

## IV. EVALUACIÓN FINAL

### ÉPOCAS DE SIEMBRA

Pedro Blanco<sup>1/</sup>, Federico Molina<sup>1/</sup>, Fernando Pérez de Vida<sup>1/</sup>

#### INTRODUCCIÓN

Los ensayos de Épocas de Siembra, además de suministrar información para determinar las fechas de siembra adecuadas para las variedades y cultivares promisorios, se ha usado para evaluar, en condiciones de campo, la resistencia de los cultivares a bajas temperaturas en la fase reproductiva. En los últimos años, como parte de la evaluación interna del programa, se realiza la comparación entre una fecha de siembra temprana o normal y otra muy tardía (mediados de diciembre), tratando de que la información de estos ensayos sea complementaria con la obtenida en los de la Red de Evaluación de Cultivares.

A pesar de que la evaluación de la resistencia a fríos en condiciones de campo enfrenta el problema de la variabilidad climática, el análisis de la información agronómica de estos ensayos junto con los datos climáticos, a través de varios años, ha permitido sacar valiosas conclusiones. En la actualidad se dispone de cámaras de frío con iluminación natural, obtenidas a través de un proyecto de cooperación con la República de Corea, lo que permite realizar la caracterización de los cultivares por resistencia a frío en condiciones controladas. Los primeros resultados de estos trabajos se informan en otro capítulo de esta publicación.

En el presente artículo se analiza la información de dos de los ensayos de evaluación final (Ep1 y Ep2) de la zafra 2007/08, en los que se incluyeron 20 cultivares. A los efectos de realizar la comparación con la fecha de siembra tardía (Ep2), entre los ensayos de evaluación final sembrados en fecha temprana, se eligió al ensayo protegido con fungicida (Ep1), que presentaba niveles de infección de enfermedades del tallo similares a la siembra tardía.

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

#### MATERIALES Y MÉTODOS

Las fechas de siembra de los experimentos fueron:

Época 1 (Ep1): 24/10/07

Época 2 (Ep2): 11/12/07

Se incluyeron 6 variedades comerciales y 14 líneas experimentales. Entre las líneas experimentales, L4806, L5388 y L5502 ingresaron a evaluación final en 2005/06, mientras que L5287, L5373 y L5578, L4811 y CL54 fueron incorporadas en 2006/07. Por su parte, la línea experimental L2825CA se viene utilizando desde hace años como testigo local con buena tolerancia a fríos, la cual ha sido confirmada en condiciones controladas. Las restantes cuatro líneas experimentales ingresaron en 2007/08, con 2 a 5 años de evaluación interna. Las líneas L5388, L5502, L5373, L5578, L5381, L5574, L6056 y L2825CA son de calidad americana, mientras que L4806, L4811 y FL04489 son de tipo tropical o Indica. Esta última constituye el primer cultivar seleccionado en material introducido de FLAR que ingresa en evaluación final. Las líneas CL54 y CL29 son resistentes a los herbicidas Imidazolinonas (Clearfield), ambas de calidad americana, provenientes del desarrollo local de cultivares Clearfield, seleccionadas en material segregante introducido de EEUU.

Las parcelas fueron sembradas con la sembradora experimental Hege 90 y tuvieron 6 hileras de 3,4 m a 0,20 de separación. La densidad de siembra fue de 165 kg/ha de semilla, corregidos por germinación. La fertilización basal fue realizada a voleo con una fertilizadora experimental Hege e incorporada con disquera (13,5 kg/ha de N, 60 kg/ha de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> y 20 kg/ha de K<sub>2</sub>O). Los ensayos recibieron dos aplicaciones de urea, en macollaje y primordio, de 28 kg/ha de N cada una. El control de malezas fue realizado con una mezcla de tanque, en aplicación terrestre, de Propanil + Facet + Command +

Cyperex (3,5 + 1,5 + 0,8 l/ha + 0,2 kg/ha), complementada con una aplicación aérea con Ricer (0,185 l/ha). El fungicida utilizado en Ep1 fue Amistar + Nimbus (0,5 + 0,5 l/ha), cuando los cultivares precoces completaron la floración (11/2).

