

## II. MODELOS DE SIMULACIÓN

### **Objetivo Específico:**

- *Evaluar modelos de simulación y actualizar el modelo de suma térmica para predicción de eventos fenológicos en las nuevas variedades y extender el sistema a otras regiones de producción*

### BIOCLIMÁTICO DE VARIEDADES Y LÍNEAS EXPERIMENTALES

Ramón Méndez<sup>1/</sup>, Alvaro Roel<sup>1/</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 cuyos 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 se envía por correo electrónico y está también disponible en página web del INIA

(<http://www.inia.org.uy/disciplinas/agroclima/index.html>).

#### MATERIALES Y MÉTODOS

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.

Localización: Campo Experimental del Paso de la Laguna.

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

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

Cultivares: El Paso 144, INIA Tacuarí, INIA Zapata, INIA Olimar y Línea experimental L 1855.

Densidad de siembra: 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 de siembra se fertilizaron con 120 kg/ha de Fosfato de Amonio (18 – 46/46 – 0).

#### Primera época

Fecha de siembra: 2 de noviembre de 2002.

Emergencia:

Cultivar	Fecha Em.
EP 144	16/11/02
INIA Olimar	17/11/02
INIA Tacuarí	18/11/02
INIA Zapata	15/11/02
L 1855	18/11/02

Coberturas con urea: Se aplicó urea a razón de 50 kg/ha poco después de iniciado el macollaje el 10 de diciembre de 2002 y al inicio del elongamiento de entrenudos el 10 de enero de 2003.

Control de malezas: Se aplicó una mezcla triple de Propanil + Facet SC y Command (1,35 + 3,5 + 0,8) l/ha el 28 de noviembre de 2002.

Riego: No se realizaron baños en virtud de las lluvias recibidas y se inundó definitivamente el 11 de diciembre de 2002.

Control de enfermedades: Aplicación de Amistar (Azoxistrobín) a razón de 0,7 l/ha el 3 de febrero de 2003 al final del embarrigado.

### Segunda época

Fecha de siembra: el 19 de noviembre de 2002.

Emergencia:

Cultivar	Fecha Em.
EP 144	27/11/02
INIA Olimar	27/11/02
INIA Tacuarí	29/11/02
INIA Zapata	26/11/02
L 1855	30/11/02

Coberturas de urea: Se realizaron dos de 50 kg/ha cada una, la primera el 27 de diciembre de 2002, después de iniciado el macollaje y la segunda el 22 de enero de 2003 al inicio del elongamiento de entrenudos

Control de malezas: aplicación de Propanil + Facet SC + Command + Basagran (4 + 1,35 + 0,8 + 2) l/ha el 10 de diciembre de 2002.

Riego: no se realizaron baños y se inundó el 30 de diciembre de 2002.

Control de enfermedades: Aplicación de Amistar (Azoxistrobín) a razón de 0,7 l/ha el 13 de febrero de 2003 al final del embarrigado.

Cuadro 1. Análisis de suelos (de ambas épocas de siembra)

pH	C Org. (%)	N-NO3 (ppm)	N-NH4 (ppm)	Bray I (ppm)	Cítrico (ppm)	K (meq/100g)
5,5	1,44	7,7	23,6	5,4	35,7	0,23

### Determinaciones

- 1) Registros de 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 fisiológica y el ciclo de cada cultivar en las dos épocas. Para esto se marcan panojas en aquel estado y se van extrayendo 10 en cada fecha determinada. Las muestras son secadas posteriormente a 105°C durante 48 horas determinándose el número y peso de los 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 estadístico. 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. En este año no se hizo este trabajo para las variedades El Paso 144 e INIA Tacuarí ya que se consideró que había una base bastante amplia de datos y años.
- 3) A partir del 100% de floración se sacaron muestras en 0.3 m lineal de la parte aérea la cual se separó en hojas, tallos + vainas y panojas siendo estos secados en estufa a 60°C durante el tiempo necesario. Posteriormente se registró el peso seco de cada componente. Se

hicieron en total 6 muestreos cada 10 días para los cinco cultivares en las dos épocas de siembra. El diseño utilizado 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.

