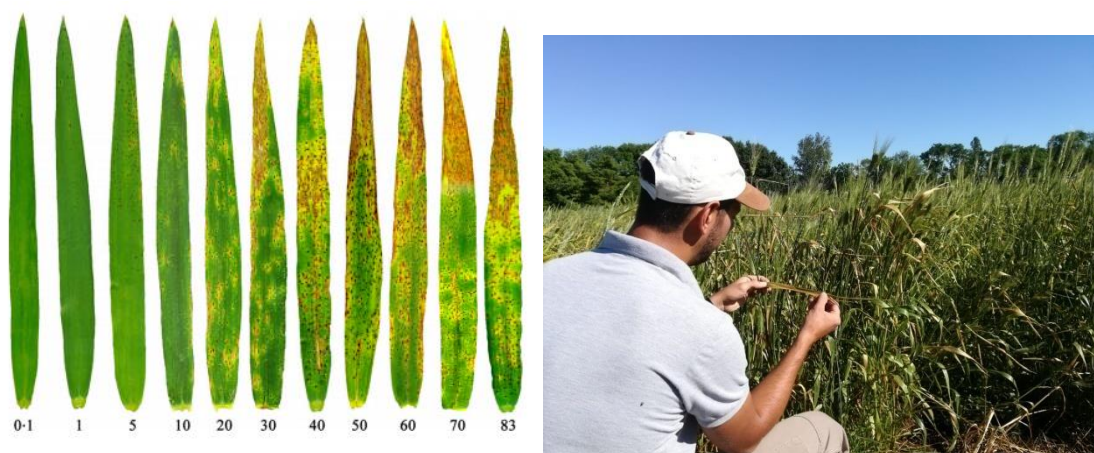


Figura 4 diagrama de área estándar para evaluación de severidad en hojas de trigo. Los números representan el porcentaje (%) de superficie foliar que muestra síntomas de enfermedad (necrosis y clorosis). (Izquierda) Observación a campo de la severidad de una hoja de trigo. (Derecha)

4.3 Análisis estadístico

Las diferencias en las variables de severidad, duración de las diferentes fases fenológicas y frecuencia de patógenos presentes entre los cultivares, en los tratamientos con y sin fungicida se analizaron mediante análisis de varianza (ANAVA) y las medias se compararon mediante test de LSD ($P=0.05$).

5 Resultados

5.1 Datos climáticos

Los datos climáticos fueron obtenidos en la EEJH, la cual cuenta con una estación automática DAVIS que registra de manera continua las variables climáticas. Cuenta, además, con estadísticas climáticas de más de 100 años. La distancia entre dicha estación meteorológica y los lotes destinados al ensayo fue de aproximadamente 300m.

Tabla 2: Temperaturas medias, precipitaciones, humedad y Radiación durante el ciclo del cultivo 2017 y media histórica (periodo 1964-2014).

Mes	Temperatura media (°C)		Precipitaciones (mm)		Humedad (%)	Radiación (Wat/m2)
	2017	Prom (1964-2014)	2017	Prom (1964-2014)		
Junio	11,9	10,6	3,4	54,3	72	1965
Julio	11,9	10,2	104,7	64	83	s/d
Agosto	13,2	11,5	100,6	61,5	76	s/d
Septiembre	14	13,5	104,6	69,8	83	3733
Octubre	16,2	16,5	95	96,4	76	5392
Noviembre	18,3	19,2	24	98,4	69	6582
Diciembre	22,2	22,3	104	78,9	70	6827,4
Total			536,3	523,3		

Como se observa, en líneas generales, el cultivo se desarrolló bajo la exposición a temperaturas medias ligeramente por encima de las medias históricas registradas, marcado en los primeros meses de cultivo (junio-agosto) coincidiendo con la implantación y el macollaje. En cuanto a las precipitaciones, la suma durante el ciclo del cultivo no marcó una diferencia importante, pero si su distribución siendo en el mes de junio y noviembre significativamente menores al promedio histórico pudiendo afectar la implantación y antesis respectivamente, luego en los meses de julio a octubre en 2017 dichas precipitaciones sobrepasaron la media histórica pudiendo incidir en procesos como el de macollaje y encañazón (Tabla 2).

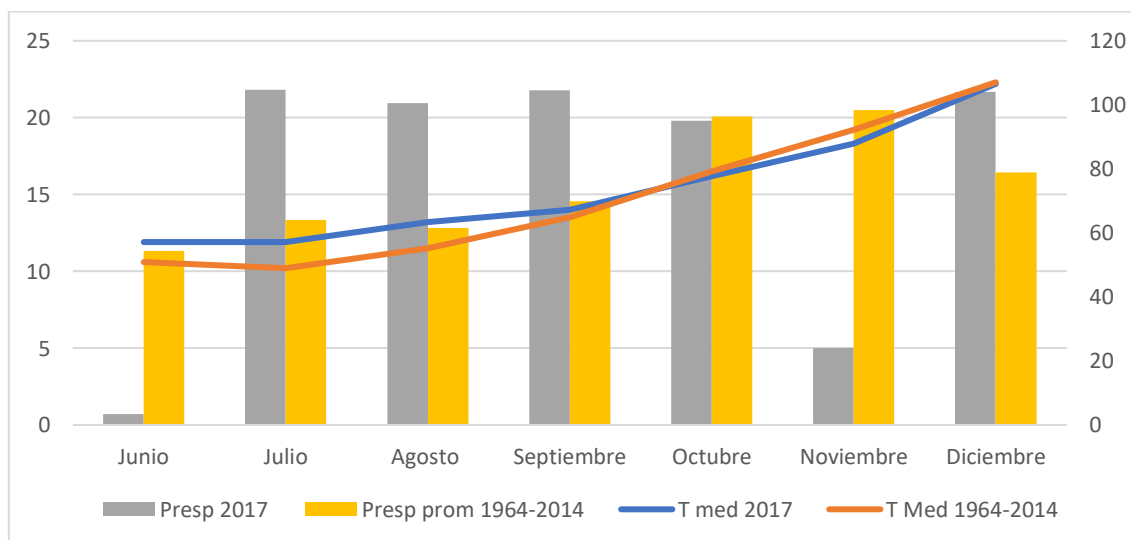


Figura 5: Gráfico de temperatura media y precipitaciones durante el ciclo del cultivo 2017 vs valores normales (período 1964-2014)

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

Se observaron, por un lado, diferencias significativas entre tratamientos con y sin fungicida para severidad en estadios EC60, EC80. Por otro lado, entre genotipos se presentaron diferencias altamente significativas en los tres estadios. Por último, en la interacción Tratamiento x Genotipo se observaron diferencias significativas en los estadios EC60 y EC 80 (Tabla 3).

Tabla 3: Cuadrados medios, grados de libertad y valor p (ANOVA) para severidad para EC31, EC60, EC80 en un ensayo con dos tratamientos de aplicación de fungicida en 110 genotipos de trigo.

