

Fusariosis de la espiga en trigo:

Interacción patógeno – huésped y

Estrategias para el manejo integrado

Ing. Agr. Amb. Leydi G. Sevillano

Maestría en Ciencias Agrarias, Opción Ciencias Vegetales

Directoras: Dra. Silvia Pereyra y Dra. Silvana Vero

5ta. Expotesis INIA

6 de noviembre de 2020

ANII – Fondo sectorial Innovagro – Inocuidad FSA_1_2017_1_139442 -Estrategias para minimizar el riesgo de micotoxinas de Fusarium en trigo INIA

PEI-INIA CS35 – Manejo de enfermedades en cultivos



**AÑO INTERNACIONAL DE LA
SANIDAD VEGETAL**

2020



Contenido

- ❑ Fusariosis de la espiga
- ❑ Objetivo 1: Interacción patógeno-huésped
 - Materiales y métodos
 - Resultados preliminares
- ❑ Objetivo 2: Estrategias de manejo integrado
 - Materiales y métodos
 - Resultados preliminares
- ❑ Conclusiones
- ❑ Referencias bibliográficas



Fusariosis de la espiga

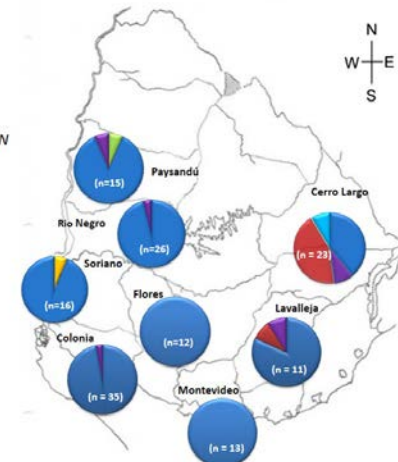


Patógeno

Especies del género *Fusarium*

Inoculo primario en rastrojos- varios huéspedes

- *F. graminearum* 15ADON
- *F. graminearum* 3ADON
- *F. asiaticum* NIV
- *F. austroamericanum* 3ADON
- *F. cortaderiae* NIV
- *F. brasilicum* NIV



Umpiérrez et al. 2013

Acumulación de toxinas en grano (tricotecenos B y zearalenona)

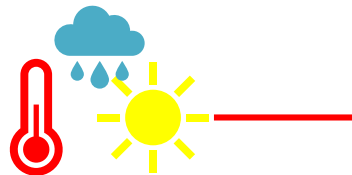


Zeus (ACA 908)	9	Basilio	6	SY 211	5
Ceibo	9	SY 200	6	TBIO Audaz	5
Fuste	9	Klein Potro	6	LE 2455	5
SY 330	9	LG 1701	6	Genésis 7.25	5
Gingko	9	NST Berretin	6	Klein Mercurio	5
INIA Tijereta	9	Genésis 2346	6	Genésis 2375	4
Baguette 601	8	Curupay (ACA 360)	5	LE 2445	4
Jacaranda	8	Algarrobo	5	Genésis 2366	4
NT 602 I	8	Baguette Premium 11	5	INIA Gorrión	4
SY 300	8	Guayabo	5	Genésis 6.87	3
Nandubay	8	Genésis 6.28	5		
Genésis 2359	8	Genésis 4.33	5		
NST Malevo	8	Genésis 6.38	5		

1: menor grado de susceptibilidad
9: mayor grado de susceptibilidad

Condiciones favorables

Temperatura entre 10 y 25°C
Espigas mojadas 2- 3 días
Humedad relativa > 80%



Huésped susceptible

Antesis
Variedad sembrada

Modificado de Castro et al. 2020
<http://www.inia.uy/>

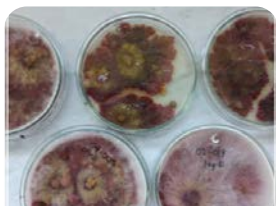
Objetivo 1: Interacción patógeno- huésped

Objetivo 1:

