

## II. BIOCLIMÁTICO DE VARIEDADES Y LÍNEAS EXPERIMENTALES

Ramón Méndez <sup>\*/</sup>  
Alvaro Roel <sup>\*\*/</sup>

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo tiene por objetivo la creación de una base de datos para la calibración de modelos. Los experimentos comenzaron en la zafra 1995/96 con el apoyo de la Comisión Nacional sobre el Cambio Global continuándose hasta el momento. Esta base de datos también ha sido usada

para el ajuste del modelo de suma térmica cuyo resultados se publican cada 10 días durante el ciclo del cultivo con la emisión del Boletín de Agroclimatología de la Estación Experimental del Este. Esta información está disponible en el sitio de internet <http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/index.html>.

En los trabajos se efectúa un seguimiento de los principales eventos fenológicos para la determinación del ciclo de las principales variedades liberadas por INIA, sembradas en dos épocas de siembra.

### MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: Campo Experimental Paso de la Laguna.

Diseño experimental: Bloques al azar con cinco tratamientos (cultivares) y cuatro repeticiones.

Cultivares: El Paso 144, INIA Tacuarí e INIA Zapata y Líneas experimentales L 3000 y L 1855.

Densidad de siembra: Los cinco cultivares se sembraron con 650 semillas viables por metro cuadrado en las dos épocas de siembra corrigiendo por peso de grano y porcentaje de germinación.

Fertilización a la siembra: Ambas épocas se fertilizaron con 100 kg/ha de Fosfato de Amonio (18-46/46-0).

#### Primera época:

Fecha de siembra: 6 de noviembre de 2001.

Emergencia: 17 de noviembre de 2001.

Coberturas con Urea: Se aplicó Urea a razón de 50 kg/ha al inicio del macollaje el 17 de diciembre de 2001 y al comienzo de elongamiento de entrenudos el 21 de enero de 2002.

Control de malezas: Se aplicó Propanil + Facet SC + Command (4 + 1.3 + 0.8) lt/ha el 13 de diciembre del 2001.

Riegos: único baño el 19 de noviembre de 2001 siendo la inundación definitiva el mismo día de la aplicación de la urea al macollaje el 17 de diciembre del 2001.

Control de enfermedades: Se aplicó Amistar (Azoxistrobín) a razón de 0.7 lt/ha el 22 de febrero del 2002 al 50% de floración.

<sup>\*/</sup> Ing-Agr. MS Programa Arroz

<sup>\*\*/</sup> Ing.Agr. MSc (realizando PhD en UC Davis, USA)

**Segunda época:**

Fecha de siembra: 22 de noviembre del 2001

Emergencia: 5 de diciembre de 2001.

Coberturas con Urea: Se realizaron dos, al inicio del macollaje y al comienzo de elongamiento de los entrenudos, el 31 de diciembre del 2001 y el 1° de febrero del 2002 respectivamente.

Control de malezas: Se realizó con Propanil + Facet SC + Command (4 + 1.3 + 0.8) lt/ha el 28 de diciembre del 2001.

Riegos: Inundación el 2 de enero del 2002.

Control de enfermedades: Se aplicó Amistar (Azoxistrobín) a razón de 0.7 lt/ha el 26 de febrero del 2002 al estado de embarrigado.

Cuadro 2.1 Análisis de suelos.

Experimento	PH (H <sub>2</sub> O)	N-NO <sub>3</sub> (ppm)	N-NH <sub>4</sub> (ppm)	P Bray I (ppm)	K (meq/100g)
1ª época	5.7	4.6	18.3	2.9	0.22
2ª época	5.6	5.6	16.5	2.0	0.20

**Determinaciones**

- 1) Registros de las fechas de los eventos fenológicos más importantes.
- 2) Muestreos periódicos cada 5 días luego del 50% de floración para la determinación de la evolución del llenado de grano, el momento de madurez y el ciclo de cada cultivar en las dos épocas. Para esto se señalan panojas en aquel estado y se van extrayendo 10 en cada fecha determinada. Las muestras luego son secadas a 105°C por 48 horas determinándose el número y peso de granos. Posteriormente se efectúa un análisis de regresión entre los días luego del 50% de floración y el peso de grano en donde se selecciona la curva de mejor ajuste. A partir de esta ecuación se obtiene el número de días para la obtención del máximo peso de grano y de esta forma determinar el ciclo 50% floración-madurez fisiológica para cada variedad en las dos épocas de siembra.

