



Manejo de enfermedades:
***Mitos y realidades de la
resistencia a fungicidas***

Ing. Margarita Sillon
FCA-UNL / Centro Sanidad de Cultivos

*Los triazoles
no sirven
más*

**Nos falló el
control !!**

*Aparicieron
cepas más
virulentas*

*Pijoteamos
la dosis*

*Todas las razas
nuevas de roya
tienen problemas
de control*

*Hay una
eficacia
diferencial
entre los
fungicidas*

*Mutación de
razas *iii**

*Controlamo
s tarde*

MITOS Y REALIDADES EN ARGENTINA



Fungicidas eficaces

vs

Razas resistentes?

El fenómeno debe verse como un ejemplo más de la capacidad de sobrevivencia y adaptación de las especies.



RESISTENCIA: OPONERSE A UNA FUERZA

Capacidad de sobrevivencia y adaptación

Para que haya resistencia a un fungicida por parte de un patógeno, éste debe experimentar cambios que reduzcan su sensibilidad al fungicida

Este cambio puede ser abrupto o gradual pero siempre es consecuencia de....

La resistencia a un fungicida es una capacidad adquirida por el patógeno, mediante la cual se ha vuelto insensible a un ingrediente activo que anteriormente lo controlaba

RESISTENCIA A FUNGICIDAS

Natural o inherente

Una nueva molécula sale al mercado y en los ensayos es eficaz ante algunos patógenos: se dice que hay géneros “sensibles” y “resistentes”



Determinar el espectro de acción de un fungicida

Adquirida

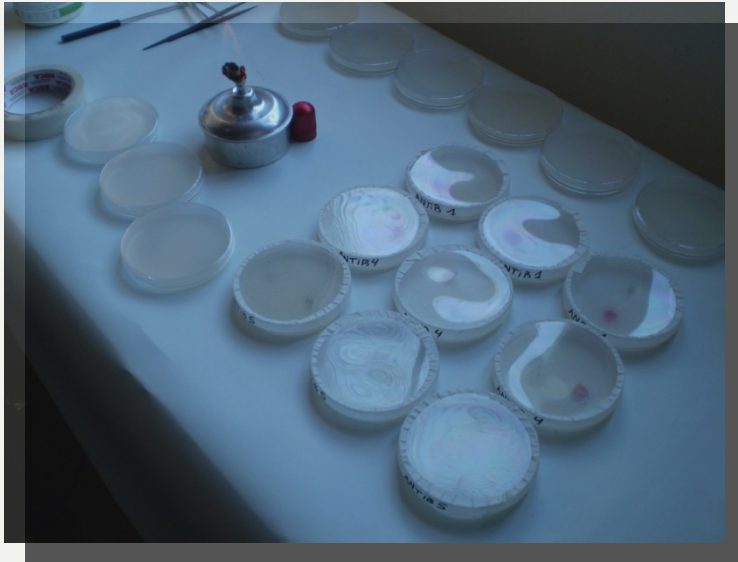
Producto usado comercialmente que ha perdido efectividad.

Aparece como respuesta al repetido uso del fungicida o de un fungicida relacionado, que posee similar mecanismo de acción.

Insensibilidad
Pérdida de sensibilidad
Tolerancia

RESISTENCIA DE LABORATORIO

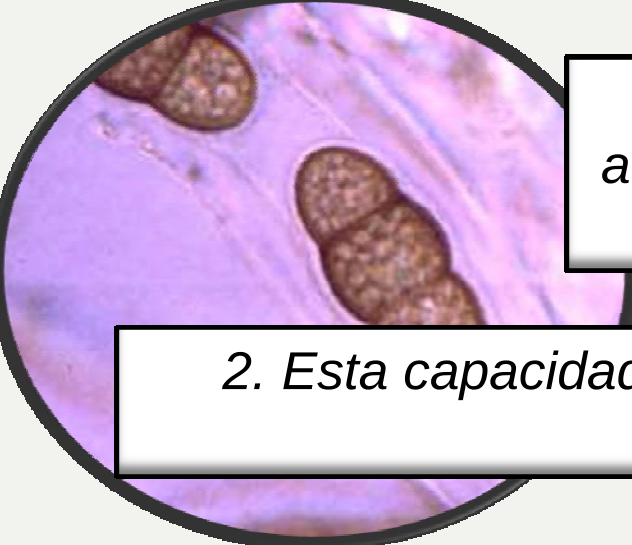
Se enfrenta el patógeno aislado a determinadas dosis de fungicida y aparecen cepas que “resisten” altas concentraciones”



RESISTENCIA DE CAMPO

Fallas o problemas de control a campo debido a la resistencia de las poblaciones de patógenos.