Estudiar la interacción patógeno-huésped, entre cepas representativas en Uruguay del complejo de especies *F. graminearum* (FGSC), de quimiotipo potencial conocido (15ADON y NIV), con genotipos de trigo con base de resistencia genética contrastante en cuanto a agresividad en planta

Cepas representativas del complejo de <i>Fusarium graminearum</i>				Comportamiento sanitario	
Tratamiento	COD INIA/FQ	QUIM potencial	Referencia	Cultivares	FE
Control negativo	-	-			
<i>F. graminearum</i>	02-020	15ADON	Cabrera (2009) Umpiérrez et al. (2013a)		
<i>F. graminearum</i>	09-005	15ADON	Umpiérrez (2013)	INIA Don Alberto	S
<i>F. graminearum</i>	09-006	15ADON	Umpiérrez (2013) Umpiérrez et al. (2013b)	INIA Madrugador	MS-MR
<i>F. graminearum</i>	02-019	15ADON	Cabrera. (2009) Umpiérrez et al. (2013a)	Génesis 2375	MR (MR- MS*)
<i>F. cortaderiae</i>	09-007	NIV	Umpiérrez (2013)		
<i>F. cortaderiae</i>	09-008	NIV	Umpiérrez (2013)		
<i>F. brasilicum</i>	12-076	NIV	Umpiérrez (2013)	Sumai 3	RMR
<i>F. asiaticum</i>	12-077	NIV	Garmendia et al. (2018)		
<i>F. asiaticum</i>	CL4	NIV	Umpiérrez (2013)		

Modificado de Castro et al. (2019, *2020)



Obtención de las cepas del banco de INIA y FQ



Incremento en medio de poroto de soja modificado



Ajuste a 1×10^5 con/ml



Plantas en invernáculo a 20- 25°C



Inoculación a inicio de floración

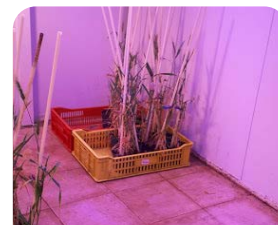
10 µl en espiguillas centrales a ambos lados de la espiga

$$AUDPC_k = \sum_{i=1}^{N_i-1} \frac{(y_i + y_{i+1})}{2} (t_{i+1} - t_i)$$

Madden, L. V. et al. 2007



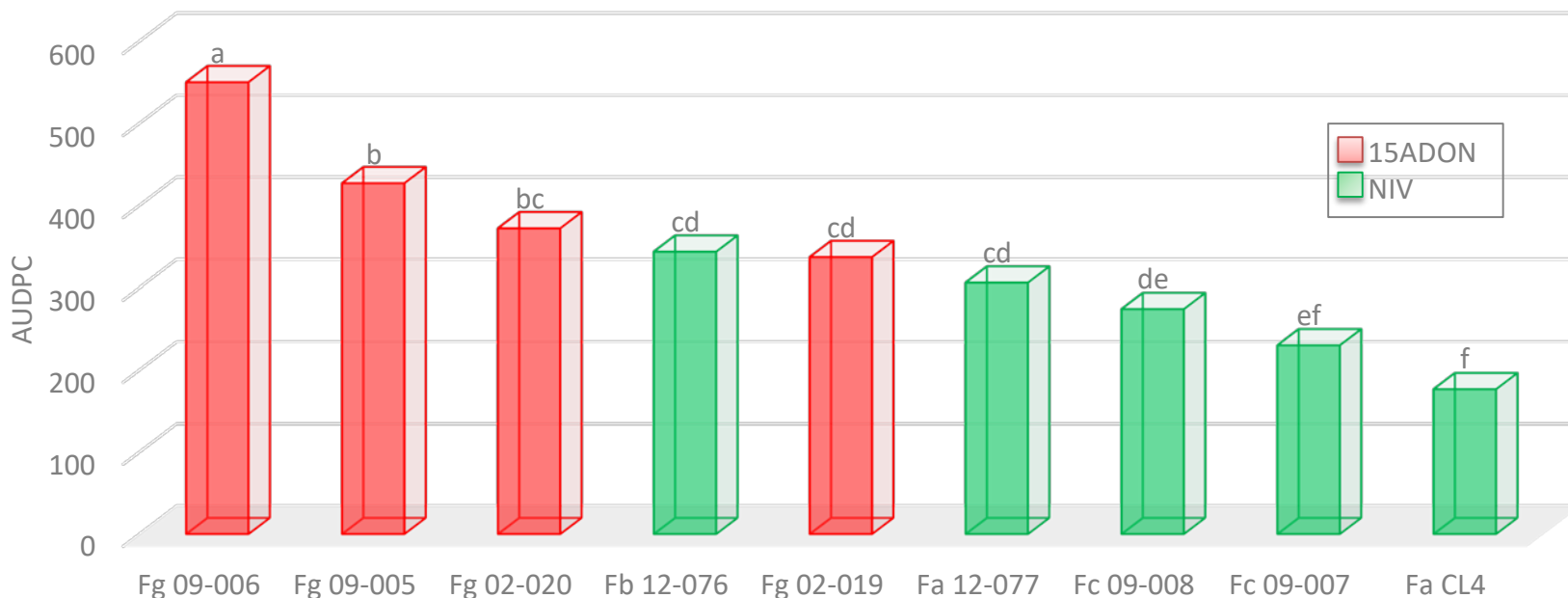
Evaluación de la severidad a los 7, 14 y 21 dpi y cálculo de AUDPC