Fuente de variación	GL	Severidad EC31	Severidad EC60	Severidad EC80
Tratamiento	1	1542.22 (p=0,093)	102561.89 (p <0,011)	605.68 (p=0,013)
Error A	1	33.5	32.50	0.256
Genotipo	109	551.28 (p<0,001)	354.40 (p<0,001)	25.38 (p<0,001)
Tratamiento x Genotipo	109	17.07 (p<0,995)	262.65 (p<0,001)	14.47 (p=0,004)
Error B	218	26.46	91.40	9,45
Total	439			

En el estadio EC31 se observó una diferencia significativa solamente entre los distintos genotipos (Tabla 4), dentro de estos genotipos sin diferenciar los tratamientos podemos encontrar una severidad que va desde 0 % en los genotipos 75, 10, 13, 20, 31, 35, 42, 44, 48 hasta una severidad observada de 45.09 % en el genotipo 65.

Del análisis de comparación múltiple de medias, se deduce que los genotipos de menor severidad fueron 10, 13, 20, 31, 35, 42, 44, 48, 75, 11, 34 (verde), sin diferencia entre sí, en cambio el de mayor severidad fue el 65 (45.09 %), que a su vez no presentó diferencias significativas con respecto a los cultivares 65, 30, 25, 79, 37, 56, 72 (rojo). Aquellos genotipos que no difirieron del valor de 0 pueden considerarse con resistencia completa (en verde), en tanto que los que no difirieron del mayor valor pueden considerarse como susceptibles (en rojo). Los restantes genotipos pueden ubicarse dentro de valores de resistencia parcial (Tabla 4).

Tabla 4: Comparación de medias de severidad de los genotipos en EC31.

Genotipos	Severidad	Grupo	Genotipos	Severidad	Grupo
65	45.09	a	10	0.00	a
30	44.65	ab	13	0.00	a
25	43.94	ab	20	0.00	a
79	40.51	abc	31	0.00	a
37	40.03	abcd	35	0.00	a
56	37.28	abcde	42	0.00	a
72	36.66	abcdef	44	0.00	a
40	36.34	bcdefg	48	0.00	a
84	34.96	cdefg	75	0.00	a
59	34.09	cdefg	11	0.17	a
32	33.20	cdefg	34	0.62	ab
100	32.70	cdefg	39	2.03	bc
97	32.49	cdefg	68	1.92	bc
L.S.D= 0.08859					

Las medias en verde indican los cultivares más resistentes, sin diferencias significativas entre ellos, los genotipos en rojo indican los cultivares más susceptibles sin diferencias significativas entre ellos, los restantes genotipos son moderadamente resistentes o moderadamente susceptibles.

En la Tabla 5 se puede observar la severidad de cada genotipo en ambos tratamientos, con y sin fungicida y la diferencia expresada en porcentaje para el estadio EC60 y en la Tabla 8 para el estadio EC80, ya que ambos estadios presentaron interacciones tratamiento × genotipo.

En EC60 los valores de severidad para los cultivares sin la aplicación de fungicida estuvieron entre un 100% (cv85) y un 51.97% (cv57), con un promedio de severidad de todos los cultivares de 79.33%. Por otro lado, la severidad en cultivares con aplicación de fungicida se encuentra entre un 80.31% (cv82) y un 19.01 (cv75), dando un porcentaje promedio de severidad de un 49.79%. Se observó que los que tuvieron aplicación de fungicida tienen una reducción de la severidad de un 38.49% con respecto a los sin fungicida en el estadio EC60 (Tabla 5).

Los cinco cultivares que presentaron mayores respuestas a la aplicación de fungicidas fueron el 31 (75.87%), 97 (73.84%), 113 (73.32%), 75 (70.78%), 4 (69.75%) (verde). Mientras que los de menor respuesta fueron el 58 (-12.44%), 73 (2.9%), 88 (3.73%), 82 (9.26%), 54 (11.25%) (rojo) (Tabla 5). La mayor respuesta puede deberse a las enfermedades predominantes en cada uno de ellos, ya que generalmente las royas tienen una mejor respuesta a la aplicación de fungicidas que las manchas foliares, que además pueden presentar resistencia

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 cultivares (verde), el cultivar que más se vio afectado fue el 85, sin presentar diferencias significativas con los otros cultivares (86, 6, 4, 97, 100, 5, 113) (rojo) (Tabla 6). En los genotipos con aplicación de fungicida la menor severidad se evidenció en el cultivar 75 sin diferencias significativas con los

siguientes cultivares (31, 57, 4, 22, 29, 50, 72, 97, 113) (verde), por el contrario, el más afectado fue el cultivar 82 sin presentar diferencias significativas otros veinte cultivares (rojo) (Tabla 7).

Tabla 5: Severidad en floración (EC60) y porcentaje de disminución con y sin tratamiento con fungicida.

Enfermo		Fungicida		Dism.	Enfermo		Fungicida		Dism.
Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad	%	Genotipo	Severidad	Genotipo	Severidad	%
31	85,30	31	20,58	75,87	58	62,53	58	70,30	-12,44
97	97,63	97	25,54	73,84	73	76,69	73	74,47	2,90
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	31,10	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	32,80	64,23	26	64,05	26	55,85	12,79
22	67,66	22	24,88	63,22	13	75,17	13	65,17	13,30
100	97,21	100	36,24	62,72	44	84,20	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	61,10	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	61,70	19,12
103	87,90	103	37,63	57,20	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	37,80	55,90	55	80,03	55	64,06	19,96
69	79,20	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	54,90	37	78,09	37	60,87	22,05
33	87,80	33	39,88	54,58	95	81,56	95	63,51	22,14
72	66,70	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	50,50	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	80,40	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	49,00	46,29	71	70,59	71	52,67	25,38
68	75,13	68	40,40	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	69,50	114	50,66	27,10
12	93,02	12	50,82	45,36	19	84,89	19	60,73	28,47
57	51,97	57	28,50	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	100,00	85	56,32	43,68	42	74,76	42	51,76	30,77
48	81,98	48	46,70	43,03	76	84,89	76	58,23	31,41
8	79,39	8	45,50	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	33,10
17	61,65	17	36,10	41,45	34	86,56	34	57,53	33,53
61	64,71	61	38,30	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	37,90	65	63,92	65	40,59	36,50
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
	Enfermo		Fungicida	Dism. %					
Promedio	79,33		48,79	38,49					

Los genotipos en verde son los que experimentaron mayores pérdidas de severidad con aplicación de fungicidas, en rojo son los que experimentaron las menores pérdidas mientras que el resto valores intermedios.

