

1ª JORNADA NACIONAL DE
**CULTIVOS
DE INVIERNO**

7 y 8 de ABRIL 2021



**La roya estriada del trigo. ¿Una nueva realidad para el cultivo?
Análisis del escenario regional, nacional y manejo.**

Silvia Germán, INIA

Co-autores



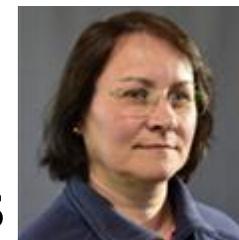
INTA EEA Bordenave, Argentina:

**Pablo Campos, fitopatólogo,
Laboratorio de Royas (LR), trigo**



INIA, Uruguay:

Marina Castro, Evaluación Nacional de Cultivares



Paula Silva, mejoramiento resistencia enfermedades, LR



Richard García, asistente de investigación, LR trigo, cebada



Silvia Pereyra, fitopatología trigo y cebada



Roya estriada, amarilla o linear *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* (Pst)



Sintomatología



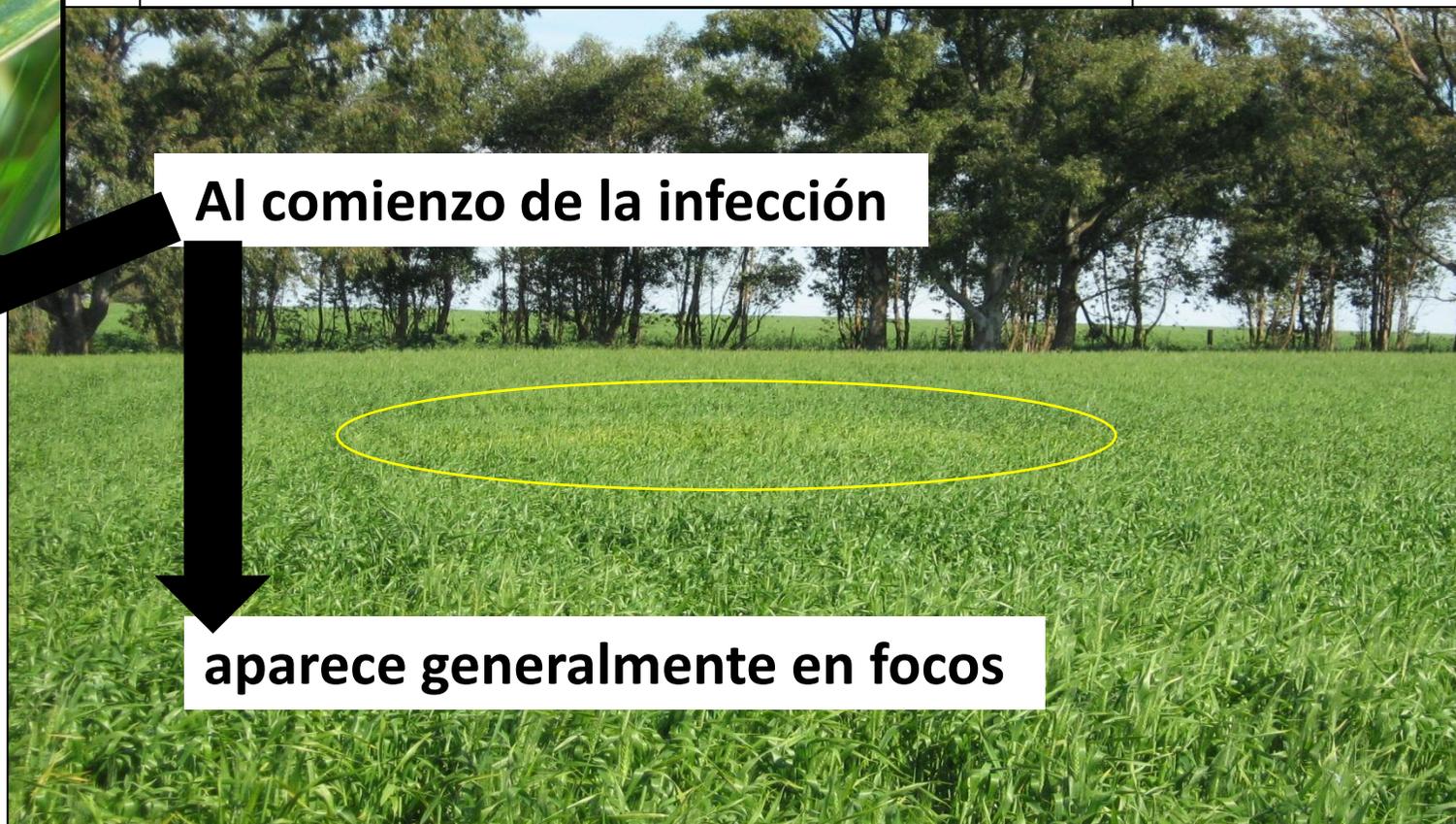
Pústulas de color amarillento que se disponen en orientación lineal (estrías) sobre hojas, vainas y glumas
Infección sistémica



