

Caracterización de nuevos aislados de *Drechslera tritici-repentis* y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

*Tesis presentada para optar al título de Magister Scientiae de la
Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. Universidad
Nacional de La Plata*

Autor: Ing. Agr. Fernando Ariel Jecke



**UNIVERSIDAD
NACIONAL DE LA PLATA**

**Facultad de Ciencias
Agrarias y Forestales**

DIRECTORA: Ing. Agr. (MSc., PhD.) María Rosa Simón.

CODIRECTORA: Ing. Agr. (Dra.) Analía Edith Perelló.

TRIBUNAL EVALUADOR:

Lic. (Dr.) Saparrat Mario Carlos Nazareno

Ing. Agr. (Dr.) Antonio Juan Ivancovich

Ing. Agr. (Dra.) Rivera Marta Carolina

FECHA DE DEFENSA DE LA TESIS:

Agradecimientos:

Al Ing. Agr. M. Sc. Ignacio Terrile, por su apoyo y colaboración para la realización de esta Tesis.

A la Dra. María Rosa Simón, por su ayuda, enseñanza y apoyo para encarar y llevar a cabo el proyecto.

A la Dra. Analía Edith Perelló, por su colaboración, enseñanza y apoyo para encarar y llevar a cabo el proyecto.

A mi mujer Mónica Viviana Martino, por su colaboración en la toma de datos a campo.

Publicaciones derivadas de la tesis:

Jecke, F. A., M. R. Simón, M. V. Moreno & A. E. Perelló. 2014. Razas de *Drechslera tritici-repentis* y comportamiento de cultivares de trigo frente al patógeno. Seminario Internacional de Trigo en La Estanzuela. Un valioso legado para el futuro 27 al 29 de agosto de 2014, La Estanzuela, Uruguay. pp. 55.

Simón, M.R., M.V. Moreno, F. Jecke, M.C. Fleitas, M. Schierenbeck & A.E. Perelló. 2014. Avances en resistencia genética a mancha amarilla en trigo en Argentina Seminario Internacional de Trigo en La Estanzuela. Un valioso legado para el futuro 27 al 29 de agosto de 2014, La Estanzuela, Uruguay. Conferencia (trabajo completo).

INDICE GENERAL

INDICE DE TABLAS.....	I
INDICE DE FIGURAS.....	III
INDICE APENDICE.....	V
ABREVIATURAS.....	VI
RESUMEN.....	VII
ABSTRACT.....	VIII
CAPITULO 1: INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Trigo.....	1
1.2 Importancia de la mancha amarilla	4
1.3 El agente causal.....	5
1.4 Sintomatología.....	6
1.5 Ciclo del agente causal de la mancha amarilla.....	6
1.6 Variación Patogénica.....	8
1.7 Resistencia Genética.....	11
1.8 Hipótesis.....	14
1.9 Objetivos.....	14
CAPITULO 2: MATERIALES Y METODOS.....	15
2.1 Aislados fúngicos.....	15
2.2 Producción de Inóculo.....	16
2.3 Caracterización del tipo de reacción en líneas diferenciales de trigo.....	17
2.4 Análisis molecular de genes que codifican toxinas en los aislados.....	18
2.4.1 Extracción de ADN.....	18
2.4.2 Análisis de los genes <i>Tox A</i> y <i>Tox B</i> por PCR.....	18
2.5 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de plántula frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> en invernáculo.....	19
2.6 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de planta adulta frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> bajo condiciones a campo.....	21
2.7 Análisis Estadístico.....	23
CAPITULO 3: RESULTADOS.....	24
3.1 Caracterización del tipo de reacción en líneas diferenciales de trigo.....	24
3.2 Análisis molecular de genes que codifican toxinas en los aislados estudiados.....	26

3.3 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de plántula frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> en invernáculo.....	27
3.4 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de planta adulta frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> bajo condiciones a campo.....	31
CAPITULO 4: DISCUSIÓN.....	55
4.1 Caracterización del tipo de reacción en líneas diferenciales de trigo.....	55
4.2 Análisis molecular de genes que codifican toxinas en los aislados estudiados...55	
4.3 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de plántula frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> en invernáculo.....	57
4.4 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de planta adulta frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> bajo condiciones a campo.....	57
CAPITULO 5: CONCLUSIONES GENERALES.....	61
BIBLIOGRAFIA.....	62
APENDICE.....	75

INDICE DE TABLAS

Tabla 1.1.1. Producción promedio de trigo de los principales 20 países productores (Promedio del periodo 1993-2013).....	2
Tabla 1.1.2. Exportación promedio de trigo de los principales 20 países exportadores (Promedio del periodo 1991-2011).	2
Tabla 1.1.3. Producción de trigo de Argentina. (Promedio del periodo 2009-2013).....	3
Tabla 1.1.4. Exportación de trigo de Argentina. (Promedio del periodo 2008-2012).....	3
Tabla 1.1.5. Superficie cosechada promedio en los últimos 10 años de los principales cultivos en Argentina.	3
Tabla 1.1.6. Producción promedio en los últimos 10 años de los principales cultivos en Argentina.....	3
Tabla 1.1.7 Estructura de razas de <i>D. tritici-repentis</i> de acuerdo a Andrie <i>et al.</i> (2007).....	9
Tabla 3.1.1. Tipo de reacción de 9 líneas diferenciales de trigo frente a 3 aislados de <i>D. tritici-repentis</i>	24
Tabla 3.3.1. Cuadrados medios de la severidad y el tipo de reacción (en estado de plántula) en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> en 31 cultivares de trigo.....	27
Tabla 3.3.2. Medias de severidad en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> en 31 cultivares de trigo, evaluadas 14 días posteriores a la inoculación.....	27
Tabla 3.3.3. Medias del tipo de reacción en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en 31 cultivares de trigo, evaluadas 14 días posteriores a la inoculación.....	29
Tabla 3.4.1. Cuadrados medios de la severidad en tres momentos de evaluación (EC 37, EC 75 y EC 82) en un ensayo de trigo inoculado individualmente con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y en 31 cultivares de trigo.....	31
Tabla 3.4.2. Medias de severidad en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 37.....	32
Tabla 3.4.3. Medias de severidad en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 75.....	34
Tabla 3.4.4 Medias de severidad en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 82.....	36
Tabla 3.4.5. Cuadrados medios del tipo de reacción en tres momentos de evaluación (EC 37, EC 75 y EC 82) en un ensayo de trigo inoculado individualmente con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y en 31 cultivares de trigo.....	39

Tabla 3.4.6. Medias del tipo de reacción en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 37.....	39
Tabla 3.4.7. Medias del tipo de reacción en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas el estadio EC 75.....	42
Tabla 3.4.8. Medias del tipo de reacción en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 82.....	44
Tabla 3.4.9. Cuadrados medios del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y en 31 cultivares de trigo	47
Tabla 3.4.10. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y 31 cultivares de trigo.....	47
Tabla 3.4.11. Clasificación de cultivares de trigo según valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad en un ensayo inoculado individualmente con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y en 31 cultivares de trigo.....	53

INDICE DE FIGURAS

Figura 1.5.1. Ciclo del agente causal de la mancha amarilla, causado por <i>D. tritici-repentis</i>	8
Figura 2.1.1. Aislado axénico de <i>D. tritici-repentis</i> procedente de la localidad de Los Hornos (Aislado 1).....	15
Figura 2.1.2. Aislado axénico de <i>D. tritici-repentis</i> procedente de la localidad de 25 de Mayo (Aislado 2).....	15
Figura 2.1.3. Aislado axénico de <i>D. tritici-repentis</i> procedente de la localidad de Gualeguaychu (Aislado 3).....	16
Figura 2.3.1. Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) registradas en un ensayo de trigo inoculado individualmente con 3 aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en invernáculo sobre 9 líneas de trigo.....	17
Figura 2.3.2. Ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en invernáculo sobre 9 líneas diferenciales de trigo.....	18
Figura 2.5.1. Escala de 1-5 propuesta por Lamari & Bernier (1989a).....	20
Figura 2.5.2. Ensayo de trigo inoculado individualmente al estado de plántula con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en invernáculo sobre 31 cultivares de trigo.....	21
Figura 2.6.1. Ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en la localidad de Los Hornos sobre 31 cultivares de trigo.....	22
Figura 2.6.2. Ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en la localidad de Pergamino sobre 31 cultivares de trigo.....	22
Figura 3.1.1. Reacción de Clorosis, Necrosis y Necrosis + Clorosis respectivamente, en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> sobre 9 líneas diferenciales de trigo.....	25
Figura 3.2.1. Estimación de tamaños de fragmentos amplificados de ADN en comparación con controles positivos de los cebadores <i>TOX A</i> TA51F/TA52R, <i>TOX B</i> TB71F/TB58R, <i>TOX B1</i> TB71F/TB60R y <i>TOX b</i> TB71F/TB6R de 3 aislados de <i>D. tritici-repentis</i>	26
Figura 3.4.1. Síntomas observados en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y 31 cultivares de trigo.....	38
Figura 3.4.2. Tipos de reacción observados en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de <i>D. tritici-repentis</i> , en dos localidades y en 31 cultivares de trigo.....	46
Figura 3.4.3. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 1 de <i>D. tritici-repentis</i> , en la localidad de Los Hornos sobre 31 cultivares de trigo.....	50
Figura 3.4.4. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 2 de <i>D. tritici-repentis</i> , en la localidad de Los Hornos sobre 31 cultivares de trigo.....	50
Figura 3.4.5. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 3 de <i>D. tritici-repentis</i> , en la localidad de Los Hornos sobre 31 cultivares de trigo.....	51
Figura 3.4.6. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 1 de <i>D. tritici-repentis</i> , en la localidad de Pergamino sobre 31 cultivares de trigo.....	51
Figura 3.4.7. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 2 de <i>D. tritici-repentis</i> , en la localidad de Pergamino sobre 31 cultivares de trigo.....	52

Figura 3.4.8. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 3 de *D. tritici-repentis*, en la localidad de Pergamino sobre 31 cultivares de trigo.....52

INDICE APENDICE

Tabla 6.1.1. Medias de severidad de tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en un ensayo de trigo, en 31 cultivares al estado de plántula.....	74
Tabla 6.1.2. Medias del tipo de reacción de tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en un ensayo de trigo, en 31 cultivares al estado de plántula.	74
Tabla 6.1.3. Medias de severidad de tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 37.....	74
Tabla 6.1.4. Medias de severidad de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 37.....	75
Tabla 6.1.5. Medias de severidad de tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 75.....	75
Tabla 6.1.6. Medias de severidad de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 75.....	75
Tabla 6.1.7. Medias de severidad de tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 82.....	76
Tabla 6.1.8. Medias de severidad de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 82.....	76
Tabla 6.1.9. Medias del tipo de reacción de tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 37.....	76
Tabla 6.1.10. Medias del tipo de reacción de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 37.....	77
Tabla 6.1.11. Medias del tipo de reacción de tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 75.....	77
Tabla 6.1.12. Medias del tipo de reacción de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 75.....	77
Tabla 6.1.13. Medias del tipo de reacción de tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 82.....	78
Tabla 6.1.14. Medias del tipo de reacción de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 82.....	78
Tabla 6.1.15. Medias del ABCPE de tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo.....	78
Tabla 6.1.16. Medias del ABCPE de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de <i>D. tritici-repentis</i> , en 31 cultivares.....	79

ABREVIATURAS

A: Aislado
A1: Aislado 1
A2: Aislado 2
A3: Aislado 3
ABCPE: Área bajo la curva de progreso de la enfermedad
ADN: Ácido desoxirribonucleico
C: Cultivar
CIDEFI: Centro de Investigaciones de Fitopatología
CIMMYT : Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo
Cl: Clorosis
Co₃Ca: Carbonato de calcio
CONICET: Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas
CTAB: Bromuro de cetil trimetil amonio
dNTP: Desoxirribonucleótidos trifosfato
EC: Estados de crecimiento de la escala de Zadoks *et al.*, 1974
EDTA: Acido etildiaminotetraacético
EEUU: Estados Unidos de América
FAO: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
G.L.: Grados de Libertad
h: Horas
HCl: Ácido clorhídrico
KCl: Cloruro de Potasio
L: Localidad
LSD: Mínima diferencia significativa
MgCl₂: Cloruro de magnesio
MR: Moderadamente Resistente
MS: Moderadamente Susceptible
N: Necrosis
PCR: Reacción en cadena de la polimerasa
r: Coeficiente de correlación
R: Resistente
S: Susceptible
ToxA: Toxina A
ToxB: Toxina B
ToxC: Toxina C
UV: Ultra violeta

RESUMEN

Actualmente, se conocen en el mundo ocho razas de *Drechslera tritici-repentis* (Died) (teleomorfo *Pyrenophora tritici-repentis*, Died) determinadas sobre líneas diferenciales de trigo; sin embargo muchos investigadores sugieren la presencia de nuevas razas de este patógeno. La aparición de nuevas razas del hongo puede traer consigo la pérdida de resistencia genética en variedades comerciales de trigo. A pesar de ello, hay muy pocos trabajos donde se haya caracterizado el comportamiento de cultivares comerciales de trigo frente a diferentes aislados de *D. tritici-repentis* caracterizados fenotípicamente y molecularmente. El objetivo de este trabajo fue caracterizar tres aislados de *D. tritici-repentis* y analizar el comportamiento de variedades comerciales argentinas de trigo en plántula en invernáculo y en planta adulta a campo, frente a los mismos. Se evaluó el tipo de reacción en líneas diferenciales de trigo en invernáculo y se realizó el análisis molecular de los genes que codifican la producción de toxinas. El ensayo con variedades comerciales llevado a cabo en invernáculo se realizó en la Universidad Nacional de La Plata, Partido de La Plata, con un diseño de parcela dividida donde la parcela principal fue el aislado y la sub-parcela el cultivar; mientras que los ensayos en planta adulta a campo se realizaron en la Estación Experimental Julio Hirschhorn dependiente de la Universidad Nacional de La Plata, Partido de Los Hornos y en la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en el partido de Pergamino, con un diseño de parcela dividida donde la parcela principal fue la localidad, la sub-parcela el aislado y la sub-sub-parcela el cultivar. Se inoculó en el estadio de 3 hojas en invernáculo y en principios de encañamiento y hoja bandera desplegada para la evaluación a campo con una concentración de 3000 conidios/ml. Se evaluó el tipo de reacción, usando la escala de 1-5 propuesta por Lamari & Bernier (1989a), y la severidad a los 14 días después de la inoculación en plántula y en tres momentos (EC 37, EC 75 y EC 82) para el ensayo en planta adulta a campo. Los aislados mostraron diferencias en la reacción en líneas diferenciales y en el análisis molecular de genes que codifican toxinas. El aislado 1 (cepa LH) se caracterizó por la presencia del gen *TOX b*; el aislado 2 (cepa 25M035) por la presencia de los genes homólogos *TOX B*, *TOX B1* y *TOX b* y el aislado 3 (cepa G327) por poseer el gen *TOX A* y *TOX B1*. En plántula los cultivares que, en promedio, presentaron menor severidad fueron Baguette 601, Buck SY 300, Buck SY 110, Don Mario Lenox, Baguette 17, Buck AGP Fast, Nogal, BioInta 1001, ProInta Puntal y SY100 y según tipo de reacción Baguette 601, Buck SY 300, Klein Tauro, Buck SY 110, Buck SY 100, BioInta 1001, Klein Proteo, Klein Volcán, Don Mario Lenox y ACA 320. En planta adulta los que presentaron menor severidad fueron Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Don Mario Lenox, Nogal, Baguette 17, ProInta Puntal, Buck AGP Fast y Buck SY 100 y en cuanto al tipo de reacción fueron Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Baguette 17, Buck SY 100, ProInta Puntal, Buck AGP Fast, Nogal y BioInta 1001. A partir de estos resultados se puede sugerir que los aislados eran diferentes entre sí y que no se correspondieron con las razas conocidas. En los ensayos en plántula en invernáculo y en planta adulta a campo se encontraron algunos cultivares con aceptables niveles de resistencia parcial.

ABSTRACT

Currently, there are eight known races of *Drechslera tritici-repentis* (Died) (teleomorfo *Pyrenophora tritici-repentis*, Died) around the world, determined on differential wheat lines; nevertheless, many researchers suggest the presence of new races of the pathogen. The emergence of new races of the fungus can lead to the loss of genetic resistance in commercial wheat cultivars. However, there are very few studies where the behavior of commercial wheat cultivars was analyzed against different strains of *D. tritici-repentis* characterized phenotypic and molecularly. The aim of this study was to characterize three isolates of *D. tritici-repentis* and analyze the behavior of Argentine wheat commercial cultivars in seedlings, in greenhouse, and in the adult plant in the field. To characterize the isolates, reaction type on differential lines, in greenhouse, was evaluated and molecular analysis of genes encoding toxin production was performed. Those isolates were used to test 31 commercial cultivars in greenhouse at seedling stage at the National University of La Plata. A split-plot design was used, where the main plot were the isolates and the sub-plot were the cultivars; In addition field trials were conducted in adult plants at the Experimental Station J. Hirschhorn dependent of the National University of La Plata and the Agricultural Experiment Station Pergamino dependent of the National Institute of Agricultural Technology with a split-plot design where the main plot was the location, sub-plot were the isolates and sub-sub-plot were the cultivars. Inoculum was applied at the third leaf stage in the greenhouse and at early stem elongation and flag leaf stage for adult stage evaluations in the field with a concentration of 3000 conidia / ml. The reaction type was estimated by using the scale of 1 to 5 given by Lamari & Bernier (1989a), and the severity was visually scored at 14 days after inoculation in seedling stage and at three adult stages (EC 37, EC 75 and EC 82). The isolates showed differences in reaction on the differential lines and by the molecular analysis of the genes that determine toxin production. The isolated 1 (strain LH) was characterized by the presence of the gene *TOX b*; isolated 2 (strain 25M035) by the presence of homologous *TOX B*, *TOX B1* and *TOX b* genes and isolated 3 (strain G327) by having the *TOX A* and *TOX B1* gene. In seedling Baguette 601, Buck SY 300, Buck SY 110, Don Mario Lenox, Baguette 17, Buck AGP Fast, Sursem Nogal, BioInta 1001, ProInta Puntal and Buck SY 100 showed the lowest severity values, whereas Baguette 601, Buck SY 300, Klein Tauro, Buck SY 110, Buck SY 100, BioInta 1001, Klein Proteo, Klein Volcán, Don Mario Lenox and ACA 320 showed the lowest values according to the type of reaction. In adult stage those cultivar with the lowest severity values were Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Don Mario Lenox, Sursem Nogal, Baguette 17, ProInta Puntal, Buck AGP Fast and Buck SY 100 and those with the lowest type of reaction were Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Baguette 17, Buck SY 100, ProInta Puntal, Buck AGP Fast, Sursem Nogal and BioInta 1001. From these results it can be said that the isolates were different and that did not correspond to known races. In seedling tests in greenhouse, and adult plants in the field, there were some cultivars with acceptable levels of partial resistance.

[Escriba texto]

CAPITULO 1:

INTRODUCCIÓN

1.1 Trigo

El trigo es considerado actualmente uno de los principales cultivos a escala mundial. Es una de las especies vegetales más consumidas del mundo junto con el arroz, el maíz y la papa y es la principal fuente de hidratos de carbono del mundo occidental. Alrededor del 75 % de la producción mundial es consumida por el hombre, constituyendo el 20 % de las calorías que requiere la población mundial, y es la materia prima para casi el 40 % de los alimentos del mundo (Wiese, 1987; Rajaram, 2001).

La producción mundial pronosticada de cereales para el año 2014 se ubica en alrededor de 2458 millones de toneladas mientras que la producción mundial de trigo pronosticada para el mismo año se ubica en alrededor de los 702 millones de toneladas representando el 28 % de la producción de cereales (Perspectivas alimentarias FAO, 2014).

En las Tablas 1.1.1 y 1.1.2 se indican los principales 20 países productores y exportadores de trigo respectivamente, en base al promedio de su producción y exportación de los últimos 20 años.

Tabla 1.1.1. Producción promedio de trigo de los principales 20 países productores (Promedio del periodo 1993-2013).

País	Promedio Producción (t)
China	106968221
India	74026795
EEUU	59430392
Rusia	43302383
Francia	36075119
Canadá	25183700
Alemania	21765226
Australia	20739048
Pakistán	20337050
Turquía	19600450
Ucrania	16745490
Reino Unido	14626550
Argentina	13151969
Irán	12036424
Kazajstán	11549318
Polonia	8832028
Italia	7452228
Egipto	7089214
Rumania	5735496
España	5687900

Fuente: División estadística de la FAO. 2014.

Tabla 1.1.2. Exportación promedio de trigo de los principales 20 países exportadores (Promedio del periodo 1991-2011).

País	Promedio Exportación (t)
EEUU	28786396
Canadá	17232536
Francia	16297402
Australia	13611628
Argentina	7927330
Rusia	5917106
Alemania	5359116
Kazajstán	3531992
Ucrania	3361031
Reino Unido	2941167
Hungría	1313508
Dinamarca	931281
Bulgaria	839604
India	821674
Bélgica	773091
Bélgica	746258
Rumania	707481
Turquía	706207
Rep. Checa	673208
Austria	514993

Fuente: División estadística de la FAO. 2014.

Argentina ocupa el puesto N° 13 en cuanto a producción mundial de trigo y constituye el quinto exportador a nivel mundial si se consideran los últimos 20 años (División estadística de la FAO, 2014), aunque la producción y la exportación han disminuido durante los últimos 5 años en nuestro país (Tabla 1.1.3 y 1.1.4).

Tabla 1.1.3. Producción de trigo de Argentina (Promedio del periodo 2009-2013).

Período	Producción (t)
2009/10	9023188
2010/11	15875651
2011/12	14500517
2012/13	8024995
2013/14	9188339
Promedio	11322528

Fuente: Sistema Integrado de Información Agropecuaria. 2014.

Tabla 1.1.4. Exportación de trigo de Argentina (Promedio del periodo 2008-2012).

Período	Exportación (t)
2008/09	5375003
2009/10	3791944
2010/11	7732582
2011/12	11402510
2012/13	3061550
Promedio	6272717

Fuente: Dirección de Mercados Agrícolas. 2014.

En nuestro país, el trigo, constituye el segundo cultivo extensivo con mayor superficie cosechada luego del cultivo de soja (Tabla 1.1.5) y el tercer cultivo de mayor producción a nivel país (Tabla 1.1.6). La producción se concentra principalmente en las provincias de Buenos Aires, Santa Fe, Córdoba, Entre Ríos y La Pampa y el promedio de rendimiento (periodo 2009-2013) a nivel país se encuentra en 2961 kg/ha (Sistema Integrado de Información Agropecuaria, 2014).

Tabla 1.1.5. Superficie cosechada promedio en los últimos 10 años de los principales cultivos en Argentina.

Cultivo	Superficie Cosechada (Ha)
Soja	16650539
Trigo	4648524
Maíz	3139391
Girasol	1873566
Cebada	677974
Sorgo	677752
Algodón	386930

Fuente: Sistema Integrado de Información Agropecuaria. 2014.

Tabla 1.1.6. Producción promedio en los últimos 10 años de los principales cultivos en Argentina.

Cultivo	Producción (t)
Soja	42609566
Maíz	20656443
Trigo	12637007
Girasol	3238744
Sorgo	3091666
Cebada	2306839
Arroz	1326213

Fuente: Sistema Integrado de Información Agropecuaria. 2014.

El cultivo de trigo es afectado por varias enfermedades fúngicas entre las que se encuentran: la septoriosis ó mancha de la hoja (*Septoria tritici* Roberge in Desmaz. f. asexual; *Mycosphaerella graminicola* (Fuckel) J. Schröt, in Cohn f. sexual), mancha amarilla (*Drechslera tritici-repentis* (Died.) Shoemaker f. asexual; *Pyrenophora tritici-repentis* (Died.) Drechs. f. sexual), roya amarilla (*Puccinia striiformis* West), roya anaranjada o de la hoja (*Puccinia triticina* Eriks), roya negra o del tallo (*Puccinia graminis f. sp. tritici* Pers), fusariosis (*Fusarium graminearum* Schwabe f. asexual;

Caracterización de nuevos aislados de *Drechslera tritici-repentis* y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

Gibberella zeae (Schwein.) Petch. f. sexual), caries o carbón hediondo (*Tilletia caries* (DC.) Tul. & C. Tul. y *T. foetida* (Wallr.) Liro.), carbón volador del trigo (*Ustilago tritici* (Pers.) Rostr.; *U. nuda* (J.L.Jensen) Kellerm. & Swingle.), oidio (*Oidium moniloides* (Nees) Link f. asexual *Blumeria graminis tritici* (DC) Speer am. f. sexual) y pietín (*Gaeumannomyces graminis* (Sacc.) Arx. & Oliv. var. *tritici* Walker) (Annone, 2004), aunque existe un complejo de enfermedades emergentes como la mancha de la hoja, causada por *Ascochita* (*Ascochita hordei* var. europea Punith), mancha de la hoja, causada por *Phoma* (*Phoma sorghina* (Sacc.) Boerama *et al.*), Rayado causado por *Cephalosporium* (*Cephalosporium graminis* Nis. e Ika.), tizón de la hoja (*Alternaria triticina* Prasada & Amp f; Prahbu) y el complejo de especies de manchado del grano (*Alternaria infectoria* (Fuckel) M. Barr. & Amp) (Perelló, 2007).

En nuestro país las principales micosis que afectan al cultivo de trigo son la roya de la hoja, mancha amarilla, fusariosis de espiga, septoriosis o mancha de la hoja y pietín (Annone, 2006). El nivel de pérdida de rendimiento en el cultivo de trigo para América del Sur oscila entre el 20-30 % dependiendo del genotipo, características del patógeno y de las condiciones ambientales (Carmona, 2003). En el caso de roya de la hoja se han registrado pérdidas del 20 al 50 % (Annone, 2006b; Galich *et al.*, 1986). Para la fusariosis de la espiga, las pérdidas pueden ser desde casi imperceptibles a cuantiosas, habiéndose llegado a estimar mermas de rendimiento del orden del 50 % (Annone & Frutos, 1988; Galich, 2002; Kohli *et al.*, 1996). A estas pérdidas deben sumarse la presencia de micotoxinas y la modificación de algunos parámetros que afectan la calidad comercial e industrial (Dalcero *et al.*, 1997; Tombetta *et al.*, 1994). Simón *et al.* (2002) han encontrado reducciones de rendimiento para mancha de la hoja del 16 al 45 %; mientras que Annone *et al.* (1991) han encontrado reducciones del 38 al 60 % para la misma enfermedad. Para el caso de pietín se han registrado pérdidas de rendimiento del 33 % en manchones moderados y del 79 % en severos (Fernández & Corro Molas, 2001).

1.2 Importancia de la mancha amarilla

La mancha amarilla fue observada por primera vez en trigo a fines de la década del 20 en Japón (Hosford, 1981). A partir de ese momento fue determinada en varios lugares del mundo, aunque casi siempre como una enfermedad de poca importancia hasta principios del 50, cuando ocasionó una epifitía severa en Kenia causando pérdidas del orden del 75 % (Gilchrist *et al.*, 1984). A comienzos de la década del 70 adquirió relevancia en regiones productoras de trigo del norte y centro de los EEUU, Australia, Nepal, México (Gilchrist *et al.*, 1984), India, oeste de Canadá y Brasil (Hosford, 1981).