Tabla 6: Comparación de medias en EC60 para la interacción genotipo × tratamiento (sin fungicidas)

Genotipo	Severidad	Grupo	Genotipo	Severidad	Grupo
57	51.97	a	85	100.00	a
23	52.97	ab	86	98.77	ab
14	60.16	abc	6	98.32	abc
106	61.61	abcd	4	97.77	abcd
17	61.65	abcd	97	97.63	abcde
58	62.53	abcd	100	97.21	abcde
16	62.95	abcd	113	96.79	abcdef
65	63.92	abcd	32	96.04	abcdef
112	64.33	abcd	5	91.92	abcdef
26	64.05	abcd	116	91.22	bcdef
24	64.76	abcd	102	94.43	bcdef
75	65.03	abcd	81	93.78	bcdef
64	64.75	abcd	98	93.78	bcdef
60	65.69	abcd	12	93.02	bcdef
110	66.61	abcd	18	92.01	bcdef
111	66.66	abcd	99	91.85	bcdef
72	66.70	abcd	84	91.69	bcdef

108	67.01	abcd	87	90.58	bcdef
11	67.39	abcd	38	90.03	bcdef
61	64.71	abcd	104	89.57	bcdef
22	67.66	abcd	3	89.71	bcdef
36	67.95	abcd	105	89.15	cdef
35	68.23	abcd	74	88.23	def
27	68.92	abcd	77	88.51	def
40	68.64	abcd	82	88.51	def
114	69.50	abcd	43	87.95	def
53	69.06	abcd	62	88.09	def
107	69.66	abcd	79	87.67	ef
47	69.89	abcd	33	87.80	ef
21	68.78	abcd	103	87.90	ef
49	69.57	abcd	115	87.67	ef
89	70.41	abcd	28	86.52	ef
71	70.59	abcd	34	86.56	ef
2	70.87	abcd	30	86.69	ef
52	70.87	abcd	25	85.72	f
93	73.23	bcd	54	85.17	
L.S.D.= 0.21880					

Las medias en verde indican los genotipos más resistentes, sin diferencias significativas entre ellos, en tanto que las medias en rojo indican los genotipos más susceptibles sin diferencias entre ellos, los restantes genotipos presentaron valores intermedios.

Tabla 7: Comparación de medias en EC60 para la interacción genotipo × tratamiento (con aplicación de fungicidas).

Genotipo	Severidad	Grupo	Genotipo	Severidad	Grupo
75	19.01	a	82	80.31	a
31	20.58	ab	88	78.78	ab
57	28.50	abc	86	77.38	abc
22	24.88	abcd	81	76.98	abc
97	25.54	abcd	54	75.59	abcd
113	25.82	abcd	10	75.44	abcd
29	28.74	abcd	73	74.47	abcde
4	29.57	abcd	79	73.78	abcdef
72	30.31	abcd	44	70.87	abcdef
50	30.68	abcd	58	70.30	abcdef
99	31.10	bcd	6	66.79	abcdef
104	31.65	bcd	38	66.01	abcdef
53	32.39	bcd	13	65.17	abcdef
67	32.63	bcd	94	64.76	abcdef
84	32.80	bcd	74	64.48	abcdef
87	34.91	bcd	55	64.06	abcdef
69	35.06	bcd	95	63.51	abcdef
23	35.58	bcd	63	63.23	abcdef

14	35.72	bcd	41	61.70	abcdef
17	36.10	bcd	37	60.87	abcdef
100	36.24	bcd	19	60.73	abcdef
102	36.93	bcd	21	60.44	abcdef
61	38.30	bcd	35	60.03	bcdef
1	36.98	bcd	98	60.03	bcdef
L.S.D.= 0.21880					

Las medias en verde indican los genotipos más resistentes, sin diferencias significativas entre ellos, en tanto que las medias en rojo indican los genotipos más susceptibles sin diferencias entre ellos, los restantes genotipos presentaron valores intermedios.

En EC80 los valores de severidad para los cultivares sin aplicación de fungicida estuvieron entre un 100% (cv 108, 96, 7, 48, 105, 2, 8, 14, 59, 27, 38, 66, 88, 98) y un 97,14% (cv 110), con un promedio de severidad de todos los cultivares de 99,12%. Por otro lado, la severidad en cultivares con aplicación de fungicidas se encuentra entre un 98,22% (cv 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% (cv 110) con un promedio de severidad de todos los cultivares de 96,94%. Observando que los que tuvieron aplicación de fungicida tienen una reducción de la severidad de un 2,2% con respecto a los sin fungicida en el estadio EC80. Estos bajos valores indican que en este estadio además de la presencia de enfermedades los valores incluyen también la senescencia del cultivo, ya que el control fue muy bajo.

Los cinco cultivares que presentaron mayores diferencias entre tratamientos fueron el 110 (18.79%), 109 (16.83%), 18 (16.64%), 114 (13.52%), 47 (10.99%) (verde). Mientras que los de menor diferencia fueron el 117 (-17.77%), 113 (-11.56%), 20 (-6.41%), 35 (-1.74%), 16 (-1.30%) (rojo) (Tabla 8).

Del análisis de comparación múltiple de medias encontramos que para el tratamiento sin fungicida, el cultivar con menor severidad fue el 108 (verde), presentando una diferencia significativa con el siguiente cultivar, el 114, en cuanto a los más afectados fueron los primeros 29 cultivares con una severidad del 100% (rojo), en el cultivar 36 se evidencia una diferencia significativa (Tabla 9). En los genotipos con aplicación de fungicida la menor severidad se evidenció en el cultivar 110 sin diferencias significativas con los siguientes cultivares (109, 107, 114, 47) (verde), si en el cultivar 21, en contrario el más afectado fueron 19 cultivares con un 100% de severidad sin presentar diferencias significativas con los primeros 76 cultivares (rojo), si en el 36 donde hay significancia. (Tabla 10).

Tabla 8: Severidad en grano pastoso (EC80) y porcentaje de disminución con y sin tratamiento con fungicida.

Enfermo		Fungicida			Dism.	Enfermo		Fungicida			Dism.
Cultivar	Severidad	Cultivar	Severidad	%	Cultivar	Severidad	Cultivar	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
	Enfermo		Fungicida	Dism. %					
Promedio	99.12		96.94	2.2					

Los genotipos en verde son los que experimentaron mayores pérdidas de severidad con aplicación de fungicidas, en rojo son los que experimentaron las menores pérdidas mientras que el resto valores intermedios.

Tabla 9: Comparación de medias en EC80 para la interacción genotipo × tratamiento.

Cultivar	Media	Grupo	Cultivar	Media	Grupo
108	84.17	a	3	100.00	a
114	88.27	b	4	100.00	a
21	92.31	b	5	100.00	a
59	95.57	bc	6	100.00	a
40	96.13	bcd	8	100.00	a
36	96.54	bcde	9	100.00	a
42	97.79	bcdef	15	100.00	a
17	96.96	bcdef	18	100.00	a
111	97.14	bcdef	28	100.00	a
27	98.90	cdef	29	100.00	a
52	98.90	cdef	39	100.00	a
12	99.29	cdef	49	100.00	a
7	99.18	cdef	60	100.00	a
10	99.39	cdef	61	100.00	a
13	99.39	cdef	67	100.00	a
31	99.39	cdef	68	100.00	a
51	99.39	cdef	85	100.00	a
57	99.39	cdef	89	100.00	a
58	99.39	cdef	90	100.00	a
64	99.39	cdef	97	100.00	a
73	99.39	cdef	99	100.00	a
107	98.96	cdef	100	100.00	a
110	99.24	cdef	102	100.00	a
32	99.45	cdef	103	100.00	a
1	99.74	cdef	104	100.00	a
2	99.74	cdef	105	100.00	a
11	99.74	cdef	106	100.00	a
16	99.74	cdef	109	100.00	a
19	99.74	cdef	112	100.00	a
20	99.74	cdef	113	100.00	a
24	99.74	cdef	14	99.95	ab

34	99.74	cdef	22	99.95	ab
L.S.D. = 0.13550					

Las medias en verde indican los genotipos más resistentes, sin diferencias significativas entre ellos, en tanto que las medias en rojo indican los genotipos más susceptibles sin diferencias entre ellos, los restantes genotipos presentaron valores intermedios.