Cámara de crecimiento 25°C y 80% HR



Resultados AUDPC (Severidad FE)



Modelo lineal mixto

$$AUDPC = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau_i\beta_j + \varepsilon$$

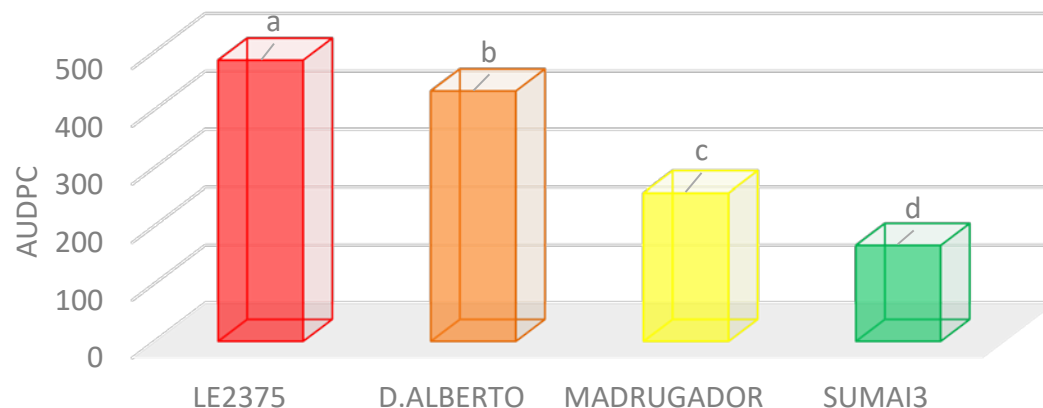
μ : Media poblacional

τ_i : Aislado del FGSC; $i = \{1 - 9\}$

β_j : Genotipo de trigo; $j = \{1 - 4\}$

