



"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

GENES DE RESISTENCIA PARA ROYA DE LA HOJA EN TRIGO NACIONAL



Ing. Agr. MSc. Ruth Fabiola Scholz Drodowski



ruth.scholz@ipta.gov.py

ruth.scholz@ufv.br

ruti_scholz@hotmail.com

05-07-2023



"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

ROYA DE LA HOJA

Es una de las enfermedades foliares más importantes a nivel mundial y regional (Uruguay, Argentina, Brasil, Chile y Paraguay)

Causa epidemias generalizadas anualmente, incidiendo principalmente:

- El llenado de granos
- La calidad del grano
- Peso hectolítico
- Peso de mil granos



Pérdidas de rendimiento de 50 % o superiores en variedades susceptibles.



"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

Miércoles, 05 de julio de 2023

8:00 h a 13:00 h.

ZONAS EPIDEMIOLÓGICAS DE ROYAS EN TRIGO EN EL CONO SUR





"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

MANEJO DE LA ENFERMEDAD

Prácticas Culturales

Fungicidas

RESISTENCIA GENETICA

"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Capacidad de la planta para reducir el crecimiento y/o desarrollo del patógeno

Es la mejor estrategia de control de la roya de la hoja en el cultivo de trigo

Ventajas:

- Reducción del uso de fungicidas
 - Reducción del costo de producción
 - Menor impacto ambiental

Inmunidad



Susceptibilidad

Grados intermedios de R

"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

Miércoles, 05 de julio de 2023

8:00 h a 13:00 h.



Genes mayores
Mono u oligogénica
Cualitativa
Hipersensibilidad
Raza específica

Corta duración

Plántula: *Lr1....*

Planta adulta
Lr12,13,22a,22b,35,37

Genes menores
Efecto aditivo
Poligénica
Cuantitativa
No hipersensibilidad
Raza no específica
Parcial

Durable

Planta adulta
Lr34,46,67,68

Genes mayores enmascaran la presencia de menores

Aspectos que se consideran en el mejoramiento genético

- Variabilidad del patógeno (virulencia/avirulencia)
- Variabilidad del huésped (resistencia)
- Interacción huésped-patógeno
- Introducción de resistencia en cultivares comerciales



"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Teoría gen-por-gen

Para cada gen que condiciona resistencia en el hospedante, existe un gen específico que condiciona virulencia en el patógeno (Flor, 1955)

Hospedero	Patógeno	
	Avr1	avr1
R1R1	-	+
r1r1	+	+

Para que una raza sea virulenta sobre una variedad:

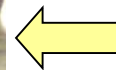
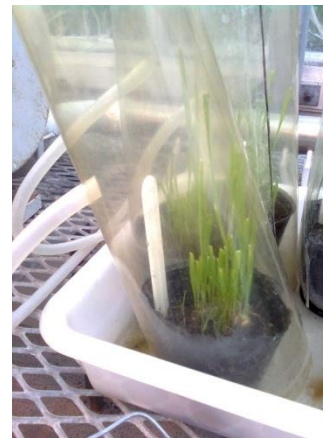
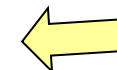
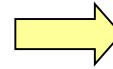
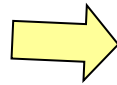
- virulenta sobre todos los genes de resistencia presentes en esa variedad
- la variedad no tiene los genes para los que la raza es avirulenta

"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Identificación de *Puccinia triticina* en Paraguay