Al comienzo de la infección

puede confundirse con roya de la hoja

aparece generalmente en focos



Epidemiología, características generales



- **Condiciones óptimas: temperatura 10°C**
agua libre sobre el follaje por mínimo de 6 hs
días secos y soleados
- **Período de latencia: 10-14 días**
- **Patógeno biotrófico, hongo**
- **Sobrevivencia durante el verano en trigos voluntarios u hospederos secundarios**
- **Bajo inóculo primario**
- **Enfermedad policíclica**
- **Gran producción de inóculo**
- **Transporte aéreo a grandes distancias**
- **Población del patógeno dinámica, compuesta por razas**

Zonas epidemiológicas, Cono Sur

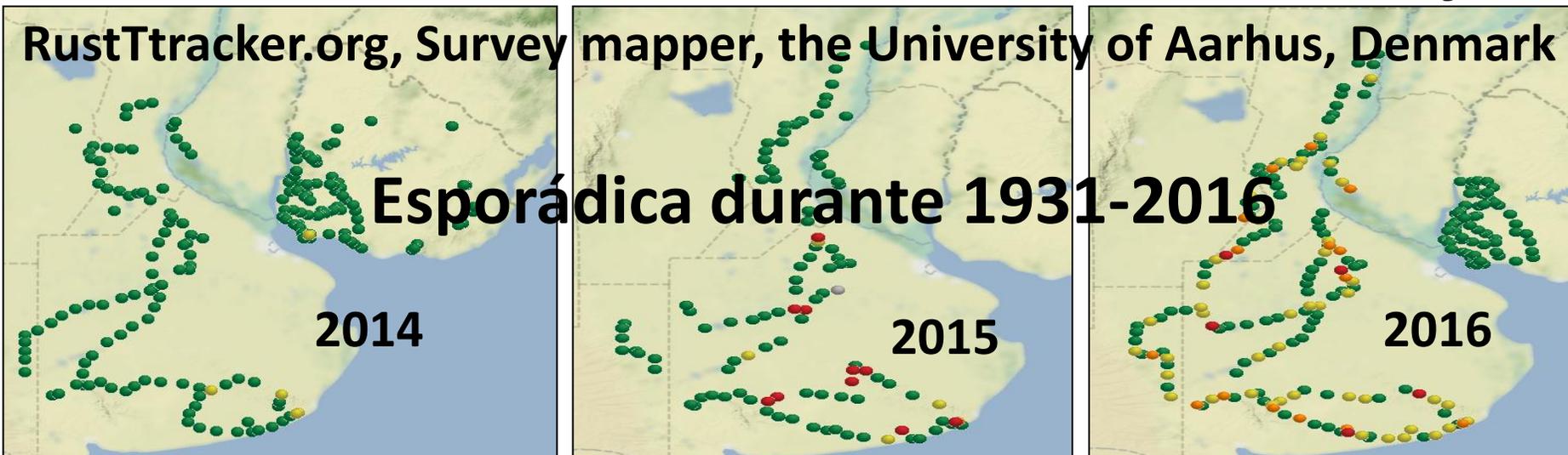


Ilustración áreas de trigo: Alejandro Tosi Germán

Sistema mundial de monitoreo de royas de trigo



RustTracker.org, Survey mapper, the University of Aarhus, Denmark



**Puede
causar
pérdidas
totales**

**Uruguay:
pérdidas de
rendimiento
de hasta
80%**

● None (0) ● Low (< 20 %) ● Moderate (20 - 40 %) ● High (> 40 %) ● N/A

Incursión de razas exóticas de Pst



Argentina, 2015: detección de razas sospechosas tipo Warrior (D.Saunders, UK)

País	Grupo genético	Raza	Número de aislamientos	
			2017	2018
Argentina	PstS13	<i>Triticale 2015</i>	30	28
	PstS14	<i>PstS14</i>	5	
	PstS7	<i>Warrior</i>	1	3
Chile	PstS13	<i>Triticale 2015</i>		18

Fuente: Hovmøller et al., February, 2019. Report for Puccinia striiformis race analyses/molecular genotyping, GRRC, Flakkebjerg, DK- 4200 Slagelse, Denmark.