atraso en la segunda época con respecto a la primera en los ciclos emergencia-inicio de macollaje y primordio-50% floración de los cinco cultivares, excepto INIA Olimar, para el segundo período. En el ciclo total la segunda época presenta más duración que la primera para las variedades El Paso 144 e INIA Olimar.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los Cuadros 2 y 3 se muestra la acumulación térmica y el número de días para los distintos períodos para los cinco cultivares en las dos épocas de siembra. En general se observa un

El ciclo emergencia – primordio de INIA Tacuarí y de INIA Olimar fue bastante similar en la primer época (52 vs. 53 días) pero fue más corto para la primer variedad en la segunda época (54 vs. 57 días).

Cuadro 2. Número de días y acumulación térmica de las diferentes fases fenológicas para la primera época.

Período	El Paso 144		INIA Olimar		INIA Tacuarí		INIA Zapata		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
E.-I. Mac.	176	16	161	15	169	16	201	18	183	17
I. Mac.-Prim.	503	44	427	38	407	36	509	44	420	37
Prim.-50%F.	382	27	355	26	292	22	338	24	372	27
50%F.-Mad.	464	37	438	34	534	42	460	38	394	31
E.-Mad.	1525	124	1381	113	1402	116	1508	124	1369	112

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

Período	El Paso 144		INIA Olimar		INIA Tacuarí		INIA Zapata		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
E.-I. Mac.	209	19	209	19	230	21	231	21	225	21
I. Mac.-Prim.	506	43	446	38	397	33	497	42	432	36
Prim.-50%F.	422	32	355	26	337	24	393	30	421	32
50%F.-Mad.	405	40	423	38	457	41	344	31	311	28
E.-Mad.	1542	134	1433	121	1421	119	1465	124	1389	117

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

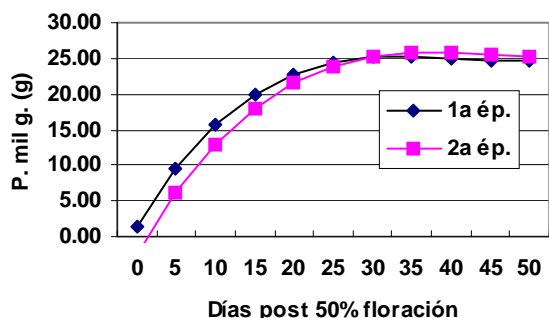
## Evolución del llenado de grano para tres cultivares

En la Figura 1 se aprecia la evolución del llenado de grano para tres cultivares

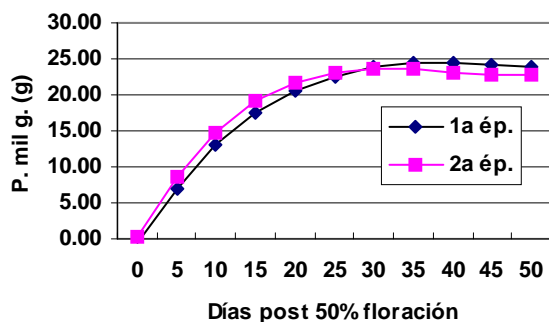
en las dos épocas de siembra. El patrón de llenado es muy similar entre épocas para INIA Olimar e INIA Zapata. Para la línea experimental L 1855 se observa una tendencia a un peso de

grano mayor en la segunda época con respecto a la primera estando explicado

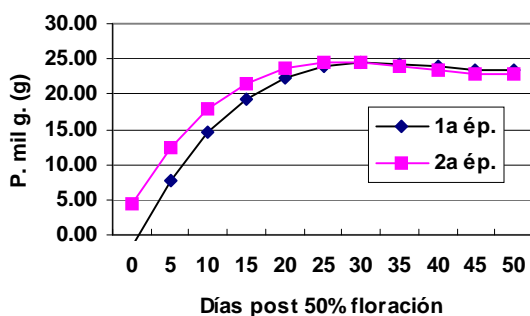
seguramente por la mayor radiación recibida en esta época.



INIA Olimar



INIA Zapata



L 1855

Figura 1. Evolución del llenado de grano para los cultivares INIA Olimar, INIA Zapata y L 1855 en dos épocas de siembra.