En EEUU, Sharp *et al.* (1976) observaron que bajo condiciones de severo ataque de esta enfermedad el peso de mil granos de un grupo de cultivares se redujo en un 9-20 %. En el mismo país Hosford & Busch (1974) informaron pérdidas del 12,9 %. En Australia, Rees *et al.* (1982) calcularon que el efecto de esta enfermedad sobre los rendimientos de un cultivar susceptible fueron del orden del 50 %. Los trabajos más detallados sobre cuantificación de pérdidas debidas a esta enfermedad, fueron realizados

en Australia (Rees & Platz, 1983). Los autores reportaron pérdidas de 13 a 48 %, siendo éstas, función de la severidad (% de área foliar necrosada). La fórmula encontrada fue $P = 0,26 X$, donde P representa el porcentaje de pérdidas en el rendimiento de los granos de la espiga del tallo principal y X la severidad media de las últimas hojas en el estado de grano lechoso (Rees *et al.*, 1981). Existen antecedentes que indican que *Drechslera tritici-repentis* una vez introducido en una determinada área triguera, donde existen otros hongos causantes de manchas foliares como *S. nodorum* y *S. tritici*, se convierte en el patógeno dominante a lo largo de los años (Wright & Sutton, 1990).

En los últimos años, la presencia de esta enfermedad ha comenzado a observarse en varios países de Sudamérica como Argentina, Brasil, Paraguay, Chile y Uruguay. El nivel de pérdidas ocasionados por la mancha amarilla en lotes de producción, a principios de la década del 90, en Paraguay y Argentina habría fluctuado entre el 20 y el 70 % (Kohli *et al.*, 1992).

En nuestro país las primeras citas son de mediados de la década del 80 y corresponden al área centro-norte de la región triguera (Annone, 1985). Annone *et al.* (1994) observaron pérdidas del 20 %, en el norte de la Provincia de Buenos Aires, a través de la comparación entre tratamientos testigos severamente afectados (70 % de severidad) y tratamientos protegidos con un fungicida sistémico (20 % de severidad). Otros trabajos han registrado pérdidas del 6 al 13,5 % (Galich & Galich, 1994) y del 8 al 32 % (Annone *et al.*, 2001). En los últimos años la mancha amarilla ha ganado predominancia entre las enfermedades foliares del trigo en las áreas productoras de nuestro país (Carmona *et al.*, 1999; Moreno & Perelló, 2010).

1.3 El agente causal

Pyrenophora tritici-repentis, forma sexual del agente causal de la mancha amarilla de la hoja del trigo, es un patógeno facultativo del phylum Ascomycota, Clase Loculoascomycetes, cuyo anamorfo (fase asexual) corresponde a *Drechslera tritici-repentis*.

La forma asexual (*D. tritici-repentis*), imperfecta o anamorfo del parásito se desarrolla principalmente sobre las lesiones foliares originadas a partir de las infecciones primarias vía ascosporas y constituye el medio a través del cual la enfermedad se dispersa a tejidos no afectados de la misma planta y de plantas vecinas (Annone, 1995). Las esporas asexuales o conidios son cilíndricos, multicelulares (7 a 10 células), alargados (70-200 μm x 12-18 μm) de aspecto cristalino bajo microscopio. Estas esporas tienen células basales con forma de “cabeza de serpiente” y pueden germinar a través de cualquiera de sus células (Annone *et al.*, 1994; Gilchrist *et al.*, 1984; Wiese, 1987; Zillinsky, 1984).

La forma sexual (*P. tritici-repentis*) o perfecta constituye una de las más importantes formas de perpetuación del hongo de un año a otro y es el principal reservorio de inóculo para establecer las primeras infecciones en el campo. Puede observarse en residuos de trigo y corresponde a estructuras muy pequeñas (300 a 1200

µm), visibles a ojo desnudo, y denominadas pseudotecios. Estos cuerpos fructíferos presentes en la paja de trigo y dispuestos al azar son erumpentes, de color castaño oscuro y tienen forma de volcán con abundantes setas en su parte apical donde se pueden diferenciar eventualmente también esporas de origen asexual (conidios) (Annone *et al.*, 1994; Gilchrist *et al.*, 1984; Wiese, 1987; Zillinsky, 1984). En el interior de los pseudotecios se diferencian los ascos de forma alargada dentro de los cuales se forman las ascosporas (esporas de origen sexual) que son la principal fuente de inóculo primario. Las ascosporas son ovals con 2-3 septas transversales, 1-2 longitudinales y dimensiones en el siguiente rango: 33-112 µm x 15-44 µm (Gilchrist *et al.*, 1984).

1.4 Sintomatología

Los síntomas más comunes de esta enfermedad se observan sobre hojas y vainas y aparecen después de la emergencia del trigo cuando se produce la expansión de la plúmula. Sobre cultivares susceptibles se observan en las hojas características lesiones ovals en forma de ojo. Luego éstas se alargan y se rodean de un halo clorótico con una pequeña mancha marrón más oscura en el sitio de infección. Las áreas cloróticas tienden a elongarse y coalescer sobre hojas altamente infectadas. El desarrollo de los síntomas sigue un patrón vertical con efecto “escalera” (desde hojas inferiores a superiores). El borde o halo amarillento es atribuido a la producción de toxinas específicas del agente causal (Lamari & Bernier, 1989a). En cultivares parcialmente resistentes el tamaño de la lesión es menor y la clorosis y/o necrosis pueden estar ausentes (Lamari & Bernier, 1989a; 1989b). Lamari & Bernier (1989a) identificaron dos tipos de síntomas producidos por el patógeno: manchas necróticas y clorosis. *D. tritici-repentis* puede también infectar a las semillas durante el periodo de llenados de granos (Schilder & Bergstrom, 1994). Este desorden provoca un oscurecimiento o manchado rosado porque la semilla infectada se torna rosada (Rees & Platz, 1979).

1.5 Ciclo del agente causal de la mancha amarilla

Las principales fuentes de inóculo son las semillas, los restos culturales del trigo y otros hospedantes secundarios o alternativos. Es a través de la semilla que el patógeno es transportado a largas distancias e introducido en lugares donde no existía. El patógeno se aloja en el pericarpio como micelio y la transmisión a la plántula no es sistémica (Schilder & Bergstrom, 1994).

Muchos investigadores consideran a los restos culturales del trigo como la principal fuente de inóculo (Rees & Platz, 1980). El tipo de inóculo presente en los restos culturales es la forma perfecta o sexual. Bajo condiciones de labranza conservacionista (rastreo en superficie) la aparición de esta enfermedad ocurre más tempranamente en el ciclo del cultivo y con mayores niveles de severidad en comparación con labranza convencional (Kohli *et al.*, 1992; Mehta & Gaudencio, 1991).

Dentro del género *Drechslera*, *D. tritici-repentis* es la especie que posee el mayor rango de hospedantes. Ha sido reportado naturalmente en unas 25 especies, además del trigo. Estas sirven como hospedantes secundarios o alternativos y entre las mismas puede citarse a: *Agropyron* sp., *Alopecurus arundinaceus*, *Andropogon gerardi*, *Avena fatua*, *A. sativa*, *Bromus inermis*, *Dactylis glomerata*, *Echinochloa* sp., *Elymus innovatus*, *Lolium perenne*, *Phalaris arundinaceae*, *Poa* sp. y *Secale cereale* (Ali & Francl, 2002b; Hosford, 1971, Krupinsky, 1992). Las ascosporas (generadas en los restos culturales) y los conidios (generados junto a las ascosporas, en lesiones de plantas de trigo guacho y en hospedantes secundarios) alcanzan las hojas con tejido sano por medio del viento principalmente.

Una vez depositados en la superficie de los órganos verdes, necesitan de agua libre para iniciar el proceso de germinación (Mihtra, 1934). El proceso de infección se inicia con la germinación del conidio o ascospora, seguido por el alargamiento del tubo germinativo y la formación del apresorio. Una vez producida la necrosis en las células de la parte central de la mancha, el patógeno empieza a esporular. En consecuencia la cantidad de inóculo producida aumenta en función del incremento del área infectada (ciclos secundarios de la enfermedad). Este hongo puede crecer en un rango considerablemente amplio de condiciones ambientales con temperaturas de 10 a 30 °C y periodos de 6 a 48 h de alta humedad relativa (Wiese, 1987).

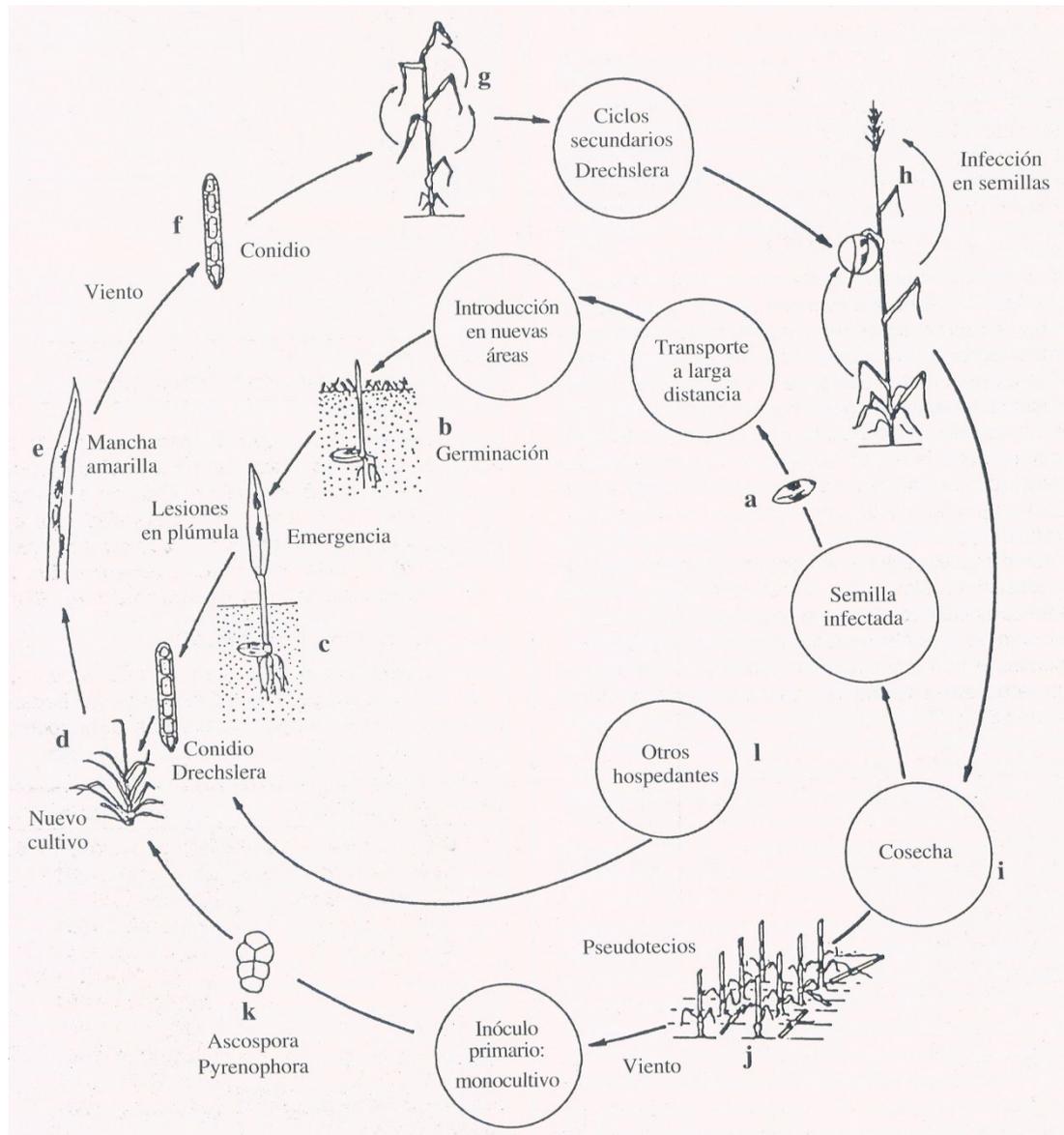


Figura 1.5.1. Ciclo del agente causal de la mancha amarilla, causado por *D. tritici-repentis*. Fuente: Reis & Carmona (1996).

1.6 Variación Patogénica

La capacidad de un patógeno para producir enfermedad puede ser evaluada como patogenicidad o virulencia. El primer término es un atributo general de la especie mientras que virulencia es un atributo de un aislado particular de la especie en relación con un hospedante particular (Day, 1960). Según Vanderplank. (1963; 1978) la presencia de interacciones significativas entre aislados y cultivares es indicativa de diferencias en la especificidad o virulencia de los aislados. La ausencia de dicha interacción indica que no hay especificidad.

Varios trabajos muestran diferencias de virulencia entre aislados de *D. tritici-repentis*. Hosford (1971) observó diferencias en los síntomas del hongo sobre cultivares

Caracterización de nuevos aislados de Drechslera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

de trigo producidas por diferentes aislados del mismo. Misra & Singh (1972) también reportaron diferencias en la virulencia de tres aislados del hongo frente a 50 cultivares de trigo. Similares resultados fueron encontrados por Gilchrist *et al.* (1984) cuando evaluaron diferentes aislados obtenidos de México sobre el cultivar Morocco. Luz & Hosford (1980) agruparon los aislados de *D. tritici-repentis*, obtenidos desde diferentes áreas de las grandes llanuras de América del Norte, en 12 razas de acuerdo a su comportamiento frente a 6 cultivares de trigo. Hunger & Brown (1987) encontraron que nueve aislados provenientes de Oklahoma y Texas presentaban diferencias de virulencia sobre el cultivar TAM 101. Krupinsky (1987) determinó diferencias en el tamaño de la lesión y el porcentaje de severidad entre aislados de este patógeno obtenidos de *Bromus inermis*.

Actualmente, se conocen en el mundo unas 8 razas de *D. tritici-repentis* determinadas sobre líneas diferenciales de trigo (Ali & Francl, 2001a; 2001b; Lamari & Bernier, 1989a; 1989b; Lamari & Gilbert, 1998; Lamari *et al.*, 1995; 1998; 2003; 2005) (Tabla 1.1.7).

Tabla 1.1.7 Estructura de razas de *D. tritici-repentis* de acuerdo a Andrie *et al.* (2007).

Razas del hongo	Líneas diferenciales de Trigo					
	Glenlea	Katepwa	6B662	6B365	Salamouni	M3
1	N (ToxA)	N (ToxA)	R	Cl (ToxC)	R	R
2	N (ToxA)	N (ToxA)	R	R	R	R
3	R	R	R	Cl (ToxC)	R	R
4	R	R	R	R	R	R
5	R	Cl (ToxB)	Cl (ToxB)	R	R	R
6	R	Cl (ToxB)	Cl (ToxB)	Cl (ToxC)	R	R
7	N (ToxA)	N Cl (ToxA) (ToxB)	Cl (ToxB)	R	R	R
8	N (ToxA)	N Cl (ToxA) (ToxB)	Cl (ToxB)	Cl (ToxC)	R	R

Referencias: N= Necrosis; Cl= Clorosis; R= Resistente. ToxA= Presencia de toxina A; ToxB= Presencia de toxina B; ToxC= Presencia de toxina C.

Inicialmente los aislados de este patógeno eran clasificados en 4 patotipos de acuerdo a su capacidad de producir necrosis o clorosis en las líneas diferenciales Glenlea, Salamouni y 6B-365 (Lamari & Bernier, 1989b). El patotipo 1 causaba clorosis y necrosis, el 2 causaba necrosis pero no clorosis, el 3 causaba clorosis pero no necrosis

Caracterización de nuevos aislados de Drechlera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

y el 4 era no-patogénica y no producía ningún síntoma. Posteriormente se encontraron aislados del Norte de África que causaban clorosis en la línea 6B-662 previamente considerados resistentes a la clorosis. Por razones prácticas los patotipos del 1 al 4 fueron renombrados como raza 1 al 4 y fue introducida la raza 5 (Lamari *et al.*, 1995). Luego Strelkov *et al.* (2002) encontraron aislados provenientes de Argelia que poseían los patrones de virulencia de la raza 3 y 5 y se designó a éstos como raza 6. Aislados pertenecientes a la raza 7 y 8 fueron encontrados por Lamari *et al.* (2003) en Azerbaiján, Siria y Turquía. El primero poseía los patrones de virulencia de la raza 2 y 5 combinados en un solo aislado; mientras que el segundo poseía los patrones de virulencia de la raza 2, 3 y 5. Este sistema tiene tres líneas diferenciales de trigo que son Glenlea, 6B365 y 6B662; los cuales tienen tres locus independientes que permiten detectar la presencia de aislados de las razas 2, 3 y 5 respectivamente (Gamba *et al.*, 1998). Con este último trabajo se completa el número teórico máximo de razas que pueden ser diferenciadas por estos tres locus ($2^3=8$) asumiendo una relación uno a uno. A pesar de esto, recientemente se han identificado dos razas más (tentativamente llamadas razas 9 y 10) provenientes de América del Sur, con un patrón de virulencia distinto al de América del Norte, lo que indicaría que la población de este patógeno es diversa en esta región (Ali & Francl, 2002a; 2002b). En este trabajo se tomará en cuenta la estructura de razas propuesta por Andrie *et al.* (2007), basada en diferentes estudios (Lamari *et al.*, 1995; 2003; Strelkov *et al.*, 2002), y que se basa en las reacciones sobre las líneas Glenlea, Katepwa, 6B365, 6B662, Salamouni y M3 (Tabla 1.1.7).

La determinación de razas basada solamente en la caracterización fenotípica puede traer algunos errores. Por ello Andrie *et al.* (2007) propusieron minimizarlos, añadiendo a la caracterización fenotípica, la confirmación molecular a través de la determinación de la ausencia o presencia de genes asociados a la presencia de síntomas de necrosis y clorosis.

El gen *Tox A* es responsable de la producción de la toxina ToxA y debería estar presente en las razas 1, 2, 7 y 8. Esta toxina es una proteína de bajo peso molecular y es responsable de los típicos síntomas de necrosis en trigo (Ballance *et al.*, 1989; Ciuffetti *et al.*, 1997; Zhang *et al.*, 1997). El gen *Tox B* es responsable de la producción de la toxina ToxB y debería estar presente en las razas 5, 6, 7 y 8. Esta toxina es una proteína de bajo peso molecular (Strelkov *et al.*, 1999) y es responsable de los síntomas de clorosis en líneas susceptibles (Ciuffetti *et al.*, 1998). La misma está codificada por múltiples copias del gen *Tox B* (Martínez *et al.*, 2001; 2004; Strelkov *et al.*, 2006) y debido a ello se han encontrado distintos genes homólogos *Tox B* en aislados de la raza 3 (Strelkov & Lamari, 2003; Strelkov *et al.*, 2006) y raza 4 (de Wolf *et al.*, 1998; Strelkov *et al.*, 2006) aunque éstos no producían la toxina ToxB (Ciuffetti *et al.*, 2003; Strelkov & Lamari, 2003) o eran patogénicos en las líneas de trigo susceptibles a esta toxina (Lamari & Bernier, 1989a). Se han hallado aislados de *D. tritici-repentis* que portan el gen *Tox B* pero sin la producción de ToxB (Andrie *et al.*, 2007; Lamari *et al.*, 1995; Martínez *et al.*, 2004; Strelkov *et al.*, 2006). El gen responsable de la producción de la toxina ToxC aún no está caracterizado y debería estar presente en las razas 1, 3, 6 y 8. Esta toxina también produce clorosis pero en diferentes líneas que la ToxB. La

Caracterización de nuevos aislados de Drechlera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

misma aún no está bien caracterizada y estudios genéticos sugieren que juega un importante rol en los factores de patogenicidad de *D. tritici-repentis* (Gamba & Lamari, 1998; Gamba *et al.*, 1998; Lamari & Bernier, 1991; Moreno *et al.*, 2014).

A pesar de que la caracterización genotípica ayudaría a corroborar la identificación de un determinado aislado en una raza en particular, en base a la caracterización fenotípica, varios trabajos encuentran discrepancias entre ambas. Andrie *et al.* (2007), Ali *et al.* (2010) y Lepoint *et al.* (2010) han encontrado aislados donde los patrones fenotípicos no coinciden con los análisis genéticos y proponen que estos deben estar produciendo otros tipos de toxinas. Estos resultados coinciden con los de otros investigadores quienes sugieren la presencia de nuevas razas de *D. tritici-repentis* además de las ocho conocidas mundialmente (Ali & Francl, 2002a; 2002b; Ali *et al.*, 2002; Ciuffetti *et al.*, 2003; Manning *et al.*, 2002; Meinhardt *et al.*, 2003).

Diferentes trabajos han estudiado la variabilidad de este patógeno a nivel cultural, patogénico, bioquímico y molecular, utilizando diferentes técnicas, y han encontrado gran variabilidad entre los aislados del mismo a nivel genético y patogénico (Ali *et al.*, 2010; Andrie *et al.*, 2007; de Wolf *et al.*, 1998; Diaz de Ackermann, 1987; Friesen *et al.*, 2005; Gilchrist *et al.*, 1984; Hosford, 1971; Hunger & Brown, 1987; Leisová *et al.*, 2008; Lepoint *et al.*, 2010; Mehta *et al.*, 2004; Moreno, 2007; Moreno *et al.*, 2008; Pujol Vieira dos Santos *et al.*, 2002). Varios métodos moleculares se han usado para analizar la diversidad de este patógeno a nivel genético como RAPD (*random amplified polymorphic DNA*), AFLP (*amplified fragments length polymorphism*), ERIC (*enterobacterial intergenic consensus*), REP (*repetitive extragenic palindromic*), SSRs (*simple sequence repeats*) y ISSR (*inter simple sequence repeats*) (Mehta *et al.*, 2004; Moreno *et al.*, 2008; 2012; Pujol Vieira dos Santos *et al.*, 2002). Estos trabajos muestran que existe una alta variabilidad intraespecífica entre aislados de *D. tritici-repentis* y que no es posible establecer un agrupamiento genético por patotipos o por región geográfica (Friesen *et al.*, 2005; Moreno *et al.*, 2008; Pujol Vieira dos Santos *et al.*, 2002). Por lo que estos resultados sugieren que la población de este patógeno es compleja en sus características.

En nuestro país la situación es similar y se ha encontrado gran variabilidad entre diferentes aislados de *D. tritici-repentis* a nivel cultural, patogénico, enzimático y molecular (Moreno, 2007; Moreno *et al.*, 2008; 2011; Perelló *et al.*, 2012). Moreno *et al.* (2014) también han encontrado discrepancias entre la caracterización fenotípica y genotípica de diferentes aislados tomados de diversos puntos del país. Estos resultados sugieren que la estructura poblacional del patógeno no está bien determinada tampoco en Argentina.

1.7 Resistencia Genética

La pérdida de resistencia genética en variedades comerciales de trigo debido a la aparición de nuevos patotipos del hongo ha sido bien documentada (Araya & Cárdenas, 1999; Young & Kelly, 1997). Es importante conocer la existencia de razas del patógeno y la relación de éstas con su hospedante para poder detectar genes de resistencia y

Caracterización de nuevos aislados de *Drechslera tritici-repentis* y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

obtener cultivares con resistencia durable (Ali & Francl, 2002b). *D. tritici-repentis* produce la fase sexual de su ciclo en rastrojos de trigo, bajo condiciones de campo en nuestro país, lo que aumenta las posibilidades de recombinación sexual y ello podría explicar el gran nivel de variabilidad patogénica del hongo. Esto ayudaría a que ciertos patotipos que están en baja frecuencia rápidamente puedan convertirse en predominantes si los cultivares susceptibles se utilizan cada vez más.

El hecho de que hayan ocurrido epifitias de mancha amarilla en las grandes zonas productoras de trigo a nivel mundial y la alta variabilidad de la población de este patógeno hacen necesario incorporar y ampliar la base de la resistencia genética actual en los cultivares de alto rendimiento. El mejoramiento para la resistencia a *D. tritici-repentis* es más eficaz a través de la identificación, caracterización e incorporación de nuevas fuentes de resistencia, eficaces frente a varias razas del patógeno, en cultivares de alto potencial. El uso de materiales con buen comportamiento frente a la enfermedad, en combinación con la rotación de cultivos, es la forma más económica y amigable con el medio ambiente para controlar las pérdidas causadas por ésta (Singh *et al.*, 2010; Strelkov & Lamari, 2003).

Una parte importante de la resistencia disponible frente a *D. tritici-repentis* es de tipo parcial o incompleta (Rees & Platz, 1992) caracterizada por la ausencia de inmunidad frente a la enfermedad. Esto quiere decir que aquéllos materiales de buen comportamiento tendrán una menor intensidad de lesiones que aquéllos que son altamente susceptibles.

La escasa disponibilidad de resistencia fue puntualizada por Rees & Platz. (1992) quienes reportaron que sólo unos pocos materiales, entre más de 60 evaluados, demostraron poseer resistencia detectable frente a esta enfermedad. Los mismos autores no han encontrado reacción de inmunidad en 1400 materiales de trigo evaluados; aunque se han hallado varios niveles de resistencia en variedades de hábito primaveral o invernal y sobre todo en aquellas de origen brasilero (Rees & Platz, 1990). Kohli *et al.* (1992) también informaron la escasez de altos niveles de resistencia en cultivares y líneas avanzadas de trigo en el Cono Sur. Gilchrist (1992) ha encontrado materiales con buen nivel de resistencia en líneas de trigo Chinas, Mejicanas y Brasileras y en la progenie de un cruzamiento interespecífico con *Agropyrum curvifolium*. Altos niveles de resistencia han sido encontrados en trigo pan y trigo sintético por otros investigadores (Tadesse *et al.*, 2006a; 2006b; Riede *et al.*, 1996) y también en trigos de distinto nivel de ploidia, aunque ningún genotipo fue hallado inmune (Lamari & Bernier, 1989a; Singh *et al.*, 2006). Se han detectado buenos niveles de resistencia en especies silvestres relacionadas con el trigo especialmente en *T. monococum* (AA), *Aegilops tauschii* (DD), *T. dicoccoides* (AABB), *T. dicoccum* (AABB), *T. turgidum* (AABB), *T. persicum* (CCUU), *T. timopheevii* (AAGG), *T. spelta* (AABBDD) y *T. zukhovskii* (AAAAGG) (Lamari & Bernier, 1989a; Singh *et al.*, 2006; Zhang & Jin, 1998). Similares observaciones fueron halladas por Alam & Gustafson (1988) en *Ae. speltoides* (SS), *Ae. triaristata* (UUMM), *Ae. cylindrica* (CCDD), y *Ae. ovata* (UUMM). Materiales con resistencia también han sido identificados en especies

derivadas del trigo como *Ae. tauschii* (DD), *Leymus racemosus* (NsNsXmXm), *Elymus rectisetus* (StStYYWW), *Thinopyrum elongatum* (EE), *Th. junceum* (EEEEEE), *Th. Ponticum* (EEEEEEEEEE), *Th. Intermedium* (EEEEStSt o JJEEStSt), *Dasyphyrum villosa* (VV), *Avena sativa* (AACCCDD), y *Secale cereale* (RR) (Oliver *et al.*, 2008). En una reciente evaluación de 126 materiales entre los que había trigos duros, rojos primaverales y líneas de las grandes planicies de Norte América se ha encontrado altos niveles de resistencia frente a varias razas de *D. tritici-repentis* y sus toxinas en 10 de estos materiales (Singh *et al.*, 2006).