- 3) A partir del 100% de floración se sacaron muestras en 0.3 m lineal de la parte aérea la cual previo conteo de tallos se separó en hojas, tallos + vainas y panoja siendo éstos secados en estufa a 60°C durante el tiempo necesario. Posteriormente fue registrado el peso seco. Se hicieron en total 6 muestreos separados cada 10 días para los cinco cultivares en las dos épocas de siembra. El diseño usado para el análisis de los registros fue el de parcela dividida en bloques al azar en donde el cultivar es la parcela mayor y el momento de muestreo la parcela menor.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

**Duración en días y acumulación térmica en las diferentes fases fenológicas**

En los Cuadros 2.2 y 2.3 se presentan los resultados de las dos épocas de siembra en referencia a la acumulación térmica y número de días necesarios para llegar a los estados establecidos

para los cinco cultivares. Se observa en los mismos una leve disminución en la acumulación térmica total en la segunda época con respecto a la primera excepto para la línea experimental L1855. Se aprecia que en general la suma térmica es menor en el período de primordio – maduración de la 2ª época.

Se observa que la L 3000 registra una acumulación térmica intermedia entre EP 144 e INIA Tacuarí en la 1ª época pero similar a EP 144 e INIA Zapata en la 2ª. También la acumulación térmica entre iniciación del macollaje y primordio para

L 3000 es levemente más alta que INIA Tacuarí pero inferior a EP 144. Con referencia a la maduración vemos que L 3000 registró valores más altos en ambas épocas junto con INIA Tacuarí en la 1ª y a esta misma variedad y a INIA Zapata en la 2ª.

Como se aprecia en los cuadros 2.4 y 2.5 se vuelve a corroborar que es más adecuado usar la suma térmica en vez de los días para prever la ocurrencia de los eventos no visibles como el primordio y aún los visibles como la floración.

Cuadro 2.2. Número de días y acumulación térmica de las diferentes fases fenológicas para la primera época.

Período	El Paso 144		INIA Tacuarí		INIA Zapata		L 3000		L 1855	
	A. T. <sup>1</sup>	N° días	A. T.	N° Días	A. T.	N° Días	A. T.	N° días	A. T.	N° días
<b>E.-I. Mac.</b>	175	18	214	23	223	24	198	20	202	21
<b>I. Mac.-Prim.</b>	539	36	461	38	491	40	477	41	473	40
<b>Prim.-50%F.</b>	433	35	330	25	369	29	364	28	408	32
<b>50%F.-Mad.</b>	419	32	518	41	449	35	507	40	393	30
<b>E.-Mad.</b>	1566	121	1523	127	1532	128	1546	129	1476	123

E.- I. Mac.: Emergencia- Inicio de Macollaje; I. Mac. - Prim.: Inicio Macollaje - Primordio; Prim.-50% F.: Primordio - 50% Floración; 50% F.- Mad.: 50% Floración – Madurez Fisiológica; E.- Mad.: Emergencia – Madurez Fisiológica; <sup>1</sup> Acumulación térmica, base 10°C

Cuadro 2.3. Número de días y acumulación térmica de las diferentes fases fenológicas para la segunda época.

Período	El Paso 144		INIA Tacuarí		INIA Zapata		L 3000		L 1855	
	A. T. <sup>1</sup>	N° días	A. T.	N° días	A. T.	N° Días	A. T.	N° días	A. T.	N° Días
<b>E.-I. Mac.</b>	170	16	223	21	223	21	170	16	211	20
<b>I. Mac.-Prim.</b>	535	42	462	35	492	38	488	38	474	36
<b>Prim.-50%F.</b>	422	34	311	27	327	30	373	31	369	32
<b>50%F.-Mad.</b>	397	35	465	38	462	38	473	39	434	35
<b>E.-Mad.</b>	1524	127	1461	121	1504	127	1504	124	1488	123