$\tau_i\beta_j$: Interacción entre aislado y genotipo

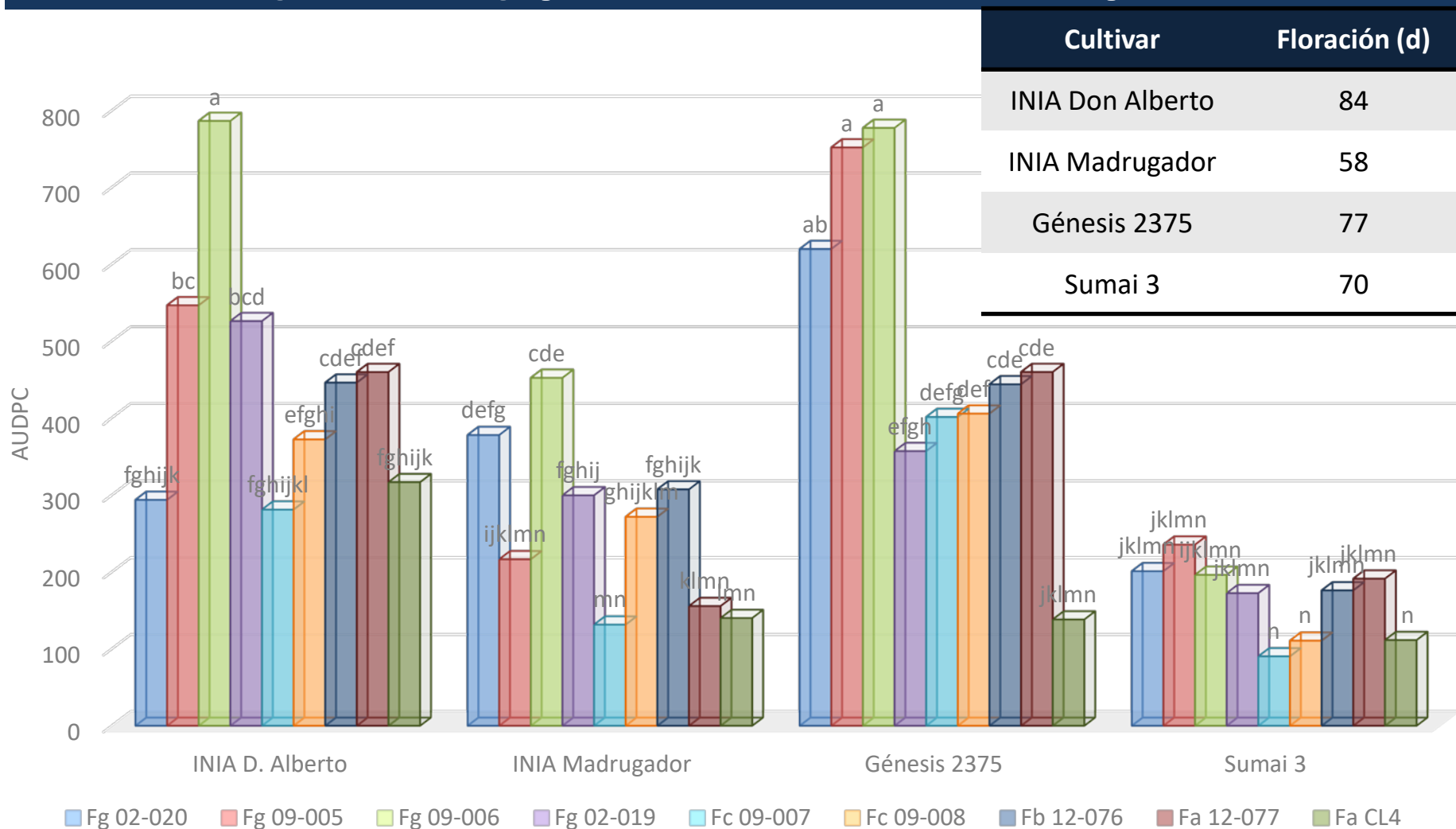
ε : Error experimental



Medias ajustadas de AUDPC. Se presenta el promedio los cultivares para las diferentes cepas (ARRIBA) y de las diferentes cepas para los cultivares (ABAJO), 2019 y 2020.

Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según prueba de χ^2

AUDPC (SEV FE) por interacción cepa-cultivar



Medias ajustadas de AUDPC. Se presenta el promedio de la combinación cultivar-cepa para dos repeticiones

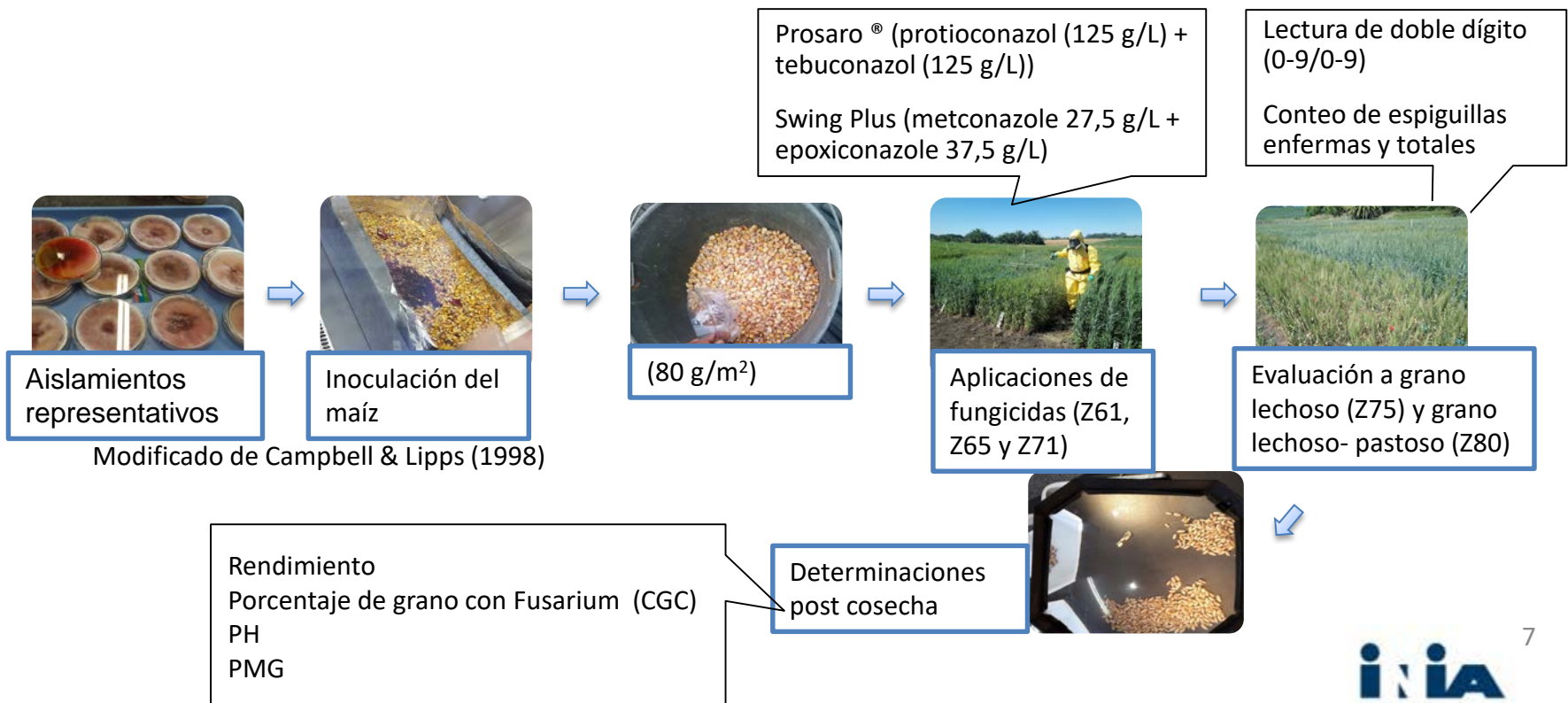
Valores con letras iguales no son significativamente diferentes ($p > 0,05$), según prueba de χ^2