Tabla 10: Comparación de medias en EC80 para la interacción genotipo × tratamiento, con aplicación de fungicidas.

Cultivar	Medias sin T	Grupo	Cultivar	Medias sin T	Grupo
110	78.89	a	3	100.00	a
109	82.53	ab	4	100.00	a
107	84.31	abc	5	100.00	a
114	86.25	abcd	6	100.00	a
47	88.78	abcde	15	100.00	a
21	89.22	bcdef	17	100.00	a
108	91.12	bcdefg	28	100.00	a
18	83.14	bcdefg	29	100.00	a
42	92.67	cdefgh	32	100.00	a
116	91.81	cdefgh	49	100.00	a
96	91.28	cdefghi	60	100.00	a
92	93.58	defghij	61	100.00	a
12	93.09	defghij	67	100.00	a
7	92.11	defghij	89	100.00	a
75	92.67	defghijk	90	100.00	a
10	95.88	efghijk	97	100.00	a
13	95.88	efghijk	100	100.00	a
31	95.88	efghijk	104	100.00	a
51	95.88	efghijk	106	100.00	a
57	95.88	efghijk	112	100.00	a
58	95.88	efghijk	23	99.69	ab
64	95.88	efghijk	26	99.69	ab
L.S.D. = 0.13550					

Las medias en verde indican los genotipos más resistentes, sin diferencias significativas entre ellos, en tanto que las medias en rojo indican los genotipos más susceptibles sin diferencias entre ellos, los restantes genotipos presentaron valores intermedios.

5.3 Frecuencia de patógenos

Para la frecuencia de patógenos observados en los genotipos, se encontraron diferencias significativas en la interacción genotipo × patógeno (Tabla 11), identificándose con color rojo los valores más altos y con verde los valores más bajos de frecuencia, expresándose en frecuencia según patógenos en cada genotipo (Tabla 12) y número de genotipos con cada patógeno (Tabla 14)

Tabla 11: Cuadrados medios, grados de libertad y valor p (ANOVA) para la frecuencia de patógenos encontrados en un ensayo de 110 cultivares de trigo.

Fuente de variación	GL	Frecuencia de patógenos
Genotipo	109	1.65 (p<0,001)
Error A	109	0,33
Patógeno	7	238,53 (p<0,001)
Genotipo × Patógeno	763	1,72 (p<0,001)
Error B	770	0,33
Total	1759	

Frecuencias según patógeno.

Para el comportamiento de los genotipos frente a la incidencia de los distintos patógenos podemos indicar que, para el patógeno *Puccinia triticina*, el genotipo menos afectado fue el cv 50, 95 y 114 (0%) y no hubo significancia hasta el cv 111 (5%), por otro lado, el genotipo de mayor incidencia ante el ataque del patógeno fue el cv 53 (45,8%) y no hubo significancia hasta el cv 86 (30,8%).

Frente a la presencia de *Pyrenophora tritici repentis*, observamos 92 genotipos sin el patógeno (0 %) y no hubo significancia hasta el cv 3 (5%), por otro lado, el genotipo de mayor incidencia ante el ataque del patógeno fue el cv 109 (13,3%) y no hubo significancia hasta el cv 106 (3,3%).

Para *Fusarium sp.*, en hojas el genotipo de mayor incidencia ante el ataque del patógeno fue el cv 102 (21.667%) y no hubo significancia hasta el cv 58 (11.667%) y 93 genotipos sin el mismo (0%) y no hubo significancia hasta el cv 71 (4.167%).

Por su parte ante la presencia de *Zymoseptoria tritici*, 76 genotipos no presentaron patógeno (0%) y no hubo significancia hasta el cv 84 (5.000%), por otro lado, el genotipo de mayor incidencia ante el ataque del patógeno fue el cv 74 (28.333%) y no hubo significancia hasta el cv 89 (16.667%).

En cuanto a la presencia de *Alternaria sp.*, se encontraron 26 genotipos sin presencia de la misma, sin encontrar diferencias significativas hasta el cv 58 (4,167%), por otro lado, el genotipo de mayor incidencia ante el ataque de dicho patógeno fue el cv 84 (46.667%), no habiendo diferencias significativas hasta el cv 79 (32.500%).

También ante la presencia de *Bipolaris sorokiniana*, se contabilizaron 96 genotipos sin el patógeno (0%) y no hubo significancia hasta el cv 22 (5.833%), por otro lado el

cultivar de mayor incidencia ante el ataque del patógeno fue el cv 52 (7.500%) y no hubo significancia hasta el cv 21 (0.833%).

Ante la presencia de *Stemphylium spp.*, considerado como un patógeno débil, encontramos 105 cultivares sin patógeno (0.000%) y no hubo significancia entre todos los genotipos. Por otro lado, el genotipo con tendencia a una mayor incidencia ante el ataque del patógeno fue el cv 31 (3.333%), aunque como se indicó sin significancia entre los genotipos.

Por último, para *Ascochyta spp.*, otro patógeno débil, no se registraron cultivares afectados por dicho patógeno (Tabla 11).

Tabla 12: Frecuencia de patógenos en los distintos genotipos

<i>Puccinia triticina</i>					
Genotipo	Frecuencia	Grupo	Genotipo	Frecuencia	Grupo
53	45.833	a	50	0.000	a
66	38.333	ab	95	0.000	a
65	36.667	ab	114	0.000	a
64	35.000	ab	71	0.833	ab
56	34.167	ab	3	1.667	ab
32	34.167	ab	17	1.667	ab
85	33.333	ab	27	2.500	ab
48	32.500	ab	106	2.333	ab
57	32.500	ab	47	2.500	ab
86	30.833	b	75	2.500	ab
21	30.833	b	8	2.667	ab
34	30.833	b	6	3.333	ab
5	30.417	b	82	3.333	ab
12	30.000	b	61	2.833	ab
30	30.000	b	33	3.333	ab
72	30.000	b	43	3.333	ab
99	30.000	b	97	3.333	ab
81	29.167	b	111	5.000	b
93	27.500	b	116	4.167	b

<i>Pyrenophora tritici repentis</i>					
Genotipo	Frecuencia	Grupo	Genotipo	Frecuencia	Grupo
109	13.333	a	2	0.000	a
68	9.167	a	4	0.000	a
107	11.667	ab	5	0.000	a
114	10.000	abc	6	0.000	a
111	8.333	abc	7	0.000	a
75	6.667	abc	8	0.000	a
3	5.000	abc	9	0.000	a