Grupo genético PstS7 y PstS13 (una raza cada uno): mayoría de los países europeos
Grupo genético PstS14 (una raza): Marruecos y baja frecuencia en Europa

- **Uruguay:** según perfil de avirulencia/virulencia, probablemente las 3 razas, + otras
- **Argentina:** mayor diversidad detectada, **probable evolución local/regional**
- La composición de la población de las royas es generalmente similar por siembra de cultivares similares y proximidad geográfica (misma zona epidemiológica)

Situación regional de roya estriada de trigo



Argentina

Región	Año	Estado fenológico	Epidemia	Condiciones	Aplicaciones
	2017	CL macollaje, CI CC 4-5 hojas	severa	predisponentes	3
	2018	próximo espigazón	leve a moderada	verano/otoño seco	1
norte	2019*		leve	seco	
sur		próximo espigazón	moderada		2
norte	2020		leve	muy seco	
sur		idem 2017	moderada		2

Chile, Brasil y Paraguay, 2020

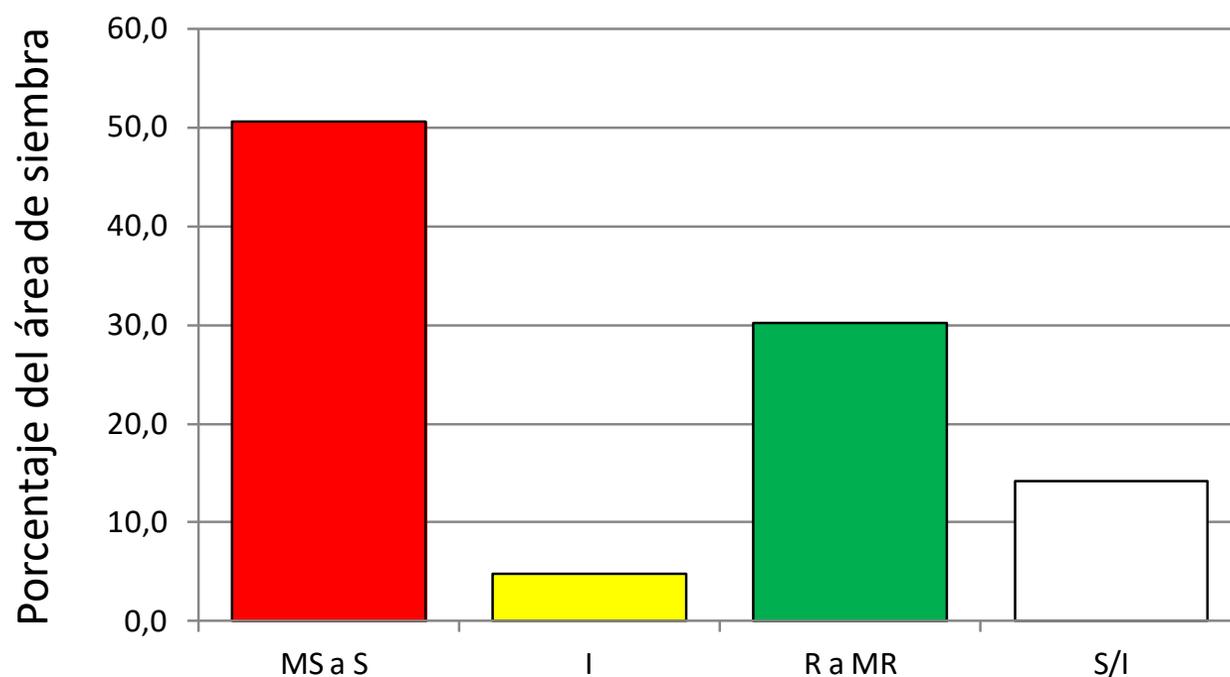
País	Región	Epidemia
Chile		leve en trigos pan
		severa en trigos duros y tricales
Brasil	sur	leve
Paraguay		ausente

Aspectos que afectan la epidemiología



Importancia de las enfermedades causadas por patógenos biotróficos:
asociada al área sembrada con cultivares con comportamiento deficiente
(sobrevivencia durante el verano, incremento en el ciclo del cultivo)

Área sembrada con cultivares con distinto comportamiento
frente a roya estriada. Uruguay, 2020



**Área importante
sembrada con
cultivares MS a S**

MS a S: moderadamente susceptible a susceptible
I: intermedio
R a MR: moderadamente resistente a resistente



Hovmöller MS, Yahyaoui AH, Milus EA, Justesen AF. 2008.

