

## II. EVALUACIÓN FINAL DE CULTIVARES

### **Objetivos Específicos:**

- *Desarrollo de cultivares de grano largo de calidad culinaria americana con mayor rendimiento, tamaño de grano y resistencia a enfermedades que INIA Tacuarí*
- *Desarrollo de cultivares Indica con características agronómicas superiores a El Paso 144 e incorporación de resistencia a Brusone (*Pyricularia grisea*) y vuelco*

### **RESISTENCIA A ENFERMEDADES DEL TALLO**

Pedro Blanco<sup>1/</sup>, Mario Gaggero<sup>1/</sup>, Federico Molina<sup>1/</sup>, Stella Ávila<sup>1/</sup>,  
Fernando Pérez de Vida<sup>1/</sup>, Luis Casales<sup>1/</sup>

### **INTRODUCCIÓN**

En Paso de la Laguna se registra, generalmente, una buena presión de Podredumbre del tallo (*Sclerotium oryzae*). Esto permite que en el ensayo de Evaluación Final sembrado en época normal (Época 1) se evalúe la resistencia de los cultivares. Este ensayo no es inoculado artificialmente con patógenos ni protegido con funguicidas, por lo que para los efectos de este experimento lo consideramos como de infección natural.

Como forma de mejorar la evaluación de la resistencia a Podredumbre del tallo y cuantificar el daño producido por la misma, los cultivares son también sometidos a alta presión de la enfermedad en un ensayo inoculado artificialmente con el patógeno, y evaluados con baja presión de la misma en un ensayo protegido con funguicida. Esto permite obtener un gradiente de infección en las diversas situaciones.

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

Los ensayos fueron sembrados en Paso de la Laguna el 01/11/02 y la

<sup>1/</sup> INIA Treinta y Tres

designación de los mismos es la siguiente:

- Protegido con funguicida: FUNG
- Infección Natural: INFNAT
- Inoculado con *Sclerotium*: SO

Es de hacer notar que el ensayo FUNG no fue inoculado.

Se incluyeron 8 líneas experimentales del programa local, con un mínimo de tres años de evaluación previa, junto a las variedades Bluebelle, El Paso 144, INIA Tacuarí, INIA Caraguatá, INIA Cuaró, INIA Zapata e INIA Olimar. La línea PI574487, originaria de Texas, se utilizó como un testigo resistente a enfermedades del tallo.

La densidad de siembra fue de 165 kg/ha de semilla, corregidos por germinación. La fertilización basal de los ensayos fue realizada al voleo e incorporada con disquera (20 kg/ha de N + 51 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> + 37 kg/ha de K<sub>2</sub>O). Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 27,6 kg/ha de N cada una.

El diseño fue de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y las parcelas fueron de 6 hileras de 3,5 m a 0,20 de separación. Los ensayos se analizaron individualmente y en forma

conjunta. En los cuadros se incluye información de los análisis de varianza, indicándose si existieron diferencias significativas para cultivares, o para experimento y su interacción, en el caso de los análisis conjuntos, a través del nivel de probabilidad (diferencias significativas:  $0,05 > P > 0,01$ ; muy significativas:  $P < 0,01$ ). También se incluyen el Coeficiente de Variación (CV%) y la Mínima Diferencia Significativa (MDS  $P < 0,05$ ). En los análisis conjuntos, en los casos en que la interacción resultó significativa, se provee la MDS adecuada para comparaciones entre medias de cultivares por ensayo. Los signos de “+” y “-” indican diferencias significativas de cada cultivar con el testigo INIA Tacuarí en la respectiva columna de medias.

La inoculación fue realizada el 24/01/03 en el agua de riego, en la diferenciación del primordio floral, aplicándose 31 g de inóculo de *Sclerotium oryzae* por parcela. El inóculo fue preparado previamente, multiplicando los hongos en un medio de cultivo compuesto por arroz y cáscara, en una proporción de 1:1/2, glucosa y agua destilada. Cuando el hongo colonizó la totalidad del medio de cultivo, fue secado y desmenuzado, quedando en condiciones de ser aplicado.

El fungicida fue aplicado en el ensayo FUNG el 07/02/03, utilizándose Epoxiconazole + Estrobilurina con una dosis de 1 l/ha de producto comercial.