49	5.000	abc	10	0.000	a
116	3.333	bc	11	0.000	a
39	2.500	bc	12	0.000	a
47	2.500	c	13	0.000	a
1	1.667		14	0.000	a
81	1.667		15	0.000	a
25	0.833		16	0.000	a
71	0.833		17	0.000	a
63	0.333		18	0.000	a
92	0.167		19	0.000	a
2	0.000		20	0.000	a
4	0.000		21	0.000	a

<i>Fusarium spp.</i>					
Genotipo	Frecuencia	Grupo	Genotipo	Frecuencia	Grupo
102	21.667	a	1	0.000	a
11	19.167	ab	2	0.000	a
25	16.667	ab	3	0.000	a
69	15.833	ab	4	0.000	a
13	15.000	ab	5	0.000	a
58	11.667	b	6	0.000	a
31	10.000	c	7	0.000	a
96	10.000		8	0.000	a
99	6.667		9	0.000	a
114	8.333		10	0.000	a
29	5.333		12	0.000	a
71	4.167		14	0.000	a
95	4.167		15	0.000	a
79	3.333		16	0.000	a
47	2.500		17	0.000	a
39	1.667		18	0.000	a
84	1.667		19	0.000	a
1	0.000		20	0.000	a
2	0.000		21	0.000	a

<i>Zymoseptoria tritici</i>					
Genotipo	Frecuencia	Grupo	Genotipo	Frecuencia	Grupo
74	28.333	a	1	0.000	a
88	27.500	a	2	0.000	a
114	21.667	ab	3	0.000	a
89	16.667	b	6	0.000	a
105	15.000	b	7	0.000	a
94	13.333	b	8	0.000	a

4	11.667	b	9	0.000	a
33	10.833	c	10	0.000	a
79	10.833		11	0.000	a
100	10.000		14	0.000	a
5	13.333		15	0.000	a
107	8.750		16	0.000	a
22	12.500		17	0.000	a
87	8.333		19	0.000	a
66	6.667		20	0.000	a
75	6.667		21	0.000	a
13	5.833		23	0.000	a
54	6.667		24	0.000	a
92	4.167		25	0.000	a

<i>Alternaria spp.</i>					
Genotipo	Frecuencia	Grupo	Genotipo	Frecuencia	Grupo
84	46.667	a	2	0.000	a
92	43.333	ab	5	0.000	a
23	35.833	abc	15	0.000	a
87	34.167	abc	20	0.000	a
6	35.000	abc	24	0.000	a
3	34.167	abc	29	0.000	a
42	35.000	abc	30	0.000	a
22	33.333	abc	34	0.000	a
79	32.500	bc	37	0.000	a
8	30.833	bc	40	0.000	a
74	30.000	bc	41	0.000	a
75	30.000	bc	49	0.000	a
94	30.000	bc	53	0.000	a
13	30.000	bc	55	0.000	a
51	29.167	c	56	0.000	a
31	28.333	c	59	0.000	a
47	25.000	c	62	0.000	a
33	25.000	c	64	0.000	a
35	24.167	c	69	0.000	a

<i>Bipolaris sorokiniana</i>					
Genotipo	Frecuencia	Grupo	Genotipo	Frecuencia	Grupo
52	7.500	a	1	0.000	a
114	5.000	ab	2	0.000	a
61	6.667	ab	3	0.000	a
22	5.833	ab	4	0.000	a

95	5.833	ab	5	0.000	a
109	2.500	ab	6	0.000	a
28	2.500	ab	7	0.000	a
75	2.500	ab	8	0.000	a
79	2.500	ab	9	0.000	a
73	1.667	ab	10	0.000	a
21	0.833	b	11	0.000	a
31	0.833	b	12	0.000	a
81	0.833	b	13	0.000	a
102	0.333	c	14	0.000	a
99	0.167		15	0.000	a
1	0.000		16	0.000	a
2	0.000		17	0.000	a
3	0.000		18	0.000	a
4	0.000		19	0.000	a

<i>Stemphylium spp.</i>					
Genotipo	Frecuencia	Grupo	Genotipo	Frecuencia	Grupo
31	3.333	a	1	0.000	a
39	1.667	a	2	0.000	a
90	1.667	a	3	0.000	a
18	0.833	a	4	0.000	a
68	0.833	a	5	0.000	a
1	0.000	a	6	0.000	a
2	0.000	a	7	0.000	a
3	0.000	a	8	0.000	a
4	0.000	a	9	0.000	a
5	0.000	a	10	0.000	a
6	0.000	a	11	0.000	a
7	0.000	a	12	0.000	a
8	0.000	a	13	0.000	a
9	0.000	a	14	0.000	a
10	0.000	a	15	0.000	a
11	0.000	a	16	0.000	a
12	0.000	a	17	0.000	a
13	0.000	a	19	0.000	a
14	0.000	a	20	0.000	a

<i>Ascochyta spp.</i>					
Genotipo	Media sin t	Grupo	Genotipo	Media sin t	Grupo
1	0.000	a	1	0.000	a
2	0.000	a	2	0.000	a
3	0.000	a	3	0.000	a

4	0.000	a	4	0.000	a
5	0.000	a	5	0.000	a
6	0.000	a	6	0.000	a
7	0.000	a	7	0.000	a
8	0.000	a	8	0.000	a
9	0.000	a	9	0.000	a
10	0.000	a	10	0.000	a
11	0.000	a	11	0.000	a
12	0.000	a	12	0.000	a
13	0.000	a	13	0.000	a
14	0.000	a	14	0.000	a
15	0.000	a	15	0.000	a
16	0.000	a	16	0.000	a
17	0.000	a	17	0.000	a
18	0.000	a	18	0.000	a
19	0.000	a	19	0.000	a
20	0.000	a	20	0.000	a
21	0.000	a	21	0.000	a

Las medias en verde indican los genotipos con menos presencia del patógeno correspondiente, sin diferencias significativas entre ellos, en tanto que las medias en rojo indican los genotipos con mayor presencia del patógeno correspondiente, sin diferencias entre ellos, los restantes genotipos presentaron valores intermedios.

Tabla 13: Numero de genotipos con cada patógeno

Patógeno	Nº Genotipos con el patógeno	Nº Genotipos sin el patógeno	% Presencia
<i>Puccinia triticina</i>	107	3	97,27
<i>Alternaria spp.</i>	83	27	75,45
<i>Zymoseptoria tritici</i>	33	77	30,00
<i>Pyrenophora tritici repentis</i>	17	93	15,45
<i>Fusarium spp.</i>	17	93	15,45
<i>Bipolaris sorokiniana</i>	15	95	13,64
<i>Stemphylium spp.</i>	5	105	4,55
<i>Ascochyta spp.</i>	0	110	0,00

Lista de patógenos ordenados de mayor frecuencia de aparición a menor.

Frecuencia según genotipo.

Del análisis del comportamiento de los cultivares frente a la incidencia de los distintos patógenos podemos indicar que, el genotipo con mayor frecuencia de ataque fue el cv 74 (9.479%) y no hubo significancia hasta el cv 112 (1.771%), por otro lado, el genotipo de menor incidencia fue el cv 97 (0.417%) y no hubo significancia hasta el cv 22 (7.500%) (Tabla 14).