E.- I. Mac.: Emergencia- Inicio de Macollaje; I. Mac. - Prim.: Inicio Macollaje - Primordio; Prim.-50% F.: Primordio - 50% Floración; 50% F.- Mad.: 50% Floración – Madurez Fisiológica; E.- Mad.: Emergencia – Madurez Fisiológica; <sup>1</sup> Acumulación térmica, base 10°C

Cuadro 2.4. Acumulación térmica y número de días para el ciclo emergencia – primordio de cinco cultivares en dos épocas de siembra

	E I Paso 144		INIA Tacuarí		INIA Tacuarí		L 3000		L 1855	
	1ª ép.	2ª ép.	1ª ép.	2ª ép.	1ª ép.	2ª ép.	1ª ép.	2ª ép.	1ª ép.	2ª ép.
<b>Ac. Tér.</b>	714	705	675	685	714	715	675	658	675	685
<b>Nº días</b>	<b>54</b>	<b>58</b>	<b>61</b>	<b>56</b>	<b>64</b>	<b>59</b>	<b>61</b>	<b>54</b>	<b>61</b>	<b>56</b>

Cuadro 2.5. Acumulación térmica y número de días para el ciclo emergencia – 50 % floración de cinco cultivares en dos épocas de siembra

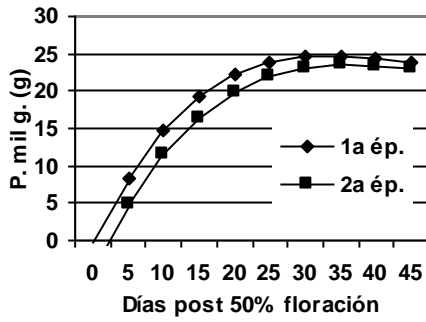
	E I Paso 144		INIA Tacuarí		INIA Zapata		L 3000		L 1855	
	1ª ép.	2ª ép.	1ª ép.	2ª ép.	1ª ép.	2ª ép.	1ª ép.	2ª ép.	1ª ép.	2ª ép.
<b>Ac. Tér.</b>	1147	1127	1005	996	1083	1042	1039	1031	1083	1054
<b>Nº días</b>	<b>89</b>	<b>92</b>	<b>86</b>	<b>83</b>	<b>93</b>	<b>89</b>	<b>89</b>	<b>85</b>	<b>93</b>	<b>88</b>

**Evolución del llenado de grano para las cuatro variedades**

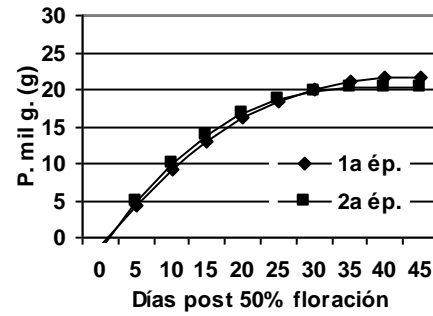
La evolución del llenado de grano para los cinco cultivares en las 2 épocas se muestra en las figura 2.10. En general no se observan diferencias en el padrón de llenado excepto para la variedad EP 144 en donde se ve que la 2ª época muestra una curva en un nivel inferior. Según lo analizado para esta variedad se pudo determinar que la diferencia entre épocas en la evolución del llenado fue debido a la falta de radiación en los primeros 10 días luego del 50% de floración como se muestra en la figura 2.12. En ésta se grafican las horas de sol en los 20 días posteriores al 50% de floración. La variedad INIA Tacuarí y la L 3000 si bien experimentaron días con falta de

radiación los mismos fueron posteriores a los 10 días.

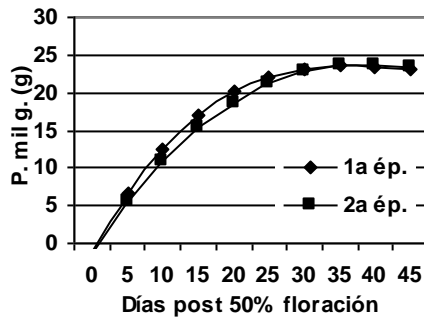
En las figura 2.11 se ven las gráficas de la evolución del llenado para EP 144, INIA Tacuarí y L 3000 juntas en la 1ª y 2ª época. En la 1ª EP 144 se aprecia una tasa más alta de llenado y L 3000 más lento pero ésta llega al final con un mayor peso de grano. En cambio en la 2ª época la variedad EP 144 muestra un llenado intermedio e inferior a L 3000 debido a los problemas de falta de radiación comentado. Como fue establecido anteriormente L 3000 e INIA Tacuarí escaparon a la limitante debido a que comenzaron a florecer antes de la carencia de radiación.