Se evaluó incidencia de enfermedades al final del ciclo, rendimiento y sus componentes, calidad industrial y culinaria y características agronómicas. Los datos de la lectura de enfermedades fueron utilizados para la construcción de un Índice de Severidad (IS) para *Sclerotium oryzae* y también para *Rhizoctonia oryzae sativae*, cuya fórmula es la siguiente:

$$IS = ((0A+1B+2C+3D+4E)/4n) \times 100$$

A= % Tallos sin síntomas

B= % Tallos con grados 1 y 3

C= % Tallos con grado 5

D= % Tallos con grado 7

E= % Tallos con grado 9

A+B+C+D+E=n=100

Este índice combina los conceptos de Incidencia (porcentaje de individuos o tallos atacados) y Severidad (altura a la que llega el ataque en los tallos afectados).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Enfermedades

Podredumbre del tallo. En la zafra 2002/03, el ensayo INFNAT mostró una incidencia de Podredumbre del tallo de 15,6%, para el promedio de los cultivares, levemente superior a la zafra anterior, pero inferior a la registrada en 2000/01, la cual alcanzó a 27%. En las condiciones de la zafra 2002/03, un cultivar susceptible a la enfermedad, como Bluebelle, alcanzó un IS = 40% en INFNAT (Cuadro 1).

La diferencia fundamental con las zafas anteriores, fue que la inoculación artificial con el patógeno no fue tan efectiva en incrementar la presión de la enfermedad, ya que el ensayo SO sólo alcanzó un IS promedio de 24,8%. Esto puede ser debido a que en esta zafra se utilizó una menor cantidad de inóculo por parcela y a que el clima al momento de la inoculación, y en los días siguientes, presentó alta radiación y baja humedad, lo cual puede haber conspirado contra la efectividad de la misma. En las zafas anteriores, en el ensayo SO, Bluebelle alcanzó IS entre 73 y 79%, mientras que en esta oportunidad el IS sólo se elevó a 49% con la inoculación (Cuadro 1). De la

misma forma, el fungicida no fue tan efectivo como en las dos zafas anteriores en controlar la infección de Podredumbre del tallo, resultando en un IS promedio de 11,3%. Esto puede deberse a que el mismo fue aplicado en la primera década de febrero, coincidiendo con un período de muy baja radiación solar, lo que puede

haber favorecido el desarrollo de la enfermedad. A pesar de lo expuesto, los IS de los ensayos fueron significativamente diferentes en el análisis conjunto, existiendo interacción Cultivar x Ensayo y diferencias muy significativas entre cultivares (Cuadro 2).

Cuadro 1. Índice de Severidad (IS) para *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae*, en los ensayos protegido (FUNG), Infección Natural (INFNAT) e inoculado con *Sclerotium oryzae* (SO).

Nº Cultivar	<i>Sclerotium</i>			<i>Rhizoctonia</i>		
	FUNG	INFNAT	SO	FUNG	INFNAT	SO
	IS%			IS%		
1 Bluebelle	26.9 +	40.4 +	49.1 +	1.4 -	8.8 -	9.7 -
2 El Paso 144	12.6	15.1	21.3 -	0.0 -	7.8 -	6.5 -
3 INIA Tacuarí	10.7	16.7	29.9	7.8	28.8	26.4
4 INIA Caragatá	12.8	19.3	38.4 +	2.3 -	8.2 -	7.8 -
5 INIA Cuaró	8.4	12.2	22.9	0.0 -	1.6 -	3.1 -
6 INIA Zapata	12.3	17.5	22.0 -	2.4 -	8.6 -	2.5 -
7 INIA Olimar	7.1	12.8	17.8 -	0.0 -	4.3 -	1.8 -
8 L3362	10.4	14.9	20.1 -	2.2 -	16.3	13.8 -
9 L3616	10.5	12.1	23.0	1.1 -	14.2 -	10.5 -
10 L3652	7.8	13.5	20.4 -	1.7 -	13.3 -	10.8 -
11 L3351	9.3	13.5	20.1 -	5.7	20.8	42.5 +
12 L3821 CA	7.9	12.5	22.3	0.1 -	10.0 -	5.5 -
13 L3838	9.5	11.0	21.5 -	1.8 -	19.4	35.0
14 L1855	12.9	13.4	30.3	2.2 -	22.2	18.4
15 L2825	10.3	11.1	20.3 -	0.6 -	10.0 -	9.0 -
16 PI574487	11.2	14.5	17.5 -	0.8 -	4.0 -	0.0 -
Media	11.3	15.6	24.8	1.9	12.4	12.7
Repetición	0.210	0.587	0.651	0.024	0.709	0.327
Cultivares	0.000	0.000	0.000	0.017	0.004	0.000
CV %	34.2	28.9	21.9	150.2	72.3	63.8
MDS (0.05)	5.49	6.45	7.74	4.00	12.75	11.54

Cuadro 2. Análisis conjunto para los IS *Sclerotium* y *Rhizoctonia*.