El diseño fue de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. 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.

Se evaluó rendimiento y sus componentes, calidad industrial y culinaria, enfermedades del tallo y características agronómicas. En el ensayo Ep1 también se incluye información sobre dimensiones de grano.

Los datos de la lectura de enfermedades (L. Casales) fueron utilizados para la construcción de un Índice de Severidad (IS) para *Sclerotium oryzae* y *Rhizoctonia oryzae sativae*, que combina los conceptos de Incidencia (porcentaje de individuos o tallos atacados) y Severidad (altura a la que llega el ataque en los tallos afectados), 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

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Rendimiento y calidad industrial

En el análisis conjunto, existieron diferencias muy significativas entre cultivares para todas las variables consideradas. El rendimiento promedio de Ep1 fue significativamente superior al de Ep2, resultando igualmente significativa la interacción Ensayo x Cultivar (Cuadro 1). Con relación a calidad industrial, el porcentaje de blanco total fue similar en ambos ensayos, no existiendo tampoco interacción (Cuadro 1), por lo que en el Cuadro 2 se incluye el promedio de ambos ensayos para cada cultivar. El porcentaje de grano entero fue significativamente mayor en Ep1 (63,4 vs 59,8%), existiendo una interacción débil Ensayo x Cultivar, por lo que de todas formas, en el Cuadro 2 se presentan los promedios de los cultivares en ambos ensayos. La incidencia de yesado fue mayor en Ep2 (5,5 vs 4,4%), siendo también significativa la interacción (Cuadro 1).

Cuadro 1. Análisis conjunto para rendimiento, porcentajes de blanco total, entero y yesado.

Fuente	Probabilidad			
	Rend.	%B. Tot.	% Entero	% Yesado
Ensayo	0.005	NS	0.007	0.042
Cultivar	0.000	0.004	0.000	0.000
Ens. X Cut.	0.000	NS	0.130	0.000
CV%	11.9	3.6	5.1	13.0

El rendimiento del ensayo EP1, al igual que el de los demás ensayos de evaluación final sembrados en la misma fecha, localizados en la cabecera de siembra del campo experimental, se mostró deprimido con respecto a otros ensayos avanzados localizados a continuación. En los seis ensayos E3 contiguos, sembrados en fecha similar, INIA Olimar, El Paso 144 e INIA Tacuarí alcanzaron rendimientos de 10.080, 9.869 y 7.697 kg/ha, respectivamente.

En particular, los cultivares precoces (INIA Tacuarí, L2825CA) y algunos de baja altura de planta (CL54 y CL29) tuvieron bajo potencial de rendimiento en Ep1. Los máximos rendimientos en este ensayo fueron alcanzados por El Paso 144 y L4811, que al igual que los demás cultivares de tipo tropical (INIA Olimar, L4806, FL04489 e INIA Cuaró), superaron significativamente a INIA Tacuarí. El rendimiento de INIA Olimar en este ensayo también fue limitado, en comparación con el

alcanzado en los ensayos contiguos. Entre las líneas de calidad americana, se destacó L5502, con un rendimiento 15% superior al de INIA Tacuarí, aunque la diferencia no alcanzó a ser significativa (Cuadro 2). CL29 mostró un rendimiento similar al de INIA Tacuarí, mientras que CL54 tuvo limitado potencial, sufriendo algún daño de pájaros.

Si bien el ensayo Ep2 mostró un menor rendimiento promedio que Ep1, es mayor al generalmente registrado en estos ensayos con fecha de siembra extremadamente

tardía, lo que refleja las condiciones de la zafra. El máximo rendimiento en Ep2 fue alcanzado por L4806, que superó significativamente a varios cultivares, entre ellos a otros de tipo tropical, como INIA Cuaró y FL04489, que tuvo el menor rendimiento del ensayo (Cuadro 2). Algunos cultivares, como El Paso 144, L4811 y FL04489, mostraron una fuerte reducción de rendimiento en Ep2, mientras que otros mantuvieron rendimientos similares que en Ep1, como INIA Tacuarí, L2025CA y L5578.