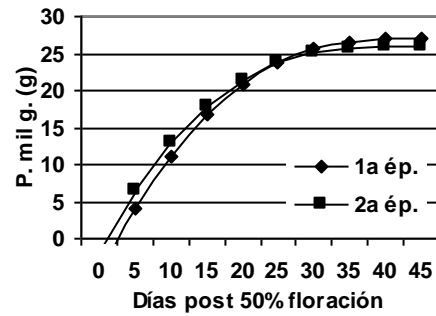
El Paso 144



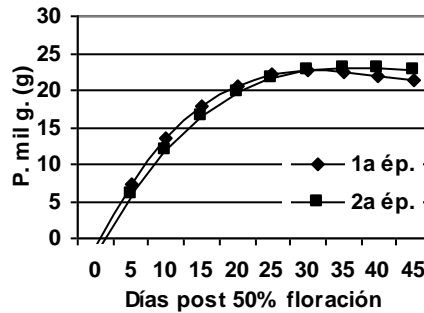
INIA Tacuarí



INIA Zapata



L 3000



L 1855

Figura 2.10. Evolución del llenado de grano para cinco cultivares en dos épocas de siembra.

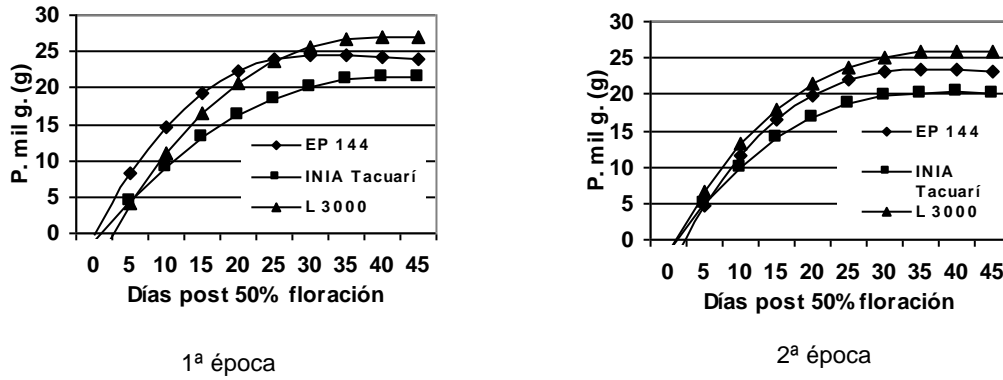


Figura 2.11. Evolución del llenado de grano para tres cultivares dentro de cada época de siembra.