En nuestro país la situación es similar donde la mayoría de los cultivares comerciales son susceptibles a altamente susceptibles bajo condiciones naturales de alta presión de la enfermedad (Annone, 1998). En base a observaciones realizadas durante los años 1994, 1995 y 1996 el mismo autor presentó una lista de variedades comerciales con algún grado de resistencia frente a la enfermedad entre las que se encuentran Buck Charrua, Buck Guarani, Cooperación Calquin, Cooperación Maipun, Don Ernesto INTA, Klein Cacique, Klein Centauro, Klein Estrella, ProINTA Federal, ProINTA Guazu y ProINTA Real. También señaló que el rango de 1-30 % de severidad de mancha amarilla en hoja bandera parece el adecuado para caracterizar al material como moderadamente resistente. En un trabajo más reciente, llevado a cabo en tres localidades y durante los años 2003 y 2004, Annone & García (2005) caracterizaron 34 variedades comerciales de trigo frente a *D. tritici-repentis*, en condiciones naturales de campo, y encontraron que Buck Aguara, Klein Proteo, Relmo Tijereta, Buck Arriero y ProINTA Gaucho se manifestaron como las de mejor comportamiento. Galich & Galich (1994) analizaron el comportamiento de cultivares de trigo de distinto ciclo frente a *D. tritici-repentis* en el sur de Córdoba y Santa Fe observando que sólo un grupo limitado se comportó como moderadamente susceptible y el resto como susceptible. Además de éstos, varios trabajos han caracterizado cultivares comerciales de trigo frente a la enfermedad en condiciones naturales de campo. Sin embargo hay muy pocos trabajos donde se haya caracterizado el comportamiento de cultivares comerciales de trigo frente a distintos aislados del patógeno caracterizados molecularmente (Moreno *et al.*, 2008).

Considerando estos antecedentes y que existen algunos aislados que parecen corresponder a diferentes razas del patógeno se plantean las siguientes hipótesis:

1.8 Hipótesis

- Los aislados seleccionados son diferentes entre sí en base a su caracterización por el tipo de reacción sobre líneas diferenciales y por el análisis molecular de genes que codifican toxinas específicas.
- Existen interacciones específicas entre los aislados del patógeno y los cultivares argentinos de trigo.
- Es posible detectar resistencia frente a varios aislados del patógeno en cultivares argentinos de trigo.

1.9 Objetivos

- Caracterizar tres aislados de *D. tritici-repentis*, tomados de distintas regiones del país, a través del tipo de reacción en líneas diferenciales de trigo y a través del análisis molecular de los genes que codifican la producción de toxinas específicas del hongo.
- Analizar la respuesta a la infección de 31 cultivares comerciales argentinas de trigo, entre las que se encuentran algunas que muestran moderada resistencia a campo y los cultivares más sembrados, frente a tres aislados, previamente caracterizados, de *D. tritici-repentis* al estado de plántula en invernáculo, y en planta adulta a campo.

[Escriba texto]

CAPITULO 2:

MATERIALES Y METODOS

2.1 Aislados fúngicos

Se caracterizaron tres aislados monospóricos del patógeno *D. tritici-repentis*. Los mismos fueron aportados por la Dra. Analía Perelló del Centro de Investigaciones de Fitopatología (CIDEFI), Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Universidad Nacional de La Plata y del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET). Los tres aislados se seleccionaron en base a haber demostrado un comportamiento diferencial en algunos cultivares en ensayos previamente realizados (Perelló *com. pers.*). Su procedencia es:

- Aislado 1 (cepa LH) procedente de la localidad Los Hornos (Fig. 2.1.1.).
- Aislado 2 (cepa 25M035) procedente de la localidad de 25 de Mayo (Fig. 2.1.2.).
- Aislado 3 (G327) procedente de la localidad de Gualeguaychu (Fig. 2.1.3.).



Figura 2.1.1. Aislado axénico de *D. tritici-repentis* procedente de la localidad de Los Hornos (Aislado 1).
Figura 2.1.2. Aislado axénico de *D. tritici-repentis* procedente de la localidad de 25 de Mayo (Aislado 2).



Figura 2.1.3. Aislado axénico de *D. tritici-repentis* procedente de la localidad de Gualeguaychu (Aislado 3).

2.2 Producción de Inóculo

A partir de una caja de Petri conteniendo un cultivo axénico de cada aislado de *D. tritici-repentis*, la cual fue considerada como el inóculo de partida, se obtuvieron, con la ayuda de un sacabocado previamente flameado, discos de 6 mm de diámetro del margen en activo crecimiento. Estos se sembraron individualmente en el centro de cajas de Petri conteniendo el medio agar similar V8 (2 grs. de caldo vegetal deshidratado comercial Knorr + 20 grs. Agar + 3 grs. Co₃Ca + agua destilada 1 L. + 250 mg. Cloranfenicol), a través del método de siembra en un punto, colocando el mismo en el centro de la caja (Evans *et al.*, 1993). Se sembró 10 cajas de Petri para 10 m² de superficie a inocular a nivel de campo.

Las cajas de Petri inoculadas se incubaron a 21 °C ±2 °C con ciclos de alternancia de 12 h de luz y 12 h de oscuridad (3500 lux emitida por tubos de luz negra con un adicional de luz cercana al UV de 365 nm; Raymond & Bockus, 1982). Transcurrido 6 días de incubación, se procedió a realizar un raspado superficial de la colonia con la ayuda de un portaobjeto previamente flameado, para favorecer la esporulación, seguido de un shock de 24 h luz y posteriormente 24 h de oscuridad.

Los conidios y/o micelio se cosecharon agregando 5 ml de agua destilada estéril sobre la caja de Petri. Posteriormente esta suspensión se transfirió a un vaso aforado. Esta operación se repitió dos veces por caja de Petri. La suspensión resultante se filtró y licuó en procesadora.

La concentración de conidios en la suspensión se ajustó a 3 x 10³ conidios/ml, siendo estimada a través del recuento en cámara de Neubauer e incluyendo el agregado de 3 gotas de Tween 20 el cual se utilizó como surfactante (Ali *et al.*, 1990; Ali & Francé, 2001a; Gamba & Lamari, 1998, Gamba *et al.*, 1998; Lamari *et al.*, 1995; 1998; Luz & Hosford, 1980; Schilder & Bergstrom, 1990).

2.3 Caracterización del tipo de reacción en líneas diferenciales de trigo:

Se utilizaron las líneas diferenciales propuestas por Andrie *et al.* (2007) y Ali *et al.* (2010) el cual posee las líneas Glenlea, Katepwa, 6B365, 6B662, Salamouni y M3. A estas se le sumaron las líneas diferenciales Coulter, Erik y 4B-160 utilizadas en otros trabajos de investigación (Benslimane *et al.*, 2011; Lamari *et al.*, 2003). Las semillas fueron proporcionadas por el Dr. Pawan Kumar Singh del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT).

El ensayo se realizó con un diseño factorial, siendo los factores las líneas y los aislados, con seis repeticiones. Se sembraron siete semillas de cada línea por aislado por repetición en macetas de plástico de 12 cm de diámetro y 15 cm de profundidad. Éstas se mantuvieron en invernáculo con condiciones de temperatura y humedad registradas en la Figura 2.3.1.

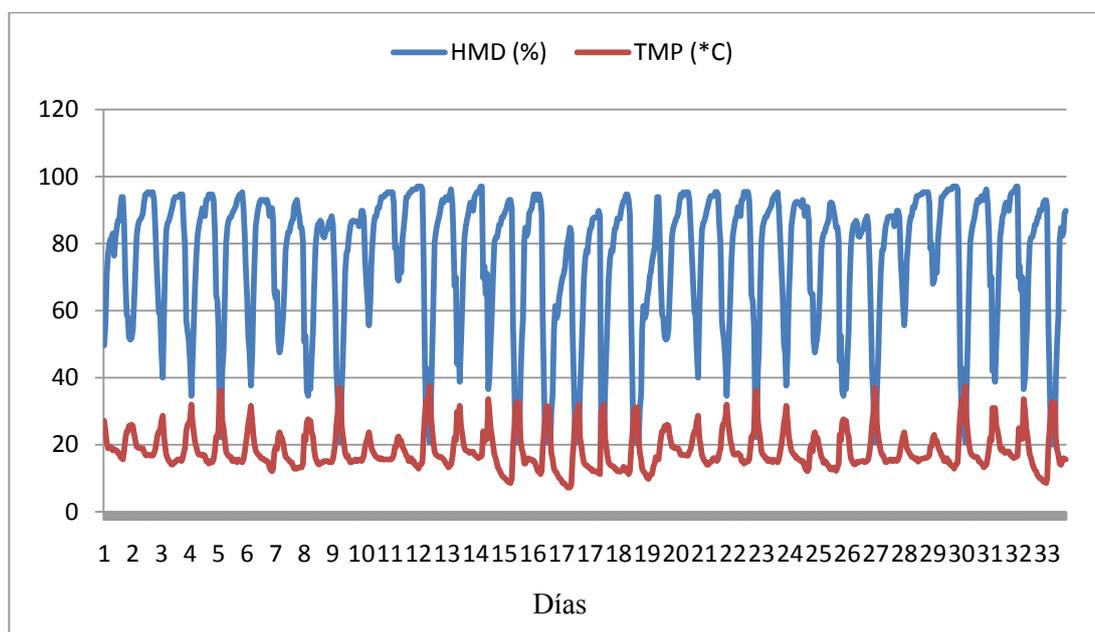


Figura 2.3.1. Temperatura (°C) y Humedad relativa (%) registradas en un ensayo de trigo inoculado individualmente con 3 aislados de *D. tritici-repentis*, en invernáculo sobre 9 líneas de trigo.

Cuando las plantas poseían 3 hojas desplegadas, se procedió a realizar la inoculación de cada aislado a través de un pulverizador manual hasta chorreo completo de la planta (25 ml por maceta aproximadamente). Luego de la inoculación se cubrieron con una bolsa de plástico que contenía en su interior un recipiente con agua para asegurar una alta humedad por 48 h y así favorecer la infección. A los 10 y 14 días de la inoculación se evaluaron en base al tipo de reacción en cada línea (N= Necrosis; Cl= Clorosis; N Cl= Necrosis + Clorosis; R= Resistente) para así poder determinar el patrón de virulencia de cada aislado.



Figura 2.3.2. Ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en invernáculo sobre 9 líneas diferenciales de trigo.

2.4 Análisis molecular de genes que codifican toxinas en los aislados:

2.4.1 Extracción de ADN

Los aislados se cultivaron en agar-simil V8. Para cada aislado, se utilizó material proveniente de cultivos de 7 días de crecimiento y se rasparon, cuidadosamente, la superficie de los mismos con un bisturí para luego transferirlo a un Eppendorf de 1,5 ml. Se mezcló con 400 μ l de CTAB (bromuro de cetil trimetil amonio) + buffer de extracción (100 mM Tris-HCl pH 8.0 + 20 mM EDTA pH 8.0 + 1.4 M NaCl + 0,2 % (w/v) β mercapto ethanol) + 100 μ l de CTAB 10 %. Se extrajo el ADN por calentamiento de la suspensión a 60 °C por 30 min. Luego, se añadió un volumen de una mezcla de cloroformo: alcohol isoamílico (24:1 v/v), y los tubos se agitaron y centrifugaron a 10000 g durante 5 min. La fase acuosa, que contenía el ADN, se transfirió a un nuevo tubo y se precipitó durante toda la noche mediante la adición de isopropanol. El ADN se sedimentó por centrifugación a 10000 xg durante 10 min; se lavó con 10 mM de acetato de amonio en etanol al 75 % (10000 xg, 10 min) y luego con etanol al 70 % (10000 xg, 10 min) (Murray & Thompson, 1980; Wagner *et al.*, 1987). Posteriormente, el sedimento de ADN se secó y se disolvió en 80 μ l de TE (10 mM Tris-HCl pH 8.0 + 1 mM EDTA pH 8.0). La concentración de ADN se estimó por comparación con un marcador molecular de concentración conocida en electroforesis en gel de agarosa al 0,7 %.

2.4.2 Análisis de los genes *Tox A* y *Tox B* por PCR

Se seleccionaron los cebadores correspondientes a la región codificadora de los genes *Tox A*, *Tox B* y *tox b* determinados por Andrie *et al.* (2007). Los cebadores *Tox A* (TA51F/TA52R) amplifican un fragmento de 600 pb sólo en las razas 1 y 2; mientras que las razas 3, 4 y 5 amplifican un fragmento de 250 pb específico para *Tox B* utilizando el par de cebadores TB71F/TB6R. El cebador inverso TB60R emparejado con TB71F amplifica tanto al gen *Tox B1* específico de raza 5 y secuencias homólogas de *Tox B* que son características de la raza 5, mientras que el cebador inverso TB58R es específico de *tox b* en la raza 4. Las PCR se realizaron en un volumen final de 25 μ l que contenía 12 ng de ADN genómico, 10X de buffer de reacción (2 mM Tris-HCl pH 8.0 + 10 mM KCl + 0,01 mM EDTA + 1 mM DTT + 50 % glicerol + 0,5 % Tween 20 + 0.5 % Nonidet P40.), 0,7 μ M de cebador, 200 μ M de cada dNTP (Promega Biotech. Corporation), 2,5 mM de MgCl₂ y 1,25 unidades de *Taq* ADN polimerasa. Las

Caracterización de nuevos aislados de Drechlera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

amplificaciones de ADN se realizaron en un termociclador XP (Bioer Tecnología Co, Hangzhou, China) usando el siguiente protocolo de ciclos: una etapa de desnaturalización inicial de 95 °C durante 2 min., seguido de 29 ciclos a 95 °C durante 30 seg., 50 °C durante 35 seg. (TA51F / TA52R y TB71F/TB58R) y 72 °C durante 45 seg. y un ciclo de extensión final a 72 °C durante 2 min. La temperatura de hibridación o “annealing” fue de 52 °C para los cebadores TB71F/TB6Ry TB71F/TB60R. Cada reacción se realizó al menos dos veces. Los productos de PCR se sometieron a electroforesis en geles de agarosa de 1,5% (peso/vol), que contenían 3 μl^{-1} de GelRed (Biotium, Hayward, EE.UU.), a 80 voltios en solución buffer 5X de Tris-borato-EDTA durante 3 h a temperatura ambiente. Los fragmentos amplificados se visualizaron bajo luz UV. El tamaño de los fragmentos de ADN se estimó mediante la comparación de las bandas de ADN con controles positivos de aislados de razas de *D. tritici-repentis* que portan las diferentes toxinas. Las imágenes del gel se fotografiaron con un sistema digital DOC 6490 (Biodinámica SRL, Buenos Aires, Argentina).

2.5 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de plántula frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* en invernáculo.

Se seleccionaron 31 cultivares de trigo en base a cuatro criterios.

Grupo 1. Veinte cultivares comerciales de trigo en base a su buen comportamiento (moderada resistencia) a *D. tritici-repentis* a través de información obtenida de diversas fuentes (Alberione *et al.*, 2011a; Alberione *et al.*, 2011b; Alberione *et al.*, 2012; Castro *et al.*, 2010; Catalogo Semillas Buck Trigo 2012; Díaz de Ackermann, 2010; Pereyra & Díaz, 2011; Pereyra & Germán, 2012; Proyecto Regional Trigo: principales logros y avances / IICA – PROCISUR, 2010; Red de Ensayos Comparativos de Variedades de Trigo. Campaña 2012/13. Localidades: Marcos Juárez, Pergamino, Pla. INASE.; Resultados Experimentales de la Evaluación de Cultivares de Trigo, Cebada, Colza, Triticale y Trigo doble propósito de los tres últimos años. Período 2008-2009-2010. INIA). Estos son Sursem Nogal, Baguette Premium 11, Buck SY 300, Klein Capricornio, Don Mario Don Mario Lenox, Klein Proteo, Klein Tauro, BioInta 1001, Klein Castor, Buck 75° Aniversario, Buck AGP Fast, Buck SY 110, ACA 901, Klein León, Klein Rayo, Baguette Premium 13, Baguette 701, Buck SY 100, ACA 320 y Klein Nutria.

Grupo 2. Cinco cultivares de trigo de mayor superficie sembrada en el país para poder conocer como es su comportamiento frente a la enfermedad. Estos datos se obtuvieron en base a informes personales de los criaderos Klein y Buck ya que no existen estadísticas oficiales respecto a este tema. Estos son Baguette 601, Baguette 9, Baguette 17, BioInta 3005 y Don Mario Cronox.

Grupo 3. Cuatro cultivares de trigo que han manifestado diferencias a campo y que constituyen progenitores de una población de mapeo. En caso de encontrar diferentes niveles de resistencia con estos aislados serían de utilidad para localizar marcadores para resistencia al patógeno. Estas son ProInta Puntal, Klein Volcán, Klein Dragón y Buck Brasil.

Grupo 4. Dos cultivares muy susceptibles frente a *D. tritici-repentis* a fin de asegurar que la naturaleza patogénica de los aislados analizados. Estas son BioInta 2004 y Sursem 2330.

El ensayo se realizó con un diseño factorial con dos repeticiones, siendo los factores los cultivares y los aislados. Se sembraron siete semillas de cada línea por aislado por repetición en macetas de plástico de 12 cm de diámetro y 15 cm de profundidad. Estas se mantuvieron en invernáculo con similares condiciones de temperatura y humedad que las registradas para el ensayo del tipo de reacción en líneas diferenciales de trigo.

Cuando las plantas poseían 3 hojas desplegadas se procedió a realizar la inoculación de cada aislado a través de un pulverizador manual hasta chorreo completo de la planta. Luego de la inoculación se cubrieron con una bolsa de plástico que contenía en su interior un recipiente con agua para asegurar una alta humedad por 48 h y así favorecer la infección. A los 14 días se evaluó la segunda y tercer hoja de 5 plantas de cada macetas en base al tipo de reacción, usando la escala de 1-5 propuesta por Lamari & Bernier (1989a) (Figura 2.5.1), y la severidad de la misma (porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad).

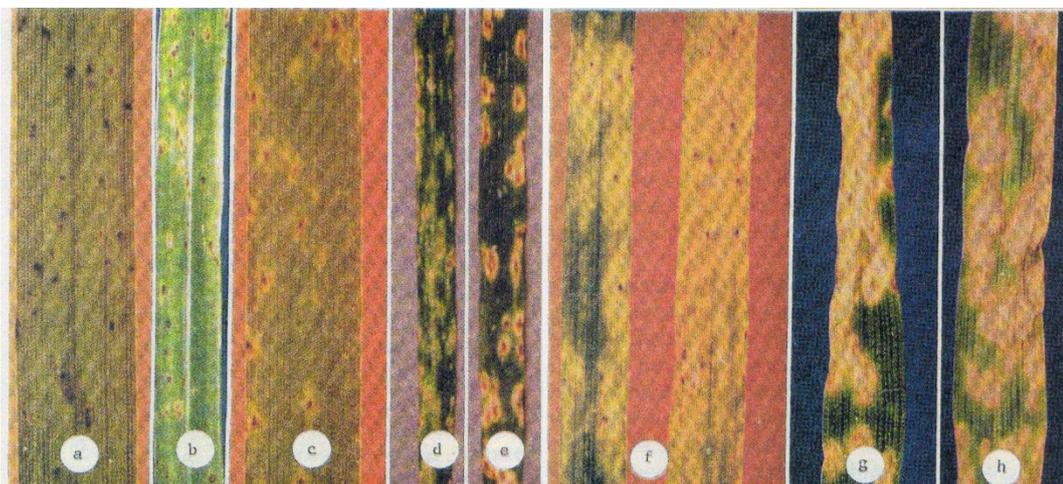


Figura 2.5.1. Escala de 1-5 propuesta por Lamari & Bernier (1989a). Referencias: **a.** Lesión tipo 1 = Pequeños puntos negros o marrones sin halo clorótico o necrosis; **b.** Lesión tipo 2 = Pequeños puntos negros o marrones con muy poca clorosis o necrosis; **c.** Lesión tipo 3 = Pequeños puntos negros o marrones completamente rodeados por halo clorótico o necrótico; **d,e.** Lesión tipo 4 = Pequeños puntos negros o marrones completamente rodeados por halo clorótico o necrótico, algunas de las lesiones coalescen; **f,g,h.** Lesión tipo 5 = Los pequeños puntos negros o marrones pueden o no ser distinguibles, la mayoría de las lesiones son zonas cloróticas o necróticas coalescentes.



Figura 2.5.2. Ensayo de trigo inoculado individualmente al estado de plántula con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en invernáculo sobre 31 cultivares de trigo.

2.6 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de planta adulta frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* bajo condiciones a campo.

Se utilizaron los 31 cultivares seleccionados para realizar la evaluación en plántula. El ensayo se realizó en dos localidades en el mismo año para obtener dos ambientes con un diseño de parcela subdividida. Estas fueron la Estación Experimental Julio Hirschhorn dependiente de la Universidad Nacional de La Plata en Los Hornos, Partido de La Plata y la Estación Experimental Agropecuaria Pergamino, del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria en el partido de Pergamino. La parcela principal fue la localidad, la sub-parcela el aislado y la sub-sub-parcela el cultivar.

De cada cultivar se sembraron 10 semillas a 2 cm entre sí y con una separación entre surcos de 20 cm por cada aislado y dos repeticiones en cada ambiente. Los aislados se separaron entre sí a una distancia mínima de 20 m y entre ellos se sembró avena para minimizar las posibilidades de contaminación de uno con otro. El suelo se laboreó previamente y las semillas se sembraron manualmente. Se fertilizó con una dosis de 50 kg de P/ha y 100 kg de N/ha aplicados al voleo al momento de la siembra.

Se procedió a realizar dos inoculaciones durante el ciclo del cultivo, la primera coincidiendo con los estados de principios de encañazón (EC 31 a 32 de la escala de Zadoks *et al.*, 1974) y la segunda comprendida entre la lígula de la hoja bandera visible hasta embuche hinchado (EC 39 a 45). Las inoculaciones se realizaron con aspersor manual con la concentración mencionada anteriormente y un volumen de 3 L por aislado. Para favorecer la infección se humedecieron las plantas con aspersor manual cada 2 horas durante los 3 días siguientes a la inoculación.

Se realizaron tres evaluaciones de la enfermedad:

1. La primera, se realizó 15 días después de la primera inoculación (ya que en condiciones de campo la expresión de los síntomas es posterior a lo que sucede en condiciones controladas, en que se consideran 7 días) (EC 37).
2. La segunda, se realizó alrededor de 30-35 días después de la aparición de la hoja bandera (este rango se debe a la diferencia de ciclo de cada uno de los cultivares lo que dificulta tener una uniformidad de estados de crecimiento en un momento dado) (EC 75).
3. La tercera, se realizó 40-45 días después de la aparición de hoja bandera (EC 82).

Se evaluaron las hojas con superficie verde de 7 macollos principales de cada surco y en cada una de éstas se evaluó el tipo de reacción usando la escala de 1-5 propuesta por Lamari & Bernier (1989a) y la severidad de la misma (porcentaje de área foliar afectada por la enfermedad).



Figura 2.6.1. Ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en la localidad de Los Hornos sobre 31 cultivares de trigo.



Figura 2.6.2. Ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en la localidad de Pergamino sobre 31 cultivares de trigo.

2.7 Análisis Estadístico

La caracterización de los cultivares se analizó con el programa GENSTAT para parcelas sub-subdivididas. Para la caracterización en plántula se consideró al aislado como parcela principal y a los cultivares como sub-parcela. Se utilizaron los datos promedio de la segunda y tercer hoja. Para la caracterización a campo se consideró a la localidad como la parcela principal, el aislado como sub-parcela y los cultivares como sub-sub-parcela. Se utilizaron los datos promedio de las 4 hojas superiores en la primera y segunda evaluación y tres hojas superiores en la tercera. Las medias se compararon mediante el test LSD.

Se realizó una discriminación de los cultivares según los valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE) para cada localidad y aislado considerándose como resistentes a todos aquellos cultivares que son estadísticamente iguales al menor valor, susceptibles a los que son estadísticamente iguales al mayor valor y los que quedaron entre ambos valores se clasificaron como moderadamente resistentes si estaban en la mitad inferior de este rango o moderadamente susceptibles si estaban en la mitad superior.

CAPITULO 3:

RESULTADOS

3.1 Caracterización del tipo de reacción en líneas diferenciales de trigo.

En la Tabla 3.1.1 se observa el tipo de reacción de las 9 líneas evaluadas, a los 14 días post-inoculación, frente a los 3 aislados de *D. tritici-repentis*.

Tabla 3.1.1. Tipo de reacción de 9 líneas diferenciales de trigo frente a 3 aislados de *D. tritici-repentis*.

Línea	Glenlea	Katepwa	6B662	6B365	Salamouni	M3	4B-160	Coulter	Erik
Aislado									
1	N Cl (ToxA)	R	R	Cl (ToxC)	N Cl	R	N	N Cl	R
2	R	R	R	Cl (ToxC)	N Cl	R	N	N	R
3	N (ToxA)	N Cl (ToxA) (ToxB)	Cl (ToxB)	Cl (ToxC)	N	R	N Cl	Cl	R

Referencias: N= Necrosis; Cl= Clorosis; R= Resistente. ToxA= Presencia de toxina A; ToxB= Presencia de toxina B; ToxC= Presencia de toxina C. Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327.

El aislado 1 se caracterizó por presentar una reacción de necrosis y clorosis en las líneas Glenlea, Salamouni y Coulter, una reacción de clorosis en la línea 6B-365, una reacción de necrosis en 4B-160 y de resistencia en el resto. La reacción de necrosis en Glenlea sería indicativa de la presencia de la toxina A; mientras que la reacción de clorosis en 6B-365 sería indicativa de la presencia de la toxina C. Este aislado comparte algunos tipos de reacción característicos de la raza 1 excepto por la ausencia de necrosis en Katepwa y por la presencia de necrosis y clorosis en Salamouni.

El aislado 2 se caracterizó por una reacción de necrosis y clorosis en Salamouni, una reacción de clorosis en la línea 6B-365, una reacción de necrosis en 4B-160 y Coulter y una reacción de resistencia en el resto de las líneas. La reacción de clorosis en 6B-365 sería indicativa de la presencia de la toxina C. Este aislado comparte algunos tipos de reacción característicos de la raza 3 excepto por la presencia de necrosis y clorosis en Salamouni.