Evaluación 12 días post inoculación

Inoculación en Set diferencial

2 aislamientos monopustulares x muestra



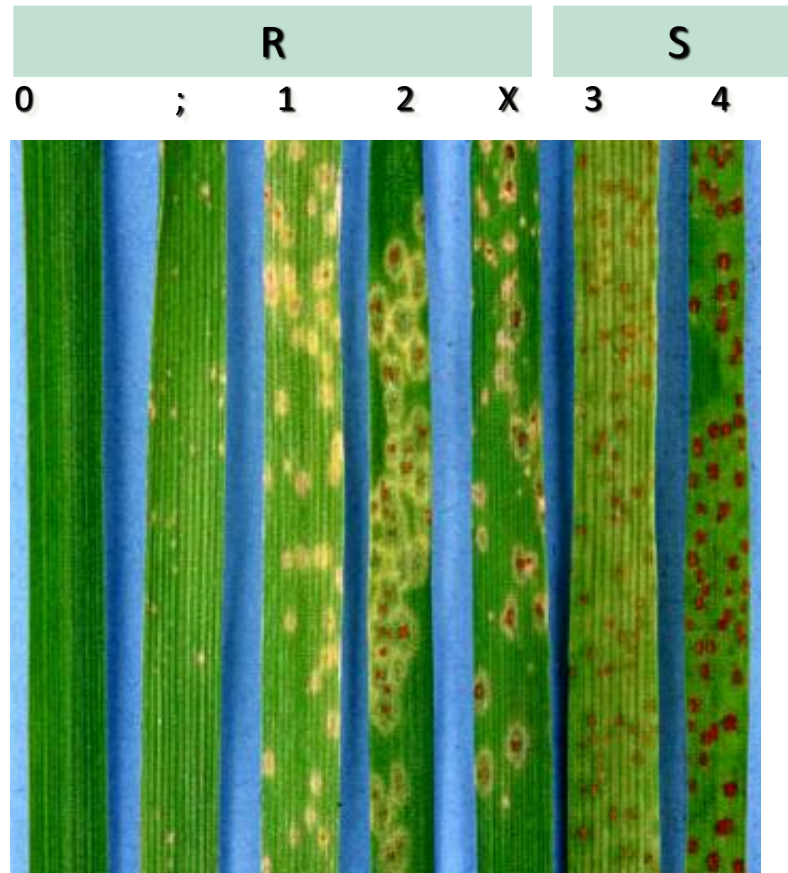
Set de diferenciales

Líneas cercanamente isogénicas derivadas de Thatcher

Lr	1	2a	2c	3
Lr	9	16	24	26
Lr	3ka	11	17	30
Lr	10	20	

Set de diferenciales: líneas cercanamente isogénicas derivadas de Thatcher, cada una de las cuales posee un gen de resistencia de plántula

Tipo de infección en plántula



Nomenclatura de razas

Tipos de infección producidos sobre líneas *Lr* cercanamente isogénicas

huésped 1	1	2a	2c	3a
huésped 2	9	16	24	26
huésped 3	3ka	11	17	30

Código

B	Bajo	Bajo	Bajo	Bajo
C	Bajo	Bajo	Bajo	Alto
D	Bajo	Bajo	Alto	Bajo
F	Bajo	Bajo	Alto	Alto
G	Bajo	Alto	Bajo	Bajo
H	Bajo	Alto	Bajo	Alto
J	Bajo	Alto	Alto	Bajo
K	Bajo	Alto	Alto	Alto
L	Alto	Bajo	Bajo	Bajo
M	Alto	Bajo	Bajo	Alto
N	Alto	Bajo	Alto	Bajo
P	Alto	Bajo	Alto	Alto
Q	Alto	Alto	Bajo	Bajo
R	Alto	Alto	Bajo	Alto
S	Alto	Alto	Alto	Alto
T	Alto	Alto	Alto	Alto

Código: consiste en la designación del set I seguido por el de 2 etc.

Ej: la raza MGB: set 1(M) virulento a Lr1, 3a; set 2 (G) - virulento a Lr16; set 3 (B) - avirulento

Long and Kolmer. (1989)

Tipode infección: Bajo:avirulento patógeno. Alto: virulento patógeno.

Identificación de razas de *Puccinia triticina* en muestras recolectadas de Paraguay