Tabla 14: Comparación de frecuencia de patógenos según la interacción genotipo-patógeno.

Genotipo	Frec Pat	Grupo	Genotipo	Frec Pat	Grupo
74	9.479	a	97	0.417	a
31	8.438	ab	15	0.521	ab
13	8.229	ab	62	0.833	ab
94	7.812	ab	7	0.833	ab
114	7.708	ab	106	0.854	ab
79	7.708	ab	2	0.938	ab
107	7.552	ab	43	0.938	ab
22	7.500	ab	37	1.250	ab
84	7.396	ab	59	1.250	ab
92	7.312	ab	50	1.250	ab
88	7.083	ab	55	1.250	ab
87	6.875	ab	49	1.250	ab
85	6.667	ab	17	1.250	ab
65	6.667	ab	108	1.667	ab
L.S.D.: 1.13					

Los genotipos en verde indican la menor presencia de patógenos, sin diferencias significativas entre ellos, en tanto que los genotipos en rojo indican la mayor presencia de patógenos sin diferencias entre ellos, los restantes genotipos presentaron valores intermedios.

5.4 Longitud de fases a encañazón (EC 31) y antesis (EC 60)

Se visualizó que no hubo diferencia alguna entre los tratamientos, con fungicida y sin fungicida en ninguno de los genotipos en los dos estadios evaluados (EC 31 y EC 60) (Tabla 15).

Para estadio de encañazón (EC 31) del análisis de comparación múltiple de medias se visualizó que 13 genotipos (94, 87, 84, 79, 72, 66, 63, 57, 51, 43, 40, 22, 19 y 16) presentaron una mayor duración (75 días) (rojo). También genotipos como el 8, 34, 60, 89 y 110 presentaron la menor duración (47 días) (verde). (Tabla 16).

Hasta antesis (EC60) la mayor duración correspondió a los genotipos 10, 13, 21, 57, 58, 64, 73 y 117 con 136 días (rojo). La menor duración correspondió a los genotipos 8, 60, 106, 107, 110 y 112 con 93 días (verde) (Tabla 17).

Por lo tanto, se observó una amplia variabilidad en longitud de ciclo, que permite clasificar a los genotipos en distintos ciclos (corto, intermedio y largo), que permite diversificar fechas de espigazón en planes de mejoramiento

Tabla 15: Cuadrados medios, grados de libertad y valor p (ANOVA) según longitud de fases en estadio EC30 y EC60 en un ensayo con y sin aplicación de fungicidas en 110 genotipos de trigo.

Fuente de variación	GL	Long. Fases EC31	Long. Fases EC60
Tratamiento	1	0.00 (p=0,00)	0.00 (p <0,00)
Error A	1	0.00	0.00
Genotipo	109	190.49 (p<0,001)	512.95 (p<0,001)
Tratamiento × Genotipo	109	0.00 (p=1)	0.00 (p=1)
Error B	218	0.75	91.40
Total	439		

Tabla 16: Longitud de fases según genotipo en EC31

Genotipo	Enfermo	Grupo	Genotipo	Fungicida	Grupo
94	75.000	a	94	75.000	
87	75.000	a	87	75.000	
84	75.000	a	84	75.000	
79	75.000	a	79	75.000	
72	75.000	a	72	75.000	
66	75.000	a	66	75.000	
63	75.000	a	63	75.000	
57	75.000	a	57	75.000	
51	75.000	a	51	75.000	
43	75.000	a	43	75.000	
40	75.000	a	40	75.000	
22	75.000	a	22	75.000	
19	75.000	a	19	75.000	
16	75.000	a	16	75.000	
100	74.500	ab	100	74.500	
54	74.500	ab	54	74.500	
7	74.500	ab	7	74.500	
4	74.500	ab	4	74.500	
1	74.500	ab	1	74.500	
75	74.000	ab	75	74.000	

59	74.000	ab	59	74.000	
30	74.000	ab	30	74.000	
117	73.500	b	117	73.500	

Genotipo	Enfermo	Grupo	Genotipo	Fungicida	Grupo
8	47.000	a	8	47.000	
34	47.000	a	34	47.000	
60	47.000	a	60	47.000	
89	47.000	a	89	47.000	
110	47.000	a	110	47.000	
68	50.000	b	68	50.000	
90	55.000	c	90	55.000	
12	60.000		12	60.000	
15	60.000		15	60.000	
33	60.000		33	60.000	
35	60.000		35	60.000	
36	60.000		36	60.000	
107	60.000		107	60.000	
116	60.000		116	60.000	
28	60.500		28	60.500	
5	61.000		5	61.000	
96	61.500		96	61.500	
97	62.000		97	62.000	
31	63.000		31	63.000	
39	63.000		39	63.000	
23	64.000		23	64.000	
99	64.000		99	64.000	
103	64.000		103	64.000	

Los genotipos en rojo indican las mayores longitudes en días de la fase a EC31, en tanto que los genotipos en verde indican las menores longitudes en días de la fase a EC31.

Tabla 17: Longitud de fases según genotipo en EC60

Genotipo	Enfermo	Grupo	Genotipo	Fungicida	Grupo
10	136.000	a	10	136.000	
13	136.000	a	13	136.000	
21	136.000	a	21	136.000	
51	136.000	a	51	136.000	
57	136.000	a	57	136.000	
58	136.000	a	58	136.000	
64	136.000	a	64	136.000	
73	136.000	a	73	136.000	
117	136.000	a	117	136.000	
87	131.000	b	87	131.000	

84	130.500	b	84	130.500	
86	130.500	b	86	130.500	
1	129.500	b	1	129.500	

Cultivar	Enfermo	Grupo	Cultivar	Fungicida	Grupo
8	93.000	a	8	93.000	
60	93.000	a	60	93.000	
106	93.000	a	106	93.000	
107	93.000	a	107	93.000	
110	93.000	a	110	93.000	
112	93.000	a	112	93.000	
89	97.000	b	89	97.000	
5	100.000	c	5	100.000	
12	100.000		12	100.000	
109	100.000		109	100.000	
114	100.000		114	100.000	
116	100.000		116	100.000	
90	107.500		90	107.500	

Los genotipos en rojo indican las mayores longitudes en días de la fase a EC60, en tanto que los genotipos en verde indican las menores longitudes en días de la fase a EC60.

6 Discusión

Las condiciones climáticas durante el transcurso del ensayo determinaron una fuerte influencia en el desarrollo epidemiológico de las principales enfermedades foliares observadas, las temperaturas relativamente altas, precipitaciones por encima de la media histórica, aumentando las horas de mojado foliar, principales factores climáticos predisponentes para la presencia de *Puccinia triticina*, *Pyrenophora tritici-repentis* y *Zymoseptoria tritici*, según lo expresado por Prescott *et al.* (1986), Moreno *et al.* (2012) y Annone & García (2004), respectivamente.