El aislado 3 se caracterizó por una reacción de necrosis y clorosis en Katepwa y 4B-160, de clorosis en 6B-662, 6B-365 y Coulter, de necrosis en Glenlea y Salamouni y de resistencia en el resto de las líneas. La reacción de necrosis en Glenlea y Katepwa sería indicativa de la presencia de la toxina A; la de clorosis en 6B-662 y Katepwa indicaría la presencia de la toxina B y la reacción de clorosis en 6B-365 sería indicativa de la presencia de la toxina C. Este aislado comparte algunos tipos de reacción característicos de la raza 8 excepto por la presencia de necrosis en Salamouni.



Figura 3.1.1. Reacción de Clorosis, Necrosis y Necrosis + Clorosis respectivamente, en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* sobre 9 líneas diferenciales de trigo.

3.2 Análisis molecular de genes que codifican toxinas en los aislados estudiados.

En la Figura 3.2.1 puede observarse la amplificación de los fragmentos de ADN que indican la presencia de genes que codifican la toxina A (*TOX A* TA51F/TA52R) y genes homólogos que codifican para la producción de la toxina B (*TOX b* TB71F/TB58R, *TOX B1* TB71F/TB60R y *TOX B* TB71F/TB6R).

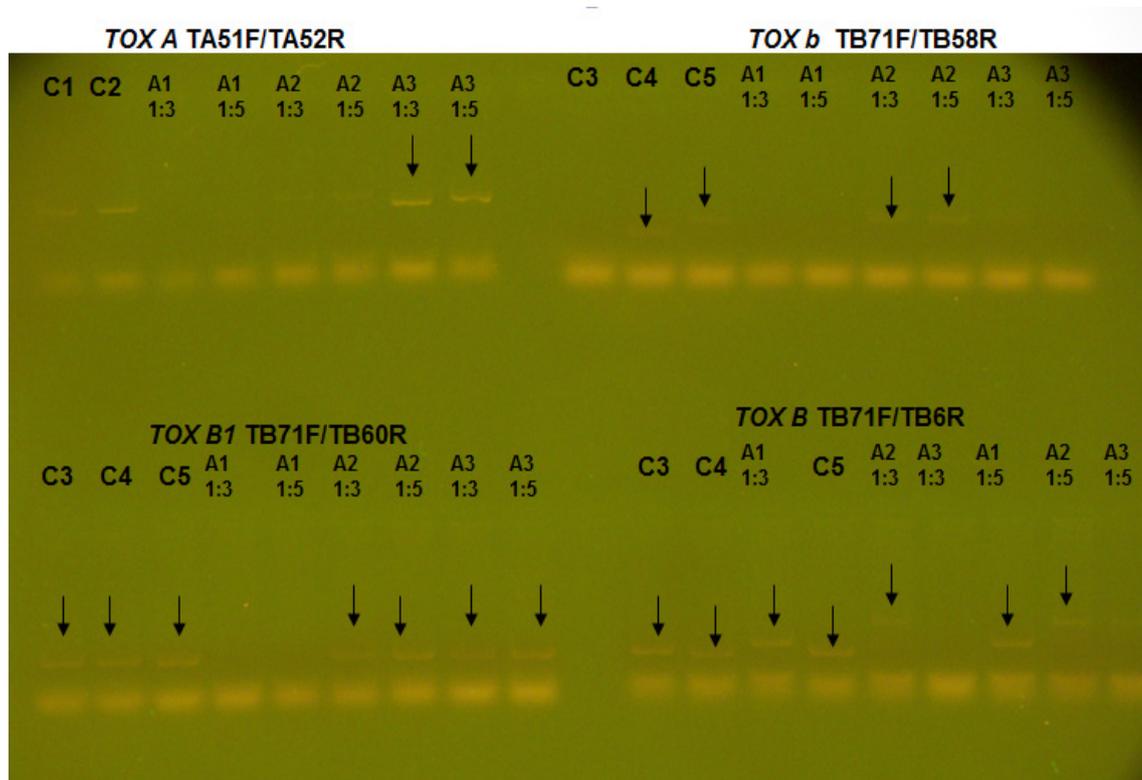


Figura 3.2.1. Estimación de tamaños de fragmentos amplificados de ADN en comparación con controles positivos de los cebadores *TOX A* TA51F/TA52R, *TOX B* TB71F/TB58R, *TOX B1* TB71F/TB60R y *TOX b* TB71F/TB6R de 3 aislados de *D. tritici-repentis*. Referencias. C1, C2, C3, C4 y C5 = Controles positivos de cada cebador. A1 = aislado 1 (cepa LH); A2 = aislado 2 (cepa 25M035) y A3 = aislado 3 (cepa G327). Flechas negras indican presencia de gen que codifica para la producción de la toxina correspondiente.

El aislado 1 se caracterizó por la presencia del gen *TOX B*; el 2 por la presencia de los genes homólogos *TOX B*, *TOX B1* y *TOX b* y el aislado 3 por poseer el gen *TOX A* y *TOX B1*.

3.3 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de plántula frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* en invernáculo.

En la Tabla 3.3.1 se muestran los cuadrados medios y sus correspondientes probabilidades para la severidad y el tipo de reacción evaluadas 14 días posteriores a la inoculación.

Tabla 3.3.1. Cuadrados medios de la severidad y el tipo de reacción (en estado de plántula) en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* en 31 cultivares de trigo.

Fuente de Variación	G.L.	Evaluación Severidad -Promedio de la 2° y 3° hoja-	Evaluación Tipo de Reacción -Promedio de la 2° y 3° hoja-
Cultivar	30	0,077 (<0,001)*	0,002 (<0,001)
Error a	30	0,002	0,000
Aislado	2	0,027 (<0,001)	0,008 (<0,001)
C × A	60	0,005 (<0,001)	0,000 (<0,001)
Error b	62	0,000	0,000

* Valor de P de acuerdo al test de F.

Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre cultivares y aislados y en la interacción cultivar × aislado para la evaluación de severidad y tipo de reacción.

En la Tabla 3.3.2 se indican las medias de severidad, en estado de plántula, para los tres aislados y 31 cultivares de trigo.

Tabla 3.3.2. Medias de severidad en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* en 31 cultivares de trigo, evaluadas 14 días posteriores a la inoculación.

Aislado	Cultivar				
	Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
1	7,95 a	13,05 a	6,80 a	16,25 a	8,71 a
2	10,66 a	14,13 a	5,06 a	15,40 a	9,02 a
3	13,11 a	23,96 b	7,06 a	17,53 a	9,61 a
Promedio	10,57	17,05	6,31	16,39	9,11
Aislado	Cultivar				
	Klein Proteo	Klein Tauro	BioInta 1001	Klein Castor	Buck 75° Aniversario
1	11,82 a	12,84 a	9,81 a	15,49 a	26,42 b
2	23,34 b	13,72 a	12,83 a	25,64 b	17,31 a
3	14,23 a	22,17 b	11,58 a	15,05 a	16,02 a
Promedio	16,46	16,24	11,41	18,73	19,92
Aislado	Cultivar				
	Buck AGP Fast	Buck SY 110	ACA 901	Klein León	Klein Rayo
1	10,29 a	6,54 a	23,54 a	18,83 a	26,27 a
2	9,720 a	7,22 a	21,36 a	24,10 ab	35,28 b

Caracterización de nuevos aislados de Drechlera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

3	11,62 a	5,42 a	20,61 a	26,48 b	33,57 b
Promedio	10,54	6,39	21,84	23,14	31,71
	Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
1	16,22 a	38,49 a	15,59 a	23,99 a	18,82 a
2	16,60 a	40,69 a	12,16 a	23,91 a	19,91 a
3	17,60 a	39,41 a	17,30 a	30,20 b	17,79 a
Promedio	16,81	39,53	15,02	26,03	18,84
	Baguette 601	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario Cronox
1	5,23 a	17,48 a	7,17 a	26,07 a	23,15 a
2	4,58 a	29,29 b	6,73 a	24,48 a	26,33 a
3	4,93 a	12,87 a	16,58 b	25,78 a	28,45 a
Promedio	4,91	19,88	10,16	25,44	25,98
	ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
1	10,07 a	16,94 a	23,40 a	18,65 a	28,58 a
2	9,88 a	17,25 a	22,66 a	20,40 a	36,42 b
3	14,34 a	15,99 a	37,58 b	36,00 b	41,32 b
Promedio	11,43	16,73	27,88	25,02	35,44
	Buck Brasil				
1	30,39 b				
2	21,71 a				
3	34,59 b				
Promedio	28,90				

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD cultivar = 4,20

Los cultivares que presentaron mejor comportamiento fueron Baguette 601, Buck SY 300, Buck SY 110, Don Mario Lenox, Baguette 17, Buck AGP Fast, Sursem Nogal, BioInta 1001, ProInta Puntal y SY100. El aislado 3 presentó el mayor valor de severidad y se diferenció significativamente del aislado 2 y éste a su vez del 1 (Tabla 6.1.1 del apéndice). Buck 75° Aniversario evidenció una mayor severidad con el aislado 1. Klein Proteo, Klein Castor y Baguette 9 tuvieron una mayor severidad con el aislado 2; mientras que Baguette Premium 11, Klein Tauro, Klein León, ACA 320, Baguette 17, Klein Dragón, BioInta 2004 presentaron una mayor severidad con el aislado 3. Klein Rayo y Sursem 2330 mostraron altos valores de severidad con el aislado 2 y 3 respecto del 1; mientras que Buck Brasil tuvo altos valores con el aislado 1 y 3 respecto al 2.

En la Tabla 3.3.3 se encuentran las medias del tipo de reacción, en estado de plántula, para los tres aislados y 31 cultivares de trigo.

Tabla 3.3.3. Medias del tipo de reacción en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados de *D. tritici-repentis* en 31 cultivares de trigo, evaluadas 14 días posteriores a la inoculación.

Aislado	Cultivar				
	Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
1	1,57 ab	1,10 a	0,70 a	1,42 a	1,15 a
2	1,35 a	1,62 a	1,07 ab	1,22 a	1,17 a
3	1,92 b	3,14 b	1,37 b	1,72 a	1,28 a
Promedio	1,61	1,96	1,05	1,46	1,20
	Klein Proteo	Klein Tauro	BioInta 1001	Klein Castor	Buck 75° Aniversario
1	1,11 ab	0,85 a	1,20 a	1,63 a	1,56 a
2	1,39 b	0,88 a	0,98 a	1,34 a	1,15 a
3	0,87 a	1,47 b	1,16 a	1,43 a	1,38 a
Promedio	1,13	1,07	1,12	1,47	1,36
	Buck AGP Fast	Buck SY 110	ACA 901	Klein León	Klein Rayo
1	0,95 a	0,95 a	1,30 a	1,34 a	1,57 a
2	1,16 a	0,98 a	1,25 a	1,64 a	1,54 a
3	2,15 b	1,36 a	1,78 a	1,78 a	1,92 a
Promedio	1,42	1,10	1,44	1,59	1,68
	Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
1	1,29 a	2,59 a	1,08 a	0,95 a	1,26 a
2	1,35 a	2,34 a	1,20 a	1,45 a	1,20 a
3	1,10 a	2,83 a	1,04 a	1,32 a	1,61 a
Promedio	1,25	2,59	1,11	1,24	1,36
	Baguette 601	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario Cronox
1	0,85 a	1,24 a	1,13 a	1,68 a	1,09 a
2	0,59 a	2,17 b	1,42 ab	1,78 a	1,32 a
3	0,80 a	1,20 a	1,90 b	2,05 a	1,61 b
Promedio	0,75	1,54	1,49	1,84	1,34
	ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
1	1,30 a	0,89 a	1,52 a	0,85 a	1,11 a
2	1,29 a	1,39 a	1,97 a	1,70 b	1,25 a
3	1,96 b	1,23 a	3,36 b	1,96 b	2,00 b
Promedio	1,52	1,17	2,28	1,51	1,45
	Buck Brasil				
1	1,87 b				
2	1,31 a				
3	2,45 c				

Promedio	1,88				
----------	------	--	--	--	--

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD cultivar = 0,30

Los cultivares que presentaron mejor comportamiento, para tipo de reacción, fueron Baguette 601, Buck SY 300, Klein Tauro, Buck SY 110, Buck SY 100, BioInta 1001, Klein Proteo, Klein Volcán, Don Mario Lenox y ACA 320. El aislado 3 presentó el mayor valor y se diferenció significativamente del aislado 2 y éste a su vez del 1 (Tabla 6.1.2 del apéndice). Klein Proteo y Baguette 9 tuvieron un aumento significativo del tipo de reacción con el aislado 2; mientras que Sursem Nogal, Baguette Premium 11, Buck SY 300, Klein Tauro, Buck AGP Fast, Baguette 17, Don Mario Cronox, ProInta Puntal, Klein Dragón y Sursem 2330 mostraron un aumento significativo con el aislado 3. BioInta 2004 evidenció altos valores con el aislado 2 y 3 respecto del 1 y Buck Brasil con el aislado 3 y 1 respecto al 2.

3.4 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de planta adulta frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* bajo condiciones a campo

En la Tabla 3.4.1 se muestran los cuadrados medios y sus correspondientes probabilidades para la severidad en tres momentos de evaluación (EC 37, EC 75 y EC 82).

Tabla 3.4.1. Cuadrados medios de la severidad en tres momentos de evaluación (EC 37, EC 75 y EC 82) en un ensayo de trigo inoculado individualmente con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y en 31 cultivares de trigo.

Fuente de Variación	G.L.	Estadio EC 37 - Promedio de las 4 hojas superiores-	Estadio EC 75 - Promedio de las 4 hojas superiores-	Estadio EC 82 - Promedio de las 3 hojas superiores-
Localidad	1	0,038 (0,170)*	1,039 (0,08)	8,147 (0,035)
Error a	1	0,003	0,016	0,025
Aislado	2	0,004 (0,039)	0,094 (0,106)	0,089 (0,011)
L × A	2	0,006 (0,021)	0,026 (0,405)	0,009 (0,293)
Error b	4	0,000	0,023	0,005
Cultivar	30	0,017 (<0,001)	0,197 (<0,001)	0,234 (<0,001)
L × C	30	0,009 (<0,001)	0,056 (<0,001)	0,094 (<0,001)
A × C	60	0,002 (0,736)	0,010 (0,062)	0,019 (0,007)
L × A × C	60	0,002 (0,789)	0,013 (0,003)	0,020 (0,003)
Error c	180	0,002	0,007	0,0117

* Valor de P de acuerdo al test de F.

No se observaron diferencias significativas entre localidades en el estadio EC 37 y EC 75 pero si en el EC 82. Se observaron diferencias estadísticamente significativas entre aislados para el estadio EC 37 y EC 82, no siendo así para EC 75. Entre cultivares hubo diferencias estadísticamente significativas en los tres estadios. La triple interacción fue significativa para EC 75 y EC 82, no siendo así para EC 37.

En la Tabla 3.4.2 se indican las medias de severidad correspondientes al estadio EC 37 para los tres aislados, dos localidades y 31 cultivares de trigo.

Tabla 3.4.2. Medias de severidad en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 37.

Localidad	Aislado	Cultivar				
		Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
Los Hornos	1	1,61 a	1,57 a	0,48 a	5,14 b	0,00 a
	2	0,19 a	1,69 a	1,04 a	1,71 a	0,20 a
	3	0,43 a	0,26 a	0,14 a	4,23 b	0,64 a
Pergamino	1	1,18 a	0,84 a	1,77 a	2,39 a	1,00 a
	2	0,77 a	0,62 a	0,84 a	1,38 a	0,00 a
	3	0,52 a	0,59 a	0,76 a	0,99 a	1,62 a
Promedio		0,78	0,93	0,84	2,64	0,58
		Klein Proteo	Klein Tauro	BioInta 1001	Klein Castor	Buck 75° Aniversario
Los Hornos	1	1,81 a	4,32 b	0,45 a	0,68 a	0,88 a
	2	1,87 a	1,40 a	0,30 a	0,65 a	0,90 a
	3	0,50 a	0,65 a	0,13 a	0,13 a	0,25 a
Pergamino	1	3,87 a	6,36 a	1,30 a	2,32 a	2,96 a
	2	3,39 a	6,25 a	1,40 a	2,85 a	3,58 a
	3	3,41 a	5,39 a	1,16 a	2,18 a	2,43 a
Promedio		2,48	4,06	0,79	1,47	1,83
		Buck AGP Fast	Buck SY 110	ACA 901	Klein León	Klein Rayo
Los Hornos	1	0,29 a	0,55 a	0,48 a	0,34 a	0,91 a
	2	0,30 a	0,61 a	0,43 a	0,68 a	0,43 a
	3	0,29 a	0,48 a	0,38 a	0,64 a	0,27 a
Pergamino	1	1,69 a	0,95 a	0,96 a	1,09 a	0,87 a
	2	1,09 a	2,36 a	0,66 a	1,76 a	1,27 a
	3	1,24 a	1,41 a	1,29 a	0,80 a	1,84 a
Promedio		0,82	1,06	0,70	0,89	0,93
		Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
Los Hornos	1	3,08 a	1,41 a	4,89 a	1,97 a	1,93 a
	2	2,35 a	1,75 a	4,62 a	2,35 a	1,68 a
	3	1,11 a	1,38 a	6,61 a	0,72 a	0,88 a
Pergamino	1	2,30 a	0,62 a	0,96 a	0,79 a	3,71 a
	2	1,27 a	1,34 a	2,14 a	1,16 a	3,87 a
	3	2,86 a	0,50 a	1,75 a	2,89 a	3,62 a
Promedio		2,16	1,17	3,50	1,65	2,62
		Baguette 601	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario Cronox

Caracterización de nuevos aislados de Drechslera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

Los Hornos	1	0,60 a	1,18 a	2,59 a	1,43 a	0,39 a
	2	0,27 a	0,27 a	0,86 a	1,07 a	0,66 a
	3	0,36 a	0,15 a	1,32 a	2,26 a	0,61 a
Pergamino	1	1,11 a	1,09 a	0,77 a	0,95 a	1,57 a
	2	1,23 a	0,88 a	0,96 a	0,75 a	1,25 a
	3	0,75 a	0,80 a	0,46 a	0,43 a	3,75 a
Promedio		0,72	0,73	1,16	1,15	1,37
		ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
Los Hornos	1	0,39 a	0,46 a	1,00 a	0,27 a	2,12 a
	2	0,43 a	0,63 a	0,29 a	0,02 a	4,98 b
	3	0,23 a	0,95 a	0,63 a	0,36 a	5,40 b
Pergamino	1	0,52 a	0,33 a	1,55 a	0,45 a	0,79 a
	2	0,36 a	0,64 a	2,04 a	1,52 a	2,27 a
	3	0,12 a	1,27 a	3,07 a	0,34 a	0,45 a
Promedio		0,34	0,71	1,43	0,49	2,67
		Buck Brasil				
Los Hornos	1	9,83 c				
	2	6,67 b				
	3	1,19 a				
Pergamino	1	2,51 a				
	2	4,01 a				
	3	3,68 a				
Promedio		4,65				

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD cultivar = 1,15

En EC 37 se registraron bajos valores de severidad y hubo diferencias estadísticas significativas entre los cultivares. Los que tuvieron mejor comportamiento fueron ProInta Puntal, BioInta 2004, Don Mario Lenox, ACA 901, Klein Volcán, Baguette 601, Baguette 9, Sursem Nogal, BioInta 1001 y Buck AGP Fast. El aislado 1 se diferenció significativamente del aislado 3 causando un mayor nivel de severidad pero no se diferenció significativamente del 2 (Tabla 6.1.3 del apéndice). A pesar de no haber diferencias significativas entre localidades, Pergamino tuvo una mayor severidad que Los Hornos (Tabla 6.1.4 del apéndice). Hubo algunos cultivares que presentaron diferente severidad de acuerdo al aislado y la localidad, así el cultivar Klein Capricornio mostró una mayor severidad con los aislados 1 y 3 en la localidad de Los Hornos. La variedad Klein Tauro tuvo una mayor severidad con el aislado 1 en la misma localidad. La variedad Sursem 2330 evidenció una mayor severidad para los aislados 2 y 3 en Los

Hornos; mientras que Buck Brasil también tuvo una mayor severidad para los aislados 1 y 2 en la misma localidad.

En la Tabla 3.4.3 se presentan las medias de severidad correspondientes al estadio EC 75 para los tres aislados, dos localidades y 31 cultivares de trigo.

Tabla 3.4.3. Medias de severidad en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 75

Localidad	Aislado	Cultivar				
		Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
Los Hornos	1	34,61 a	47,02 a	2,84 a	48,66 a	18,66 a
	2	31,89 a	50,84 ab	16,25 a	45,11 a	8,45 a
	3	31,86 a	64,11 b	12,95 a	51,84 a	14,05 a
Pergamino	1	28,11 a	60,43 a	26,39 a	60,57 a	22,16 a
	2	19,71 a	73,88 a	28,88 a	60,07 a	29,59 a
	3	17,43 a	61,91 a	24,02 a	55,22 a	32,75 a
Promedio		27,27	59,70	18,56	53,58	20,94
		Klein Proteo	Klein Tauro	BioInta 1001	Klein Castor	Buck 75° Aniversario
Los Hornos	1	19,55 a	32,95 ab	7,21 a	20,21 a	44,30 b
	2	36,51 b	24,05 a	21,93 a	38,70 b	30,20 ab
	3	23,63 ab	42,02 b	11,88 a	25,30 ab	18,48 a
Pergamino	1	50,50 a	58,09 a	25,46 a	51,13 a	30,07 a
	2	52,91 a	56,11 a	45,52 b	39,38 a	45,57 a
	3	54,25 a	55,02 a	20,66 a	49,30 a	33,55 a
Promedio		39,56	44,71	22,11	37,34	33,70
		Buck AGP Fast	Buck SY 110	ACA 901	Klein León	Klein Rayo
Los Hornos	1	22,11 a	5,46 a	26,63 a	26,89 a	33,04 a
	2	20,91 a	11,30 a	36,36 a	31,25 a	42,51 a
	3	8,18 a	9,13 a	30,16 a	23,48 a	37,46 a
Pergamino	1	30,55 a	26,25 a	34,16 a	31,35 a	48,77 a
	2	34,38 a	26,57 a	39,00 a	49,02 b	46,95 a
	3	30,55 a	22,13 a	46,66 a	38,80 ab	46,23 a
Promedio		24,45	16,81	35,50	33,47	42,49
		Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
Los Hornos	1	16,04 a	56,14 a	25,88 a	48,71 a	27,89 a
	2	27,80 a	57,05 a	23,88 a	39,61 a	25,75 a
	3	24,34 a	55,29 a	27,77 a	46,75 a	27,34 a
Pergamino	1	31,04 a	16,05 a	37,52 a	50,54 a	49,39 a

Caracterización de nuevos aislados de Drechslera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

	2	34,95 a	14,04 a	31,09 a	64,45 ab	40,27 a
	3	43,52 a	17,89 a	32,93 a	67,98 b	48,63 a
Promedio		29,62	36,08	29,85	53,01	36,55
		Baguette 601	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario Cronox
Los Hornos	1	4,68 a	26,48 a	17,93 a	43,02 a	25,25 a
	2	6,04 a	49,61 b	20,84 a	46,70 a	37,98 a
	3	12,05 a	19,38 a	38,47 b	39,13 a	39,07 a
Pergamino	1	16,79 a	26,45 a	21,89 a	49,61 a	29,18 a
	2	17,75 a	52,36 b	28,27 a	65,57 ab	38,43 a
	3	20,45 a	37,34 ab	30,79 a	67,41 b	44,05 a
Promedio		12,96	35,27	26,37	51,91	35,66
		ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
Los Hornos	1	10,34 a	22,34 a	27,38 a	17,48 a	49,95 a
	2	11,68 a	28,16 a	36,96 a	24,88 ab	49,57 a
	3	36,88 b	36,00 a	61,48 b	37,39 b	55,19 a
Pergamino	1	30,45 a	23,57 a	40,89 a	30,41 a	47,16 a
	2	40,25 a	39,73 b	42,46 a	37,96 a	52,46 a
	3	32,11 a	29,34 ab	31,61 a	32,25 a	45,61 a
Promedio		26,95	29,86	40,13	30,06	49,99
		Buck Brasil				
Los Hornos	1	43,08 b				
	2	26,82 a				
	3	33,64 ab				
Pergamino	1	46,07 a				
	2	52,30 a				
	3	56,57 a				
Promedio		43,08				

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD cultivar = 6,31

En EC 75 hubo diferencias significativas entre los cultivares, destacándose por su mejor comportamiento Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Don Mario Lenox, BioInta 1001, Buck AGP Fast, Baguette 17, ProInta Puntal, Sursem Nogal, Baguette Premium 13, Buck SY 100 y Klein Volcán con valores de severidad promedio inferiores al 30 % y con un comportamiento similar a lo registrado en plántula. Los aislados no se diferenciaron significativamente entre sí pero pudo observarse una tendencia de mayor severidad para el aislado 3, luego para el aislado 2 y por último el 1 (Tabla 6.1.5 del apéndice) teniendo un comportamiento similar que en las evaluaciones realizadas en plántula. Si bien no se observaron diferencias significativas entre

Caracterización de nuevos aislados de Drechslera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

localidades hubo un mayor nivel de severidad general para la localidad de Pergamino en comparación con Los Hornos (Tabla 6.1.6 del apéndice). Al igual que en EC 37 hubo un comportamiento diferencial de los cultivares con el aislado y la localidad, así Buck 75° Aniversario y Buck Brasil tuvieron una mayor severidad con el aislado 1 en Los Hornos y este último obtuvo un valor similar en Pergamino. Klein Proteo y Klein Castor evidenciaron una mayor severidad con el aislado 2 en Los Hornos y este último obtuvo un valor similar en Pergamino. BioInta 1001, Klein León y Klein Volcán tuvieron una mayor severidad con el aislado 2 en Pergamino mientras que BioInta 1001 y Klein León evidenciaron el mayor nivel de severidad con el mismo aislado en Los Hornos. Baguette 9 tuvo una mayor severidad con el aislado 2 en ambos ambientes. Los cultivares Baguette Premium 11, Klein Tauro, ProInta Puntal, Klein Dragón, Baguette 17 y BioInta 2004 tuvieron una mayor severidad con el aislado 3 en Los Hornos y presentaron valores similares en Pergamino. ACA 320 y BioInta 3005 tuvieron una mayor severidad con el aislado 3 en Pergamino.

En la Tabla 3.4.4 se presentan las medias de severidad correspondientes al estadio EC 82 para los tres aislados, dos localidades y 31 cultivares de trigo.

Tabla 3.4.4 Medias de severidad en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 82.