Objetivo 2: Estrategias de manejo integrado

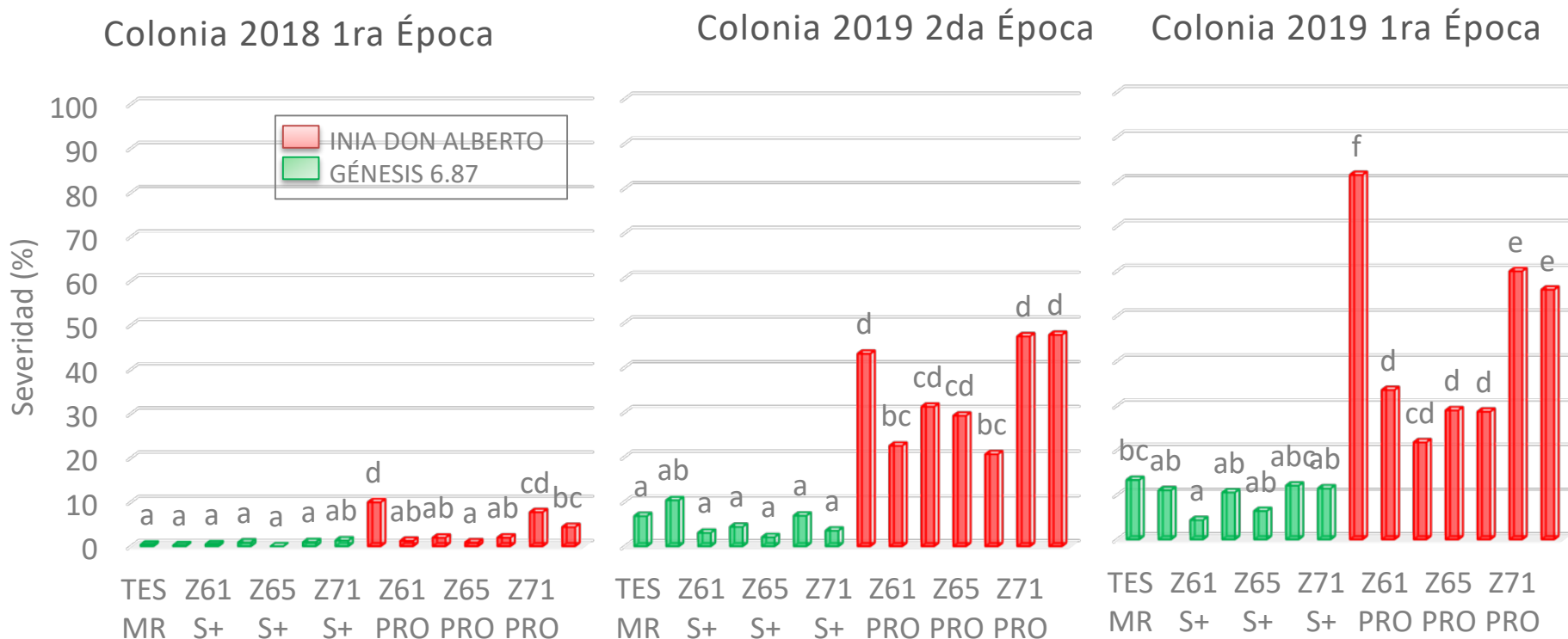
Objetivo 2:

Estudiar el efecto de distintas estrategias de aplicación de fungicidas, estableciendo la eficiencia de manejo a través de la combinación de resistencia genética del cultivar y el manejo del fungicida (momento y producto) sobre:

- severidad de FE
- contenido de toxinas
- rendimiento (REND) de grano, peso hectolítrico (PH) y peso de mil granos (PMG)
- residuos de los ingredientes activos de los fungicidas



Resultados: Severidad (%) 20 espigas – grano lechoso-pastoso (Z80)



Severidad en las 20 espigas. Se presenta el promedio de cuatro bloques. Valores promedio de severidad (%) con letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según estadístico de máxima verosimilitud por prueba de χ^2

p_{ij} : Probabilidad de infección (severidad) = $ESPENF/ESPTOT$

L : Lectura; {1, 2}

μ : Media poblacional

τ_i : Tratamiento; $i = \{1 - 14\}$

Modelo lineal generalizado con distribución binomial

$$\text{Ln}\left(\frac{p_{ij}}{1 - p_{ij}}\right)_L = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon$$

$\text{Ln}\left(\frac{p_{ij}}{1 - p_{ij}}\right)$ es la transformación logit de la probabilidad de infección