Fuente	Probabilidad	
	IS Scl.	IS Rhi.
Ensayo	0.000	0.000
Cultivar	0.000	0.000
Ens. X Cult.	0.020	0.000
CV %	26.9	79.6

Bluebelle mostró una infección de *Sclerotium* significativamente mayor al resto de los cultivares en los ensayos INFNAT y FUNG. En el ensayo SO, con mayor presión por la inoculación, Bluebelle e INIA Caragatá mostraron

una infección significativamente mayor que INIA Tacuarí y que el resto de los cultivares. En el ensayo SO, INIA Tacuarí mostró una incidencia de la enfermedad moderadamente alta (29,9%) y varios cultivares tuvieron IS significativamente menores, como el testigo resistente PI574487, INIA Olimar, El Paso 144, INIA Zapata, L2925CA y otras líneas experimentales (Cuadro 1).

La línea experimental proveniente de cultivo de anteras, L2825CA, mostró la

menor incidencia de la enfermedad en el ensayo INFNAT (Cuadro 1). La interacción Ensayo x Cultivar se nota claramente al comparar la incidencia de Podredumbre del tallo en INIA Caraguatá e INIA Tacuarí con la de L2825CA. Los IS de las variedades se elevaron de 13 y 11%, respectivamente, en el ensayo FUNG, a 38 y 30% en SO, mientras que la línea experimental pasó de un IS similar al de las variedades en el ensayo FUNG, a 20% en SO.

Manchado confluyente de las vainas. La incidencia de esta enfermedad, causada por *Rhizoctonia oryzae sativae*, fue significativamente menor en el ensayo FUNG. Esto es consistente con resultados obtenidos en zafras anteriores, en los que el fungicida controla eficazmente esta enfermedad. El análisis conjunto también muestra diferencias muy significativas entre cultivares e interacción Ensayo x Cultivar (Cuadros 1 y 2).

De acuerdo a los antecedentes, INIA Tacuarí fue la variedad más susceptible a esta enfermedad en el ensayo INFNAT. Todas las variedades comerciales y varias líneas experimentales de tipo americano mostraron menor incidencia de la enfermedad en este ensayo (L3616, L3652 y L2825CA), al igual que el testigo resistente PI574487 (Cuadro 1). A pesar del control logrado por el fungicida, casi todos los cultivares mostraron menores IS que INIA Tacuarí en el ensayo FUNG.

La interacción Ensayo x Cultivar parece estar relacionada al antagonismo generalmente observado entre las enfermedades del tallo y a una respuesta diferencial de los cultivares frente al mismo. La inoculación con *Sclerotium* causó un incremento en los

IS de INIA Zapata, que fue acompañado de una reducción en la incidencia de *Rhizoctonia oryzae sativae*. Por el contrario, en las líneas experimentales L3351 y L3838, la inoculación con *Sclerotium* provocó, en el ensayo SO, una incidencia de esta enfermedad similar a la observada en INIA Zapata, pero fue acompañada de un fuerte incremento en la incidencia de *Rhizoctonia oryzae sativae* (Cuadro 1).

### **Rendimiento y calidad industrial.**

En el análisis conjunto no se encontraron diferencias significativas entre ensayos para rendimiento, % de Blanco total y de Yesado. El ensayo FUNG tendió a tener un menor porcentaje promedio de Entero (58% frente a 60% de los restantes ensayos). No existió interacción significativa Ensayo x Cultivares, por lo que en el Cuadro 3 se presentan los promedios de los cultivares junto a los resultados del análisis conjunto. A diferencia de los años anteriores, la diferente presión de Podredumbre del tallo, obtenida entre los ensayos de 2002/03, no alcanzó a ser suficiente para incidir en el rendimiento y en algunos parámetros de calidad industrial.

INIA Olimar presentó el mayor rendimiento promedio, superando significativamente a INIA Tacuarí, al igual que las líneas experimentales de tipo americano L3351 y L1855.