Cuadro 2. Épocas de Siembra 2007/08. Rendimiento y calidad industrial.

Nº Cultivar	Rendimiento		B. Total Media %	Entero		Yesado	
	Ep1 kg/ha	Ep2 kg/ha		Ep1 %	Ep2 %	Ep1 %	Ep2 %
1 El Paso 144	9605	6687	67.1	59.7	51.7	10.5	10.2
2 INIA Tacuarí	6821	6914	69.7	65.2	63.5	4.5	5.7
3 INIA Olimar	8159	6608	67.5	62.5	57.1	3.6	4.1
4 L4806	8518	7288	68.5	62.7	59.9	6.0	4.8
5 L5388	6974	5873	69.8	65.0	63.8	3.0	6.2
6 L5502	7841	6137	67.8	64.0	60.0	2.4	4.4
7 L5287	7054	6533	70.1	63.5	58.1	2.4	7.0
8 L5373	7737	6586	69.8	65.6	61.6	2.5	4.3
9 L5578	7113	6840	68.7	65.3	60.9	2.4	4.7
10 L4811	9518	6919	69.7	58.9	59.9	9.0	3.2
11 CL54	5602	6315	66.5	62.7	66.6	1.6	4.2
12 CL29	6766	6882	71.7	68.6	65.3	2.4	3.8
13 L5381	7357	6757	69.9	66.2	59.3	3.4	8.0
14 L5574	7206	5607	69.1	66.1	61.2	3.0	4.1
15 L6056	6768	6266	70.2	62.0	57.7	3.3	5.6
16 FL04489	8576	5187	66.8	53.4	48.5	14.8	10.5
17 Bluebelle	6341	6528	69.2	62.2	59.7	3.3	6.3
18 INIA Caraguatá	6043	5877	70.3	65.7	62.3	2.2	3.3
19 INIA Cuaró	8485	6247	68.3	64.7	59.1	5.9	7.3
20 L2825	5974	5598	69.9	63.7	60.1	2.2	2.8
<b>Medias</b>	7423	6382	69.0	63.4	59.8	4.4	5.5
<b>P rep</b>	0.003	0.003	-	0.001	0.595	0.000	0.270
<b>P cult</b>	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>CV%</b>	10.4	7.9	3.6	4.7	5.5	14.2	12.3
<b>MDS 0,05</b>	1090	714	1.8	4.2	4.7	1.8	0.4

Ninguno de los cultivares mostró porcentajes de grano entero inferiores a la base de comercialización en Ep1, con excepción de FL04489, con problemas en los dos experimentos (53,4 y 48,5%), resultando en un bajo promedio. El Paso 144 tuvo un bajo porcentaje de grano entero promedio (55,7%), debido a problemas en Ep2 (Cuadro 2). Algunos cultivares tuvieron muy buen rendimiento industrial, con porcentajes de entero entre 65 y 68,6% en Ep1.

FL04489 alcanzó el máximo porcentaje de yesado en ambos ensayos, superando significativamente, en Ep1, a El Paso 144 y L4811, cultivares que mostraron los mayores rendimientos en el ensayo. A su vez, todos los cultivares de tipo tropical tuvieron una incidencia de yesado significativamente mayor que INIA Olimar en Ep1. Entre los cultivares de calidad americana, ninguno mostró porcentajes de yesado superiores al de INIA Tacuarí en ese ensayo. Por el contrario, varias líneas tuvieron incidencia de

este defecto significativamente inferior que INIA Tacuarí en la siembra temprana, como L5502, L5287, L5373, L5578, CL54 y CL29.