Localidad	Aislado	Cultivar				
		Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
Los Hornos	1	34,60 a	63,93 a	14,19 a	66,67 a	39,17 b
	2	33,93 a	63,24 a	30,43 a	66,31 a	21,12 a
	3	46,88 a	82,26 b	18,90 a	69,64 a	27,87 ab
Pergamino	1	50,52 a	88,29 a	59,10 a	97,02 a	52,31 a
	2	50,52 a	90,48 a	65,74 a	94,40 a	64,57 a
	3	45,76 a	82,92 a	56,64 a	89,64 a	66,07 a
Promedio		43,70	78,52	40,83	80,61	45,19
		Klein Proteo	Klein Tauro	BioInta 1001	Klein Castor	Buck 75° Aniversario
Los Hornos	1	34,05 a	51,81 a	19,31 a	36,69 a	65,57 b
	2	47,60 a	40,10 a	34,67a	59,33 b	41,79 a
	3	35,74 a	47,17 a	35,86 a	33,98 a	38,10 a
Pergamino	1	82,98 a	87,26 a	86,07 a	89,88 a	63,93 a
	2	81,55 a	83,93 a	80,95 a	76,23 a	64,88 a
	3	92,14 a	87,00 a	85,24 a	87,38 a	69,05 a
Promedio		62,34	66,21	57,02	63,92	57,22
		Buck AGP Fast	Buck SY 110	ACA 901	Klein León	Klein Rayo
Los Hornos	1	23,33 a	15,21 a	51,64 a	39,40 a	58,74 a

Caracterización de nuevos aislados de Drechlera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

	2	50,74 b	18,79 a	61,05 a	44,88 a	70,36 a
	3	37,48 ab	19,00 a	49,86 a	40,40 a	61,12 a
Pergamino	1	60,36 a	53,74 a	75,71 a	65,48 a	89,38 a
	2	82,86 b	65,40 a	79,05 a	85,60 b	87,98 a
	3	82,26 b	65,83 a	86,43 a	75,00 ab	95,71 a
Promedio		56,17	39,66	67,29	58,46	77,22
		Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
Los Hornos	1	43,60 a	82,90 a	52,29 a	71,90 b	40,55 a
	2	49,60 a	75,83 a	35,21 a	52,95 a	33,90 a
	3	53,45 a	76,31 a	52,38 a	50,67 a	40,19 a
Pergamino	1	72,52 a	50,21 a	64,55 a	79,76 a	81,67 a
	2	72,14 a	48,45 a	59,16 a	84,29 a	80,83 a
	3	76,90 a	45,40 a	60,00 a	96,07 a	89,52 a
Promedio		61,37	63,18	53,93	72,61	61,11
		Baguette 601	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario Cronox
Los Hornos	1	15,55 a	39,29 a	36,43 a	64,64 a	43,57 a
	2	12,57 a	53,60 a	49,81 a	65,12 a	57,79 ab
	3	15,67 a	47,40 a	46,69 a	55,12 a	68,98 b
Pergamino	1	34,98 a	66,43 a	51,26 a	79,52 a	72,38 a
	2	48,19 a	84,52 a	55,29 a	91,19 a	79,64 a
	3	37,95 a	70,48 a	61,07 a	91,79 a	88,33 a
Promedio		27,49	60,29	50,09	74,56	68,45
		ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
Los Hornos	1	21,36 a	52,50 ab	55,81 a	30,71 a	62,62 a
	2	25,26 a	43,74 a	61,67 a	47,79 ab	73,21 a
	3	56,18 b	69,29 b	84,35 b	56,02 b	76,50 a
Pergamino	1	61,60 a	53,33 a	78,10 a	70,71 a	68,93 a
	2	75,00 a	70,60 a	82,98 a	76,19 a	76,31 a
	3	67,26 a	70,71 a	86,19 a	77,62 a	80,48 a
Promedio		51,11	60,03	74,85	59,84	73,01
		Buck Brasil				
Los Hornos	1	72,78 b				
	2	33,71 a				
	3	15,67 a				
Pergamino	1	79,64 a				
	2	71,90 a				
	3	77,62 a				

Caracterización de nuevos aislados de Drechlera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

Promedio		58,55				
----------	--	-------	--	--	--	--

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD cultivar = 7,58

En EC 82 hubo diferencias significativas entre los cultivares destacándose por su mejor comportamiento a Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Sursem Nogal, Don Mario Lenox, Baguette 17, ProInta Puntal, Buck SY 100, Buck AGP Fast, BioInta 1001, Buck 75° Aniversario y Klein León. El aislado 3 se diferenció significativamente del aislado 2 y éste a su vez se diferenció significativamente del 1 teniendo un comportamiento similar que en la anterior evaluación (Tabla 6.1.7 del apéndice). La localidad Pergamino se diferenció significativamente de Los Hornos con una mayor severidad general (Tabla 6.1.8 del apéndice). Buck 75° Aniversario, Buck Brasil y Don Mario Lenox tuvieron una mayor severidad con el aislado 1 en Los Hornos mientras que los primeros dos obtuvieron valores similares en Pergamino. Klein Castor evidenció una mayor severidad con el aislado 2 en Los Hornos y presentó un valor similar en Pergamino. Klein León mostró una mayor severidad con el aislado 2 en Pergamino y obtuvo el valor más alto, con el mismo aislado, en Los Hornos. Buck AGP Fast presentó la severidad más alta con el aislado 2 en ambos ambientes. Baguette Premium 11, ProInta Puntal, Klein Volcán, Klein Dragón, BioInta 2004 y Don Mario Cronox tuvieron una mayor severidad con el aislado 3 en Los Hornos. Entre estos cultivares Klein Volcán, Klein Dragón, BioInta 2004 y Don Mario Cronox mostraron los valores más altos de severidad en Pergamino para el mismo aislado. Por su parte Baguette Premium 11 evidenció valores similares en ambos ambientes. Baguette 9 tuvo un comportamiento similar a lo evidenciado en la anterior evaluación aunque sin diferencias significativas entre los aislados.



Figura 3.4.1. Síntomas observados en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y 31 cultivares de trigo.

En la Tabla 3.4.5 se muestran los cuadrados medios y sus correspondientes probabilidades para el tipo de reacción en tres momentos de evaluación (EC 37, EC 75 y EC 82).

Tabla 3.4.5. Cuadrados medios del tipo de reacción en tres momentos de evaluación (EC 37, EC 75 y EC 82) en un ensayo de trigo inoculado individualmente con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y en 31 cultivares de trigo.

Fuente de Variación	G.L.	Estadio EC 37 - Promedio de las 4 hojas superiores-	Estadio EC 75 - Promedio de las 4 hojas superiores-	Estadio EC 82 - Promedio de las 3 hojas superiores-
Localidad	1	4,379 (0,023)*	34,877 (0,071)	44,981 (0,047)
Error a	1	0,006	0,432	0,243
Aislado	2	0,356 (0,071)	0,514 (0,345)	0,439 (0,135)
L × A	2	0,003 (0,949)	0,365 (0,445)	0,100 (0,515)
Error b	4	0,065	0,365	0,127
Cultivar	30	0,758 (<0,001)	3,549 (<0,001)	1,351 (<0,001)
L × C	30	0,385 (<0,001)	1,215 (<0,001)	0,565 (<0,001)
A × C	60	0,089 (0,205)	0,205 (0,010)	0,191 (0,003)
L × A × C	60	0,074 (0,521)	0,222 (0,003)	0,161 (0,029)
Error c	180	0,075	0,128	0,110

* Valor de P de acuerdo al test de F.

Se observaron diferencias significativas entre localidades para EC 37 y EC 82. No hubo diferencias entre aislados en ninguno de los tres estadios; mientras que entre cultivares si se encontraron diferencias significativas en los tres estadios. La triple interacción fue significativa en EC 75 y EC 82.

En la Tabla 3.4.6 se presentan las medias del tipo de reacción correspondientes al estadio EC 37 para los tres aislados, dos localidades y 31 cultivares de trigo.

Tabla 3.4.6. Medias del tipo de reacción en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 37.

Localidad	Aislado	Cultivar				
		Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
Los Hornos	1	0,44 a	0,55 a	0,32 a	0,98 a	0,00 a
	2	0,26 a	0,56 a	0,55 a	1,09 a	0,10 ab
	3	0,30 a	0,40 a	0,25 a	0,91 a	0,62 b
Pergamino	1	0,98 b	0,61 a	1,07 b	0,78 a	0,20 ab
	2	0,88 b	0,66 a	0,77 ab	0,78 a	0,00 a
	3	0,23 a	0,38 a	0,53 a	0,74 a	0,71 b
Promedio		0,52	0,53	0,58	0,88	0,27
		Klein Proteo	Klein Tauro	BioInta 1001	Klein Castor	Buck 75° Aniversario

Los Hornos	1	1,13 a	0,85 a	0,45 a	0,55 a	0,61 a
	2	0,94 a	0,94 a	0,46 a	0,64 a	0,84 a
	3	0,91 a	0,96 a	0,18 a	0,21 a	0,43 a
Pergamino	1	1,66 a	1,80 a	1,01 a	1,21 a	1,59 a
	2	1,21 a	1,50 a	0,68 a	0,99 a	1,49 a
	3	1,19 a	1,40 a	0,61 a	0,80 a	1,24 a
Promedio		1,17	1,24	0,57	0,73	1,03
		Buck AGP Fast	Buck SY 110	ACA 901	Klein León	Klein Rayo
Los Hornos	1	0,48 a	0,41 a	0,59 a	0,45 a	0,59 a
	2	0,30 a	0,55 a	0,46 a	0,43 a	0,54 a
	3	0,27 a	0,46 a	0,52 a	0,41 a	0,45 a
Pergamino	1	1,21 a	0,73 a	0,82 a	0,89 a	0,86 a
	2	0,73 a	1,13 a	0,75 a	1,01 a	0,59 a
	3	0,81 a	0,98 a	0,93 a	0,77 a	0,79 a
Promedio		0,63	0,71	0,68	0,66	0,64
		Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
Los Hornos	1	1,10 a	0,80 a	1,11 a	1,39 b	1,18 a
	2	0,92 a	0,80 a	0,99 a	1,09 ab	1,04 a
	3	0,75 a	0,44 a	1,19 a	0,74 a	0,79 a
Pergamino	1	1,11 a	0,71 a	0,88 a	0,73 a	1,52 a
	2	0,86 a	0,77 a	1,12 a	0,84 a	1,52 a
	3	1,04 a	0,48 a	0,96 a	1,06 a	1,54 a
Promedio		0,96	0,67	1,04	0,98	1,27
		Baguette 601	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario Cronox
Los Hornos	1	0,59 a	0,41 a	1,04 a	0,52 ab	0,52 a
	2	0,23 a	0,43 a	0,89 a	0,43 a	1,02 a
	3	0,45 a	0,23 a	1,00 a	0,98 b	0,57 a
Pergamino	1	0,64 a	1,05 a	0,66 a	0,59 a	1,05 ab
	2	0,96 a	1,09 a	0,84 a	0,57 a	0,66 a
	3	0,55 a	0,88 a	0,57 a	0,46 a	1,34 b
Promedio		0,57	0,68	0,83	0,59	0,86
		ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
Los Hornos	1	0,43 a	0,37 a	0,71 a	0,34 a	1,02 a
	2	0,55 a	0,37 a	0,43 a	0,04 a	1,49 a
	3	0,38 a	0,88 a	0,66 a	0,54 a	1,35 a

*Caracterización de nuevos aislados de *Drechslera tritici-repentis* y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo*

Pergamino	1	0,64 a	0,39 a	1,39 a	0,50 a	0,48 a
	2	0,32 a	0,62 a	1,48 a	0,84 a	0,68 a
	3	0,27 a	0,80 a	1,36 a	0,46 a	0,45 a
Promedio		0,43	0,57	1,01	0,45	0,91
		Buck Brasil				
Los Hornos	1	1,81 c				
	2	1,20 b				
	3	0,55 a				
Pergamino	1	0,98 a				
	2	1,08 a				
	3	0,82 a				
Promedio		0,82				

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD cultivar = 0,22

En EC 37 hubo diferencias significativas entre los cultivares. Los que tuvieron mejor comportamiento, en cuanto a tipo de reacción, fueron Don Mario Lenox, ProInta Puntal, BioInta 2004, Sursem Nogal, Baguette Premium 11, BioInta 1001, Baguette 601, Klein Volcán, Buck SY 300, BioInta 3005 y Buck AGP Fast coincidiendo, en líneas generales, con el comportamiento observado en cuando a la severidad indicado en la Tabla 3.4.2. No hubo diferencias significativas entre aislados (Tabla 6.1.9 del apéndice). Se encontraron diferencias significativas entre localidades siendo Pergamino la que presenta el mayor valor (Tabla 6.1.10 del apéndice). Si bien la triple interacción no fue significativa para este estadio el aislado 1 presentó un aumento significativo para la variedad Sursem Nogal y Buck SY 300 en Pergamino, y para Buck Brasil y ACA 320, en Los Hornos. El aislado 3 mostró los mayores valores para Don Mario Lenox en Pergamino y Los Hornos y para Cronox en Pergamino.

En la Tabla 3.4.7 se presentan las medias del tipo de reacción correspondientes al estadio EC 75 para los tres aislados, dos localidades y 31 cultivares de trigo.

Tabla 3.4.7. Medias del tipo de reacción en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas el estadio EC 75.

Localidad	Aislado	Cultivar				
		Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
Los Hornos	1	3,18 a	3,78 a	1,12 a	3,87 a	3,35 a
	2	3,34 a	4,07 a	2,10 b	3,78 a	3,03 a
	3	3,27 a	4,21 a	1,94 b	4,00 a	3,14 a
Pergamino	1	2,89 a	4,16 a	3,07 a	4,05 a	3,23 a
	2	2,50 a	4,53 a	2,87 a	4,19 a	3,46 a
	3	2,30 a	4,18 a	2,85 a	3,96 a	3,53 a
Promedio		2,91	4,16	2,33	3,98	3,29
Los Hornos	1	Klein Proteo	Klein Tauro	BioInta 1001	Klein Castor	Buck 75° Aniversario
	2	2,23 a	3,68 a	1,53 a	2,14 a	3,37 b
	3	3,23 b	3,08 a	2,55 b	3,08 b	2,67 ab
Pergamino	1	2,23 a	3,69 a	1,44 a	2,55 ab	2,34 a
	2	3,96 a	4,16 a	3,28 ab	3,96 a	3,12 a
	3	4,01 a	4,16 a	3,67 b	3,48 a	3,66 a
Promedio		3,89 a	4,10 a	2,80 a	3,75 a	3,37 a
Promedio		3,26	3,81	2,55	3,16	3,09
Los Hornos	1	Buck AGP Fast	Buck SY 110	ACA 901	Klein León	Klein Rayo
	2	2,57 b	1,50 a	2,76 a	2,30 a	3,01 a
	3	2,10 ab	1,96 a	2,96 a	2,89 a	3,25 a
Pergamino	1	1,53 a	1,80 a	2,62 a	2,12 a	2,71 a
	2	3,25 a	3,17 b	3,48 a	3,03 a	3,87 a
	3	3,17 a	3,21 b	3,50 a	3,80 b	3,82 a
Promedio		3,14 a	2,41 a	3,62 a	3,41 ab	3,75 a
Promedio		2,63	2,34	3,16	2,93	3,40
Los Hornos	1	Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
	2	1,82 a	4,16 a	2,48 a	3,87 a	3,12 a
	3	2,51 a	4,08 a	2,42 a	3,75 a	2,58 a
Pergamino	1	2,08 a	4,00 a	2,42 a	3,91 a	2,73 a
	2	2,76 a	2,58 a	3,21 a	3,87 a	3,87 a
	3	3,14 a	2,28 a	2,82 a	4,30 a	3,67 a
Promedio		3,35 a	2,07 a	2,85 a	4,26 a	3,94 a
Promedio		2,61	3,20	2,70	3,99	3,32
		Baguette	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario

Caracterización de nuevos aislados de Drechslera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

		601				Cronox
Los Hornos	1	1,30 a	2,48 a	1,91 a	3,73 a	2,05 a
	2	1,51 a	3,39 b	2,03 ab	3,82 a	2,73 ab
	3	2,01 a	2,01 a	2,68 b	3,67 a	2,91 b
Pergamino	1	2,53 a	2,87 a	2,83 a	3,80 a	3,17 a
	2	2,58 a	3,82 b	3,00 a	4,12 a	3,46 a
	3	2,39 a	3,14 ab	3,08 a	4,23 a	3,62 a
Promedio		2,05	2,95	2,59	3,90	2,99
		ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
Los Hornos	1	1,75 a	2,21 a	2,82 a	2,07 a	4,03 a
	2	1,62 a	2,46 ab	3,01 a	2,55 ab	3,92 a
	3	3,00 b	2,98 b	3,80 b	2,83 b	4,14 a
Pergamino	1	3,16 a	2,87 a	3,48 a	3,10 a	3,94 a
	2	3,53 a	3,35 a	3,69 a	3,33 a	3,96 a
	3	3,19 a	2,91 a	3,28 a	3,16 a	3,75 a
Promedio		2,71	2,80	3,35	2,84	3,96
		Buck Brasil				
Los Hornos	1	3,92 b				
	2	2,51 a				
	3	3,03 a				
Pergamino	1	3,87 a				
	2	3,94 a				
	3	4,03 a				
Promedio		3,55				

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD cultivar = 0,29

En EC 75 hubo diferencias significativas entre los cultivares, destacándose como de mejor comportamiento a Baguette 601, Buck SY 300, Buck SY 110, BioInta 1001, Baguette 17, Baguette Premium 13, Buck AGP Fast, Buck SY 100, ProInta Puntal, Klein Volcán, BioInta 2004 y Sursem Nogal mostrando algunas coincidencias con las evaluaciones realizadas en plántula. Los aislados no se diferenciaron significativamente entre sí (Tabla 6.1.11 del apéndice). Si bien no se observaron diferencias significativas entre localidades hubo, en general, un predominio del tipo de reacción 3 para la localidad de Pergamino en comparación con Los Hornos (Tabla 6.1.12 del apéndice). Los cultivares Buck 75° Aniversario, Buck AGP Fast y Buck Brasil tuvieron un aumento significativo del tipo de reacción con el aislado 1 en Los Hornos y presentaron valores similares en Pergamino. Buck SY 300, Klein Proteo y Klein Castor presentaron

un aumento significativo con el aislado 2 en Los Hornos y valores similares en Pergamino. Buck SY 110 y Klein León mostraron un aumento significativo con el aislado 2 en Pergamino. Este último también obtuvo el valor más alto del tipo de reacción, con el mismo aislado, en Los Hornos. Los cultivares Baguette 9 y BioInta 1001 presentaron un aumento significativo con el aislado 2 en ambas localidades. Baguette 17, Don Mario Cronox, ProInta Puntal, Klein Volcán, Klein Dragón y BioInta 2004 presentaron un aumento significativo con el aislado 3 en Los Hornos. Entre estas variedades, Baguette 17 y Don Mario Cronox presentaron los valores más elevados del tipo de reacción para el mismo aislado en Pergamino.

En la Tabla 3.4.8 se presentan las medias del tipo de reacción correspondientes al estadio EC 82 para los tres aislados, dos localidades y 31 cultivares de trigo.

Tabla 3.4.8. Medias del tipo de reacción en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 82.

Localidad	Aislado	Cultivar				
		Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
Los Hornos	1	3,64 a	4,23 a	2,45 a	4,19 a	3,64 a
	2	3,54 a	4,31 a	3,54 b	4,21 a	3,11 a
	3	3,92 a	4,64 a	2,83 a	4,40 a	3,38 a
Pergamino	1	3,88 a	4,81 a	4,07 a	5,00 a	3,92 a
	2	3,85 a	4,88 a	4,19 a	4,90 a	4,23 a
	3	3,85 a	4,71 a	4,07 a	4,83 a	4,47 a
		3,78	4,60	3,53	4,59	3,79
Los Hornos	1	3,54 a	4,00 a	3,09 a	3,45 a	4,26 b
	2	3,88 a	3,78 a	3,38 a	4,26 b	3,47 a
	3	3,38 a	3,83 a	3,57 a	3,47 a	3,50 a
Pergamino	1	4,71 a	4,85 a	4,76 a	4,78 a	4,24 a
	2	4,83 a	4,73 a	4,83 a	4,61 a	4,23 a
	3	4,92 a	4,89 a	4,81 a	4,83 a	4,31 a
		4,21	4,35	4,07	4,23	4,00
Los Hornos	1	3,02 a	2,38 a	4,02 a	3,61 a	3,92 a
	2	3,92 b	2,78 a	4,16 a	3,83 a	4,42 a
	3	3,45 ab	2,71 a	3,85 a	3,50 a	4,16 a
Pergamino	1	4,09 a	3,92 a	4,64 a	4,23 a	4,83 a
	2	4,76 b	4,35 a	4,71 a	4,50 a	4,78 a

Caracterización de nuevos aislados de Drechslera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

	3	4,71 ab	4,19 a	4,85 a	4,83 a	4,95 a
		3,99	3,39	4,37	4,08	4,51
		Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
Los Hornos	1	3,71 a	4,52 a	3,85 b	4,38 a	3,76 a
	2	3,66 a	4,35 a	3,09 a	3,97 a	3,57 a
	3	3,76 a	4,47 a	3,78 b	3,90 a	3,59 a
Pergamino	1	4,45 a	3,97 a	4,23 a	4,64 a	4,73 a
	2	4,38 a	3,81 a	4,06 a	4,71 a	4,76 a
	3	4,47 a	3,76 a	4,19 a	4,92 a	4,83 a
		4,07	4,15	3,87	4,42	4,21
		Baguette 601	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario Cronox
Los Hornos	1	2,83 a	3,76 a	3,69 a	4,28 a	3,81 a
	2	2,92 a	3,90 a	3,92 a	4,26 a	4,14 a
	3	2,90 a	3,66 a	4,04 a	4,09 a	4,35 a
Pergamino	1	3,45 a	4,23 a	3,97 a	4,59 a	4,31 a
	2	3,81 a	4,69 a	4,07 a	4,81 a	4,64 a
	3	3,64 a	4,40 a	4,21 a	4,81 a	4,85 a
		3,26	4,11	3,98	4,47	4,35
		ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
Los Hornos	1	3,16 a	3,92 a	3,95 a	3,47 a	4,19 a
	2	3,42 a	3,76 a	4,26 a	4,04 a	4,42 a
	3	4,16 b	4,40 a	4,81 a	4,09 a	4,52 a
Pergamino	1	4,09 a	3,88 a	4,69 a	4,35 a	4,38 a
	2	4,31 a	4,35 a	4,85 a	4,38 a	4,54 a
	3	4,19 a	4,38 a	4,83 a	4,52 a	4,71 a
		3,89	4,12	4,57	4,14	4,46
		Buck Brasil				
Los Hornos	1	4,75 c				
	2	3,52 b				
	3	1,76 a				
Pergamino	1	4,61 a				
	2	4,50 a				
	3	4,57 a				
		3,95				

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD cultivar = 0,27

Caracterización de nuevos aislados de Drechlera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

En EC 82 hubo diferencias significativas entre los cultivares destacándose como los de mejor comportamiento a Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Sursem Nogal, Don Mario Lenox, Buck SY 100, ProInta Puntal, Buck Brasil, Baguette 17, Buck AGP Fast, Buck 75° Aniversario, Baguette Premium 13 y BioInta 1001. No hubo diferencias significativas entre aislados (Tabla 6.1.13 del apéndice). La localidad Pergamino se diferenció significativamente de Los Hornos (Tabla 6.1.14 del apéndice). Los cultivares Buck 75° Aniversario, Buck SY 100 y Buck Brasil tuvieron un aumento significativo del tipo de reacción con el aislado 1 en Los Hornos y los dos últimos presentaron el mayor valor para el mismo aislado en Pergamino. Buck SY 300 y Klein Castor presentaron un aumento significativo con el aislado 2 en Los Hornos y este último presentó el mayor valor para Pergamino. Buck AGP Fast evidenció un aumento significativo con el aislado 2 en ambas localidades. ProInta Puntal mostró un aumento significativo con el aislado 3 en Los Hornos y tuvo un valor similar en Pergamino.



Figura 3.4.2. Tipos de reacción observados en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y en 31 cultivares de trigo.

En la Tabla 3.4.9 se muestran los cuadrados medios y sus correspondientes probabilidades para el área bajo la curva de progreso de la enfermedad (ABCPE).

Tabla 3.4.9. Cuadrados medios del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y en 31 cultivares de trigo.

Fuente de Variación	G.L.	ABCPE
Localidad	1	14830205 (0,054)*
Error a	1	109122
Aislado	2	381145 (0,058)
L × A	2	84131 (0,347)
Error b	4	60280
Cultivar	30	983449 (<0,001)
L × C	30	316423 (<0,001)
A × C	60	38869 (0,145)
L × A × C	60	55869 (0,002)
Error c	180	31416

* Valor de P de acuerdo al test de F.

No se observaron diferencias significativas entre localidades, ni entre aislados si se considera un nivel de $P \leq 0,05$, pero fue en ambos casos inferior a $P < 0,06$. Se encontraron diferencias significativas entre cultivares y la triple interacción ($L \times A \times C$) fue significativa.

En la Tabla 3.4.10 se presentan las medias del ABCPE para los 31 cultivares de trigo, en las dos localidades y para los tres aislados.

Tabla 3.4.10. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado individualmente con aislados seleccionados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y 31 cultivares de trigo.