Las variedades de tipo americano INIA Caraguatá e INIA Zapata, al igual que las líneas experimentales L1855 y L3362, presentaron mayor % de Blanco Total que INIA Tacuarí. Los cultivares de tipo tropical, excepto la línea de cultivo de anteras L3821CA, tuvieron menores porcentajes que INIA Tacuarí.

Ningún cultivar superó significativamente a INIA Tacuarí en porcentaje de

grano entero, mientras que los cultivares tropicales fueron inferiores, excepto L3821CA. Algunas líneas experimentales de calidad americana también mostraron porcentajes de grano entero inferiores a INIA Tacuarí, lo cual está asociado a sus granos extra largos, como L3616, L3652, L3351 y L2825CA.

Algunas de las líneas promisorias de tipo americano mostraron mayor incidencia de Yesado que el testigo INIA Tacuarí, mientras que las variedades INIA Olimar, INIA Caraguatá, Bluebelle e INIA Zapata tuvieron un porcentaje significativamente inferior del defecto. INIA Olimar mostró el menor porcentaje promedio de Yesado de los ensayos.

Cuadro 3. Rendimiento y calidad industrial de los cultivares. Promedio de los ensayos FUNG, INFNAT y SO.

Nº Cultivar	Rend. kg/ha	B.Total %	Entero %	Yesado %
1 Bluebelle	6510 -	70.4	59.9	5.9 -
2 El Paso 144	8909	68.6 -	58.0 -	7.5
3 INIA Tacuarí	8615	69.7	62.3	8.3
4 INIA Caraguatá	7990 -	71.8 +	63.9	5.9 -
5 INIA Cuaró	8936	68.7 -	58.0 -	8.0
6 INIA Zapata	7720 -	71.9 +	60.7	6.1 -
7 INIA Olimar	9423 +	68.0 -	56.2 -	3.6 -
8 L3362	8522	70.6 +	59.8	7.6
9 L3616	8943	68.5 -	54.9 -	10.5 +
10 L3652	8314	69.2	53.4 -	13.7 +
11 L3351	9354 +	70.1	58.4 -	11.1 +
12 L3821 CA	8559	69.2	61.4	8.7
13 L3838	8416	70.0	61.4	6.3 -
14 L1855	9245 +	71.5 +	64.7	11.0 +
15 L2825	7753 -	70.0	59.0 -	12.8 +
16 PI574487	6967 -	71.7 +	53.2 -	11.6 +
Media Cult.	8386	70.0	59.1	8.7
P Ensayo	NS	0.143	0.067	NS
P Cultivares	0.000	0.000	0.000	0.000
Ens x Cult	0.471	NS	0.145	0.085
CV%	8.92	1.37	6.31	14.10
MDS 0.05	604	0.77	3.00	1.96

### Componentes del rendimiento

Todos los componentes del rendimiento presentaron diferencias muy significativas entre cultivares, sin interacción con ensayos. La población de panojas y su tamaño no difirieron entre los mismos, mientras que la esterilidad se incrementó levemente del ensayo FUNG al SO y el ensayo protegido mostró un peso de grano algo

mayor. Estas diferencias, sin embargo, no alcanzaron a verse reflejadas en los rendimientos promedio de los ensayos, tal como se mencionó previamente.

Entre las variedades comerciales, Bluebelle, El Paso 144 e INIA Zapata mostraron mayor esterilidad de granos que INIA Tacuarí, mientras que la de INIA Olimar fue inferior. Como es habitual, L2825CA presentó el menor valor de esterilidad. El promedio de

peso de 1000 granos de INIA Tacuarí fue el menor de los cultivares evaluados (Cuadro 4).

Cuadro 4. Componentes del rendimiento de los cultivares. Promedio de los ensayos FUNG, INFNAT y SO.