### Componentes del rendimiento

En el análisis conjunto, no existieron diferencias entre ensayos ni interacción Ensayo x Cultivar para la población de panojas, variable para la que sólo existieron diferencias entre cultivares (Cuadro 3). En el Cuadro 4 se presentan los promedios de los cultivares para esta variable. El tamaño de panoja (N° de granos totales) fue mayor en la siembra temprana que en la tardía (108 vs 100 granos/panoja), existiendo una interacción débil. No existieron diferencias significativas en esterilidad promedio entre

ambos ensayos, lo que da la pauta de las condiciones climáticas inusuales en el periodo reproductivo, aunque sí existió interacción. Algo similar ocurrió con el peso de grano, que fue mayor en la siembra tardía, aunque existió interacción, por lo que en el Cuadro 4 se presentan las medias de los cultivares en cada ensayo.

Cuadro 3. Análisis conjunto para componentes del rendimiento.

Fuente	Probabilidad			
	Panojas/ m <sup>2</sup>	Granos totales	Esteril. %	P 1000 gr g
Ensayo	NS	0.001	NS	0.001
Cultivar	0.000	0.000	0.000	0.000
Ens. X Cut.	NS	0.100	0.050	0.000
CV%	15.0	12.2	23.9	2.6

Cuadro 4. Épocas de Siembra 2007/08. Componentes del rendimiento: N° de panojas/m<sup>2</sup>, N° de granos totales/panoja, % de esterilidad y peso de 1000 granos.

N° Cultivar	Pan/m <sup>2</sup>	Gr./Pan.		Esterilidad		Peso 1000 granos	
	Media	Ep1	Ep2	Ep1	Ep2	Ep1	Ep2
				%		g	
1 El Paso 144	540	111	80	25.7	17.6	26.3	25.8
2 INIA Tacuarí	401	123	126	12.9	19.1	21.2	22.6
3 INIA Olimar	521	102	90	14.3	15.4	26.7	26.2
4 L4806	564	105	100	17.3	17.4	22.7	23.0
5 L5388	386	128	119	21.5	19.9	23.4	23.9
6 L5502	455	112	101	20.3	17.4	26.6	27.8
7 L5287	455	101	87	8.7	9.3	24.7	25.8
8 L5373	464	119	88	17.7	14.3	23.3	25.1
9 L5578	463	112	109	16.0	18.1	23.4	24.4
10 L4811	532	102	88	18.0	14.7	25.1	25.0
11 CL54	530	77	88	25.0	24.1	26.6	26.9
12 CL29	491	90	96	11.8	14.8	24.0	25.4
13 L5381	411	110	104	23.7	22.1	24.2	25.5
14 L5574	410	134	128	26.7	18.4	24.0	25.2
15 L6056	432	123	119	13.9	12.9	23.1	25.1
16 FL04489	468	98	93	21.8	25.1	26.6	25.4
17 Bluebelle	473	126	104	18.9	21.6	23.6	23.8
18 INIA Caraguatá	463	100	91	15.3	14.0	24.3	24.6
19 INIA Cuaró	538	100	106	28.0	20.1	23.4	23.3
20 L2825	408	88	84	8.7	10.3	26.1	27.5
<b>Medias</b>	470	108	100	18.3	17.3	24.5	25.1
<b>P rep</b>	-	0.759	0.758	0.062	0.000	0.331	0.759
<b>P cult</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>CV%</b>	15.0	11.0	13.5	27.8	18.5	1.7	3.3
<b>MDS 0,05</b>	49.7	16.9	19.1	7.2	4.5	0.6	1.2

Los cultivares Indica, como es habitual, tuvieron mayor población de panojas, superando las 500/m<sup>2</sup>, con excepción de FL04489 (Cuadro 4). Entre los cultivares de calidad americana, CL54 fue la que mostró una densidad de panojas similar a las de tipo tropical. Las líneas de calidad americana L5574, L5388, L6056 tuvieron un tamaño de panoja similar al de INIA Tacuarí. Si bien la incidencia de esterilidad fue similar en ambos

ensayos, la interacción estuvo marcada por algunos cultivares que tuvieron menor esterilidad en la siembra tardía, mientras que otros mantuvieron valores similares. El peso de grano fue el componente del rendimiento que mostró la interacción Ensayo x Cultivar más fuerte, con algunos materiales que incrementaron su peso en la siembra tardía, mientras que otros tuvieron una tendencia inversa.