1. La capacidad de adaptación se basa en la variabilidad genética.



2. Esta capacidad permite disponer de individuos adaptados a diferentes ambientes..

MUTACION



Crear la información genética para resistir el fungicida

SELECCION

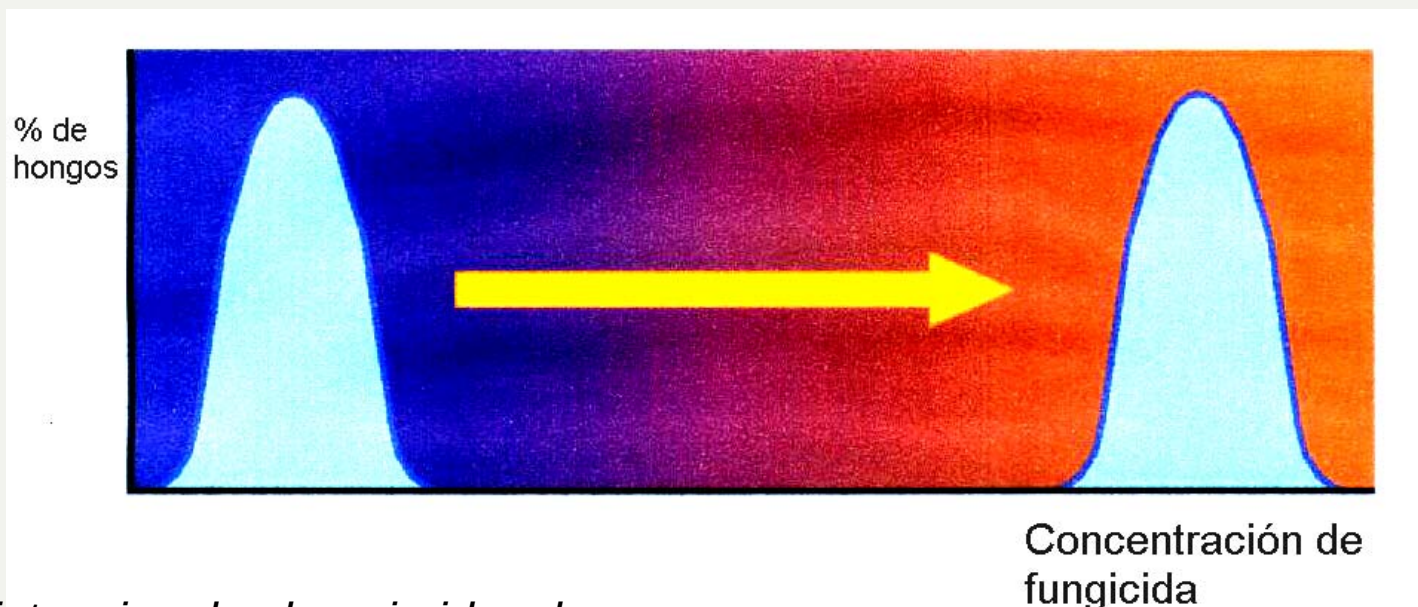
Aumenta la frecuencia de estos individuos en la población



La resistencia se basa en dos fuerzas evolutivas:

Mondino, 2001. Univ. de la República

Tomado de Brent y Hollomon 1998



Resistencia a los benzimidazoles que se reporta desde 1970

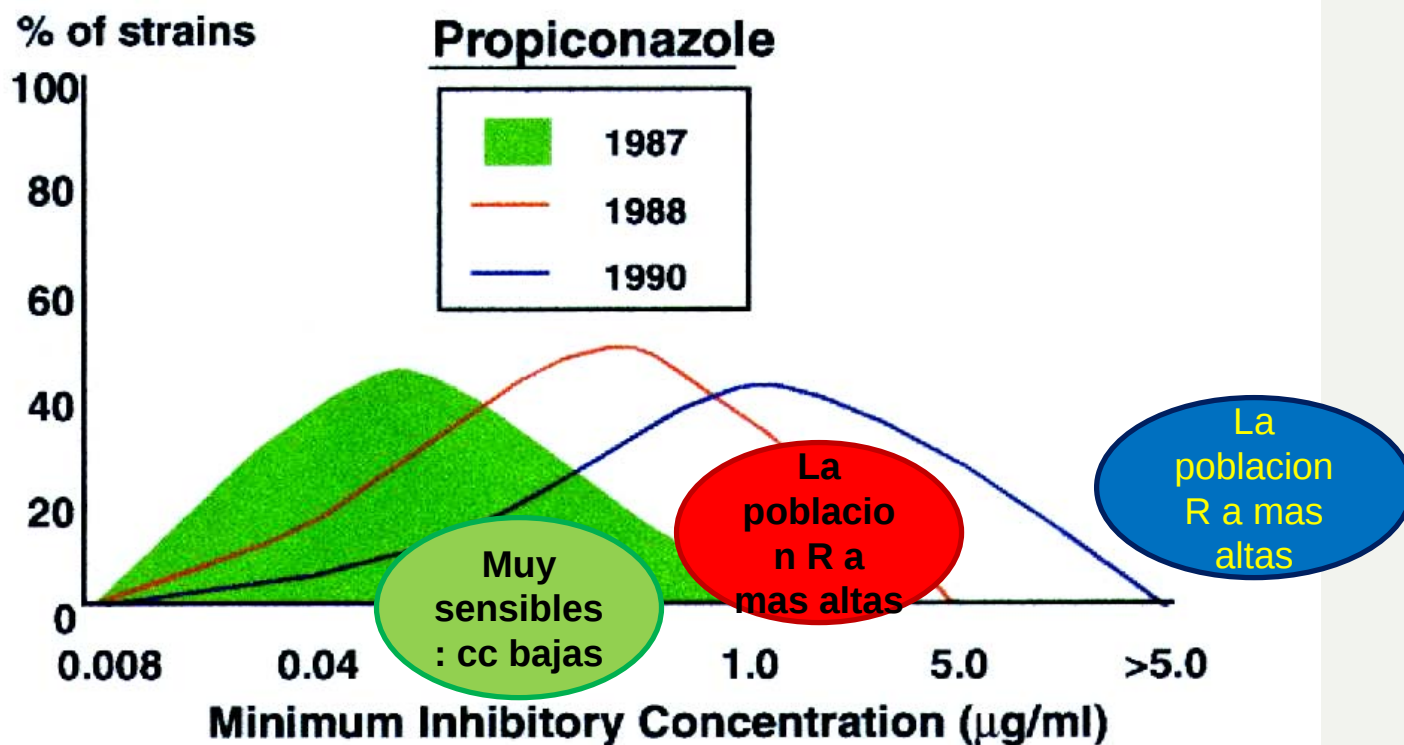
RESISTENCIA CUALITATIVA

RESISTENCIA CUANTITATIVA

Brent y Hollomon 1998

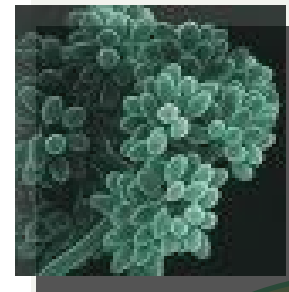
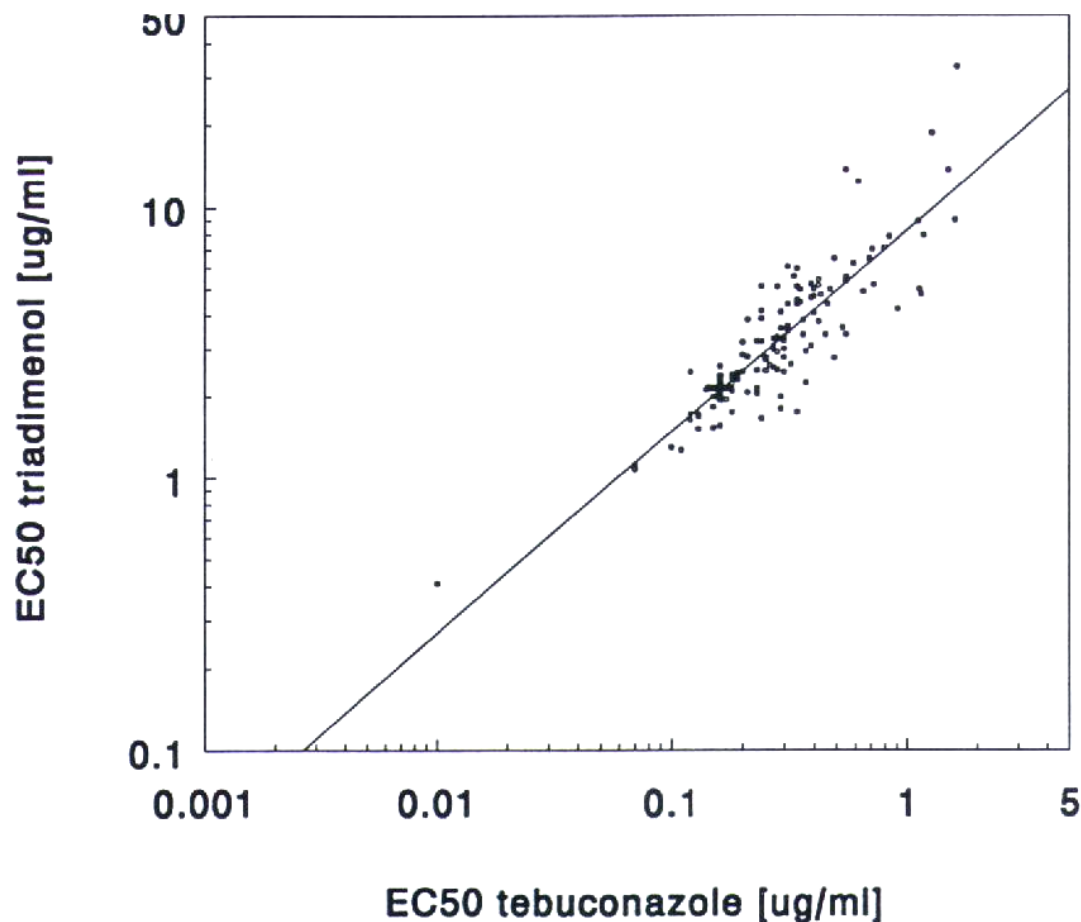