25 muestras
colectadas



50 aislamientos



10 razas

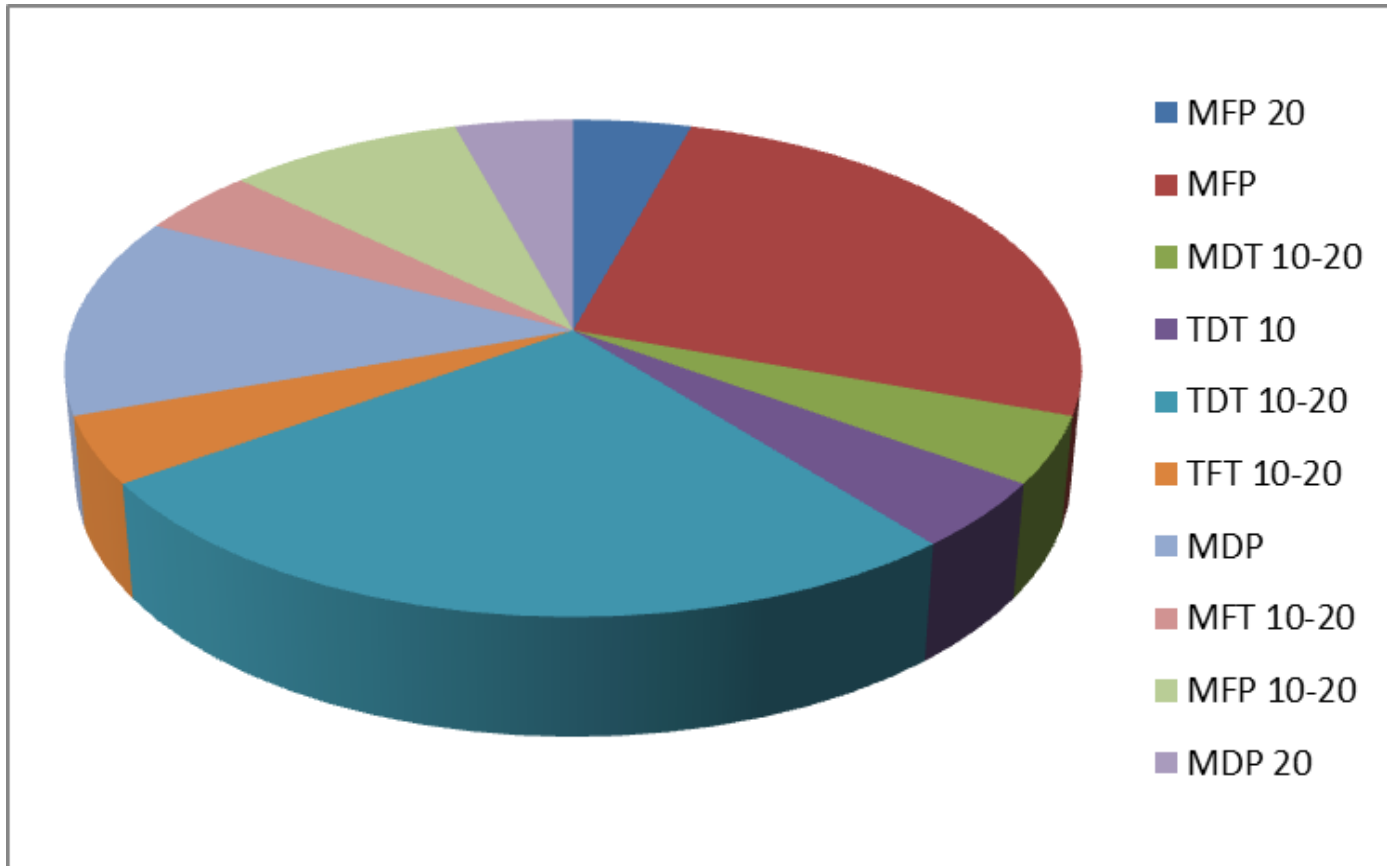
(MFP-20, MFP, MDT-10,20, TDT-10, TDT-10,20, TFT-10,20, MDP, MFT-10,20, MFP-10,20, MDP-20)

"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

Miércoles, 05 de julio de 2023

8:00 h a 13:00 h.

Frecuencias de razas presentes en muestras de Paraguay





"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Identificación de Resistencia de plántula y Resistencia de planta adulta



"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Resistencia de plántula

Materiales de trigo:

128 genotipos de trigo paraguayos + testigo susceptible

set de diferencial completo de 28 materiales

Razas de *P. triticina*: 19

Inoculación y evaluación (Idem identificación de razas)

Postulación de genes de resistencia:

comparación de los TI de los genotipos con los genes *Lr*

Genotipos utilizados

Número	Cruza	Número	Cruza
2	Itapúa 70	55	CEP 99173/PEWIT1
5	Caninde 11	56	PRL/VEE#6//CLMS/3/ITAPUA 55
6	WBLL4//BABAX.1B.1B*2/PRL/3/PASTOR	60	SITE/FINSI
7	WBLL1*2/TUKURU	61	KAUZ*2//K134(60)/VEE/3/ATTILA/4/MILAN/KAUZ
9	BABAX/PASTOR/3/KAUZ*2/YACO//KAUZ	62	KAUZ*2//K134(60)/VEE/3/ATTILA/4/MILAN/KAUZ
10	ITAPUA 40/KURUKU	64	MILAN/KAUZ//PASTOR/3/PASTOR
11	ITAPUA 40/KURUKU	66	SUZ6/OPATA
12	ITAPUA 40/CARCOVE//JUP*5/AMIGO	67	TNMU/6/CEP80111/CEP8165/5M/7/IAPAR 85
16	WBLL4/KASO2//PASTOR	68	KAMBARA2//MILAN/AMSEL
17	WBLL1*2/TUKURU	69	WBLL2//MILAN/AMSEL
18	CS/TH.SC//3*PVN/3/MIRLO/BUC/4/MILAN/5/TILHI	70	KAMBARA2/4/BABAX/LR42//BABAX/3/BABAX/LR42
22	PRL/SARA//TSI/VEE#5/3/FINSI	71	CD114//WBLL1*2/TUKURU
27	PRINIA/STAR// P SUPERIOR/CRDN	73	CD108/3/SRMA/TUI//BABAX
28	EMB16/CBRD//CBRD	74	ITAPUA 40//RL 6000=Thatcher*7/Webster=Lr2a
29	GUS/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/4/FRET2	75	TNMU/6/CEP80111/CEP8165/5M/7/WBLL1*2/TUKURU
29	GUS/3/PRL/SARA//TSI/VEE#5/4/FRET2	76	WBLL4/5/BABAX.1B.1B*2/PRL/3/PASTOR/4/OC 946/PF906
30	CD 150	77	WBLL2/BR18
31	ITAPUA 40/KURUKU	79	ITAPUA 40/CARCOVE//JUP*5/AMIGO
32	ITAPUA 45/CORDILLERA 4	80	ITAPUA 45/CORDILLERA 4
33	ITAPUA 45/CORDILLERA 4	81	ITAPUA 40/KURUKU
34	ND643/2*WBLL1	83	ITAPUA 40/KURUKU
41	Parula/IAN 10	95	Itapúa 45/Itapúa 40
42	WBLL1*2/BRAMBLING	99	TNMU/CBRD//MILAN/SHA7
45	PRINIA/STAR//MILAN/MUNIA	104	PRL/VER#6//CLMS/3/ORL 99393
47	IAN 10/CANINDE 3	105	Parula/IAN 10
48	MILAN/KAUZ//PASTOR/3/PASTOR	111	CD-112/ITAPUA 50
49	Itapua 45/Caninde 1	118	Itapua 45//TUI/RL 4137
50	EMBRAPA 120/WEEBILL2	120	C 91181/ORL 980204
51	IAN 10/CANINDE 3	121	ND643/2*WBLL1
52	IAN 10/ITAPUA 70	125	PARULA/CD 104
53	IAN 10/ITAPUA 70	132	Itapua 40/CEP 36
54	CEP 99173/PEWIT1		