Rápida expansión global de dos cepas agresivas de una roya de trigo.

Molecular Ecology (2008) 17, 3818–3826

doi: 10.1111/j.1365-294X.2008.03886.x

Más agresivas, **producen hasta dos a tres veces más esporas por día** que razas conocidas en Europa y EUA hasta el año 2000

Provocaron epidemias en regiones donde la roya estriada no era una enfermedad importante.

Aspectos que afectan la epidemiología

Comienzo temprano de epidemias

Año	Uruguay *	Argentina
2017	19 de setiembre	ppios agosto (SO BsAs)
2018	16 de agosto	6 agosto (Entre Rios)
2019	29 de julio	agosto (sur)
2020	30 de julio	mediados agosto (sur)

* en experimentos de LE



Argentina, sobrevivencia de RE fuera de estación

2019: mayo, trigo de verano, Córdoba (E. Alberione, com. pers.)

julio, cultivos de cobertura, SO de de Buenos Aires, Tucumán, etc.

2020: amplia en trigos voluntarios, sur de Prov. de Bs As.

Sobrevivencia del patógeno durante el verano en el área de siembra de trigo, o cercana a la misma

Probablemente asociado a la presencia de razas tolerantes a mayor temperatura

No se ha observado sobrevivencia durante el verano en Uruguay. **Agradecemos nos comuniquen!!**

Aspectos que afectan la epidemiología



Raza tipo Warrior, temperaturas durante incubación



Adaptación a mayor temperatura, abarcando las óptimas para roya de la hoja



Aspectos que afectan la epidemiología



Hospederos secundarios

- Triticale, algunos cultivares probados en Argentina fueron S a RE
- Centeno

Muestras recolectadas de estos hospedantes infectaron trigo, Argentina

Cultivos de cobertura o servicio

Siembra de cultivos de cobertura o de servicio en enero/febrero en Argentina (y Uruguay?):

aumento del “puente verde” e inóculo primario, si las variedades son S

Medidas de control



Manejo: disminución del puente verde

Eliminar planas voluntarias de trigo, en forma comunitaria

**Zonas, chacras o manejo donde hay alta probabilidad de sobrevivencia de plantas voluntarias en el verano:
cultivares de trigo resistentes**

**Cultivos de cobertura o servicio:
cultivares resistentes de triticale o centeno
avena, no es hospedero de Pst**

Medidas de control



Uso de cultivares resistentes

Caracterización del comportamiento sanitario de cultivares de trigo ciclo intermedio, evaluados en el año 2020.