49. Severe scald, caused by *Rhynchosporium secalis*. (Courtesy L. Jackson)



Ej: *Rhynchosporium secalis* (escaldadura de la cebada) con propiconazole.

RESISTENCIA CRUZADA



Aislamientos de
Botrytis cinerea
resistentes a
dos inhibidores
de síntesis de
ergosterol

Stermann y Waard 1996

RIESGO DE GENERAR RESISTENCIA

× RIESGO INHERENTE AL

Estructura química

Mecanismo de
acción

Posibilidad de
resistencia cruzada

× RIESGO INHERENTE AL

Facilidad de
mutar

Ciclos cortos
de vida

Esporulación
abundante

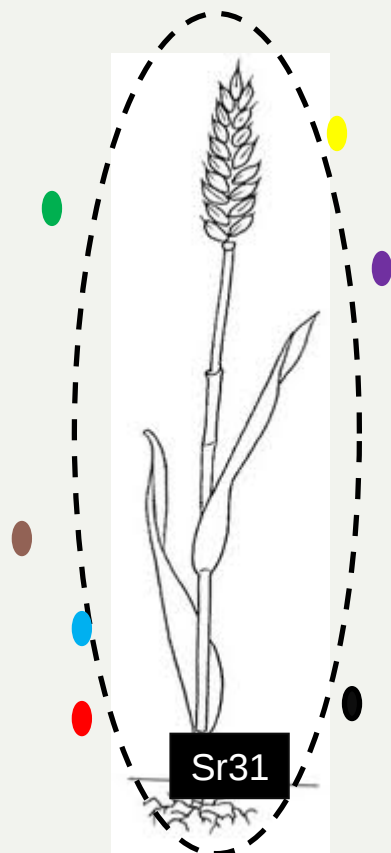
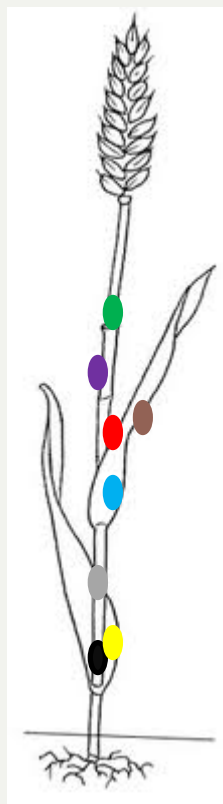
Benzimidazoles Dicarboximidas acilalaninas	AL T O (3)	3	6	9
IBEs Strobirulinas	M E D I O (2)	2	4	6
Cúpricos Dithiocarbamatos Azufrados Captan	B A J O (1)	1	2	3
Riesgo del fungicida Riesgo de la enfermedad		BAJO (1)	MEDIO (2)	ALTO (3)
		Patógenos de suelo. <i>Esclerotium</i> en tomate	<i>Septoria</i> del trigo <i>Alternaria</i> en papa	Sarna del manzano <i>Botrytis</i> en uva <i>Penicillium</i> en citrus

POSIBILIDAD DE NUEVAS RAZAS DE ROYA ? RESISTENCIA EN EL CONTROL POR TRIAZOLES ?

*Problemas de falta de
eficacia en el control
reportados*



POSIBILIDAD DE NUEVAS RAZAS DE ROYA ? RESISTENCIA EN EL CONTROL POR TRIAZOLES ?



1999

Ug99

2006

TTSP

Sillon & Ramos, 2011. FCA/UNL

POSIBILIDAD DE NUEVAS RAZAS DE ROYA ? RESISTENCIA EN EL CONTROL POR TRIAZOLES ?