Explotando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

Miércoles, 05 de julio de 2023

8:00 h a 13:00 h.

N°	Razas	Gen Lr													
		1	2A	2C	3	9	16	24	26	3KA	11	17	30	10	20
1	CHT	B	B	B	A	B	A	B	A	A	A	A	A	B	B
2	DBB-10,20	B	B	A	B	B	B	B	B	B	B	B	B	A	A
3	KDG-10,20	B	A	A	A	B	B	B	A	B	A	B	B	A	A
4	LPG-10	A	B	B	B	A	B	A	A	B	A	B	B	A	B
5	MCD-10,20	A	B	B	A	B	B	B	A	B	B	A	B	A	A
6	MCP-10	A	B	B	A	B	B	B	A	A	B	A	A	A	B
7	MCR-10	A	B	B	A	B	B	B	A	A	A	B	A	A	B
8	MCT-10	A	B	B	A	B	B	B	A	A	A	A	A	A	B
9	MDT	A	B	B	A	B	B	B	A	A	A	A	A	B	B
10	MFP	A	B	B	A	B	B	A	A	A	B	A	A	B	B
11	MFP-10,20	A	B	B	A	B	B	A	A	A	B	A	A	A	A
12	MFP-20	A	B	B	A	B	B	A	A	A	B	A	A	B	A
13	MFR	A	B	B	A	B	B	A	A	A	A	B	A	B	B
14	MFT-10,20	A	B	B	A	B	B	A	A	A	A	A	A	A	A
15	MHP-10	A	B	B	A	B	A	B	A	A	B	A	A	A	B
16	MKD	A	B	B	A	B	A	A	A	B	B	A	B	B	B
17	MMD-10,20	A	B	B	A	A	B	B	A	B	B	B	A	A	A
18	SPG-10	A	A	A	B	A	B	A	A	B	A	B	B	A	B
19	TDT-10,20	A	A	A	A	B	B	B	A	A	A	A	A	A	A

Tipo de infección

A: alto

B: bajo

Germán com pers, (2011)