Nº	Cultivar	Pan./m2	Gr.Tot.	Esteril. %	Peso 1000 g
1	Bluebelle	463	168	32.7 +	23.5 +
2	El Paso 144	586 +	115 -	25.6 +	24.8 +
3	INIA Tacuarí	514	160	20.8	21.7
4	INIA Caraguatá	610 +	102 -	21.3	23.6 +
5	INIA Cuaró	553	118 -	25.1	22.2
6	INIA Zapata	520	136	30.4 +	24.8 +
7	INIA Olimar	593 +	109 -	14.5 -	25.8 +
8	L3362	544	144	31.6 +	24.4 +
9	L3616	549	106 -	14.6 -	27.5 +
10	L3652	501	117 -	14.3 -	24.5 +
11	L3351	529	140	18.2	23.0 +
12	L3821 CA	616 +	144	21.3	22.1
13	L3838	606 +	134	24.6	25.0 +
14	L1855	524	163	23.7	24.4 +
15	L2825	485	99 -	8.2 -	26.3 +
16	PI574487	485	95 -	12.7 -	29.6 +
Media Cult.		542	128	21.2	24.6
P Ensayo		NS	NS	0.008	0.013
P Cultivares		0.000	0.000	0.000	0.000
Ens x Cult		NS	NS	NS	NS
CV%		13.06	26.98	26.29	3.03
MDS 0.05		57.17	27.93	4.50	0.60

#### Otras características

En el Cuadro 5 se presentan las características agronómicas de los cultivares evaluados, las cuales no variaron entre ensayos, excepto el ciclo a maduración, el que fue más corto en el ensayo SO. También se incluyen en el cuadro, otras características que solo fueron evaluadas en el ensayo INFNAT, como las dimensiones de granos procesados con molino experimental Satake. Se destaca el largo de grano

de L3616, que alcanzó 7,39 mm, seguido por el de L2825CA.

Los parámetros de calidad culinaria fueron estimados en muestras duplicadas en una repetición por ensayo. El Cuadro 5 también incluye información de resistencia a *Pyricularia grisea*, proveniente del vivero con inoculación artificial del patógeno. Si bien el nivel de infección logrado no fue alto, se observa buena resistencia en L3616, L3652 y L3838.

Cuadro 5. Características agronómicas y de calidad culinaria de los cultivares. Promedio de los ensayos FUNG, INFNAT y SO. Dimensiones de granos en el ensayo INFNAT, procesados con molino experimental Satake. Resistencia a *Pyricularia grisea*

en vivero con inoculación artificial del patógeno (Sistema de Evaluación Estándar para Arroz: 1 = pequeñas manchas café del tamaño de la cabeza de un alfiler, 5 = Menos del 10% del área foliar afectada, 9 = Toda el área foliar muerta).

Nº Cultivar	Altura cm	C. Flor. días	Madur. días	Largo mm	Ancho mm	L/A	Amilo. %	Disp. Álcali	Pyri
1 Bluebelle	108	+ 100	+ 138	+ 6.54	2.16	3.02	21.7	5.1	2
2 El Paso 144	92	100	+ 143	+ 6.33	2.15	2.94	25.0	6.4	6
3 INIA Tacuarí	91	92	136	6.35	2.08	3.05	21.5	5.2	4
4 INIA Caraguatá	88	98	+ 139	+ 6.66	2.15	3.10	23.4	5.1	2
5 INIA Cuaró	95	+ 97	+ 140	+ 6.39	2.03	3.15	22.7	6.6	5
6 INIA Zapata	93	100	+ 137	6.73	2.20	3.07	21.7	5.2	3
7 INIA Olimar	93	97	+ 139	+ 6.74	1.94	3.47	24.3	7.0	6
8 L3362	91	99	+ 142	+ 6.75	2.12	3.18	24.5	5.4	3
9 L3616	82	- 96	+ 138	+ 7.39	2.10	3.52	23.8	5.0	1
10 L3652	88	97	+ 138	+ 6.98	2.06	3.39	23.1	5.3	1
11 L3351	91	96	+ 138	+ 6.66	2.01	3.30	24.7	5.2	4
12 L3821 CA	93	97	+ 139	+ 6.32	1.99	3.18	23.6	6.3	5
13 L3838	85	- 98	+ 142	+ 6.78	2.23	3.04	25.0	5.3	1
14 L1855	89	98	+ 141	+ 6.60	2.22	2.96	22.9	5.4	3
15 L2825	83	- 92	134	- 7.05	2.12	3.33	26.1	5.5	3
16 PI574487	76	- 107	+ 147	+ 6.51	2.50	2.61	25.0	5.1	1
Media Cult.	90	98	139	6.67	2.13	3.14	23.7	5.6	3
P Ensayo	NS	0.211	0.000	-	-	-	-	-	-
P Cultivares	0.000	0.000	0.000	-	-	-	-	-	-
Ens x Cult	NS	NS	NS	-	-	-	-	-	-
CV%	4.7	1.2	1.4	-	-	-	-	-	-
MDS 0.05	3.38	0.98	1.68	-	-	-	-	-	-