Campos P.E. & López, J.R.- 2008. Caracterización de aislamientos de *Puccinia graminis f.sp. Tritici*, agente causal de roya del tallo de trigo y su virulencia sobre cultivares de trigo pan VII Congreso Nacional de Trigo. Santa Rosa - La Pampa.

Tabla N°1: Frecuencia de razas aisladas año 2006

Aislamiento característico de la raza identificada	Frecuencia aislamientos
Pgt 07-11(4)	48,2
Pgt 07-8(2)	13,8
Pgt 07-5(3)	6,9
Pgt 07-21(3)	6,9
Pgt 07-13(2)	6,9
Pgt 07-7(1)	6,9
Pgt 07-11(1)	3,4
Pgt 07-20(2)	3,4

- Las razas más frecuentes fueron las de menor virulencia.
- La raza más virulenta, aislada por primera vez en 2004 presentó una baja frecuencia.
- Las nuevas razas encontradas en África representan una amenaza potencial para los cultivares actuales.

¿Las razas virulentas son incontrolables?

Foliar Fungicides to Control Wheat Stem Rust, Race TTKS (Ug99), in Kenya

R. Wanyera, Kenya Agricultural Research Institute (KARI)-Njoro, P.O. Private Bag, Njoro 20107, Kenya;
J. K. Macharia, Egerton University, P.O. Box 536, Egerton, Kenya; and **S. M. Kilonzo** and **J. W. Kamundia**,
 Kenya Agricultural Research Institute (KARI)-Njoro, P.O. Private Bag, Njoro 20107, Kenya

Plant Disease / Vol. 93 No. 9

Table 2. Effect of fungicide treatments on stem rust severity, area under the disease progress curve (AUDPC), grain yield, and 1,000-kernel weight on wheat cv. Duma at Kenya Agricultural Research Institute-Njoro^u

Treatment ^y	2005								2006									
	MRS ^v			Grain yield ^w				TKW ^x		MRS ^v			Grain yield ^w				TKW ^x	
	1st	2nd	3rd	AUDPC ^z	t/ha	G (%)	Wt. (g)	G (%)	1st	2nd	3rd	AUDPC ^z	t/ha	G (%)	Wt. (g)	G (%)		
Untreated	23.8 a	57.5 a	77.5 a	709 b	0.6 b	—	29.8 d	—	10.3 a	11.3 a	28.8 a	518 a	0.8 b	—	36.9 b	—		
Swing 250 EC	25.0 a	47.5 a	42.5 b	792 a	0.9 ab	21.5	22.2 cd	10.1	5.0 a	7.8 bc	6.2 cd	191 cd	2.0 a	61.5	45.1 a	22.2		
Artea 330 EC	32.5 a	15.0 b	22.5 cd	210 c	1.4 a	55.8	37.6 a	20.6	11.2 a	13.8 a	15.0 bc	271 bc	2.2 a	65.1	42.0 a	13.8		
Silvacur 375 EC	27.5 a	12.5 b	15.0 de	290 c	1.2 ab	47.9	36.7 ab	18.6	6.3 a	2.0 bc	7.5 cd	116 d	2.6 a	71.3	45.2 a	22.5		
Folicur 250 EC	17.5 a	8.8 b	11.3 e	154 c	1.0 ab	37.1	36.4 abc	18	12.5 a	1.0 c	6.3 cd	154 cd	2.3 a	66.9	45.2 a	22.5		
Stratego 250 EC	22.5 a	21.3 b	32.5 bc	381 bc	1.4 a	57.3	36.6 abc	18.5	6.3 a	5.5 abc	8.8 cd	191 cd	2.5 a	70.2	43.3 a	17.3		
Soprano 250EC	31.25 a	40.0 a	62.5 a	815 a	0.8 ab	26.5	33.2 bcd	10.2	12.5 a	10.3 ab	12.5 bc	292 bc	1.9 a	60.3	42.4 a	14.9		
Orius 25 EW	20.0 a	10.0 b	11.3 e	189 c	1.2 ab	49.6	37.0 a	19.2	11.3 a	2.0 bc	8.8 cd	156 cd	2.0 a	62.3	44.8 a	21.4		
Cotaf 5 E	20.0 a	10.0 b	16.3 de	225 c	1.3 ab	51.6	35.9 abc	16.7	7.5 a	12.5 a	18.8 ab	376 ab	0.5 b	38.8	35.6 b	−3.5		
AmistarXtra 280SC	17.5 a	10.0 b	12.5 de	210 c	1.4 a	55.1	36.9 a	19.3	7.8 a	1.0 c	4.0 d	105 d	2.2 a	66.2	44.9 a	21.7		
Mean	23.8	19.5	25.2	363	1.2	45.8	35.9	16.8	8.9	6.2	9.8	206	2	62.5	43.2	17		
LSD (0.05)	1.6	1.6	1.1	32.3	0.6	—	3.6	—	1.2	1.5	1.2	4.9	0.9	—	4.2	—		

^u Treatment means within columns followed by the same letter are not significantly different at $P \leq 0.05$ according to least significant difference (LSD) test; — = no data.