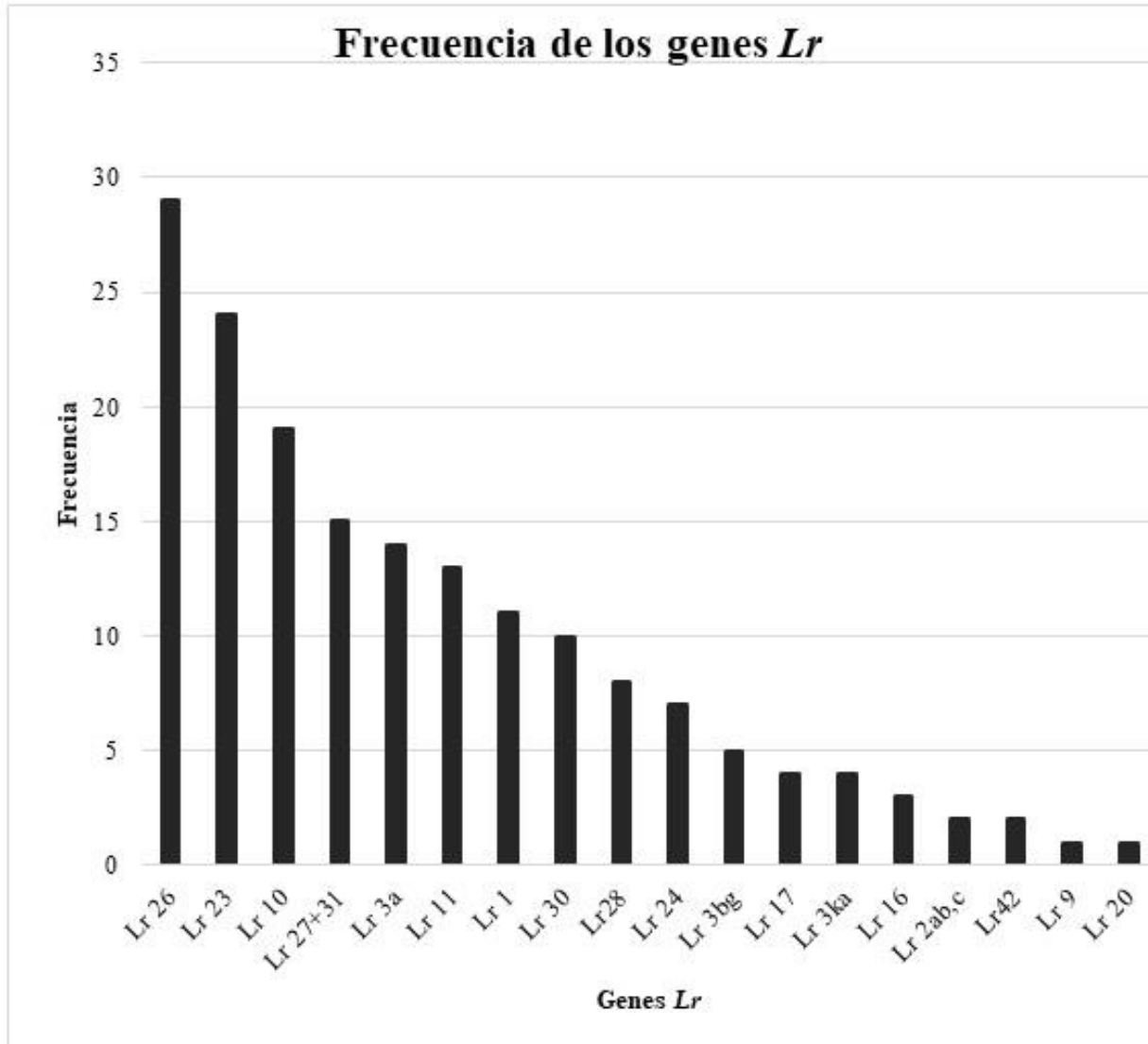


"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Postulación de genes en plántula





"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Caracterización a campo de los genotipos de trigo frente a roya de la hoja

Material vegetal:

128 líneas del Programa de Mejoramiento de trigo de Paraguay
Testigos susceptibles y de comportamiento conocido

Infección natural

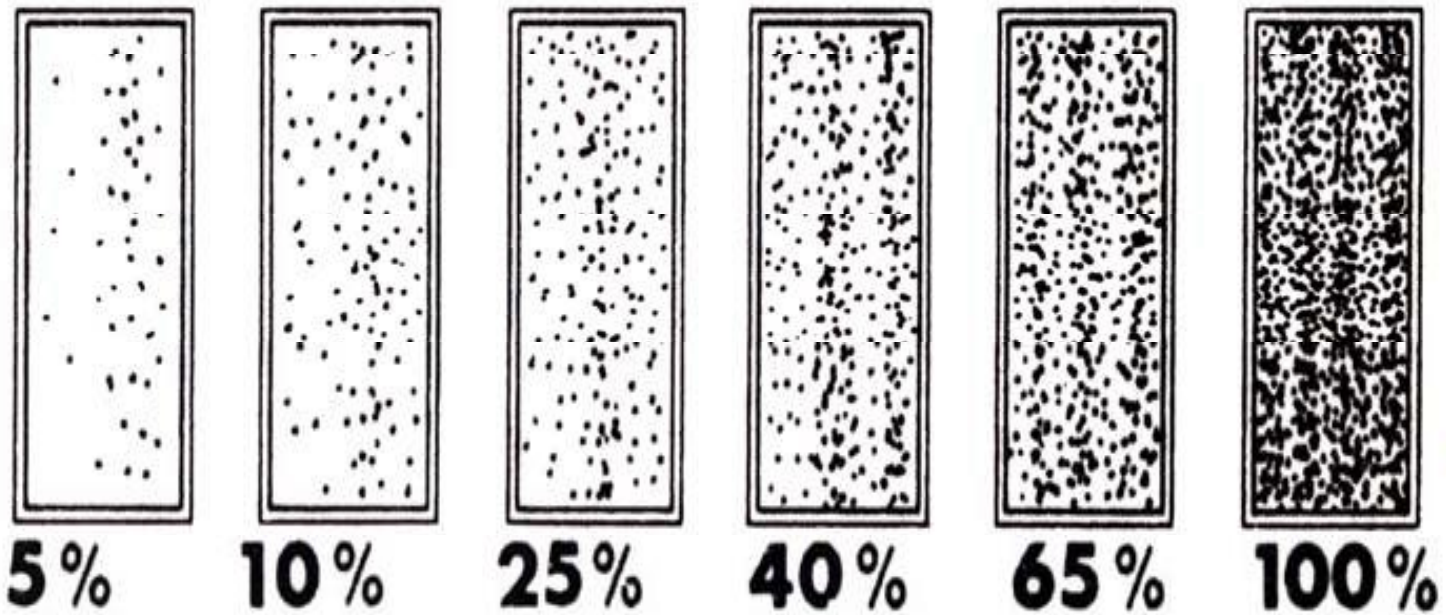
Evaluación de roya de la hoja:

Severidad: Escala de Cobb modificada (0-100)

Reacción: R, MR, MS, S

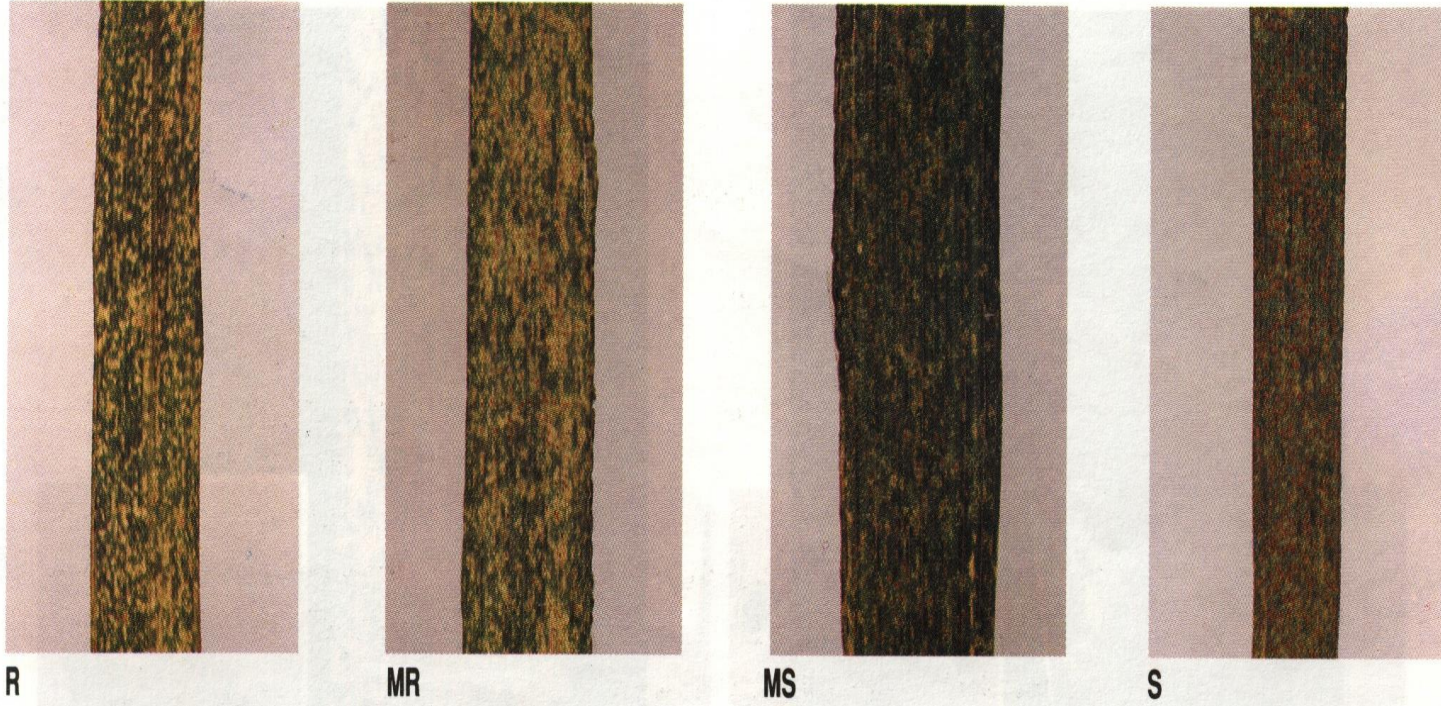
ESCALA DIAGRAMÁTICA DE COBB MODIFICADA

Roya de la Hoja



Tipo de reacción de roya de la hoja a planta adulta

ROYA DE LA HOJA



Roelfs *et al.*, (1992)



"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Diseño experimental: Bloque incompletos al azar

Tamaño de parcela: surco 1m

Conversión a Coeficiente de infección = severidad x reacción
(R=0.2, MR=0.4, MRMS o M= 0.6, MS= 0.8, S=1)

➤ Fórmula: $AUDPC = \sum_{i=1}^{n-1} [(t_{i+1} - t_i)(y_i + y_{i+1})/2]$ utilizando CI