A partir de los resultados obtenidos en el ensayo se observó que el desarrollo de enfermedades arrojó valores de severidad más altos en estadios más avanzados, a medida que aumentó la presión de inóculo debido a condiciones ambientales predisponentes de humedad y temperatura y a los sucesivos ciclos de los patógenos, aunque en EC 80 puede haber habido senescencia además de severidad. Además, se registraron diferencias altamente significativas entre los cultivares evaluados en EC31, EC60 y EC80. Por otro lado, no se registraron diferencias significativas entre tratamientos para severidad en EC31 debido a condiciones ambientales poco propicias para el desarrollo de enfermedades en torno de este estadio y menor cantidad de ciclos de los patógenos presentes, mientras que, en EC60 y EC80 sí las hubo.

En EC 31, hubo varios cultivares sin severidad, debido a condiciones ambientales no predisponentes y la escasa reproducción de los patógenos presentes, por lo que tampoco se detectaron diferencias entre los tratamientos de fungicidas

En EC60 y EC80, con un ambiente propicio para el desarrollo de las enfermedades foliares con temperatura media en aumento, mayores precipitaciones que la media histórica, incremento de la humedad ambiente y horas de mojado foliar, hubo diferencias entre los tratamientos de fungicidas en coincidencia con Gooding, (2006).

En cuanto a la frecuencia de patógenos se encontraron diferencias significativas en la interacción genotipo x patógeno, se observó la presencia en un gran porcentaje de genotipos con *Puccinia graminis* (97 %) seguido por *Alternaria spp.*, *Zymoseptoria tritici*, *Pyrenophora tritici repentis* y *Fusarium spp.* en hoja, siendo tres de estos patógenos, los principales organismos causales de enfermedades foliares de trigo en concordancia con Annone (2001). Asimismo, considerando los resultados dentro de cada patógeno, se encontraron varios genotipos con presencia 0% pudiéndose tratar de una resistencia completa, siendo esta la capacidad de la planta para reducir el crecimiento y desarrollo del patógeno, después que ha habido contacto entre el hospedante y el patógeno o después que este ha iniciado su desarrollo o se ha establecido (Niks *et al.* 1993), siendo una característica heredable y controlada principalmente por el sistema genético nuclear. En algunos casos, es controlada por uno o pocos genes (genes “mayores”), denominándose cualitativa, completa, específica, monogénica u oligogénica (Van Ginkel & Rajaram 1993). Varios susceptibles a cada uno de ellos, siempre con predominancia de *Puccinia triticina*, en tanto otros fueron moderadamente resistentes a moderadamente susceptibles como resistencias parciales, siendo esta una reducción del desarrollo de la epidemia a pesar de un tipo de infección susceptible (Juan Gabriel, 2017), en este caso controlada por múltiples genes (Bai & Shaner 1994) denominándose cuantitativa, parcial o no específica o poligénica., indicando la coexistencia de resistencia completa y resistencia parcial.

Para la longitud de fases, no se encontraron diferencias entre los distintos tratamientos, indicando que el fungicida no tuvo efecto en el desarrollo, aunque si entre genotipos tanto hasta el estadio a a encañazón (EC31) como a a antesis (EC60), considerando que las condiciones climáticas durante el ensayo fueron las mismas todos los genotipos, se puede atribuir dichas diferencias a su genética que condicionan sus requerimientos de fotoperíodo y vernalización, esta variabilidad es de importancia para la adaptación a las distintas subregiones trigueras o para expansión de las actuales subregiones.

Coincidiendo con Miralles, (2004), “Conocer la respuesta de los cultivares comerciales de trigo a estos factores del ambiente que regulan la duración de las distintas etapas ontogénicas es de vital importancia para una correcta elección de los mismos en cada una de las zonas trigueras. Esto permitirá una correcta adaptabilidad de los cultivares a las condiciones de cada zona. No todos los cultivares pueden sembrarse con buenos resultados en todas las subregiones, de allí la importancia de establecer la correcta adaptación de cada material a cada zona. Tener distintas longitudes en días de fases permite tener la posibilidad de la correcta elección del genotipo a implantar en una zona, situar la antesis luego de la fecha de última helada y considerando otros factores como estreses hídricos, temperaturas en macollaje, antesis y llenado de grano, radiación, exceso de humedad en la madurez del grano, etc, estipulado por Divito & Garcia (2017) (2017) “El compromiso entre un alto rendimiento potencial y un bajo

riesgo de heladas es lo que determina la fecha de espigazón óptima de cada localidad.”

Se desprende de lo expuesto que tanto dentro de los tratamientos tratados con funguicidas y aquellos que no estuvieron protegidos se observaron grandes diferencias en severidad en todos los genotipos utilizados, lo cual nos permite aceptar la hipótesis inicial que postula que dentro de la colección internacional de 110 genotipos de trigo “Es posible identificar resistencia a enfermedades fúngicas foliares en dicha población.” Se pudieron identificar genotipos con resistencias completa, resistencias parciales y altamente susceptibles a algunos patógenos, como así también genotipos con gran respuesta ante la aplicación de funguicidas que puede depender de los patógenos presentes. En los genotipos con mayor respuesta se pudo observar también presencia de ciertos patógenos, como el genotipo 114 con gran respuesta en EC80 a la aplicación de funguicida también fue de los primeros en mayor presencia de *Zymoseptoria tritici*, *Pyrenophora tritici repentis* y *Bipolaris sorokiniana* como también el genotipo 109 con buena respuesta en EC80 y presencia de *Pyrenophora tritici repentis* y *Bipolaris sorokiniana*.

De lo expuesto para longitud de fases, descartando el factor climático, al ser el mismo para todos los genotipos y el tratamiento con funguicida, que no mostro diferencias queda como principal factor el genético para las diferencias visualizadas, pudiendo aceptar la hipótesis “Es posible identificar diferencias en longitud de fases fenológicas en una población internacional de genotipos de trigo” Esto genera una alta variabilidad para su selección en planes de mejoramiento, pudiendo algunos genotipos adaptarse a nuestra zona triguera situando fases de importancia como la antesis en condiciones favorables u óptimas como sería buena radiación y temperaturas moderadas permitiendo un buen coeficiente fototermal, coincidiendo con Miralles, (2014), mientras otros genotipos quedarían fuera.

7 Conclusión

Existe amplia variabilidad genotípica para resistencia a enfermedades en la colección internacional de 110 genotipos de trigos evaluada.

El tratamiento con funguicida presentó menores niveles de severidad, pero existió variación en el control ejercido por el funguicida según genotipo

Los genotipos presentaron distintas longitudes de fases evaluadas.

8 Bibliografía

Agrios G.N. 2005. Introduction. In: Plant Pathology. Elsevier. 5th ed. Academic Press. USA pp.3-28.

Alberione Enrique Javier. 2011. Principales enfermedades foliares en trigo, <https://inta.gob.ar/documentos/principales-enfermedades-foliares-en-trigo>

Annone, J.G. 2001. Principales enfermedades foliares del trigo asociadas a siembra directa en Argentina. Siembra Directa en el Cono Sur. PROCISUR, Montevideo. pp. 73-88.