^v MRS = mean rust severity (modified Cobb scale); 1st, 2nd, and 3rd disease notes were recorded at growth stages 55, 65, and 77, respectively.

^w Yield gain (G) (%) = (fungicide-treated – untreated) $\times$ 100/treated.

^x TKW = 1,000-kernel weight; gain (G) (%) = (fungicide-treated – untreated) $\times$ 100/treated.

^y Active components of the fungicides are as follows: Swing 250 EC, epoxiconazole + carbendazim; Artea 330 EC, cyproconazole at 80 g/liter + propiconazole at 250 g/liter; Silvacur 375 EC, tebuconazole + tridimenol; Folicur, tebuconazole; Stratego 250 EC, trifloxystrobin + propiconazole; Soprano C 250 EC, epoxiconazole at 125 g/liter + carbendazim at 125 g/liter; Orius 25 EW, tebuconazole; Cotaf 5E, hexaconazole; and AmistarXtra 280SC, azoxystrobin at 200 g/liter + cyproconazole at 80 g/liter. Soprano 250 EC, Orius 25 EW, and Cotaf E are generic chemicals.

^z Area under the disease progress curve (AUDPC) = values are means of four replications.

Puccinia triticina: Roya de la hoja del trigo

ERLEI MELO REIS, 2008

Hipótesis : “existen nuevas razas de roya en Brasil que pueden haber alterado la sensibilidad de los triazoles”



Razas nuevas : mayor eficiencia de las mezclas / poca de triazoles

PABLO CAMPOS, 2008

Campos P.E. 2008. Dinámica de la población de *Puccinia triticina* durante los años 2005 y 2006 en Argentina. VII Congreso Nacional de Trigo. Santa Rosa - La Pampa.

Objetivo: identificar cambios en la población patógena

289 aislamientos monopostulares



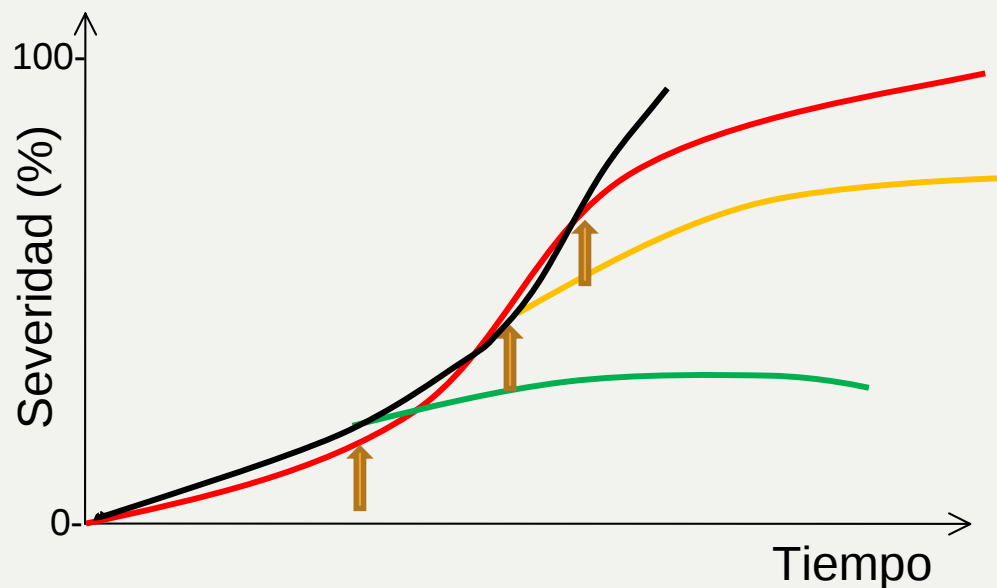
**“ Se observa una estrecha relación
entre el aumento de razas con
virulencia
sobre el gen Lr24 y la siembra de
cultivares que poseen dicho gen.**

Pústulas de mayor tamaño que serán mas faciles de prevenir que de erradicar



PATOGENOS POLICÍCLICOS





¿Patógenos más virulentos?

¡No, Mutación y resistencia!

El fungicida estaba adulterado...

¿Me pijotearon la dosis?