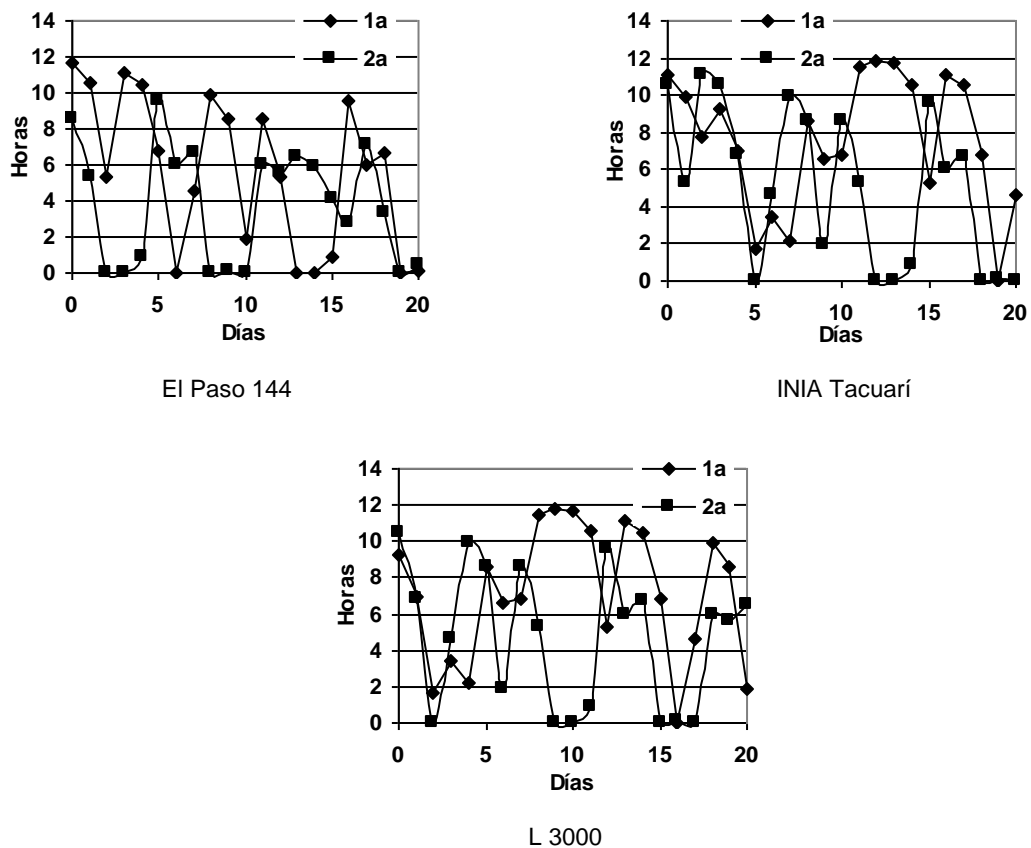


Figura 2.12. Horas de sol en los 20 días posteriores al 50% de floración para EP 144, INIA Tacuarí y L 3000.

En los cuadros 2.6 y 2.7 se muestran el rendimiento en grano y sus componentes.

Vemos que el rendimiento es inferior en la 2ª época. La variedad EP 144 presenta una reducción en el número de panojas/m<sup>2</sup>, granos llenos/panoja y peso de grano en la 2ª época mientras que INIA Tacuarí solamente en los dos

primeros. En cambio estos parámetros se mantienen para L 3000 siendo ésta la que presenta mayor peso de grano en ambas épocas. En la 1ª época a pesar de no haber diferencias significativas entre cultivares se destacan EP 144 y L 3000 mientras que en la 2ª la línea L 3000 es la que tiene rendimiento más alto.

Cuadro 2.6. Registros de Panojas por m<sup>2</sup> y número de granos por panoja en las dos épocas de siembra para los cinco cultivares.

	Panojas/m <sup>2</sup>		G. Llenos/panoja		G. Vacíos/panoja		G. Totales/panoja	
	1ª Ep.	2ª Ep.	1ª Ep.	2ª Ep.	1ª Ep.	2ª Ep.	1ª Ep.	2ª Ep.
EP 144	738 a	611	68 bc	46 a	26	24	96 b	70 a
INIA Tacuarí	544 b	512	88 a	78 a	34	29	125 a	109 a
INIA Zapata	560 b	544	50 c	56 a	24	18	75 c	76 a
L 3000	544 b	582	59 bc	54 a	21	16	81 c	71 a
L 1855	523 b	536	74 ab	70 a	30	22	106 c	94 a

Los registros con la misma/s letra/s no difieren estadísticamente según el test de tukey al 5% en cada época

Cuadro 2.7. Rendimiento en grano y peso de mil granos

Variedad	Rendimiento (kg/ha)		Peso de mil granos (g)	
	1ª época	2ª época	1ª época	2ª época
El Paso 144	8319	7076 ab	26.06 b	25.50 b
INIA Tacuarí	7542	6138 bc	20.86 d	21.14 d
INIA Zapata	7426	5814 c	23.04 c	23.10 cd
L 3000	8480	8152 a	27.31 a	27.72 a
L 1855	6786	6700 bc	22.64 c	23.46 bc

Los registros con la misma/s letra/s no difieren estadísticamente según el test de tukey al 5% en cada época

### **Evolución de la materia seca en panoja, hojas y tallo + vaina después de la Floración**

Los resultados del análisis estadístico de la distribución de la materia seca luego del 100% de floración se muestran en el cuadro 2.8 y figuras 2.13, 2.14, 2.15 para la 1ª época y 2.16, 2.17 y 2.18 para la 2ª. Los resultados demuestran en general que hay interacción entre variedades y momento de muestreo para los tres componentes de la planta en las dos