Cultivares	Años en eval	Caracterización sanitaria ¹								
		MH	MA	FE	RH	OIDIO	RT	RE	X	P
LE 2375 (GENESIS 2375) (T)	+ de 3	5	6	4	3	2	5	8	(4)	3
BAGUETTE 620 (NT 409) (PCS)	+ de 3	1	5	6	3	1	1	6	(3)	s/i
BAGUETTE PREMIUM 11 (T)	+ de 3	5	5	5	8	2	9	1	1	2
BASILIO (PCS)	+ de 3	1	8	6	9	2	2	1	1	5
CEIBO (DON MARIO CEIBO) (PCS)	+ de 3	6	6	9	5	1	1	9	5	2
GINGKO (PCS)	+ de 3	9	8	9	2	5	3	2	s/i	1
LE 2387 (GENESIS 6.87) (PCS)	+ de 3	8	5	3	8	2	6	5	2	2
LE 2428 (GENESIS 6.28)	+ de 3	5	6	5	2	1	5	8	(2)	(1)
LE 2433 (GENESIS 4.33)	+ de 3	1	8	5	1	1	2	6	3	6
LE 2438 (GENESIS 6.38)	+ de 3	2	3	5	1	6	2	6	2	s/i
LE 2455	+ de 3	1	5	5	5	1	5	5	5	1
LG ARLASK (LG1302) (PCS)	+ de 3	5	5	9	8	1	3	9	1	(1)
NST BERRETIN (PCS)	+ de 3	2	3	6	1	5	1	5	(2)	s/i
ÑANDUBAY (PCS)	+ de 3	2	6	6	5	5	2	8	s/i	s/i
SY 200 (SYN 200) (PCS)	+ de 3	6	6	6	8	1	9	1	1	2
SY 211 (SYN 211) (PCS)	+ de 3	5	5	5	5	1	9	5	1	5
SY 330 (SYN 330) (PCS)	+ de 3	5	8	9	6	1	2	6	1	5
TBIO AUDAZ (AUDAZ) (PCS)	+ de 3	5	3	5	3	1	2	6	2	3
DM1706T	3	(3)	5	5	6	1	6	8	(8)	s/i
DM1724T	3	1	(4)	5	8	1	5	2	(2)	s/i
EXP ACA-4 (EXP ACA 2278.13)	3	5	5	6	5	1	5	6	2	s/i
LG 1801	3	2	5	6	6	1	3	5	1	s/i
LG ZAINO (LG ALAZÁN)	3	5	6	6	6	1	8	5	(3)	s/i
PEHUÉN (DM1804T)	3	5	5	5	2	1	5	2	1	s/i
SAUCE (DM1708T)	3	2	3	5	6	1	1	6	1	s/i

¹ realizada con toda la información disponible a marzo de 2021.
 MH: Mancha de la hoja causada por *Zymoseptoria tritici*.
 MA: Mancha amarilla o parda causada por *Drechslera tritici-repentis*.
 FE: Fusariosis de la espiga, causada por *Fusarium* spp.
 RH: Roya de la hoja causada por *Puccinia triticina*.
 OIDIO: Oidio causado por *Blumeria graminis* f. sp. *tritici*.
 RT: Roya del tallo causada por *Puccinia graminis* f. sp. *tritici*.
 RE: Roya estriada causada por *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici*.
 X: Estría bacteriana causada por *Xanthomonas campestris* pv. *undulosa*.
 P: Tizón bacteriano causado por *Pseudomonas syringae*.
 (): Caracterización preliminar.
 s/i: sin información.
 (T): Testigo.
 (PCS): Parcela comportamiento sanitario.

Nivel de susceptibilidad	B	B-BI	BI	BI-IB	IB-BI	IB	IB-I	I-IB	I	I-IA	IA-I	IA	IA-AI	AI	AI-A	A-AI	A
Escala numérica	1	2	3	4	5	6	7	8	9								

Nivel de susceptibilidad B: bajo; I: intermedio; A: alto

Comportamiento de cultiars de trigo frente a RE

<http://inia.uy/Paginas/Caracterizacion-sanitaria-de-cultivares-de-trigo-y-cebada.aspx>

En base a un mínimo de 3 años de información

- ensayos de la Red de Evaluación Nacional de Cultivares
- colecciones específicas para cada enfermedad
- se actualiza anualmente

Problema: no existe información acutalizada para todos los cultivares comerciales

Limitante para patógenos variables

Comportamiento de cultivares de trigo frente a RE sembrados en 2020

Sin información sanitaria posterior a 2016

Cultivar	% área 2020 ¹
KLEIN NUTRIA	3,3
KLEIN MERCURIO	0,8
BAGUETTE 19	0,7
LE 2358 GÉNESIS 2358	0,6
BIOINTA 1006	0,6
NOGAL	0,6
KLEIN PROMETEO	0,5
BAGUETTE 17	0,4
SY 110 SYN 110	0,3
KLEIN TAURO	0,2
INIA DON ALBERTO	0,1
BAGUETTE 701	0,1
Total Sin información sanitaria	8,3
OTRAS	6,0
AREA TOTAL (ha)	217.337