Localidad	Aislado	Cultivar				
		Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
Los Hornos	1	876,1 a	1238,6 a	125,0 a	1345,2 a	529,0 a
	2	791,9 a	1318,5 ab	440,8 a	1209,2 a	254,8 a
	3	840,7 a	1638,6 b	316,3 a	1406,4 a	403,9 a
Pergamino	1	833,2 a	1680,2 a	865,4 a	1748,0 a	717,3 a
	2	681,9 a	1968,8 a	941,8 a	1709,1 a	911,9 a
	3	608,1 a	1683,0 a	796,8 a	1579,3 a	1011,9 a
Promedio		772,0	1588,0	581,0	1499,5	638,1
		Klein Proteo	Klein Tauro	BioInta 1001	Klein Castor	Buck 75° Aniversario
Los Hornos	1	524,4 a	870,9 a	224,5 a	535,2 a	1091,5 b
	2	881,2 a	626,2 a	549,8 a	962,3 b	733,1 a
	3	586,3 a	957,9 a	382,7 a	601,6 a	507,7 a
Pergamino	1	1465,7 a	1653,7 a	1019,4 ab	1504,6 a	974,4 a

*Caracterización de nuevos aislados de *Drechslera tritici-repentis* y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo*

	2	1493,3 a	1596,2 a	1338,2 b	1215,9 a	1258,6 a
	3	1585,8 a	1587,7 a	928,4 a	1454,8 a	1062,7 a
Promedio		1089,5	1215,4	740,5	1045,7	938,0
		Buck AGP Fast	Buck SY 110	ACA 901	Klein León	Klein Rayo
Los Hornos	1	495,9 a	175,6 a	716,6 a	658,3 a	866,2 a
	2	612,8 a	293,4 a	928,5 a	763,8 a	1079,5 a
	3	329,8 a	255,9 a	766,5 a	608,9 a	945,7 a
Pergamino	1	945,6 a	819,1 a	1100,6 a	986,1 a	1444,0 a
	2	1152,1 a	916,1 a	1203,6 a	1364,7 b	1407,4 a
	3	1083,0 a	830,6 a	1392,5 a	1244,2 ab	1451,4 a
Promedio		769,9	548,5	1018,1	937,7	1199,0
		Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
Los Hornos	1	527,6 a	1493,9 a	760,0 a	1309,2 a	700,1 a
	2	748,9 a	1494,2 a	637,4 a	1058,2 a	627,4 a
	3	694,3 a	1452,3 a	813,3 a	1171,7 a	676,2 a
Pergamino	1	1039,9 a	614,2 a	1086,7 a	1433,1 a	1436,1 a
	2	1094,4 a	575,3 a	952,1 a	1751,8 ab	1272,7 a
	3	1292,9 a	613,8 a	985,5 a	1907,7 b	1472,7 a
Promedio		899,7	1040,6	872,5	1438,6	1030,9
		Baguette 601	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario Cronox
Los Hornos	1	164,4 a	660,8 a	518,0 a	1154,6 a	651,8 a
	2	168,7 a	1113,1 b	613,6 ab	1227,3 a	942,6 ab
	3	287,5 a	569,6 a	903,3 b	1054,1 a	1016,4 b
Pergamino	1	533,3 a	906,6 a	724,8 a	1415,2 a	998,4 a
	2	637,4 a	1475,3 b	864,7 a	1799,7 b	1203,9 ab
	3	612,8 a	1120,4 ab	940,8 a	1835,7 b	1386,4 b
Promedio		400,7	974,3	760,9	1414,4	1033,3
		ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
Los Hornos	1	287,3 a	647,8 a	756,4 a	454,0 a	1305,2 a
	2	330,0 a	704,9 a	940,2 a	662,0 ab	1384,4 a
	3	910,6 b	969,8 a	1474,4 b	920,1 b	1521,2 a
Pergamino	1	938,9 a	762,8 a	1240,3 a	996,7 a	1282,0 a
	2	1195,8 a	1161,3 b	1304,9 a	1176,3 a	1439,1 a
	3	1000,5 a	987,0 ab	1147,1 a	1072,6 a	1326,1 a
Promedio		777,2	872,3	1143,9	880,3	1376,3
		Buck Brasil				
Los Hornos	1	1214,2 b				

Caracterización de nuevos aislados de Drechslera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

	2	704,5 a				
	3	742,9 a				
Pergamino	1	1351,5 a				
	2	1426,8 a				
	3	1535,0 a				
Promedio		1162,5				

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0.05$, LSD test). LSD cultivar = 143

El aislado 3 se presentó el mayor valor y se diferenció significativamente del 1 pero no del 2 (Tabla 6.1.15 del apéndice). Si bien no existieron diferencias significativas entre localidades, Pergamino presentó un mayor valor con relación a Los Hornos (Tabla 6.1.16 del apéndice). Buck 75° Aniversario y Buck Brasil tuvieron un aumento significativo con el aislado 1 en Los Hornos. Klein Castor mostró un aumento significativo con el aislado 2 en Los Hornos. BioInta 1001, Klein León y Klein Volcán tuvieron un aumento significativo del ABCPE con el aislado 2 en Pergamino y los primeros dos evidenciaron el mayor nivel con el mismo aislado en Los Hornos. Baguette 9 tuvo un aumento significativo con el aislado 2 en ambos ambientes. Don Mario Cronox mostró un aumento significativo con el aislado 3 en ambos ambientes. Baguette 17 presentó un aumento significativo con el mismo aislado en Los Hornos y obtuvo el mayor valor, para el mismo aislado, en Pergamino. Los cultivares Baguette Premium 11, ProInta Puntal, Klein Dragón y BioInta 2004 tuvieron un aumento significativo del ABCPE con el aislado 3 en Los Hornos. ACA 320 presentó un aumento significativo para el aislado 3 en Pergamino y BioInta 3005 para el aislado 2 y 3 en la misma localidad.

En las Figuras 3.4.3, 3.4.4, 3.4.5, 3.4.6, 3.4.7 y 3.4.8 se presentan las medias del ABCPE para cada una de los cultivares, en cada uno de los ambientes y para cada aislado.

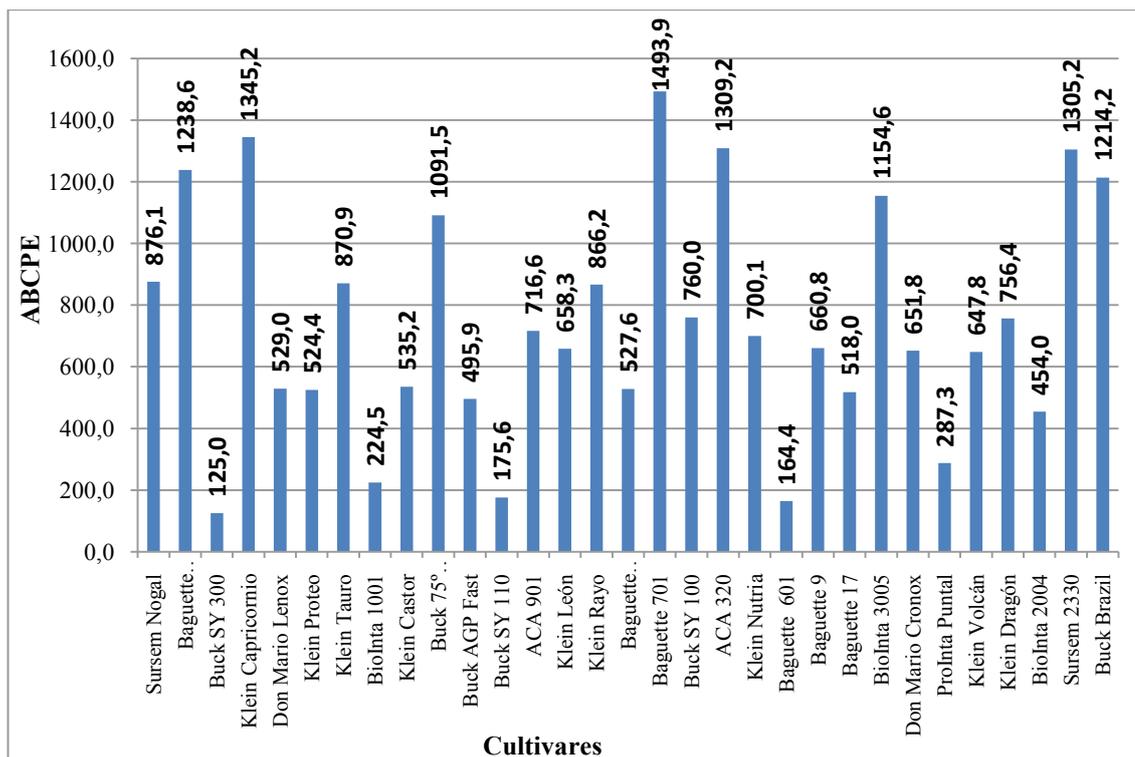


Figura 3.4.3. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 1 de *D. tritici-repentis*, en la localidad de Los Hornos sobre 31 cultivares de trigo. Referencias: Aislado 1 = cepa LH. LSD cultivar (comparando medias en la misma localidad) = 122

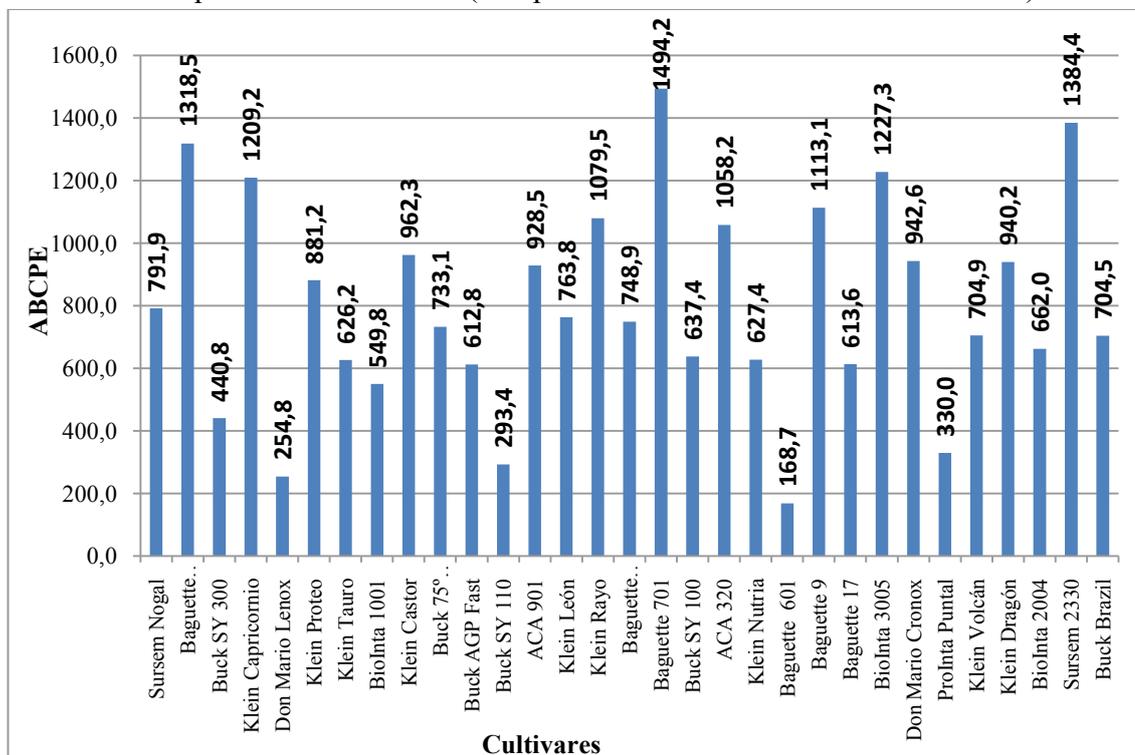


Figura 3.4.4. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 2 de *D. tritici-repentis*, en la localidad de Los Hornos sobre 31 cultivares de trigo. Referencias: Aislado 2 = cepa 25M035. LSD cultivar (comparando medias en la misma localidad) = 122

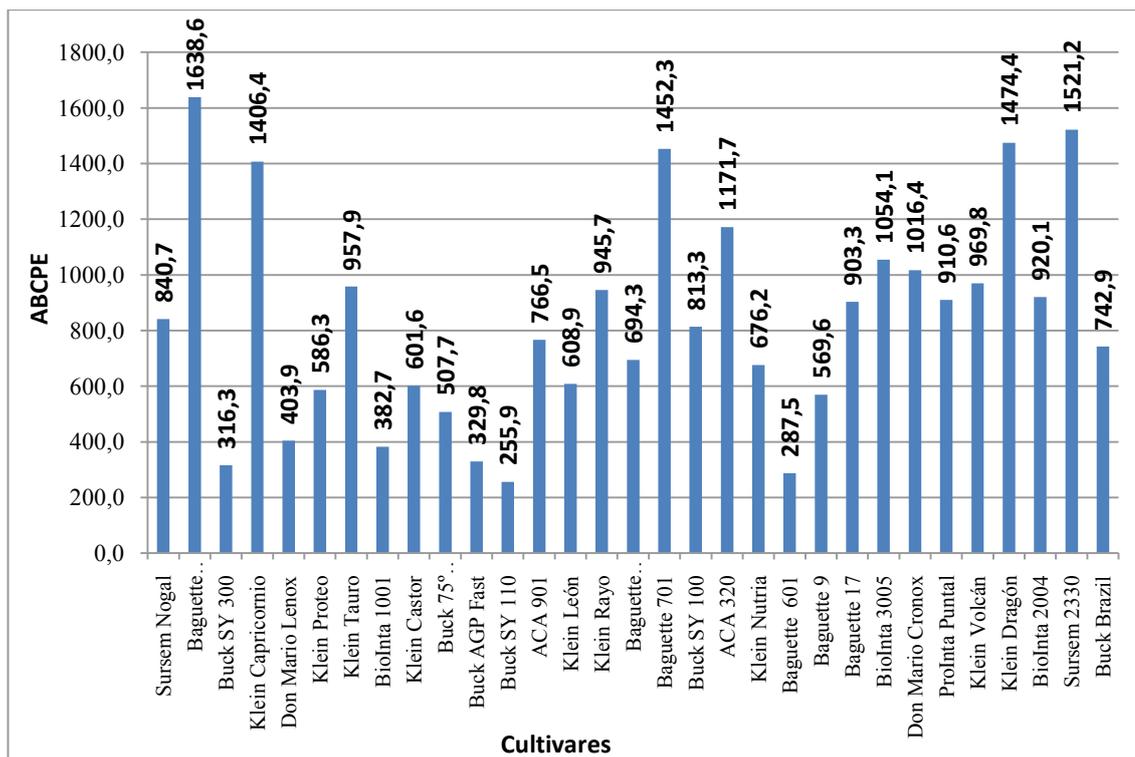
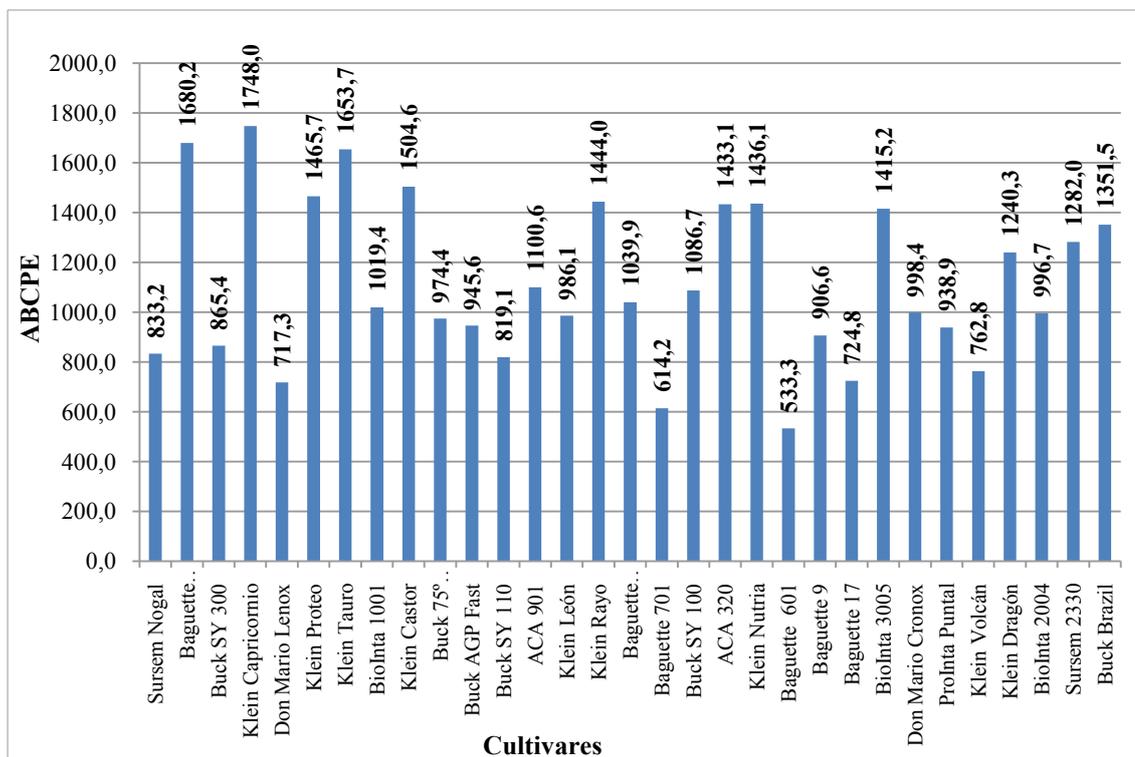


Figura 3.4.5. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 3 de *D. tritici-repentis*, en la localidad de Los Hornos sobre 31 cultivares de trigo. Referencias:



Aislado 3 = cepa G327. LSD cultivar (comparando medias en la misma localidad) = 122
 Figura 3.4.6. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 1 de *D. tritici-repentis*, en la localidad de Pergamino sobre 31 cultivares de trigo. Referencias:
 Aislado 1 = cepa LH. LSD cultivar (comparando medias en la misma localidad) = 122

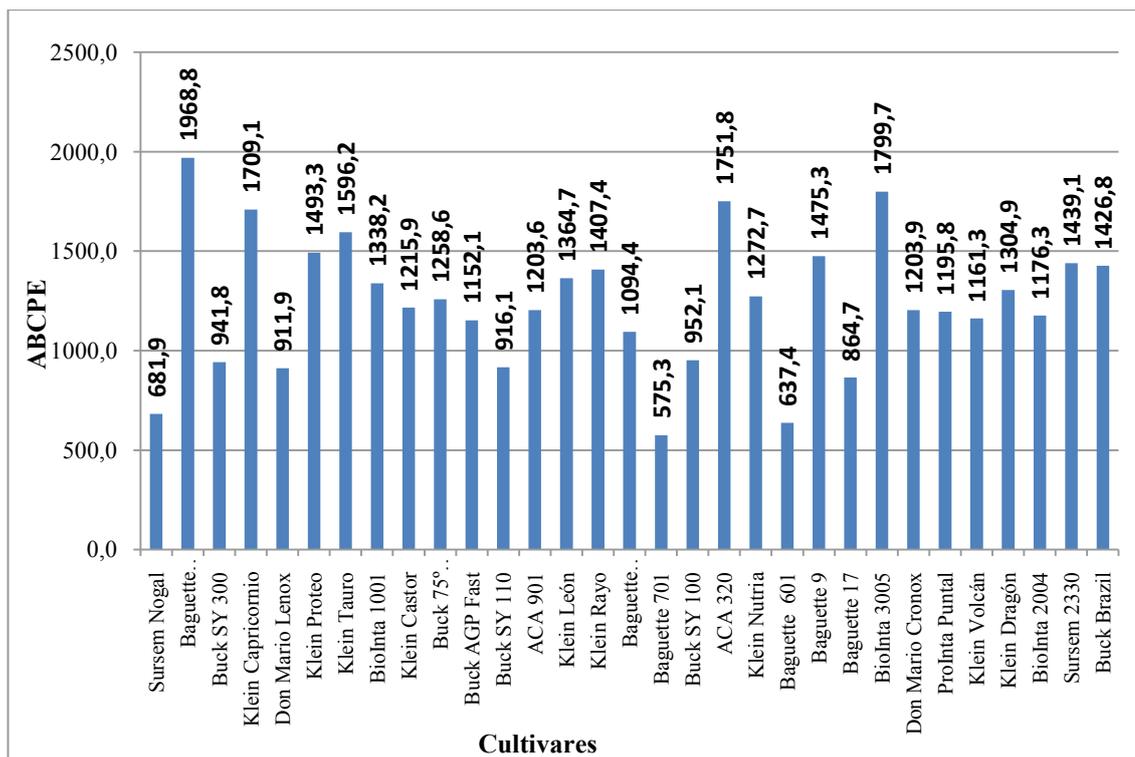


Figura 3.4.7. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 2 de *D. tritici-repentis*, en la localidad de Pergamino sobre 31 cultivares de trigo. Referencias: Aislado 2 = cepa 25M035. LSD cultivar (comparando medias en la misma localidad) = 122

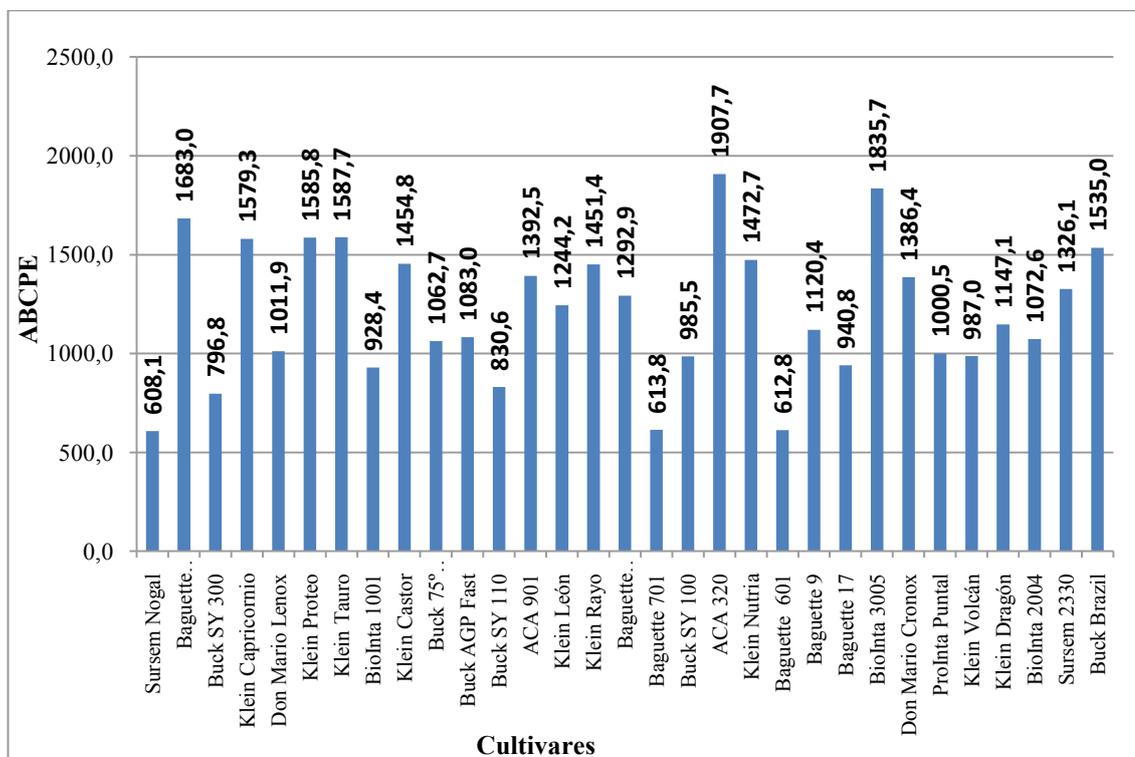


Figura 3.4.8. Medias del ABCPE en un ensayo de trigo inoculado con el aislado 3 de *D. tritici-repentis*, en la localidad de Pergamino sobre 31 cultivares de trigo. Referencias: Aislado 3 = cepa G327. LSD cultivar (comparando medias en la misma localidad) = 122

Los cultivares que presentaron menor ABCPE promedio fueron Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Don Mario Lenox, BioInta 1001, Baguette 17, Buck AGP Fast, Sursem Nogal, ProInta Puntal y Klein Volcán.

En la Tabla 3.4.11 se presenta la clasificación de los cultivares según valores de ABCPE para cada localidad y aislado.

Tabla 3.4.11. Clasificación de cultivares de trigo según valores de área bajo la curva de progreso de la enfermedad en un ensayo inoculado individualmente con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en dos localidades y en 31 cultivares de trigo.

Localidad	Aislado	Cultivar				
		Sursem Nogal	Baguette Premium 11	Buck SY 300	Klein Capricornio	Don Mario Lenox
Los Hornos	1	MR	MS	R	MS	MR
	2	MR	MS	R	MS	R
	3	MR	S	R	MS	R
Pergamino	1	MR	S	MR	S	MR
	2	MR	S	MR	S	MR
	3	MR	S	MR	MS	MR
		Klein Proteo	Klein Tauro	BioInta 1001	Klein Castor	Buck 75° Aniversario
Los Hornos	1	MR	MR	R	MR	MS
	2	MR	MR	MR	MR	MR
	3	MR	MR	R	MR	MR
Pergamino	1	MS	S	MR	MS	MR
	2	MS	MS	MS	MS	MS
	3	MS	MS	MR	MS	MS
		Buck AGP Fast	Buck SY 110	ACA 901	Klein León	Klein Rayo
Los Hornos	1	MR	R	MR	MR	MR
	2	MR	R	MR	MR	MS
	3	R	R	MR	MR	MR
Pergamino	1	MR	MR	MS	MR	MS
	2	MS	MR	MS	MS	MS
	3	MS	MR	MS	MS	MS
		Baguette Premium 13	Baguette 701	Buck SY 100	ACA 320	Klein Nutria
Los Hornos	1	MR	MS	MR	MS	MR
	2	MR	MS	MR	MS	MR
	3	MR	MS	MR	MS	MR
Pergamino	1	MR	MR	MS	MS	MS
	2	MS	MR	MR	S	MS
	3	MS	MR	MR	S	MS
		Baguette 601	Baguette 9	Baguette 17	BioInta 3005	Don Mario Cronox
Los Hornos	1	R	MR	MR	MS	MR

Caracterización de nuevos aislados de Drechlera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

	2	R	MS	MR	MS	MR
	3	R	MR	MR	MS	MR
Pergamino	1	MR	MR	MR	MS	MR
	2	MR	MS	MR	S	MS
	3	MR	MS	MR	S	MS
		ProInta Puntal	Klein Volcán	Klein Dragón	BioInta 2004	Sursem 2330
Los Hornos	1	R	MR	MR	R	MS
	2	R	MR	MR	MR	MS
	3	MR	MR	MS	MR	MS
Pergamino	1	MR	MR	MS	MR	MS
	2	MS	MS	MS	MS	MS
	3	MR	MR	MS	MS	MS
		Buck Brasil				
Los Hornos	1	MS				
	2	MR				
	3	MR				
Pergamino	1	MS				
	2	MS				
	3	MS				

Referencias: Resistente (R) = 0 - 483; Moderadamente Resistente (MR) = 483 - 1046; Moderadamente Susceptible (MS) = 1046 - 1610; Susceptible (S) > 1610. Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. LSD (localidad × aislado × cultivar) = 358.

El análisis de correlación entre ABCPE para cada localidad y el promedio de severidad al estado de plántula muestra un valor de $r = 0,75$ para Los Hornos y $r = 0,31$ para Pergamino.

CAPITULO 4:

DISCUSIÓN

4.1 Caracterización del tipo de reacción en líneas diferenciales de trigo.

Los aislados seleccionados fueron diferentes entre sí en base a los patrones fenotípicos sobre líneas diferenciales de trigo. El aislado 1 se diferenció del 2 por mostrar una reacción de Necrosis y Clorosis en las líneas Glenlea y Coulter; mientras que el 3 se diferenció de éstos por presentar una reacción de Necrosis y Clorosis en Katepwa y 4B-160, de clorosis en 6B662 y de necrosis en Glenlea y Salamouni.

Ninguno de los tres aislados seleccionados compartieron los patrones fenotípicos de las razas conocidas internacionalmente. Similares resultados fueron hallados por Moreno *et al.* (2014) quienes caracterizaron fenotípicamente y genéticamente 65 aislados provenientes de diferentes localidades del país. En base a la caracterización fenotípica solo 32 aislados se pudieron asignar a una raza en particular mientras que el resto no pudieron ser asignados a ninguna de las razas conocidas. Entre los primeros se encontró la siguiente proporción: raza 1 (un aislado), raza 2 (cuatro aislados), raza 3 (un aislado), raza 4 (11 aislados), raza 5 (un aislado), raza 6 (un aislado) y raza 8 (13 aislados). Los restantes 33 aislados no tuvieron el mismo patrón que ninguna de las razas conocidas. Benslimane *et al.* (2011) caracterizaron 55 aislados provenientes de Algeria y encontraron que 5 de ellos no poseían los patrones fenotípicos de las razas actualmente conocidas y que probablemente éstos podían tener nuevas toxinas. En el presente trabajo se observó que los tres aislados producen necrosis y algunos clorosis en Salamouni que es resistente a las razas conocidas (Strelkov & Lamari, 2003); similares observaciones fueron realizadas por Moreno *et al.* (2014) quienes encontraron tres aislados (CH009, H001 and H003) que producen necrosis en la misma línea. El cultivar Glenlea es considerado resistente a clorosis (Lamari *et al.*, 2003), a pesar de ello en el presente trabajo el aislado 1 causó una reacción de clorosis en esta línea. Moreno *et al.* (2008) y Moreno *et al.* (2014) también han detectado clorosis en esta línea.