épocas de siembra excepto para las hojas en la 1ª época. Para el componente panojas es claro su crecimiento luego de la floración y las diferencias entre cultivares en las dos épocas. El componente hojas mostró diferencias fuertes para cultivares y momentos para la primera época e interacción entre cultivares y momentos para la 2ª época siendo el componente que presentó resultados diferentes entre épocas. En la materia seca de tallos + vainas se obtuvo interacción entre cultivares y momentos para

ambas épocas. Según se aprecia en las figuras este componente en general disminuye hasta los 20 días pero se distingue que hay cultivares que después de la floración siguen aumentando y descienden en peso luego de los 10 días lo que explica la interacción encontrada. Esto es

evidente en el caso de la variedad EP 144 en la 2ª época. A pesar de ser coincidente la interacción encontrada entre épocas, deberá seguirse estudiando para ver si hay diferencias del comportamiento de los cultivares de acuerdo al ambiente en este componente.

Cuadro 2.8. Resultados de la MS/m<sup>2</sup> para panojas, hojas y tallo + vaina, en las dos épocas de siembra

	1ª época			2ª época		
	g MS/m <sup>2</sup> Panojas	g MS/m <sup>2</sup> Hojas	g MS/m <sup>2</sup> Tallo+Vaina	g MS/m <sup>2</sup> Panojas	g MS/m <sup>2</sup> Hojas	g MS/m <sup>2</sup> Tallo+Vaina
<b>Variedad</b>	0.099	0.000	0.035	0.000	0.001	0.002
<b>Momento</b>	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
<b>V*M</b>	0.060	ns	0.014	0.010	0.039	0.000
<b>Prom.</b>	781	308	653	751	309	592
<b>CV %</b>	16.1	13.5	12.0	12.3	13.6	10.9

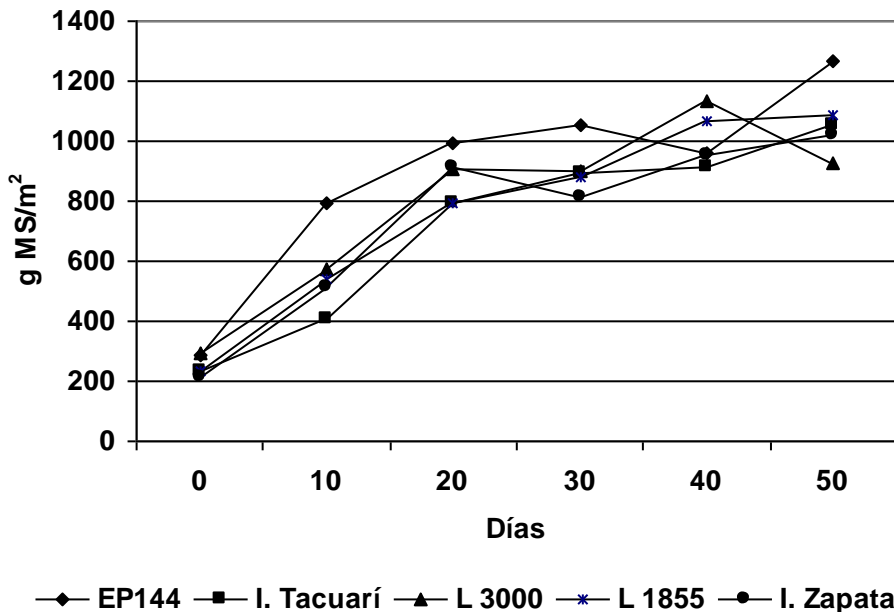


Figura 2.13. Resultados en la materia seca/m<sup>2</sup> de panojas para la primera época de siembra.