Cultivar	% área 2020 ¹	Uruguay			Argentina
		Comportamiento	Último año información	Comportamiento	
BAGUETTE PREMIUM 11	11,7	B	1	2020	
GUAYABO	8,5	B	1	2019	R
ÑANDUBAY	7,1	AI	8	2020	S
CEIBO DON MARIO	6,4	A	9	2020	S
ACA 360 CURUPAY	5,5	AI	8	2020	S
BAGUETTE 620	5,4	IA	6	2020	I+
LE 2433 GÉNESIS 4.33	4,7	IA	6	2020	
LE 2375 GÉNESIS 2375	4,2	AI	8	2020	
JACARANDÁ	4,1	BI	2	2019	I+
BAGUETTE 601	3,6	I	5	2018	
LE 2438 GÉNESIS 6.38	3,1	IA	6	2020	
ALGARROBO	2,8	A	9	2019	S
SY 211 SYN 211	2,3	I-IA	5	2020	R
SY 200 SYN 200	2,3	B	1	2020	R
LE 2366 GÉNESIS 2366	2,1	AI	8	2019	
TBIO AUDAZ	1,9	IA	6	2020	I+
LE 2428 GÉNESIS 6.28	1,8	AI	8	2020	
LE 2210 INIA TIJERETA	1,3	IB	3	2020	
FUSTE	1,3	A	9	2019	
NST BERRETIN	1,2	I-IA	5	2020	
LAPACHO	0,9	B	1	2018	I+
LE 2346 GÉNESIS 2346	0,9	I	5	2019	
BASILO	0,6	B	1	2020	R
TBIO SAUCE	0,6	IA	6	2020	S
SY 300	0,5	BI	2	2019	
NST MALEVO	0,4	I	5	2020	
KLEIN POTRO	0,1	BI	2	2019	R
PEHUÉN	0,1	BI	2	2020	R
LE 2359 GÉNESIS 2359	0,1	A	9	2019	
LE 2332 INIA MADRUGADOR	0,1	IA	6	2018	
LE 2425 GÉNESIS 7.25	0,0	I	5	2019	



A: alto	S
I: intermedio	
B: bajo	R

S: susceptible
R: resistente
I+: Ante la presencia de razas virulentas puede comportarse como susceptible o un comportamiento Intermedio

% del área: DIEA, 2020
Comportamiento ROU:
Castro *et al.*, 2019,
2020, 2021

Medidas de control

Uso de curasemillas



Argentina

Experimentos en invernáculo, Sistiva (BASF):

– Período de acción desde emergencia: 50 días

Experimentos a campo:

- aparición temprana de roya estriada en 4 o 5 hojas (2017 y 2020): efecto importante
- aparición tardía (2018): no hubo efecto

Medidas de control

Uso de fungicidas foliares

–Criterios al decidir aplicación:

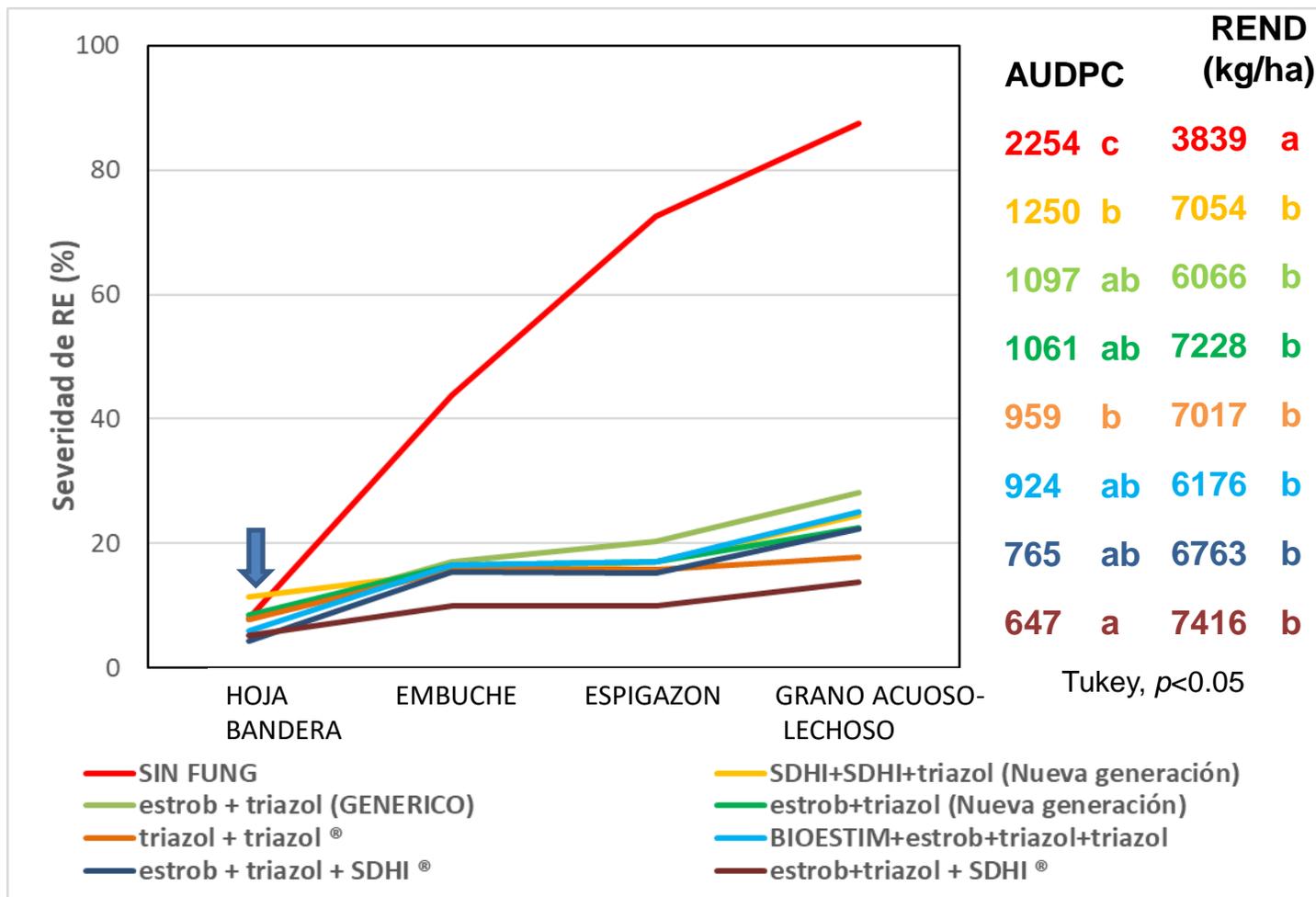
- Comportamiento del cultivar
- Monitoreo tempranos (desde macollaje), frecuentes y exhaustivos por aparición de focos
- Estar atentos a las alertas regionales y locales
- Primeros síntomas no siempre en estrías
- Aplicar en aparición de primeras pústulas (inicio de epidemia)
- Combinar principios activos para prevenir resistencia o menor sensibilidad del patógeno (recordar: roya de la hoja frente a tebuconazol)
- Evitar el uso generalizado de la mezcla azoxistrobin + ciproconazol
- Cuidar la calidad de la aplicación: llegar bien a hojas basales)



Medidas de control

Fungicidas foliares – Importancia del momento de aplicación

INIA La Estanzuela, cv. Génesis 2428, 2020



Una aplicación en momento adecuado en un cultivar moderadamente susceptible:

Promedio
disminución AUDPC: 58%
aumento REND: 78%

Medidas de control



Caracterización de fungicidas evaluados por INIA según su eficiencia para el control de distintas enfermedades en trigo y cebada

Silvia Pereyra¹, Néstor González²

Caracterización en base a eficiencia de control en al menos 2 años consistente para CADA enfermedad a marzo 2021

Aplicaciones de fungicidas

Eficiencia de control de fungicidas

<http://inia.uy/Paginas/Caracterizacion-sanitaria-de-cultivares-de-trigo-y-cebada.aspx>

Se actualiza anualmente

La información para roya de la hoja puede eventualmente aplicarse a roya estriada

Eficiencia de fungicidas evaluados en TRIGO en INIA LE (1984-2020)