Resultados: AUDPC (IFE) – grano lechoso-pastoso (Z80)

Modelo lineal mixto

$$Y_{ijk} = \beta_0 + \beta_1 X_{1ij} + \beta_2 X_{2ij} + \beta_3 X_{3ij} + \beta_4 X_{1ij} X_{2ij} + \beta_5 X_{1ij} X_{3ij} + \beta_6 X_{2ij} X_{3ij} + \beta_7 X_{1ij} X_{2ij} X_{3ij} + a_i + b_i + \varepsilon_{ij}$$

β_0 : Media general

β_i : Coeficientes de regresión

X_1 : Cultivar; {1 – 2}

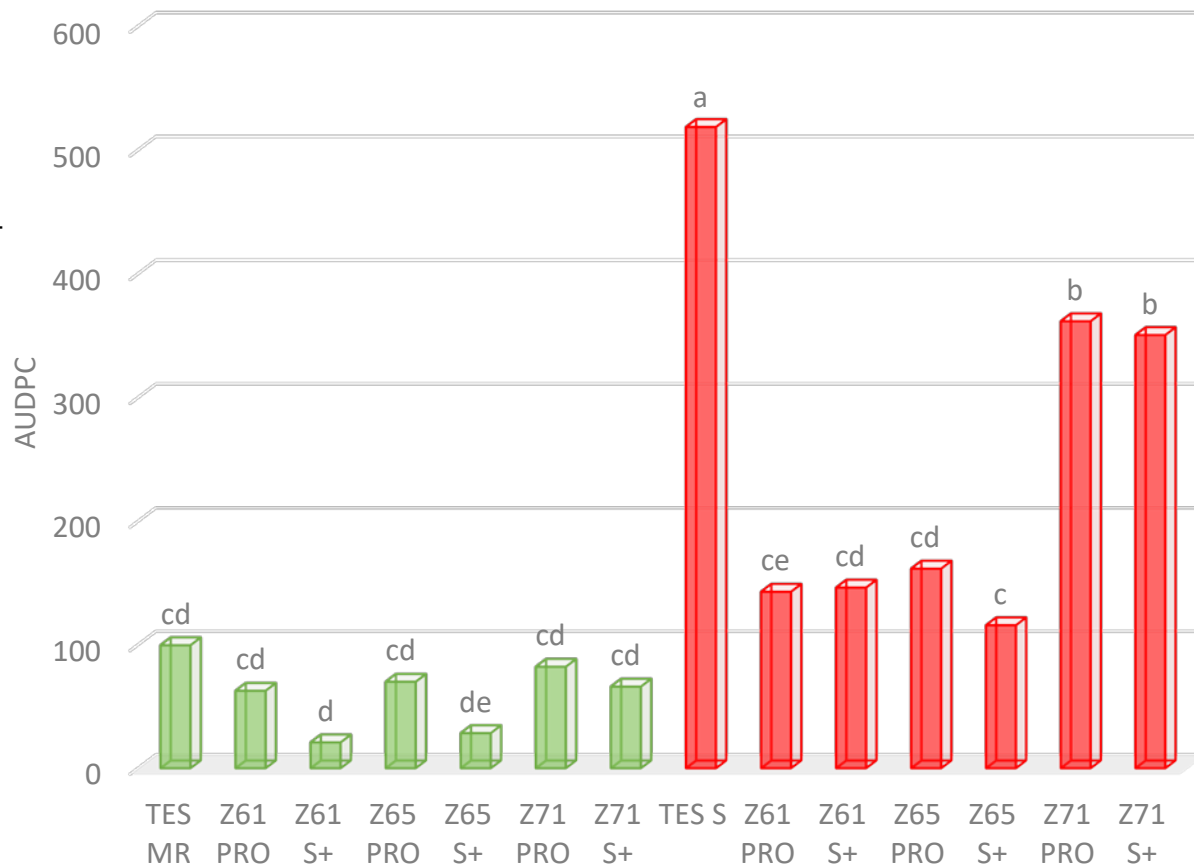
X_2 : Fungicida; {1 – 3}

X_3 : Momento; {1 – 3}

b_i : bloque; {1 – 4}

a_i : ambiente; [1 – 4]