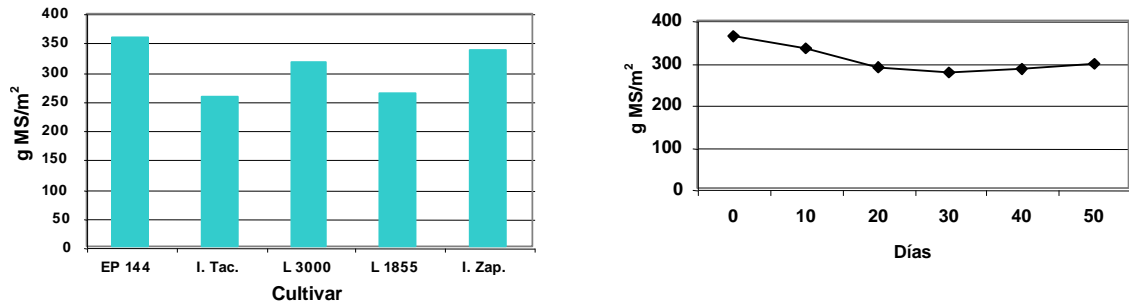


Figura 2.14. Resultados en la materia seca/m<sup>2</sup> de hojas para la primera época de siembra.

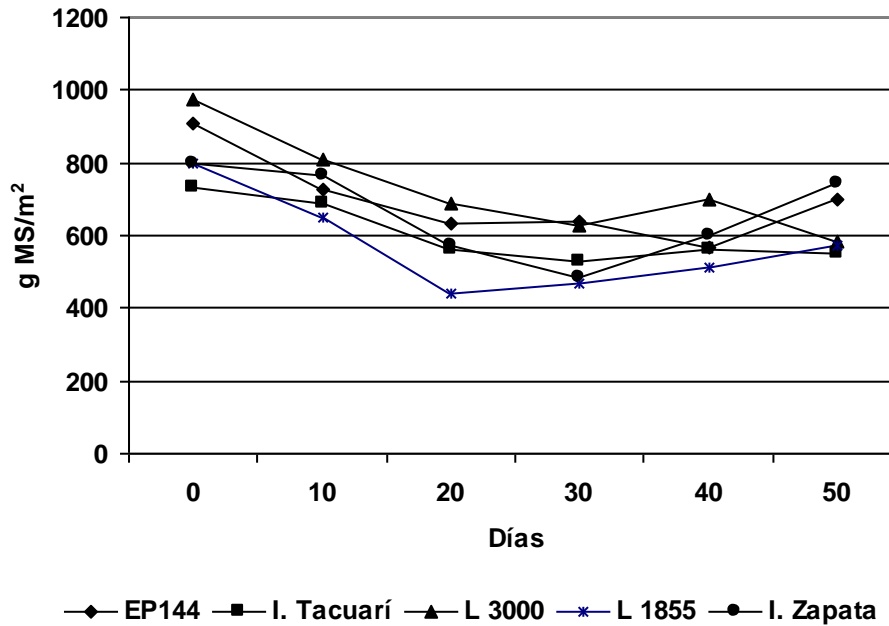


Figura 2.15. Resultados en la materia seca/m<sup>2</sup> de tallos + vainas para la primera época de siembra.

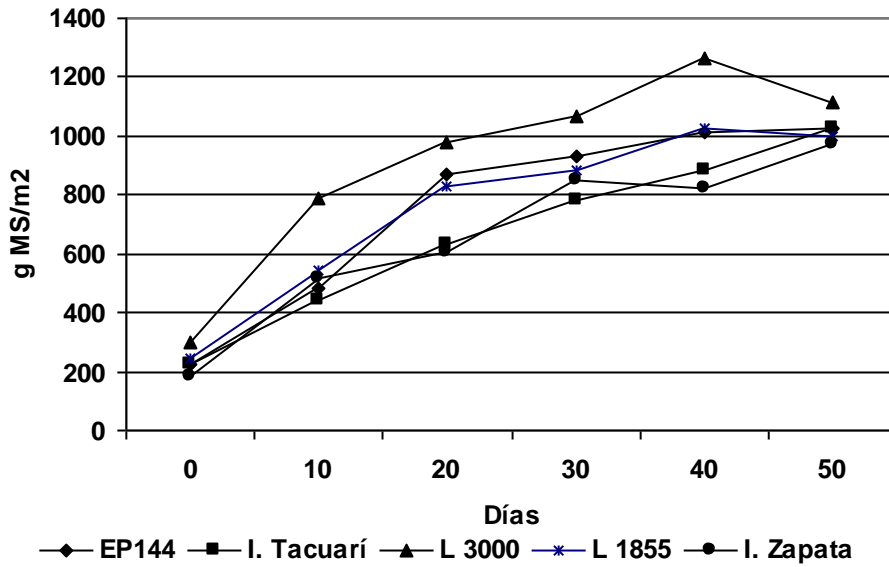


Figura 2.16. Resultados en la materia seca/m<sup>2</sup> de panojas para la segunda época de siembra.