**Características agronómicas y enfermedades del tallo**

En el Cuadro 5 se observan los resultados del análisis conjunto para altura de planta, días de siembra a comienzo de floración e índices de severidad de enfermedades del tallo (*Rhizoctonia* y *Sclerotium*). La altura de planta no varió entre ensayos, pero el ciclo a floración mostró un fuerte acortamiento al atrasar la fecha de siembra, aunque la tendencia fue diferente en los cultivares (Cuadro 6). En promedio, la incidencia de enfermedades fue similar en ambos ensayos,

pero existieron diferencias significativas entre los cultivares e interacción.

Cuadro 5. Análisis conjunto para características agronómicas e Índice de Severidad para *Rhizoctonia* y *Sclerotium*.

Fuente	Probabilidad			
	Altura cm	C. Flor. días	IS Rhiz. %	IS Scler. %
Ensayo	NS	0.000	0.118	0.210
Cultivar	0.000	0.000	0.000	0.000
Ens. X Cut.	0.000	0.000	0.000	0.000
CV%	4.3	3.9	90.4	37.0

Cuadro 6. Épocas de Siembra 2007/08. Características agronómicas e incidencia de enfermedades del tallo.

Nº Cultivar	Altura		Com. Floración		IS Rhizoctonia		IS Sclerotium	
	Ep1	Ep2	Ep1	Ep2	Ep1	Ep2	Ep1	Ep2
	cm		días		%		%	
1 El Paso 144	87	81	108	91	3.3	7.8	27.8	50.5
2 INIA Tacuarí	74	78	96	79	30.8	8.0	25.8	24.3
3 INIA Olimar	81	87	105	85	1.3	5.3	27.0	31.5
4 L4806	78	76	106	84	4.5	10.8	19.0	39.5
5 L5388	78	81	109	88	11.8	5.3	22.3	17.5
6 L5502	75	78	108	88	6.3	5.8	26.3	12.5
7 L5287	75	77	105	88	4.8	3.0	23.8	7.3
8 L5373	75	73	108	88	3.3	3.5	26.8	9.5
9 L5578	84	84	105	87	8.8	3.0	26.8	9.5
10 L4811	82	78	106	90	2.3	8.8	30.0	42.8
11 CL54	77	84	105	86	5.0	1.3	27.8	18.5
12 CL29	69	77	101	86	14.8	0.0	27.0	2.4
13 L5381	75	78	109	87	16.3	6.8	26.5	12.8
14 L5574	76	74	109	93	6.5	3.0	29.8	17.0
15 L6056	82	86	105	86	8.5	0.8	19.3	4.8
16 FL04489	82	74	109	0	0.3	7.8	17.0	27.0
17 Bluebelle	99	95	107	90	3.8	5.8	33.0	35.0
18 INIA Caraguatá	86	80	109	92	2.0	4.3	22.0	11.8
19 INIA Cuaró	84	79	107	90	3.5	8.5	18.8	35.8
20 L2825	68	73	98	81	7.5	2.3	20.3	11.8
Medias	79	80	106	83	7.2	5.1	24.8	21.1
P rep	0.000	0.011	0.018	0.299	0.140	0.175	0.621	0.002
P cult	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.160	0.000
CV%	3.2	5.2	1.4	2.3	96.1	70.9	29.5	45.2
MDS 0,05	3.6	5.8	2.1	2.8	9.9	5.1	10.4	13.5

INIA Tacuarí alcanzó escaso desarrollo en la siembra temprana, destacándose el tipo de planta y vigor de algunas líneas de calidad americana como L5578 y L6056. Todas las líneas de calidad americana en evaluación tuvieron ciclos a floración más largos que el testigo INIA Tacuarí.