Annone, J.G. & R. Garcia.2004. Las principales manchas foliares del trigo. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA); Revista Idia XXI N° 6 Junio 2004. pp 58-64.

Annone, J.G, Botta, G & Ivancovich, A. 1994. Ocurrencia de la mancha bronceada del trigo en el área norte de la provincia de Buenos Aires. Actas del II Congreso Nacional de Trigo y primer simposio Nacional de Cereales de Invierno. pp. 205-208

Arregui, M.C.& C.Puricelli. 2008. Mecanismo de acción de plaguicidas. Dow Agrosciences. Acquatint (ed.): pp 208.

Bai G, Shaner G. 1994. Scab of wheat: Prospects for control. Plant Disease, 78: 760-766

Cantamutto Miguel, Bertucci Carlos & Huarte Daniel, 2016, El trigo en el sudeste bonaerense. https://inta.gob.ar/sites/default/files/inta_trigo_sudoeste.bonaerense.2016.pdf. pp. 11

Carmona M.A. & F.J. Sautua. 2015. Manual práctico para el diagnóstico de enfermedades foliares y su control con fungicidas en los cultivos de trigo y cebada. FAUBA-BASF, pp 85.

Castellarín J.M., M. González, H.M. Pedrol, F. Salvagiotti & O. Roso. 2004. Control de enfermedades foliares en trigo: tipo de molécula fúngica y momento de aplicación. En: Para mejorar la producción. EEA Oliveros. INTA Oliveros. N° 25. pp. 67-69.

Divito Guillermo A. & Garcia Fernando Oscar. 2017. Manual del cultivo de trigo. pp. 22, 30-31

Dubcovsky J, Dvorak J. 2007. Genome plasticity a key factor in the success of polyploidy wheat under domestication. Science 316: 1862–1866.

Eyal, Z., Sharen, A.L., Prescott, J.M. & van Ginkel, M. 1987. The Septoria diseases of wheat: concepts and methods of disease management. Mexico, DF, CIMMYT. pp. 1

FAOSTAT, <http://www.fao.org/faostat/es/#data>, ultimo acceso: agosto 2018.

Fleitas M.C., G.S. Gerard & M.R. Simón. 2015. Eficacia residual de fungicidas sobre la roya de la hoja del trigo y su efecto sobre componentes del rendimiento y porcentaje de proteínas en grano. Revista FAVE, Sección Ciencias Agrarias, Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Litoral14: 69-84.

Fleitas, M.C., M. Schierenbeck, G.S. Gerard, J.I. Dietz, S.I. Golik & M.R. Simón 2018a. Breadmaking quality and yield response to the green leaf area duration caused by fluxapyroxad under three nitrogen rates in wheat affected with tan spot. Crop Protection 106:201–209.

Fleitas, M.C., M. Schierenbeck, G.S. Gerard, J.I. Dietz, S.I. Golik & M.R. Simón.2018b. Foliar diseases and wheat quality: the effect leaf rust and its control with fluxapyroxad on dough properties, gluten quality and loaf volume under three nitrogen rates. Journal of Cereal Science 80:119-127.

Gooding M.J. 2006. The effect of fungicides 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: 45-52.

Gabriel Julio Ph. D 2017. Principios básicos de la resistencia genética a patógenos, plagas y factores abióticos. pp. 33.

Lin, M. & P. Huybers. 2012. Reckoning wheat yield trends. Environ. Res. Lett. 7(2): 024016.

Miralles DJ. 2004. Consideraciones sobre ecofisiología y manejo de Trigo. pp. 2.

Miralles DJ. 2014. Manual de trigo y cebada para el cono sur procesos fisiológicos y bases de manejo. pp. 27.

Moreno, M.V., S.A. Stenglein & A.E. Perelló.2012. Pyrenophora tritici-repentis, Causal Agent of Tan Spot: A Review of Intraspecific Genetic Diversity, The Molecular Basis of Plant Genetic Diversity, Prof. Mahmut Caliskan (Ed.), InTech. Disponible en: <http://www.intechopen.com/books/themolecular-basis-of-plant-genetic-diversity/pyrenophora-tritici-repentis-causal-agent-of-tan-spot-a-review-ofintraspecific-genetic-diversity>.

Niks RE, Ellis PR, Parlevliet JE (1993) Resistance to parasites. En: Hayward MD, Bosemark NO, Romagosa I (Eds.) Plant breeding: principles and prospects. London, Chapman & Hall. pp. 422-447

Prescott, J.M., P.A. Burnett & E.E. Saari.1986. Enfermedades y plagas del trigo: una guía para su identificación en el campo. CIMMYT. México, D.F., México: 2-3.

Rees, I.G. & Platz, G.J. 1983.Effects of yellow spot of wheat in Southern Queensland. Australasian Journal of Agricultural Research 34: 39-46

Roelfs, A.P., R.P. Singh & E.E. Saari.1992. Las royas del trigo: Conceptos y métodos para el manejo de esas enfermedades. México, D.F.: CIMMYT. pp. 81

Satorre, E.H. & G.A. Slafer.1999. Wheat: Ecology and Physiology of Yield Determination. Food Products Press NY. USA: 503.

Simón, M.R., Perelló, A.E., Cordo, C.A. & Struik, P.C. 2002. Influence of *Septoria tritici* on yield, yield components, and test weight of wheat under two Nitrogen fertilization conditions. *Crop Sci.* 42: 1974-1981.

Slafer G.A., Miralles D.J., Savin R., Whitechurch E.M. & Gonzalez F.G. (2003). "Ciclo ontogénico, dinámica del desarrollo y generación del rendimiento y la calidad en trigo". En: Satorre, E., Benech Arnold, R., Slafer, G.A., de la Fuente, E., Miralles, D., Otegui, M.E., y Savín, R. (eds), Editorial Facultad de Agronomía. Pp. 101-134.

Smith J., M. Grimmer, S. Waterhouse & N.Paveley. 2013. Quantifying the non-fungicidal effects of foliar applications of fluxapyroxad (Xemium) on stomatal conductance, water use efficiency and yield in winter wheat. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences* 78: 523-35.

Van Ginkel M, Rajara S (1993) Breeding for durable resistance to disease in wheat: an international perspective. In: Jacobs T, Parlevliet JE (Eds.) Durability of disease resistance. Dordrecht: Kluwer Academics, pp 259-272.

Wegulo, S.N. 2011. Tan spot of cereals. The Plant Health Instructor. DOI: 10.1094/PHI-I-2011-0426-01. Disponible en: <http://www.apsnet.org/edcenter/intropp/lessons/fungi/ascomycetes/Pages/TanSpot.aspx>. Último acceso: Marzo de 2017

Zadoks, J. C., Chang, T. T., & Konzak, C. F. (1974). A decimal code for the growth stages of cereals. *Weedresearch*, 14(6): 415-421.

Zarrilli, A.G., 2010. Ecología, capitalismo y desarrollo agrario en la región Pampeana (1890-1950). Un enfoque histórico-ecológico de la cuestión agrarian.