4.2 Análisis molecular de genes que codifican toxinas en los aislados estudiados.

Los aislados seleccionados fueron también diferentes entre sí por el análisis molecular de los genes que codifican la producción de toxinas específicas. El aislado 1 se caracterizó por la presencia del gen *Tox B*; el 2 por la presencia de los genes homólogos *Tox B*, *Tox B1* y *Tox b* y el aislado 3 por poseer el gen *Tox A* y *Tox B1*.

No hubo coincidencias entre la caracterización fenotípica y genotípica. El aislado 1 al poseer un gen que codifica para la producción de la ToxB debería producir clorosis en las líneas Katepwa y 6B662, al igual que el aislado 2 que posee tres genes que codifican para la producción de esta toxina y, a pesar de ello, no causa clorosis en estas líneas. Varios autores han encontrado aislados que poseían el gen *Tox B* y sus homólogos aunque sin la producción de su toxina asociada o aislados que causaban clorosis en líneas sensibles a ToxB y que no amplificaban para este gen. Strelkov *et al.* (2006) han encontrado aislados provenientes de Canadá que poseían genes homólogos

Tox B con una producción reducida o nula de ToxB. Moreno *et al.* (2014) han encontrado 13 aislados que se correspondían fenotípicamente con raza 8, uno con raza 6 y uno con raza 5 que no amplificaban para el gen *Tox B* ni sus homólogos. Andrie *et al.* (2007) identificaron un aislado (PT82) que posee los patrones de virulencia de la raza 8 aunque no amplificaba para el gen *Tox B*.

El aislado 3 es el que más correspondencia tuvo entre ambos tipos de caracterizaciones. Causó necrosis en Glenlea y Katepwa lo que concuerda con la presencia del gen *Tox A* y clorosis en Katepwa y 6B662 debido, probablemente, al gen *Tox B1*. Este aislado podría haberse designado como raza 8 pero expreso síntomas de necrosis en Salamouni.

Varios trabajos encuentran discrepancias entre los patrones fenotípicos y el análisis genético de aislados de *D. tritici-repentis*. Andrie *et al.* (2007) encontraron dos aislados (SO3 and PT82) que en base a la caracterización fenotípica corresponden a la raza 2 y 8 respectivamente; sin embargo SO3 carecía del gen *Tox A* y su correspondiente toxina y PT82 carecía del gen *Tox B* y su correspondiente toxina. Similares resultados fueron hallados por Ali *et al.* (2010) quienes determinaron la presencia o ausencia de los genes *Tox A* y *Tox B* en 42 aislados de *D. tritici-repentis* obtenidos de Arkansas, USA. Hallaron que entre 19 aislados que producían necrosis en Glenlea sólo 6 tenían el gen *Tox A*. Ambos autores sugirieron que aquéllos aislados deficientes en genes *Tox A* y *Tox B*, y que producían necrosis y/o clorosis, deberían estar produciendo una nueva toxina y serían nuevas razas de este patógeno. Pandelova & Ciuffetti (2005) han propuesto la presencia de una nueva toxina, llamada ToxD, producida por el aislado SO3, a partir de una proteína desconocida que produce síntomas de necrosis. Lepoint *et al.* (2010) a partir de 88 aislados procedentes de diversas partes del mundo encontraron algunos aislados que no pudieron asignarse a una raza particular, discrepancias entre la caracterización fenotípica y genotípica y amplificaciones de fragmentos muy grandes del gen *Tox A* para tres aislados designados como raza 1. Este autor sugiere que nuevas toxinas y razas deben estar presentes, que el número de líneas diferenciales de trigo usadas limitaría el número posible de razas a identificar y que falta mejorar la caracterización genotípica debido a que nuevos genes esperan ser descubiertos o caracterizados.

En nuestro país, Moreno *et al.* (2014) han evaluado los patrones fenotípicos y genéticos de 65 aislados provenientes de diferentes partes del país y han encontrado que la mayoría de los aislados que producían clorosis en 6B662 y Katepwa no amplificaban para el gen *Tox B* ni sus homólogos y muchos aislados que amplificaban para el gen *Tox A* no producían necrosis en Glenlea o Katepwa. Estos autores sugieren que son necesarios más estudios para investigar la presencia de nuevas toxinas. A partir de estos datos podría decirse que la estructura del patógeno no está bien determinada, tampoco en Argentina, y que nuevas toxinas y razas esperan ser identificadas.

4.3 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de plántula frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* en invernáculo.

Se observaron diferencias significativas entre aislados para la severidad y tipo de reacción. El aislado 3 presentó el mayor valor para ambos parámetros seguidos por el 2 y luego por el 1.

La interacción aislado \times cultivar fue significativa para la severidad y tipo de reacción. Para severidad se puede destacar que Buck 75° Aniversario tuvo un aumento significativo con el aislado 1; Klein Proteo, Klein Castor y Baguette 9 con el aislado 2 y Baguette Premium 11, Klein Tauro, Klein León, ACA 320, Baguette 17, Klein Dragón y BioInta 2004 con el aislado 3. Para el tipo de reacción Klein Proteo y Baguette 9 tuvieron un aumento significativo del tipo de reacción con el aislado 2; mientras que Sursem Nogal, Baguette Premium 11, Buck SY 300, Klein Tauro, Buck AGP Fast, Baguette 17, Cronox, ProInta Puntal, Klein Dragón y Sursem 2330 lo expresaron con el 3.

Los cultivares que presentaron mejor comportamiento para severidad fueron Baguette 601, Buck SY 300, Buck SY 110, Don Mario Lenox, Baguette 17, Buck AGP Fast, Sursem Nogal, BioInta 1001, ProInta Puntal y SY100. De estas Baguette 601, Buck SY 300, Buck SY 110, Don Mario Lenox, Buck AGP Fast, Sursem Nogal, BioInta 1001, ProInta Puntal y SY100 mostraron buenos niveles de resistencia frente a los tres aislados; mientras que Baguette 17 fue susceptible al 3. Para el tipo de reacción los que mejor se comportaron fueron Baguette 601, Buck SY 300, Klein Tauro, Buck SY 110, Buck SY 100, BioInta 1001, Klein Proteo, Klein Volcán, Don Mario Lenox y ACA 320. Todas estos cultivares evidenciaron buenos niveles de resistencia para los tres aislados excepto por Buck SY 300 y Klein Tauro que fueron susceptibles al 3 y Klein Proteo al 2.

4.4 Caracterización de cultivares argentinos de trigo al estado de planta adulta frente a la presencia/actividad de los aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* bajo condiciones a campo.

En líneas generales se puede decir que la localidad de Pergamino presentó un mayor nivel de severidad y tipo de reacción en relación a Los Hornos. Si bien no se observaron diferencias significativas entre localidades para la severidad en el estadio EC 37 y EC 75, en Pergamino se registraron mayores niveles con respecto a Los Hornos; mientras que en EC 82 si existieron mostrando Pergamino el mayor valor. Para el tipo de reacción se observó un comportamiento similar con un aumento significativo en EC 37 y EC 82 para Pergamino y un mayor nivel para EC 75. El ABCPE también fue mayor para Pergamino.

Los aislados se diferenciaron significativamente entre sí, en cuanto a la severidad, en EC 37 y EC 82 pero no en EC 75. En EC 82 el aislado 3 presentó el mayor valor, seguido por el 2 y luego por el 1 (62.43 %, 60.49 % y 57.56 % respectivamente),

con resultados similares en EC 75 (36.32 %, 35.95 % y 32.00 % respectivamente). Estos resultados coinciden con los hallados en plántula. En EC 37 se observó un comportamiento diferente siendo el aislado 1 el que originó la mayor severidad, seguido por el 2 y luego por el 3 (1.66 %, 1.54 % y 1.39 % respectivamente) debido, posiblemente, a los bajos valores de severidad registrados en esta evaluación. Podría decirse que el aislado 3 tendría un comportamiento más agresivo que el 2 y este que el 1. No se encontraron diferencias significativas entre aislados para el tipo de reacción en ninguna de los tres estadios. El aislado 3 se diferenció significativamente del 1 pero no del 2 para el ABCPE y mostró una tendencia similar a la registrada para la severidad en el estadio EC 75 y EC 82 donde el primero obtuvo el mayor valor seguido por el 2 y luego el 1.

Se registraron interacciones específicas significativas localidad \times aislado \times cultivar para la evaluación de severidad y tipo de reacción en EC 75 y EC 82 pero no en EC 37. Se observaron algunas diferencias en las interacciones aislado \times cultivar para cada una de las localidades debido, probablemente, a la presencia de mayor inóculo natural en Pergamino en comparación con Los Hornos.

En EC 75 los cultivares Buck 75° Aniversario y Buck Brasil tuvieron un aumento significativo de la severidad y el tipo de reacción con el aislado 1 en Los Hornos, Klein Proteo y Klein Castor mostraron el mismo resultado con el aislado 2 en Los Hornos y Baguette 9 para ambas localidades. BioInta 1001, Klein León y Klein Volcán tuvieron una mayor severidad con el aislado 2 en Pergamino; de éstos BioInta 1001 tuvo un aumento significativo del tipo de reacción para el mismo aislado en ambas localidades y Klein León lo tuvo para Pergamino, además ambos evidenciaron el mayor nivel de severidad para este aislado en la otra localidad. Los cultivares, ProInta Puntal, Klein Dragón, Baguette 17 y BioInta 2004 tuvieron un aumento significativo de la severidad y el tipo de reacción con el aislado 3 en Los Hornos; Baguette Premium 11 y Klein Tauro lo mostraron para la severidad y Don Mario Cronox para el tipo de reacción. ACA 320 y BioInta 3005 tuvieron una mayor severidad con el aislado 3 en Pergamino.

Similares resultados se obtuvieron en EC 82. Buck 75° Aniversario y Buck Brasil tuvieron un aumento significativo de la severidad y el tipo de reacción con el aislado 1 en Los Hornos y valores similares en Pergamino; Klein Castor presentó la misma tendencia para el aislado 2 en la misma localidad. Klein León evidenció un aumento significativo de la severidad con el aislado 2 en Pergamino y Buck AGP Fast obtuvo el mismo resultado para el tipo de reacción en ambas localidades y para el mismo aislado. Baguette 9 tuvo un comportamiento similar a lo evidenciado en la anterior evaluación aunque sin diferencias significativas entre los aislados. Baguette Premium 11, ProInta Puntal, Klein Volcán, Klein Dragón, BioInta 2004 y Don Mario Cronox tuvieron una mayor severidad con el aislado 3 en Los Hornos. De estos cultivares Klein Volcán, Klein Dragón, BioInta 2004 y Don Mario Cronox mostraron los valores más altos en Pergamino para el mismo aislado. Ambas evaluaciones (EC 75 y EC 82) muestran algunas coincidencias con los resultados hallados en plántula.

La triple interacción también fue significativa para el ABCPE con resultados similares a ambos estadios. Buck 75° Aniversario y Buck Brasil tuvieron un aumento significativo con el aislado 1 en Los Hornos. Castor mostró el mismo resultado con el aislado 2 en la misma localidad y BioInta 1001, Klein León y Klein Volcán para el aislado 2 en Pergamino. Baguette 9 tuvo un aumento significativo con el aislado 2 en ambos ambientes y Don Mario Cronox para el aislado 3. Los cultivares Baguette Premium 11, Baguette 17, ProInta Puntal, Klein Dragón y BioInta 2004 tuvieron un aumento significativo del ABCPE con el aislado 3 en Los Hornos y ACA 320 con el mismo aislado en Pergamino.

Investigaciones anteriores también han reportado diferencias en la virulencia de aislados de *D. tritici-repentis* (Ali & Francl, 2001b; 2003; Gamba & Lamari, 1998; Gamba *et al.*, 1998; Gilchrist *et al.*, 1984; Lamari & Gilbert, 1998; Lamari *et al.*, 1995; 1998; Luz & Hosford, 1980; Hunger & Brown, 1987; Misra & Singh, 1972; Schilder & Bergstrom, 1990). Basado en el tipo de reacción producido por 92 aislados obtenidos de 11 cultivares sembrados en Canadá, Lamari & Bernier (1989a) reportaron interacciones específicas entre cultivares y aislados indicando que los mismos diferían en su grado de virulencia. En este trabajo dichos investigadores propusieron la existencia de tres patotipos. Schilder & Bergstrom (1990) evaluaron 70 aislados obtenidos de Canadá sobre 12 cultivares de trigo y encontraron diferencias en las interacciones aislado x cultivar. Similares resultados fueron reportados por Sah & Fehrmann (1992) desde aislados obtenidos de Brasil, Alemania, India, Nepal y Estados Unidos de Norte América. Sin embargo Ali & Buchenau (1992) observaron especialización fisiológica basado en el tipo de reacción desde aislados obtenidos de Estados Unidos de Norte América. Mehta *et al.* (2004) evaluaron 40 aislados obtenidos de Paraná (Brasil) en 6 cultivares de trigo y hallaron baja interacción aislado x cultivar. En nuestro país, Moreno (2007) detectó interacciones significativas aislado x cultivar para aislados de este patógeno obtenidos de diversas áreas productoras de trigo. Las interacciones específicas, encontradas en este trabajo, entre los aislados del patógeno y los cultivares argentinos de trigo serían indicativas de especialización fisiológica. Estudios moleculares recientes (Friesen *et al.*, 2005; Singh & Hughes, 2006) han hallado alta variación genética entre aislados de este hongo y la presencia de frecuente reproducción sexual aumenta aún más las posibilidades de recombinación y aparición de nuevas razas.

En general, los cultivares que presentaron mejor comportamiento en cuanto al nivel de severidad en la segunda evaluación también lo tuvieron para el ABCPE; estas fueron Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Don Mario Lenox, BioInta 1001, Baguette 17, Buck AGP Fast, Sursem Nogal y ProInta Puntal. De estas Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Buck AGP Fast, Don Mario Lenox y Sursem Nogal mostraron un buen comportamiento a los tres aislados evaluados; mientras que BioInta 1001 fue más susceptible al aislado 2 y Baguette 17 junto con ProInta Puntal al 3. Estos resultados coinciden, en líneas generales, con la evaluación de severidad en plántula. Los cultivares con mejor comportamiento para tipo de reacción, en la segunda evaluación, fueron Baguette 601, Buck SY 110, Buck SY 300, Don Mario Lenox,

Caracterización de nuevos aislados de *Drechslera tritici-repentis* y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

BioInta 1001, Buck AGP Fast, Baguette 17, Baguette P. 13 y ProInta Puntal observándose similares resultados que para severidad y ABCPE. De estas Baguette 601, Don Mario Lenox y Baguette Premium 13 presentaron buen comportamiento frente a los tres aislados; Baguette 17 y ProInta Puntal fueron más susceptibles al 3; Buck AGP Fast al 1; BioInta 1001 al 2; Buck SY 110 al 1 y 2 y Buck SY 300 al 2 y 3. Para este parámetro hubo menos coincidencias entre los resultados hallados en planta adulta a campo y en plántula. Los cultivares que presentaron mejor comportamiento a los 3 aislados deberían seguir siendo evaluadas frente a varios más para valorar la posibilidad de resistencia parcial no específica a la raza. La descripción de la estructura de la población en razas es de utilidad para la identificación de genes de resistencia, cuando se identifican nuevas razas de *D. tritici-repentis*, se hace necesaria la identificación e incorporación de nuevos genes de resistencia al germoplasma existente (Gamba *et al.*, 1998). Stakman (1938) manifestó que si bien en la pérdida de la resistencia de un cultivo a un patógeno intervienen numerosos factores, la existencia de razas en diferentes regiones es uno de los principales problemas. En particular todas las líneas de trigo deberían ser evaluadas frente a las razas predominantes de una región previas a ser comercializadas.

Se encontró una alta correlación entre el ABCPE para la localidad de Los Hornos y la severidad al estado de plántula ($r = 0.75$) y moderada para Pergamino ($r = 0.31$) debido, probablemente, a la presencia de inóculo natural en esta zona. Buenos niveles de correlación entre estadio de plántula y adulta fueron también hallados por otros investigadores (Cox & Hosford, 1987; Rees *et al.*, 1988). Evans *et al.* (1999) inocularon 10 cultivares al estado de plántula en invernáculo y en planta adulta en condiciones de campo, en dos localidades, y encontraron una alta correlación ($r = 0.75$ a 0.93) entre tamaño de lesión, en plántula, y ABCPE al estado adulto. Tadesse *et al.* (2010) también encontraron una alta correlación ($r = 0.72$) entre resistencia en plántula (en invernáculo) y planta adulta a campo para 12 cultivares de trigo inoculados con *D. tritici-repentis*. Lamari & Bernier (1989a) también hallaron una alta correlación ($r = 0.63$) entre el nivel de resistencia al estado de plántula, en invernáculo, y planta adulta a campo para 55 líneas evaluadas. Estos autores sugieren que la evaluación en plántula, para esta enfermedad, permite evaluar mayor cantidad de germoplasma en menor espacio y tiempo que el que requiere la evaluación a campo y además posibilita hacer una pre-selección de materiales para descartar los más susceptibles frente a la enfermedad en un corto periodo de tiempo.

CAPITULO 5:

CONCLUSIONES GENERALES

- Existen diferencias entre aislados seleccionados de *D. tritici-repentis* en base a caracteres fenotípicos y genotípicos.
- Existen interacciones específicas entre los aislados del patógeno y los cultivares argentinos de trigo.
- Existe resistencia frente a varios aislados seleccionados del patógeno en cultivares argentinos de trigo.
- El nivel de resistencia en cultivares seleccionados de trigo a aislamientos específicos de *D. tritici-repentis* es dependiente del estado fenológico de la planta y del germoplasma estudiado.

BIBLIOGRAFIA

Alam K.B. & J.P. Gustafson. 1988. Tan-spot resistance screening of *Aegilops* species. *Plant Breeding* 100: 112-118.

Alberione, E., C.T. Bainotti, J.A. Frascina, J.H. Salines, G.M. Donaire & M.B. Formica. 2011a. Información sanitaria de ECR en campo de productores. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/informacion-sanitaria-de-ecr-en-campo-de-productores> (Verificado 10 de Enero de 2014).

Alberione, E., C.T. Bainotti, J.A. Frascina, J.H. Salines, G.M. Donaire & M.B. Formica. 2011b. Evaluación sanitaria de cultivares de trigo en la subregión triguera II Norte - Campaña 2010/11. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-sanitaria-de-cultivares-de-trigo-en-la-subregion-triguera-ii-norte-campana-2010-11> (Verificado 10 de Enero de 2014).

Alberione, E., C.T. Bainotti, J.A. Frascina, J.H. Salines, G.M. Donaire, M.B. Formica & D.T. Gomez. 2012. Evaluación sanitaria de cultivares de trigo en la subregión triguera II Norte – Campaña 2011/12. Disponible en: <http://inta.gob.ar/documentos/evaluacion-sanitaria-de-cultivares-de-trigo-en-la-subregion-triguera-ii-norte-2013-campana-2011-12> (Verificado 10 de Enero de 2014).

Ali, S. & G. W. Buchenau. 1992. Incidence of toxin-producing pathotypes of *Pyrenophora tritici-repentis* in South Dakota. *Phytopathology* 82: 1159 (Abst).

Ali S. & L.J. Francl. 2001a. First report of tan spot on wheat in Pakistan. *Plant Disease* 85: 1031.

Ali S. & L.J. Francl. 2001b. Recovery of *Pyrenophora tritici-repentis* from barley and reaction of 12 cultivars to five races and two host-selective toxins. *Plant Disease* 85: 580-584.

Ali S. & L.J. Francl. 2002a. A new race of *Pyrenophora tritici-repentis* from Brazil. *Plant Disease* 86: 9.

Ali S. & L.J. Francl. 2002b. Race structure of *Pyrenophora tritici-repentis* isolates obtained from wheat in South America. *Plant Protection Science* 38 (Special Issue 2): 302-304.

Ali S. & L.J. Francl. 2003. Population race structure of *Pyrenophora tritici-repentis* prevalent of wheat and non-cereal grasses in the Great Plains. *Plant Disease* 87: 418-422.

Ali, S., L.J. Francl & E.D. de Wolf. 1990. First report of *Pyrenophora tritici-repentis* race 5 from North America. *Plant Disease* 83: 591.

Ali, S., H. Ling, S. Meinhardt & L. Francl. 2002. A new race of *Pyrenophora tritici-repentis* that produces a putative host-selective toxin. *Phytopathology* 92: S3.

Ali, S., S. Gurung & T.B. Adhikari. 2010. Identification and characterization of novel isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* from Arkansas. *Plant Disease* 94: 229-235.

Andrie, R.M., I. Pandelova & L.M. Ciuffetti. 2007. A combination of phenotypic and genotypic characterization *Pyrenophora tritici-repentis* race identification. *Phytopathology* 97: 694-701.

Annone, J.G. 1985. Presencia de la "mancha tostada" del trigo (*Helminthosporium tritici-repentis*). *Carpeta de Producción Vegetal. Trigo. Tomo VII. INTA, EEA Pergamino. Informe N° 88.*

Annone, J.G. 1995. La mancha amarilla o bronceada del trigo. Eds: Kohli, M.M., J.G. Annone y R. Gracia 1996. *Las enfermedades de trigo en el Cono Sur. Curso de manejo de enfermedades del trigo. Pergamino, Argentina, 29-31 de Agosto de 1995.*

Annone, J.G. 1998. Tan Spot of wheat in Argentina: Importance and disease management practices. En: *Helminthosporium Blights of Wheat: Spot Blotch and Tan Spot*. Eds. E. Duveiller, H.J. Dubin, J. Reeves, and A. McNab. Mexico, D.F. CIMMYT. pp 339-345.

Annone, J.G. 2004. Las principales enfermedades del trigo en Argentina: Su importancia relativa en las regiones productoras Norte y Sur. En: *A Todo Trigo. Actas del congreso 13 y 14 de Mayo 2004. Mar del Plata. Argentina. p. 53-58.*

Annone, J.G. 2006. Las principales enfermedades del trigo en Argentina: Su importancia relativa en las regiones productoras Norte y Sur. *Actas del Congreso A Todo Trigo 2006. Nuevos conocimientos aplicados a la producción. Federación de Centros y Entidades Gremiales de Acopiadores de Cereales. Mar del Plata, Buenos Aires. pp. 53-58.*

Annone, J.G. 2006b. *Roya de la hoja en trigo. Importancia económica y estrategias para reducir los efectos sobre la producción. Trigo. EEA INTA Marcos Juárez. Informe de Actualización Técnica N° 1. 3 pp.*

Annone, J.G. & E. Frutos. 1988. Estimación del efecto del "Golpe Blanco" del trigo (*Fusarium graminearum*) sobre la producción de granos de un grupo de variedades comerciales. INTA Pergamino. Informe Técnico N° 218. 22 p.

Annone, J.G. & R. García. 2005. Status of resistance of Argentinean wheat cultivars to the causal agent of tan spot. En: *Session on Breeding for resistance to biotic stresses. Abstracts of the 7th*

Caracterización de nuevos aislados de *Drechslera tritici-repentis* y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

International Wheat Conference. Noviembre 27 al 2 de diciembre de 2005. Mar del Plata, Buenos Aires, Argentina. p. 126.

Annone, J.G., A. Calzolari, O. Polidoro, & H. Conta. 1991. Efecto de la mancha de la hoja causada por *Septoria tritici* sobre el rendimiento. EEA Pergamino. INTA Pergamino. Informe Técnico N° 122. 26 pp.

Annone, J.G., G. Botta & A. Ivancovich. 1994. Ocurrencia de la mancha bronceada del trigo en el área norte de la provincia de Buenos Aires. III Congreso Nacional de Trigo y I Simposio Nacional de cereales de Siembra otoño-invernal. Depto. De Agronomía, Universidad Nacional del Sur – Asociación de Ingenieros Agrónomos del Norte de la Provincia de Buenos Aires. Bahía Blanca, Buenos Aires. pp 205-207.

Annone, J.G., R. García, G. Botta & A. Ivancovich. 2001. Pérdidas de rendimiento ocasionadas por la “roya de la hoja” y la “mancha amarilla” del trigo: estimaciones en el norte de la provincia de Buenos Aires. Revista de tecnología Agropecuaria N° 16. Vol. VI. EEA Pergamino. INTA Pergamino. 32 pp

Araya C.M. & C. Cárdenas. 1999. Variabilidad patogénica y fuentes de resistencia a poblaciones de *Colletotrichum lindemuthianum* en Costa Rica. Actas de Congreso XXXIX Reunión Anual APS-CD. Puerto Rico. pp. 72.

Ballance, G.M., L. Lamari & C.C. Bernier. 1989. Purification and characterization of a host selective necrosis toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*. Physiological and Molecular Plant Pathology 35: 203-213.

Benslimane, H., L. Lamari, A. Benbelkacem, R. Sayoud & Z Bouznad. 2011. Distribution of races of *Pyrenophora tritici-repentis* in Algeria and identification of a new virulence type. Phytopathol. Mediterr. (2011) 50: 203–211.

Carmona, M., E.M. Reis & P. Cortese. 1999. Manchas foliares del trigo: diagnóstico, epidemiología y nuevos criterios para el manejo. Eds. Carmona M., Reis E.M. y P. Cortese. pp 32.

Carmona, M. 2003. Manejo Integrado de las Enfermedades del trigo. Nuestra oportunidad para asegurar la sustentabilidad del cultivo. En: www.acopiadores.com/publico/atodotrigo/ManejoIntegradodelasEnfermedadesdeltrigo.pdf.

Castro, M., M. Díaz, S. Germán & D. Vázquez. 2010. Resultados Experimentales de la Evaluación de Cultivares de Trigo de ciclo intermedio Período 2007-2008.2009. Disponible en:

http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/trigoci09.htm
(Verificado 10 de Enero de 2014).

Catalogo Semillas Buck Trigo. 2012. Disponible en:
<http://www.bucksemillas.com.ar/admin/uploads/originals/Catalogo%20Buck%20Trigo%202012.pdf> (Verificado 10 de Enero de 2014).

Ciuffetti, L.M., R.P. Tuori & J.M. Gaventa. 1997. A single gene encodes a selective toxin causal to the development of tan spot of wheat. *Plant Cell*9: 135-144.

Ciuffetti, L.M., L.J. Francl, G.M. Balance, W.W. Bockus, L. Lamari, S.W. Meinhardt & J.B. Rasmussen. 1998. Standardization of toxin nomenclature in the *Pyrenophora tritici-repentis*/wheat interaction. *Canadian Journal of Plant Pathology*20: 421-424.