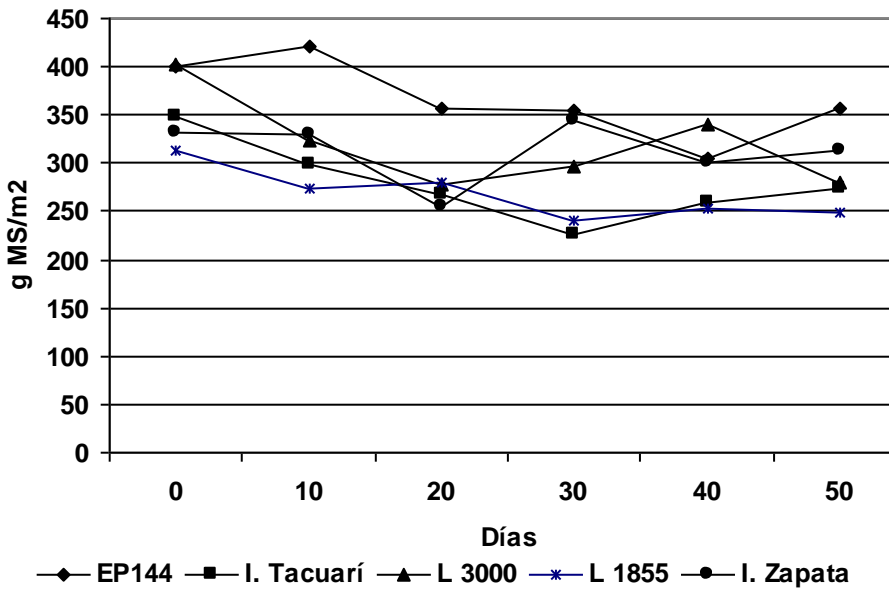


Figura 2.17. Resultados en la materia seca/m<sup>2</sup> de hojas para la segunda época de siembra.

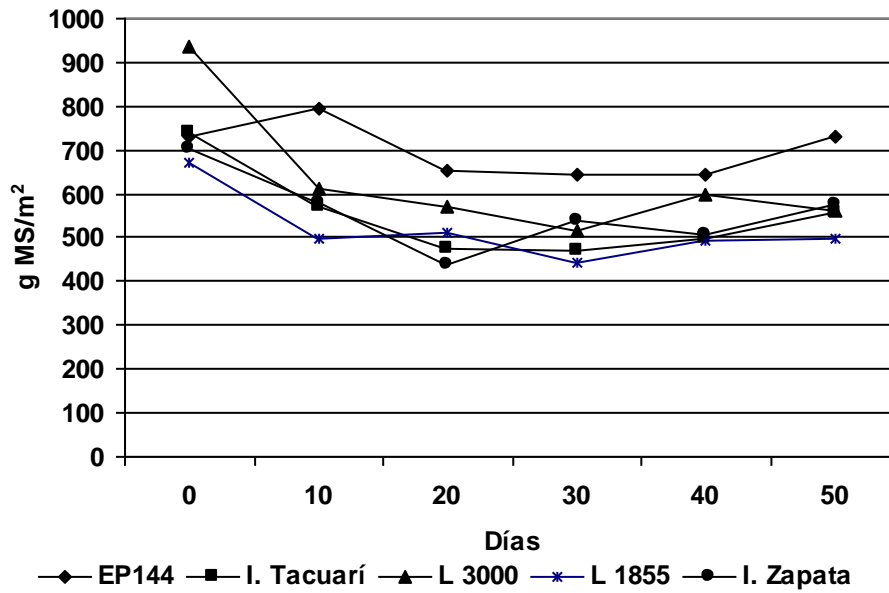


Figura 2.18. Resultados en la materia seca/m<sup>2</sup> de tallos + vainas para la segunda época de siembra.