El control químico de las enfermedades se basa en el uso de fungicidas antes de la fase exponencial de las mismas. Es allí donde los fungicidas expresan su verdadera capacidad fungitóxica.

POSIBILIDAD DE NUEVAS RAZAS DE ROYA ? RESISTENCIA EN EL CONTROL POR TRIAZOLES ?

*Problemas de falta de
eficacia en el control
reportados*



tecnológico ideal
para controlar una roya ?



Nivel ideal ?

Cuidado con que debajo de esa teoría se
engloben problemas de manejo !

*Los triazoles
no controlan
más?*

**Nos falló el
control !!**

*Aparición de
cepas más
virulentas?*

*Tiene
importancia
la dosis?*

*Eficacia
diferencial de
los
fungicidas?*

*Con todas
las razas
nuevas de
roya
tendremos
problemas
de control?*

*Razas
nuevas*ij**

*La oportunidad
de control es
fundamental?*

MITOS Y REALIDADES EN ARGENTINA

Es la resistencia de las poblaciones de patógenos la principal causa de fallas en el control

Productos en mal estado de conservación o vencidos

Aplicaciones de fungicidas de contacto luego de ocurridas las infecciones

Aplicaciones tardías con alta presión de inóculo

EL MAYOR MITO

Es la resistencia de las poblaciones de patógenos la principal causa de fallas en el control

Errores de diagnóstico, confundiendo síntomas y se siguen aplicando los mismos productos ante nuevos patógenos

Errores de concentraciones y dosis

Sub-dosificaciones

Mucho viento, demasiada velocidad, boquillas mal estado



EL MAYOR MITO

ESTRATEGIAS DE MANEJO ANTI - RESISTENCIA

1. Seleccionar los productos de menor riesgo inherentes al fungicida.
2. Fungicidas de alto riesgo de resistencia usarlo el mínimo número de veces.
3. Alternar su uso con fungicidas de bajo riesgo o usarlo con mezcla de fungicidas de bajo riesgo.
4. Usar diferentes modos de acción en las rotaciones.
5. Que los fungicidas sean un componente de un programa de manejo integrado

ESTRATEGIAS DE MANEJO ANTI-RESISTENCIA

6. Evitar aplicar tarde, cuando la epidemia se ha disparado por el alto número de individuos que pueden generar resistencia.



ESTRATEGIAS DE MANEJO ANTI-RESISTENCIA: EVITAR APLICAR TARDE....

Annone, J; Polidoro, O.; Terrile, I. & Calzolari, A. 2011. "Comportamiento de cultivares a roya de la hoja: su importancia para planificar la aplicación de fungicidas". Agromercado N°162, abril 2011.

Situaciones probables de
manejo de RH

Siembra de CV
de bajo riesgo
sanitario

Siembra de CV
de moderado
riesgo sanitario

Siembra de CV
de alto riesgo
sanitario

ESTRATEGIAS DE MANEJO ANTI-RESISTENCIA: EVITAR APLICAR TARDE....

Annone, J; Polidoro, O.; Terrile, I. & Calzolari, A. 2011. "Comportamiento de cultivares a roya de la hoja: su importancia para planificar la aplicación de fungicidas". Agromercado N°162, abril 2011.

Siembra de
CV de bajo
riesgo
sanitario

1. Monitoreo preventivo de 3 hojas superiores en estado de espiga embuchada.
2. Aplicación si aparecen pústulas de tipo de reacción susceptible en alguna de esas 3 HS



ESTRATEGIAS DE MANEJO ANTI-RESISTENCIA: EVITAR APLICAR TARDE....

Annone, J; Polidoro, O.; Terrile, I. & Calzolari, A. 2011. "Comportamiento de cultivares a roya de la hoja: su importancia para planificar la aplicación de fungicidas". Agromercado N°162, abril 2011.

**Siembra de CV de
moderado riesgo sanitario**



1. Monitoreo preventivo de 3 hojas superiores a partir de encañazón.
 2. Aparición de pústulas de tipo de reacción susceptible en alguna de esas 3 HS...ALARMA
 3. Nuevo monitoreo despliegue completo HB.
 4. Pústulas presentes en alguna de las 3 HS.
- APLICACION**

ESTRATEGIAS DE MANEJO ANTI-RESISTENCIA: EVITAR APLICAR TARDE....

Annone, J; Polidoro, O.; Terrile, I. & Calzolari, A. 2011. "Comportamiento de cultivares a roya de la hoja: su importancia para planificar la aplicación de fungicidas". Agromercado N°162, abril 2011.