ε_{ij} : Término de error



AUDPC. Se presenta el promedio de cuatro bloques, de tres experimentos. Valores promedio de severidad (%) con letras iguales no son significativamente diferentes ($p < 0,05$) según estadístico de máxima verosimilitud por prueba de χ^2

Resultados: Variables productivas

Variables productivas (relativas a los testigos sin fungicida)



Polo Tecnológico de Pando-
Facultad de Química → Grupo Dra.
Alejandra Rodríguez

Espectrometría de masa de alta
resolución

Resultados del análisis de 31
muestras del COL 2018 – 1ra época

Cultivar	MOM	DON (ppm)		NIV (ppm)	
		PROSARO	SWING PLUS	PROSARO	SWING PLUS
Génesis 6.87	SIN FUNG	0,32		N/D	
	Z61	LOD<X<LOQ	0,33	N/D	N/D
	Z65	N/D	0,16	N/D	N/D
	Z71	LOD<X<LOQ	N/D	N/D	N/D
INIA Don Alberto	SIN FUNG	1,38		LOD<X<LOQ	
	Z61	1,13*	0,49*	0,46*	0,46*
	Z65	0,48	0,72*	0,19	0,32*
	Z71	0,98	0,18	1,08*	0,35*

*Promedio de valores disponibles superiores a LOD < X < LOQ
Rodríguez *et al* (Comunicación personal)

Conclusiones

- ❑ Cepas *F. graminearum sensu stricto* presentan mayor severidad de FE y AUDPC
- ❑ Cepas del complejo con quimiotipo NIV tienen comportamiento variable
- ❑ Infección alta en Génesis 2375 (caracterizado como MR – MR/MS) → MSS a tipo resistencia tipo 2
- ❑ En años con condiciones de infección baja a intermedia es significativo el efecto del cultivar en el nivel de infección observado a campo
- ❑ Se registró un efecto significativo de la combinación del cultivar y la aplicación de fungicidas en momento óptimo, Z61, en especial en años epidemia intermedia a alta en el nivel de infección observado a campo
- ❑ En general, en todos los ambientes los niveles de FE alcanzados a campo y en grano cosechado en aplicaciones tardías y en tratamientos sin fungicidas

Referencias bibliográficas

Cabrera M. 2009, Control biológico de la fusariosis de trigo. Tesis (maestría en Biotecnología) no publicada. Facultad de Ciencias

Castro M. *et al.* 2019. Caracterización sanitaria de cultivares de trigo y cebada 2018.

Castro M. *et al.* 2020. Caracterización sanitaria de cultivares de trigo y cebada 2019.

Garmendia, G. *et al.* 2018. Species composition, toxigenic potential and aggressiveness of *Fusarium* isolates causing Head Blight of Barley in Uruguay. *Food Microbiol* . 76: 426-433.

Madden, L. V. *et al.* 2007. The study of plant disease epidemics. St. Paul: APS Press.

Pereyra, S.; Dill-Macky, R. 2008. Colonization of the residues of diverse plant species by *Gibberella zeae* and their contribution to *Fusarium* Head Blight inoculum. *Plant Dis.* 92 (5): 800- 807.

Umpiérrez-Failache, M. *et al.* 2011. Diversity of pathogen populations causing *Fusarium* head blight of wheat in Uruguay. *Fusarium Head Blight in Latin America*. Ch. 3: 31-41

Umpiérrez-Failache, M. *et al.* 2013. Regional differences in species composition and toxigenic potential among *Fusarium* head blight isolates from Uruguay indicate a risk of nivalenol contamination in new wheat production areas. *Int. J. Food Microbiol* . 166, 135-140

G
R
A
C
I
A
S



URUGUAY



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA



Isevillano@inia.org.uy





Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
U R U G U A Y