➤ Para los análisis estadísticos se utilizó modelo mixto usando paquete SAS 9.1

➤ Efecto fijo: Localidad-tratamiento

➤ Efecto aleatorio: Repetición-Bloque

Caracterización a campo de los genotipos

Cruza	AUDPC CI		Reacción a campo
	2012 Media Ajustada	AUDPC CI 2011	
PRL/VEE#6//CLMS/3/ITAPUA 55	-20	94	R
C 91181/ORL 980204	3	0	R
WBLL1*2/TUKURU	22	240	R
PRINIA/STAR// P SUPERIOR/CRDN	33	156	R
ITAPUA 45/CORDILLERA 4	39	456	R
MILAN/KAUZ//PASTOR/3/PASTOR	71	229	MR
ND643/2*WBLL1	76	113	MR
ITAPUA 45/CORDILLERA 4	81	456	MR
ITAPUA 40/CARCOVE//JUP*5/AMIGO	82	462	MR
IAN 10/CANINDE 3	107	520	MR
PRL/SARA//TSI/VEE#5/3/FINSI	153	711	MRMS
ITAPUA 45/CORDILLERA 4	157	365	MRMS
WBLL4//BABAX.1B.1B*2/PRL/3/PASTOR	158	466	MRMS
EMBRAPA 120/WEEBILL2	173	375	MRMS
WBLL1*2/BRAMBLING	185	360	MRMS
ITAPUA 40/KURUKU	801	1729	MS
PRINIA/STAR//MILAN/MUNIA	807	1030	MS
ITAPUA 40//RL 6000=Thatcher*7/Webster=Lr2a	815	501	MS
IAN 10/ITAPUA 70	878	122	MS
Tc	4054.9	2381	S
TcLr34	2008.3	2116	S
Avocet	3487.0		S
Avocet Yr18,Lr36	3117.7		S
Moroco		4109	S
LC		4313.5	S

"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

Miércoles, 05 de julio de 2023

8:00 h a 13:00 h.

La presencia del gen *Lr34* se estudió utilizando el marcador molecular *csLV34* (Laguda *et al.*, 2006)

Extracción de ADN
CTAB (Doyle and Doyle 1987)



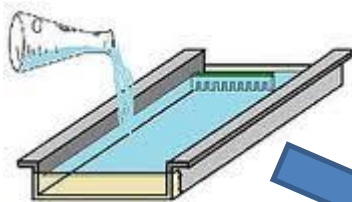
Evaluación de calidad y
concentración de ADN-
(Thermofischer scientific.inc)