Ciuffetti, L.M., V. A. Manning, J. P. Martinez, I. Pandelova & R. M. Andrie. 2003. Proteinaceous toxins of *Pyrenophora tritici-repentis* and investigation of the site-of-action of Ptr Tox A. Proceedings of the Fourth International Wheat Tan Spot and Spot Blotch Workshop. North Dakota Agricultural Experiment Station. pp 96-102.

Cox, D.J. & R.M. Hosford. 1987. Resistant winter wheats compared at differing growth stages and leaf positions for tan spot severity. *Plant Disease* 71: 883-886.

Dalcerio, A., A. Torres, M. Etcheverry, S. Chulze & E. Varsavsky. 1997. Occurrence of deoxynivalenol and *Fusarium graminearum* in Argentinian wheat. *Food Additives and Contaminants* 14: 11-14.

Day, P.R. 1960. Variation in phytopathogenic fungi. *Annual Review of Microbiology* 14: 1-16.

de Wolf, E.D., R.J. Effertz, S. Ali & L.J. Francl. 1998. Vistas of tan spot research. *Canadian Journal of Plant Pathology* 20: 349-370.

Diaz de Ackermann, M. 1987. Resistance among winter wheat to *Pyrenophora tritici-repentis* isolates and variability in fungal growth, color, sporulation and pathogenicity. M. Sc. Tesis. North Dakota State University. Fargo. 49 pp.

Diaz de Ackermann, M. 2010. Mancha Parda o Amarilla del Trigo. En: Seminario de Actualización. Manejo de Enfermedades de Trigo y Cebada. Serie Actividades de Difusión N°618. INIA. pp 81-93.

Dirección de Mercados Agrícolas. 2014. Disponible en:
http://www.minagri.gob.ar/dimeagro/indec/tn_trigo.php (Verificado 10 de Octubre de 2014).

División estadística de la FAO. 2014. Perspectivas Agropecuarias-Resúmenes de mercado-FAO. Disponible en

<http://faostat3.fao.org/faostat-gateway/go/to/download/Q/QC/E>
(Verificado 10 de Octubre de 2014).

Evans, C.K., R.M. Huger & W.C. Siegerist. 1993. Enhanced production of *Pyrenophora tritici-repentis* conidial suspensions. *Plant Disease* 77: 981-984.

Evans, C.K., R.M. Huger & W.C. Siegerist. 1999. Comparison of greenhouse and field testing to identify wheat resistant to tan spot. *Plant Disease* 83:269-273.

Fernández, P.J. & Corró Molas A. 2001. El Pietín del Trigo. *Revista Forrajes & Granos*. Artículo de Divulgación.

Friesen, T.L., S. Ali, K.K. Kleim & J.B. Rasmussen. 2005. Population genetic analysis of a global collection of *Pyrenophora tritici-repentis*, causal agent of tan spot of wheat. *Phytopathology* 95: 1144-1150.

Galich, M.T.V. de. 2002. Fusariosis de la espiga de Trigo. Trigo: Actualización 2002. EEA Marcos Juárez. INTA Marcos Juárez. Información para extensión N° 71. 6 pp.

Galich, M.T.V. de & A. Galich. 1994. Enfermedades del trigo en el área sur de Santa Fe y Córdoba correspondientes a la subregión II Norte, Año 1993/94. EEA Marcos Juárez. INTA Marcos Juárez. Información para extensión N° 5 . 7 pp.

Galich, A.N., M.T.V. de Galich, A. Legasa & G. Musso. 1986. Estimación de pérdidas por enfermedades foliares en cultivares de trigo. Capítulo IV. Congreso Nacional de trigo. AIANBA. Pergamino, Bs. As. pp. 41-50.

Gamba, F. M. & L. Lamari. 1998. Mendelian inheritance of resistance to tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) in selected genotypes of durum wheat (*Triticum turgidum*). *Canadian Journal of Plant Pathology* 20: 408-414.

Gamba, F.M., L. Lamari & A. Brûlé- Babel. 1998. Inheritance of race-specific necrotic and chlorotic reactions induced by *Pyrenophora tritici-repentis* in hexaploid wheats. *Canadian Journal of Plant Pathology* 20: 401-407.

Gilchrist, S.L. 1992. Resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* in CIMMYT bread wheat germplasm. Proceedings of the 2nd international tan spot workshop. Advances in tan spot research. North Dakota State University, Fargo. pp. 44-49.

Gilchrist, S.L., S. Fuentes & M. de la Isla de Bauer. 1984. Identificación de *Helminthosporium tritici-repentis* (= *Pyrenophora trichostoma*) agente causal de un tizón de la hoja de trigo en México. *Agrociencia* 56: 151-162.

Hosford, R.M. Jr. 1971. A form of *Pyrenophora trichostoma* pathogenic to wheat and other grasses. *Phytopathology* 61: 28-32.

Hosford, R.M. Jr. 1981. Tan Spot. En: Tan Spot of Wheat and Related Diseases. Work-shop. Ed. Hosford, R.M. Jr. North Dakota State University, Fargo. pp. 1-24.

Hosford, R.M. Jr & R.H. Busch. 1974. Losses in wheat caused by *Pyrenophora trichostoma* and *leptosphaeria avenaria* f. sp. *triticea*. *Phytopathology* 64: 184-187.

Hunger, R.M. & D.A. Brown. 1987. Colony color, growth, sporulation, fungicide sensitive and pathogenicity of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Plant Disease* 71: 907-910.

Kohli, M., Y.R. Mehta & M. Ackermann. 1992. Spread of Tan Spot in the Southern Cone region of South America. Proceedings of the 2nd international tan spot workshop. Advances in tan spot research. North Dakota State University, Fargo. pp. 86-90.

Kohli, M., J.G. Annone & M. T. V. Galich. 1996. Fusariosis de la espiga y su manejo. En: Las enfermedades del trigo en el Cono Sur. Curso de manejo de enfermedades de trigo. Eds. Kohli, M., Annone, J. y R. García. Buenos Aires, Pergamino. pp. 164-189.

Krupinsky, J.M. 1987. Pathogenicity on wheat of *Pyrenophora tritici-repentis* isolated from *Bromus inermis*. *Phytopathology* 77: 760-765.

Krupinsky, J.M. 1992. Grass host of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Plant Disease* 76: 92-95.

Lamari L. & C.C. Bernier. 1989a. Evaluation of wheat lines and cultivars to tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*) based on type lesions. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11: 49-56.

Lamari L. & C.C. Bernier. 1989b. Virulence of isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* on 11 wheat cultivars and cytology of the differential host reactions. *Canadian Journal of Plant Pathology* 11: 284-290.

Lamari L. & C.C. Bernier. 1991. Genetics of tan necrosis and extensive chlorosis in tan spot of wheat caused by *Pyrenophora tritici-repentis*. *Phytopathology* 81: 1092-1095.

Lamari L. & J. Gilbert. 1998. Toward a coherent model of host-pathogen interactions in tan spot of wheat: An epilogue to the Third International Workshop on Tan Spot of wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology* 20: 440-443.

Lamari, L., R. Sayoud, M. Boulif & C.C. Bernier. 1995. Identification a new race in *Pyrenophora tritici-repentis*: implications for the current pathotype classification system. Canadian Journal of Plant Pathology 17: 312-318.

Lamari, L., J. Gilbert & A. Tekauz. 1998. Race differentiation in *Pyrenophora tritici-repentis* and survey of physiologic variation in western Canada. Canadian Journal of Plant Pathology 20: 396-400.

Lamari, L., S.E. Strelkov, A. Yahyaoui, J. Orabi & R.B. Smith. 2003. The identification of two new races of *Pyrenophora tritici-repentis* from the host center of diversity confirms a one-to-one relationship in tan spot of wheat. Phytopathology 93: 391-396.

Lamari, L., B.D. Mc Callum & R.M. de Pauw. 2005. Forensic pathology of Canadian bread wheat: The case of Tan Spot. Phytopathology 95: 144-152.

Leisová, L., A. Hanzalová & L. Kucera. 2008. Genetic diversity of *Pyrenophora tritici-repentis* isolates as revealed by AFLP analysis. Journal of Plant Pathology 90: 223-245.

Lepoint, P., M.E. Renard, A. Legrève, E. Duveiller & H. Maraite. 2010. Genetic diversity of the mating type and toxin production genes in *Pyrenophora tritici-repentis*. Phytopathology 100: 474-483.

Luz da W.C. & R.M. Jr. Hosford. 1980. Twelve *Pyrenophora trichostoma* races for virulence to wheat in the central plains of North America. Phytopathology 70: 1193-1196.

Manning, V. A., I. Pandelova, & L. M. Ciuffetti. 2002. A race for a novel host-selective toxin. (Abstr.) Phytopathology 92: S51.

Martínez, J.P., S.A. Ottum, S. Ali, L.J. Francl & L.M. Ciuffetti. 2001. Characterization of the ToxB gene from *Pyrenophora tritici-repentis*. Molecular Plant Microbe Interactions 14: 675-677.

Martínez, J.P., N.W. Oesch & L.M. Ciuffetti. 2004. Characterization of the multiple-copy host-selective toxin gene, ToxB, in pathogenic and nonpathogenic isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*. Molecular Plant Microbe Interactions 17: 467-474.

Mehta Y.R. & C.A Gaudencio. 1991. The effects of tillage practices and crop rotation on the epidemiology of some major wheat diseases. En: Wheat for the Nontraditional Warm Areas. Ed. D.E Saunders. Mexico. pp. 266-283.

Mehta, Y.R., A. Mehta & C.R. Riede. 2004. Molecular and pathogenic variability of *Pyrenophora tritici-repentis* isolates causing tan spot of wheat in the state of Paraná, Brazil. Summa Phytopathologica 30: 436-444.

Meinhardt, S., S. Ali, H. Ling & L. Francl. 2003. A new race of *Pyrenophora tritici-repentis* that produces a putative host-selective toxin. Proceedings of the Fourth International Wheat Tan Spot and Spot Blotch Workshop. North Dakota Agricultural Experiment Station. pp 117-121.

Mihtra, M.A. 1934. Leaf spot disease of wheat caused by *Helminthosporium tritici-repentis* Died. Indian Journal of Agricultural Science 4: 692-700.

Misra A.P. & R.A. Singh. 1972. Pathogenic differences among three isolates of *Helminthosporium tritici-repentis* and the performance of wheat varieties against them. Indian Phytopathology 25: 350-353.

Moreno, M.V. 2007. Caracterización cultural, patogénica, genética y bioquímico-molecular de *Pyrenophora tritici-repentis* en Argentina. Doctoral Thesis. Facultad de Ciencias Naturales y Museo, Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina. 188 pp.

Moreno M.V. & A.E. Perelló. 2010. Occurrence of *Pyrenophora tritici-repentis* causing tan spot in Argentina. En: Management of Fungal Pathogens: Current Trends and Progress. Eds A. Arya & A. Perelló. Buenos Aires, La Plata. pp. 275-290.

Moreno, M.V., S.A. Stenglein, A.E. Perelló & Balatti P.A. 2008. Pathogenic and genetic diversity of isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* causing tan spot of wheat in Argentina. European Journal of Plant Pathology 122: 239-252.

Moreno, M.V., A.M. Arambarri & A. Perelló. 2011. Diversity of *Pyrenophora tritici-repentis* isolates from the Argentinian wheat growing area: morphocultural and pathogenic analysis. International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science.1: 365-382.

Moreno, M.V., S.A. Stenglein & A.E. Perelló. 2012. *Pyrenophora tritici-repentis*, the causal agent of tan spot: a review of intraspecific genetic diversity. En: Genetic Diversity / Book 2. Ed. Maahmut Caliskan (INTECH publisher). pp 297-330.

Moreno, M.V., S.A. Stenglein & A.E. Perelló. 2014. Distribution of races and *Tox* genes in *Pyrenophora tritici-repentis* isolates from wheat in Argentina. Tropical Plant Pathology: En prensa

Murray, M.G. & W.F. Thompson. 1980. Rapid isolation of high molecular weight plant DNA. Nucleic Acids Research 8: 4321-4325.

Oliver, R.E., X. Cai, R.C. Wang, S.S. Xu, T.L. Friesen. 2008. Resistance to tan spot and *Stagonospora nodorum* blotch in wheat-alien species derivatives. Plant Disease 92:150-157.

Pandelova, I. & Ciuffetti, L.M. 2005. A proteomics-based approach for identification of the Tox D gen. Fungal Genet. Newsl. 52 (Suppl.): 133.

Perelló, A. 2007. Enfermedades nuevas y emergentes en trigo. Manejo de bajo impacto ambiental con microorganismos antagonistas. Jornada de actualización en enfermedades de trigo. Libro de Resúmenes. Buenos Aires, Lavallol. pp 30-34.

Perelló, A.E., M. Yannicari, A.M. Castro & M.V. Moreno. 2012. Genetic analysis and comparative virulence of isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* from wheat in Argentina. African Journal of Microbiology Research 6: 5558-5567.

Pereyra, S. & M. Díaz. 2011. Herramientas para el Manejo de Enfermedades en Trigo. En: Jornada de Divulgación. Aportes a la zafra de cultivos de invierno. La Estanzuela, INIA. Serie Actividades de Difusión no. 646. Pp. 23-31.

Pereyra, S. & S. Germán. 2012. Manejo de enfermedades en trigo y cebada en un contexto de márgenes reducidos. En: Jornada Cultivos de Invierno. La Estanzuela, INIA. Serie Actividades de Difusión no. 677. pp 15-25.

Perspectivas alimentarias FAO 2014. Informe “Perspectivas alimentarias” (Resúmenes de mercado) Mayo 2014 FAO. Disponible en <http://www.fao.org/3/a-i3915s.pdf>. (Verificado 10 de Octubre de 2014).

Pujol Vieira dos Santos, A.M., A.T. Santos Matsumura & S.T. Van der Sand. 2002. Intraspecific genetic diversity of *Drechslera tritici-repentis* as detected by a random amplified polymorphic DNA analysis. Genetic and Molecular Biology 25: 243-250.

Proyecto Regional Trigo: principales logros y avances / IICA – PROCISUR. 2010. Montevideo, Uruguay. Disponible en: <http://www.procisur.org.uy>. (Verificado 15 de Enero de 2014).

Rajaram, S. 2001. Mejoramiento Internacional de Trigo. Palabras de apertura. En: Estrategias y Metodologías utilizadas en el mejoramiento de trigo. Seminario Internacional. Eds. Kohli, M. M., Diaz, M. y Castro, M. Uruguay, La Estanzuela. pp XI-XII.

Raymond P.J. & W.W. Bockus. 1982. An in-vitro technique for profuse sporulation of *Drechslera tritici-repentis*. Phytopathology 72: S934.

Red de Ensayos Comparativos de Variedades de Trigo. Campaña 2012/13. Localidades: Marcos Juárez, Pergamino y Pla. Fuente: INASE. Disponible en: http://www.inase.gov.ar/index.php?option=com_content&view=article&i

d=340%3Acampana-20122013&catid=45%3Aensayos-de-trigo&Itemid=91 (Verificado 10 de Enero de 2014).

Rees L. G. & G. J. Platz. 1979. The occurrence and control of yellow spot of wheat in North-Eastern Australia. *Australian Journal of Agricultural Research* 19: 369-372.

Rees L. G. & G. J. Platz. 1980. The epidemiology of yellow leaf spot of wheat in Southern Queensland. *Australian Journal of Agricultural Research* 31: 259-267.

Rees L. G. & G. J. Platz. 1983. Effect of yellow spot on wheat: comparison of epidemics at different stages of crop development. *Australian Journal of Agricultural Research* 34: 39-46.

Rees L. G. & G. J. Platz. 1990. Sources of resistance to *Pyrenophora tritici-repentis* in bread wheats. *Euphytica* 45: 59-69.

Rees L. G. & G. J. Platz. 1992. Tan Spot and its control-Some Australian experiences. Proceedings of the 2nd international tan spot workshop. *Advances in tan spot research*. North Dakota State University, Fargo. pp. 1-9.

Rees, L.G., R.J. Mayer & G.J. Platz. 1981. Yield losses in wheat from yellow spot: A disease-loss relationship derived from single tillers. *Australian Journal of Agricultural Research* 32: 851-859.

Rees, L.G., G.J. Platz & R.J. Mayer. 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.

Rees, L.G., G.J. Platz & R.J. Mayer. 1988. Susceptibility of Australian wheats to *Pyrenophora tritici-repentis*. *Australian Journal of Agricultural Research* 39:141-151.

Reis, E.M. & M.A. Carmona. 1996. Mancha Amarilla de la hoja de trigo. Ed. Bayer. 14 pp.

Resultados Experimentales de la Evaluación de Cultivares de Trigo, Cebada, Colza, Triticale y Trigo doble propósito de los tres últimos años. Período 2008-2009-2010. Convenio INIA-INASE. Disponible en: http://www.inia.org.uy/convenio_inase_inia/resultados/index_00.htm (Verificado 10 de Enero de 2014).

Riede, C.R., L.J. Francl, J.G. Jordahl & S.W. Meinhardt. 1996. Additional sources of resistance to tan spot of wheat. *Crop Science* 36: 771-777.

Sah, D.N. & H. Ferhmann. (1992). Virulence patterns of geographically differing isolates of *Pyrenophora tritici-repentis* and sources of resistance in wheat. *Plant Disease* 76: 712-716.

Schilder, A.M.C. & G.C. Bergstrom. 1990. Variation in virulence within the population of *Pyrenophora tritici-repentis* in New York. *Phytopathology* 80: 84-90.

Schilder, A.M.C. & G.C. Bergstrom. 1994. Infection of wheat seed by *Pyrenophora tritici-repentis*. *Canadian Journal of Botany* 72: 510-519.

Sharp, E.L., B.K. Sally & F.H. Mc Neal. 1976. Effect of *Pyrenophora* wheat leaf blight on the thousand kernel weight of 30 spring wheat cultivars. *Plant Disease* 60: 135-138.

Simón, M.R., A.E. Perelló, C.A. Cordo, & P.C. Struik. 2002. Influence of *Septoria tritici* on Yield, Yield Components, and Test Weight of Wheat under Two Nitrogen Fertilization Conditions. *Crop Science* 42: 1974-1981.

Singh. P.K. & G.R. Hughes. 2006. Genetic similarity among isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*, causal agent of tan spot of wheat. *Journal of Phytopathology* 154:178-184.

Singh, P.K., M. Mergoum, S. Ali, T.B. Adhikari, E.M. Elias, J.A. Anderson, K.D. Glover & W.A. Berzonsky. 2006. Evaluation of elite wheat germplasm for resistance to tan spot. *Plant Disease* 90: 1320-1325.

Singh, P.K., R. P. Singh, E. Duveiller, M. Mergoum, T.B. Adhikari & E.M. Elias. 2010. Genetics of wheat-*Pyrenophora tritici-repentis* interactions. *Euphytica* 171: 1-13.

Sistema Integrado de Información Agropecuaria. 2014. Disponible en: <http://dev.siiia.gov.ar/series>. (Verificado 10 de Octubre de 2014).

Stakman, E.C. 1938. The problem of specialization and variation in pathogenic fungi. *Genetic* 18: 372-389.

Strelkov, S.E. & L. Lamari. 2003. Host-parasite interaction in tan spot *Pyrenophora tritici-repentis* of wheat. *Canadian Journal of Plant Pathology* 25: 339-349.

Strelkov, S.E., L. Lamari & G.M. Balance. 1999. Characterization of a host-specific protein toxin (PtrTox B) from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Molecular Plant-Microbe Interactions* 12: 728-732.

Strelkov, S.E., L. Lamari, R. Sayoud & R.B. Smith. 2002. Comparative virulence of chlorosis-inducing races of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Canadian Journal of Plant Pathology* 24: 29-35.

Strelkov, S.E., R.F. Kowatsch, G.M. Balance & L. Lamari. 2006. Characterization of the Tox B gene from North America and Canadian isolates of *Pyrenophora tritici-repentis*. *Physiological and Molecular Plant Pathology* 67: 164-170.

Caracterización de nuevos aislados de *Drechslera tritici-repentis* y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

Tadesse, W., S.L.K. Hsam, G. Wenzel & F.J. Zeller. 2006a. Identification and monosomic analysis of tan spot resistance genes in synthetic wheat lines (*Triticum turgidum* L. x *Aegilops tauschii* Coss.). *Crop Science* 46: 1212–1217.

Tadesse, W., S.L.K. Hsam & F.J. Zeller 2006b. Evaluation of common wheat (*Triticum aestivum* L.) cultivars for tan spot resistance and chromosomal location of a resistance gene in cultivar 'Salamouni'. *Plant Breeding* 125:318–322.

Tadesse, W., H. J. Reents, S. L. K. Hsam & F. J. Zeller. 2010. Relationship of seedling and adult plant resistance and evaluation of wheat germplasm against tan spot (*Pyrenophora tritici-repentis*). *Genet. Resour. Crop. Evol.* (2011) 58:339–346.

Tombetta, E.E., M.B. Cuniberti & J.A. Viale. 1994. Influencia de *Fusarium Graminearum* sobre la calidad comercial e industrial del trigo pan. Actas del III Congreso Nacional de trigo y Primer Simposio Nacional de Cereales de siembra otoño-invernal. Buenos Aires, Bahía Blanca. pp. 235-236.

Vanderplank, J.E. 1963. Disease resistance in plants. Ed. Academic Press. Inc. Orlando, Florida. 206 pp.

Vanderplank, J.E. 1978. Genetic and molecular basis of plant pathogenesis. Ed. Springer-Verlag. Berlin, Germany. 167 pp.

Wagner, D.B., G.R Furnier, M.A. Saghay-Marroof, S.M. Williams, B.P. Dancik & R.W. Allard. 1987. Chloroplast DNA polymorphisms in lodgepole and jack pines and their hybrids. *Proceedings of the National Academy of Science USA* 84: 2097–2100

Wiese, M.V. 1987. Compendium of wheat diseases. Ed. The American phytopathological Society. St. Paul. 106 pp.

Wright, K.H. & J.C. Sutton. 1990. Inoculum of *Pyrenophora tritici-repentis* in relations to epidemics of tan spot of winter wheat in Ontario. *Canadian Journal of Plant Pathology* 12: 149-157.

Young, R.A. & J.D. Kelly. 1997. RAPD markers linked to three major anthracnose resistance genes in common bean. *Crop Science* 37: 940-946.

Zadoks, J.C., Chang T.T. & Konzak C.F. 1974. "A Decimal Code for the Growth Stages of Cereals". *Weed Research* 14: 415-421.

Zhang X. & Y. Jin. 1998. Sensitivity of Ptr ToxA and tan spot infection responses in *Aegilops/Triticum* complex. *Canadian Journal of Plant Pathology* 20: 415–418.

Zhang, H., L.J. Franel, J.G. Jordahl & S.W. Meinhardt. 1997. Structural and physical properties of a necrosis-inducing toxin from *Pyrenophora tritici-repentis*. *Phytopathology* 87: 154-160.

Caracterización de nuevos aislados de Drechslera tritici-repentis y su efecto sobre el comportamiento de cultivares de trigo

Zillinsky, F.J. 1984. Guía para la identificación de enfermedades de cereales de grano pequeño. Ed. Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo, CIMMYT. El Batán, México. 142 pp.

APENDICE

Tabla 6.1.1. Medias de severidad de tres aislados de *D. tritici-repentis* en un ensayo de trigo, en 31 cultivares al estado de plántula.

Aislado	Severidad promedio
1	17,25 a
2	18,63 b
3	20,60 c

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD aislado = 0,90

Tabla 6.1.2. Medias del tipo de reacción de tres aislados de *D. tritici-repentis* en un ensayo de trigo, en 31 cultivares al estado de plántula.

Aislado	Tipo de reacción
1	1,26 a
2	1,37 b
3	1,72 c

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD aislado = 0,09

Tabla 6.1.3. Medias de severidad de tres aislados de *D. tritici-repentis* en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 37.

Aislado	Severidad promedio
1	1,66 a
2	1,54 ab
3	1,39 bc

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD aislado = 0,22

Tabla 6.1.4. Medias de severidad de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 37.

Localidad	Severidad promedio
Los Hornos	1,38 a
Pergamino	1,68 a

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD localidad = 2,88

Tabla 6.1.5. Medias de severidad de tres aislados de *D. tritici-repentis* en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 75.

Aislado	Severidad promedio
1	32,00 a
2	35,95 a
3	36,32 a

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD aislado = 4,96

Tabla 6.1.6. Medias de severidad de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 75.

Localidad	Severidad promedio
Los Hornos	30,18 a
Pergamino	39,30 a

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD localidad = 16,6

Tabla 6.1.7. Medias de severidad de tres aislados de *D. tritici-repentis* en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 82.

Aislado	Severidad promedio
1	57,56 a
2	60,49 b
3	62,43 c

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD aislado = 1,84

Tabla 6.1.8. Medias de severidad de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 82.

Localidad	Severidad promedio
Los Hornos	46,95 a
Pergamino	73,36 b

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD localidad = 13,1

Tabla 6.1.9. Medias del tipo de reacción de tres aislados de *D. tritici-repentis* en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 37.

Aislado	Tipo de reacción
1	0,81 a
2	0,77 a
3	0,71 a

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD aislado = 0,09

Tabla 6.1.10. Medias del tipo de reacción de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 37.

Localidad	Tipo de reacción
Los Hornos	0,66 a
Pergamino	0,87 b

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD localidad = 0,10

Tabla 6.1.11. Medias del tipo de reacción de tres aislados de *D. tritici-repentis* en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 75.

Aislado	Tipo de reacción
1	3,04 a
2	3,17 a
3	3,12 a

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD aislado = 0,21

Tabla 6.1.12. Medias del tipo de reacción de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 75.

Localidad	Tipo de reacción
Los Hornos	2,81 a
Pergamino	3,42 a

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD localidad = 0,86

Tabla 6.1.13. Medias del tipo de reacción de tres aislados de *D. tritici-repentis* en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo, evaluadas en el estadio EC 82.

Aislado	Tipo de reacción
1	4,04 a
2	4,14 a
3	4,15 a

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD aislado = 0,12

Tabla 6.1.14. Medias del tipo de reacción de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en 31 cultivares, evaluadas en el estadio EC 82.

Localidad	Tipo de reacción
Los Hornos	3,77 a
Pergamino	4,46 b

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD localidad = 0,65

Tabla 6.1.15. Medias del ABCPE de tres aislados de *D. tritici-repentis* en un ensayo de trigo en dos localidades y 31 cultivares de trigo

Aislado	Tipo de reacción
1	925,7 a
2	1012,1 ab
3	1029,2 bc

Referencias: Aislado 1 = cepa LH; Aislado 2 = cepa 25M035; Aislado 3 = cepa G327. Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente (P= 0,05, LSD test). LSD aislado = 86,6

Tabla 6.1.16. Medias del ABCPE de dos localidades en un ensayo de trigo inoculado con tres aislados de *D. tritici-repentis*, en 31 cultivares.

Localidad	Tipo de reacción
Los Hornos	789,3 a
Pergamino	1188,7 a

Medias seguidas por la misma letra no difieren estadísticamente ($P= 0,05$, LSD test). LSD localidad = 435,2