Ingrediente activo (nombre comercial evaluado)	Dosis (l/ha)	SEPT	MA	RH	FUS	RE
Carbendazim + epoxiconazol (Swing)	0,75-1,0	AI	I	I	I	A
Mefenoxil + epoxiconazol (Swing Plus)	1,5	A		IA	A	A
Tebuconazol+carbendazim (Difuz 25+Carbenda/lowSP)	0,75+0,5				IA	
Tebuconazol (Difuz 250 EW)	0,75			I	I	
Tebuconazol (Silvazar 25 EW)	0,7			IA	IA	
Prothioconazol+tebuconazol (Prosera)	0,75	AI	AI	IA	A	A
Propiconazol + clproconazol (Artwz)	0,4	I	IA	IA		
Azoxistrobin+clproconazol (AmistarXtra) + Nimbuz	0,35 (rec 0,4-0,45) ²	IA	IA	A	*	A
Piradostrobin + epoxiconazol (Opere)	1	A	A	A	*	A
Trifloxistrobin + propiconazol (Stratego)	0,5-0,75	I	BI	A	*	
Kresoxim-metil + epoxiconazol (Allegro)	1	A	A	A	*	
Trifloxistrobin + tebuconazol (Nativo)	0,8	A	IA	AI	*	
Azoxistrobin + clproconazol (StigmarXtra)	0,35 (rec 0,4-0,45) ²	I	I	A	*	
Azoxistrobin+clproconazol (DileXtra)	0,4			A	*	AI
Azoxistrobin+clproconazol (AvaterGold)	0,35 (rec 0,4-0,45) ²	IA	IA	AI	*	
Azoxistrobin+clproconazol (Asoxy)	0,4	AI	AI-IA	*		AI-A
Azoxistrobin+tebuconazol (Stigmar Plus)	0,5	IA	I	A	*	
Piradostrobin + epoxiconazol (Song)	1	A	A	A	*	
Azoxistrobin + tebuconazol (Avert)	0,2	I	-	AI	*	
Azoxistrobin + tebuconazol (Acote)	0,4	IA	I	AI	*	
Azoxistrobin 160 + clproconazol 50 + prothioconazol 150 (AvaterPro)	0,5			A	*	A
Piradostrobin 195 + prothioconazol 200 (Único)	0,5	AI	A	AI	*	A
Azoxistrobin + clproconazol (Bimazol)	0,4	-	-	A	*	AI
Trifloxistrobin 250 + prothioconazol 175 (Cripton)	0,7	A		AI	*	A
Benzovindiflupyr + propiconazol (Difuz Ace) + Nimbuz	0,5			A	*	A
Piradostrobin 142 + prothioconazol 175 + benzovindiflupyr 54 (Arcas Pro)	0,7					A
Piradostrobin + epoxiconazol + flusaproxad (Xenitho)	1,2	A	A	A		A
Trifloxistrobin + prothioconazol + bisafen (CriptonXPro)	0,7	A	A	AI		A

Eficiencia de control - A: alta, I: intermedia, B: baja. Determinada por fórmula Abbott en función de valores de AUDPC, severidad post aplicación (foliares) o índice (IFE-Fusariosis de la espiga) y periodo de acción.
SEPT: septariosis o mancha de la hoja; MA: mancha amarilla; RH: roya de la hoja; FUS: fusariosis de la espiga; RT: roya del tallo; RE: roya estriada o amarilla

* No se recomiendan mezclas con estrobilurinas luego de floración por el efecto de éstas en la producción de micotoxina deoxivalenol (DON) generada por *Fusarium graminearum*
² Dosis según etiqueta menor a la evaluada y reportada según resultados de ensayos INIA



RESUMEN

- Desde 2017 razas exóticas de Pst (detectadas por primera vez en Argentina en 2015), se establecieron en Argentina y Uruguay, causando epidemias anuales de la enfermedad
- En ambos países, actualmente la roya estriada es la enfermedad foliar de mayor importancia económica y la que requiere mayor atención en términos de control químico

Resumen



- **Sobrevivencia durante el verano en o próxima a áreas del cultivo**
- **Siembra temprana de cultivos de cobertura con hospederos secundarios: aumento del “puente verde” y del inóculo primario, si las variedades son S**
- **Inicio temprano de epidemias**
- **Área importante sembrada con cultivares MS o S**
- **Se desarrolla en amplio rango de temperatura**
- **Alta velocidad de avance de las epidemias**
un punto de infección produce muchas pústulas (sistémica)
mayor agresividad de las nuevas razas (> producción de inóculo en menos tiempo)

Conclusiones



- **Posiblemente seguirán ocurriendo epidemias severas frecuentemente**
- **Disponibilidad de cultivares resistentes**
- **Buena eficiencia de control con fungicidas, cuidando momento y calidad de aplicación**
- **Posibilidad de evolución local, generando nuevas razas adaptadas a los cultivares resistentes**

Agradecimientos

Camila Turra, Amarilis Barcellos, OR Sementes, Brasil

Carola Vera, Iván Matus, INIA Quilamapu, Chile

Mohan Kohli, CAPECO, Paraguay



**Noelia
Pérez**

**Fernando
Pereira**



FSA_1_2018_1_1529
18, INNOVAGRO;
"Aportes al control
de roya estriada de
trigo: variabilidad del
patógeno y
resistencia en el
hospedero".



FACULTAD DE
AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE LA REPUBLICA