Siembra de CV de alto riesgo sanitario

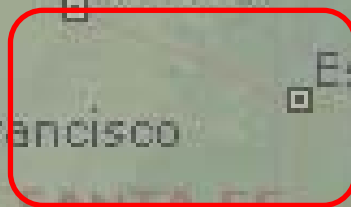
1. Monitoreo preventivo de 3 hojas superiores a partir de encañazón.
2. Aparición de pústulas de tipo de reacción susceptible en alguna de esas 3 HS... APLICACION
3. Nuevos monitoreos preventivos.

ESTRATEGIAS DE MANEJO ANTI-RESISTENCIA

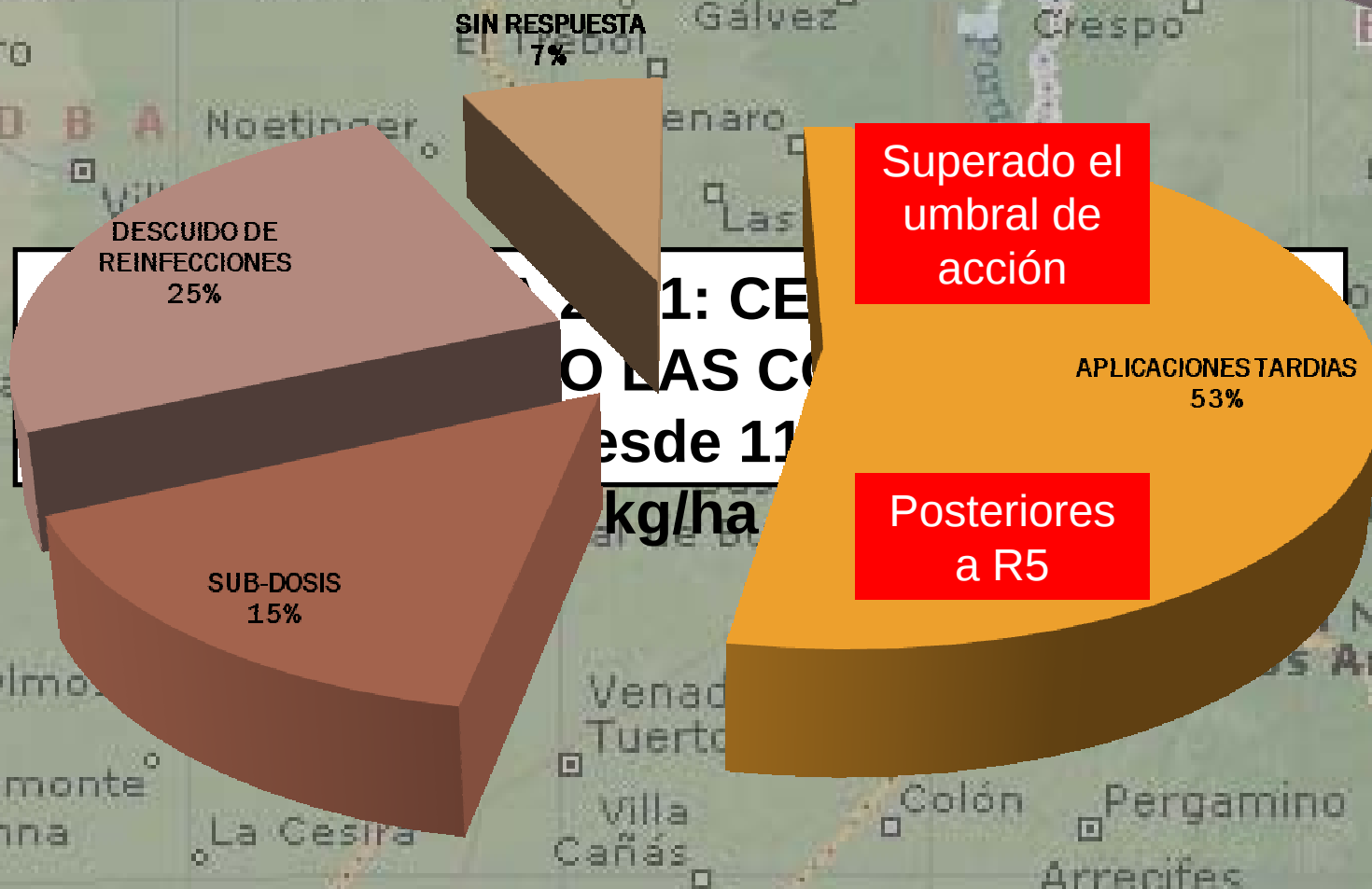
Concepto de monitoreo preventivo



“Es esencial el monitoreo para determinar niveles de enfermedad ANTES y DESPUES del fungicida



Problemas en fallas de control con fungicidas en Soja Centro de Santa Fe (Sillon, M. 2011)





Hasta siempre Héctor!