En general, los niveles de infección de *Rhizoctonia* fueron bajos en ambos ensayos, con excepción de INIA Tacuarí, altamente susceptible a este patógeno, que mostró una

incidencia moderada en Ep1, significativamente mayor a la de los demás cultivares. Con respecto a Podredumbre del tallo, los cultivares de tipo tropical tuvieron mayor infección en la siembra tardía. Se destaca la sanidad en los tallos de las líneas experimentales de calidad culinaria americana L6056 y L5287, así como CL29.

**Calidad culinaria y dimensiones de grano**

El contenido de amilosa y las dimensiones de granos pulidos, fueron determinados en muestras de una sola repetición en Ep1, por

lo que no se analizaron estadísticamente, al igual que la dispersión en álcali, como indicador de la temperatura de gelatinización, que se realizó en ambos ensayos. La información se presenta en el Cuadro 7.

Cuadro 7. Épocas de Siembra 2007/08. Contenido de amilosa, dispersión en álcali (1= baja dispersión, 7= alta dispersión) y dimensiones de granos procesados con molino experimental Satake.

Nº Cultivar	Largo	Ancho	L / A	Amilosa	Disp. Álcali	
	Ep1 mm	Ep1 mm	Ep1	Ep1 %	Ep1	Ep2
1 El Paso 144	6.23	2.19	2.84	26.7	6.0	6.0
2 INIA Tacuarí	6.37	2.06	3.10	27.3	5.1	5.3
3 INIA Olimar	6.69	2.01	3.34	26.0	6.0	6.0
4 L4806	6.09	2.04	2.98	26.0	6.0	6.0
5 L5388	6.59	2.10	3.13	26.0	5.2	5.6
6 L5502	6.70	2.19	3.06	26.7	5.0	5.5
7 L5287	6.68	2.14	3.12	26.0	5.0	5.1
8 L5373	6.66	2.07	3.22	27.3	5.0	5.5
9 L5578	6.73	2.04	3.31	26.0	5.0	5.3
10 L4811	6.46	2.07	3.13	26.7	6.0	6.0
11 CL54	6.90	2.14	3.23	26.7	5.1	5.1
12 CL29	6.29	2.13	2.96	24.7	5.2	5.6
13 L5381	6.31	2.18	2.89	27.3	5.0	5.3
14 L5574	6.51	2.15	3.03	24.1	5.0	5.9
15 L6056	6.42	2.12	3.03	23.4	5.0	5.2
16 FL04489	6.63	2.16	3.07	26.7	6.0	6.0
17 Bluebelle	6.53	2.17	3.02	23.4	5.1	5.5
18 INIA Caraguatá	6.48	2.13	3.04	27.3	5.1	5.4
19 INIA Cuaró	6.37	2.08	3.07	26.0	6.0	6.0
20 L2825	6.95	2.11	3.05	26.7	5.4	6.0
<b>Medias</b>	6.5	2.1	3.1	26.0	5.4	5.6

Como otro resultado de las condiciones climáticas favorables durante el llenado de granos, en la zafra pasada, la dispersión en álcali no se incrementó en la siembra tardía como es habitual. Los cultivares de tipo tropical tampoco mostraron los valores máximos de dispersión (7) que son característicos con las temperaturas normales. Las líneas de calidad americana tuvieron valores de dispersión típicos (4,5-5,5), indicando una temperatura de gelatinización intermedia. Los contenidos de

amilosa en Ep1 fueron, en general intermedios-altos, no presentando problemas.

Las líneas experimentales de calidad americana L5502, L5287, 5373 y L5578, al igual que CL54, mostraron granos de muy buen tamaño, superando la limitación que presenta INIA Tacuarí en este aspecto.