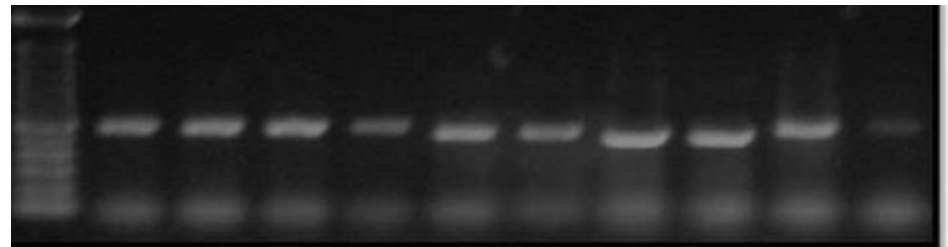
Reacción de PCR



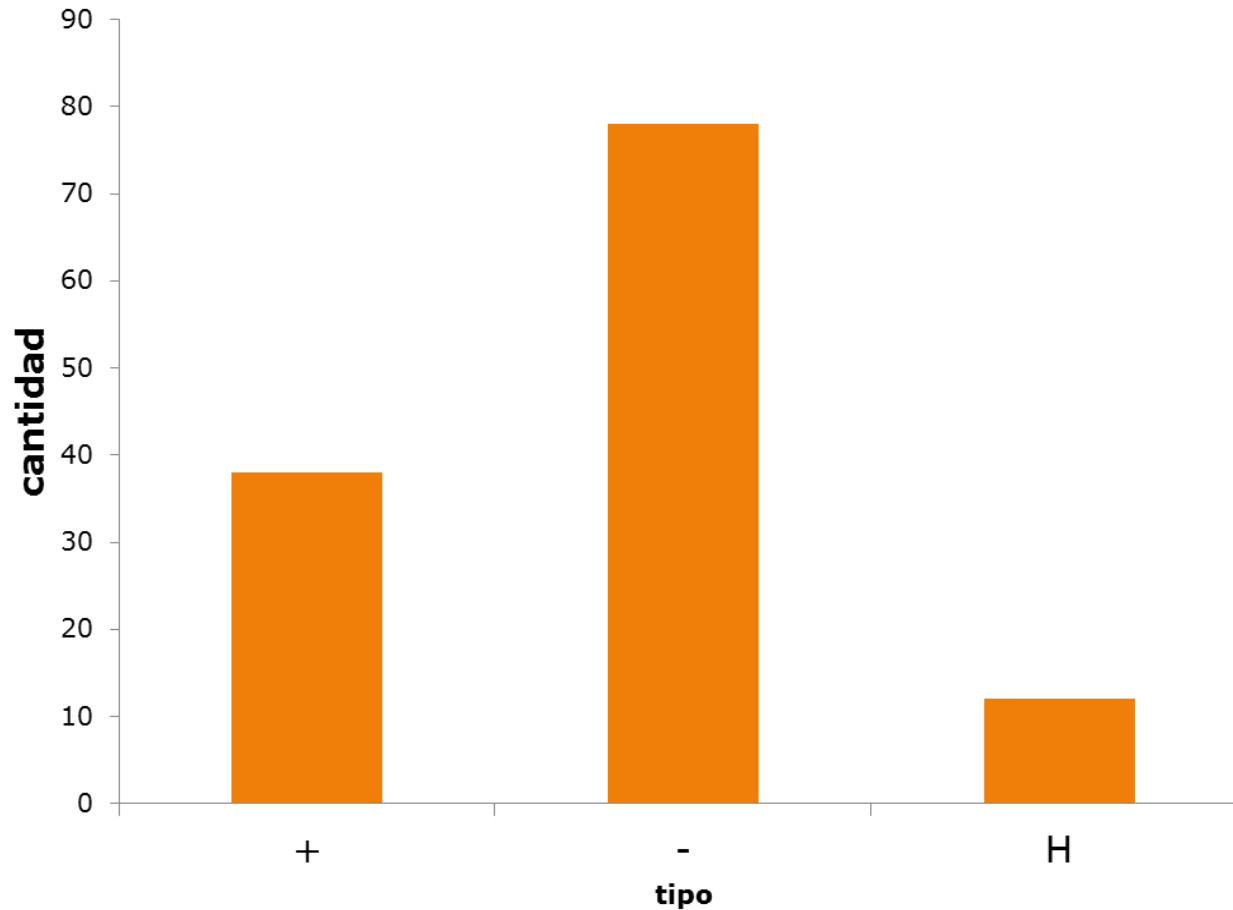
Para determinar el alelo marcador
electroforesis de agarosa al 1%



Control Positivo: Parula
Control Negativo: Avocet s



Presencia del alelo positivo para presencia del gen *Lr34*



Resumen de Resultados

AUDPC CI						
N°	2012 media ajustada	Reacción a campo	MFP	TDT-10,20	RPA	csLV 34
56	0	R	0;	2-;		+
120	3	R	0	0		+
7	22	R	3+	3	+	-
27	33	R	2	3+	+	-
33	38.5	R	0;	0;		-
64	71	MR	0;	3	+	-
21	76	MR	3	3+	+	-
32	81	MR	0	0		+
12	82	MR	0;	0;		+
51	107	MR	X-/22	0;1=		+
22	153	MRMS	3+	2-	+	-
80	157	MRMS	0;	0;		+
6	158	MRMS	0;	23		-
50	173	MRMS	;1=	0		+
42	184.5	MRMS	3+	3+4	+	-/+
11	801	MS	33+	3+		-
45	807	MS	2-;	1-;		-
74	815	MS	2-	3		-
53	878	MS	2	2-		-/+





"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

- Se encontró gran variabilidad de razas de *Puccinia triticina* en los aislamientos estudiados
- Los genotipos paraguayos presentaron distintos niveles de resistencia (R a MS) en condiciones de campo
 - resistencia de plántula a todas las razas
 - resistencia de plántula + RPA
 - RPA
- Se caracterizó la presencia del gen *Lr34*, en un 29,6 % de los materiales
- Esta información permitió conocer los genes presentes (tipo de resistencia con la que se cuenta)







"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Comportamiento de los cultivares sembrados en Paraguay frente a la roya de la hoja

Variedad	Roya de la hoja
Itapúa 75	R
Itapúa 80	R
Itapúa 85	R
Itapúa 90	R
Itapúa 95	R
Canindé 21	MR
Canindé 22	MR
Canindé 23	MS
TBIO TORUK	S
TBIO SOSSEGO	S
TBIO SONIC	MS
TBIO AUDAZ	S
TBIO MESTRE	MS
Tbio Iguaçu	S
Tbio Sintonía	S

R: resistente 
MR: moderadamente resistente 
MS: susceptible 
S: Susceptible 

Datos de ensayos de variedades 2022



"Explorando Ciencia y Formando Recursos Humanos"

📅 Miércoles, 05 de julio de 2023

🕒 8:00 h a 13:00 h.

Instituciones que apoyaron este trabajo de investigación



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



Instituto Paraguayo de
Tecnología Agraria



INSTITUTO DE BIOTECNOLOGÍA AGRÍCOLA