En los Cuadros 4 y 5 se muestran los resultados para el rendimiento en grano y sus componentes. La variedad INIA Olimar presentó el más alto rendimiento en grano en la primera época de

siembra diferente a El Paso 144 pero similar a INIA Tacuarí.

En la segunda época El Paso 144 y la Línea Experimental L 1855 mostraron rendimientos mayores a las demás variedades.

Cuadro 4. Registros de Panojas por m<sup>2</sup> y número de granos por panoja en las dos épocas de siembra para los cinco cultivares.

Variedad	Panojas/m <sup>2</sup>		G. Llenos/panoja		G. Vacíos/panoja	
	1ª Ep.	2ª Ep.	1ª Ep.	2ª Ep.	1ª Ep.	2ª Ep.
EP 144	569a	525ab	80 b	70ab	21 b	24ab
INIA Tacuarí	514ab	558ab	100ab	103a	12 bc	36a
INIA Olimar	456 b	623a	92ab	61 b	9 c	19 b
L 1855	464 b	482 b	114a	97a	17 bc	19ab
INIA Zapata	521ab	554ab	82 b	75ab	37a	24ab

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

Cuadro 5. 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	8905 b	8811ab	25,71 b	25,31 b
INIA Tacuarí	9318ab	8263 b	22,86 c	22,37 d
INIA Olimar	10326a	7906 b	27,34a	26,53a
L 1855	8354 b	10020a	25,90 b	25,10 bc
INIA Zapata	8871 b	8224 b	25,90 b	24,34 c

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 del 100% de floración**

Se realizó un análisis combinado entre épocas para la distribución de la materia seca en panojas, hojas y tallo más vaina cuyos resultados se aprecian en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Resultados para el análisis combinado de la producción de materia seca de panojas, hoja y tallo más vaina en g/m<sup>2</sup>

	Panojas g/m <sup>2</sup>	Hojas g/m <sup>2</sup>	Tallo + vaina g/m <sup>2</sup>
Época	0,090	0,000	0,119
Var	0,000	0,000	0,000
Ep. x Var.	0,044	0,159	0,184
Momento	0,000	0,001	0,000
Ép. x Mom.	0,000	0,000	0,029
Var. x Mom	0,000	0,012	0,000
Ép. x Var. x Mom.	0,000	0,049	0,049
Prom.	861	307	620
CV%	15,4	15,8	13,9

En general y relacionado a factores climáticos se obtuvo interacción significativa entre época y momento de

muestreo para los tres componentes lo cual se muestra en las Figuras 2, 3 y 4.

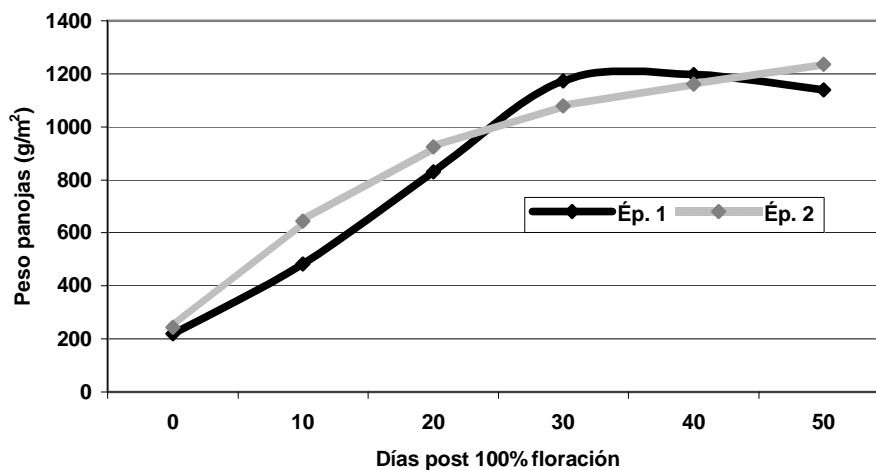


Figura 2. Resultados de la interacción época por momento del análisis combinado para la producción de materia seca de panojas (g/m<sup>2</sup>). Promedios generales de los cinco cultivares en las dos épocas de siembra.

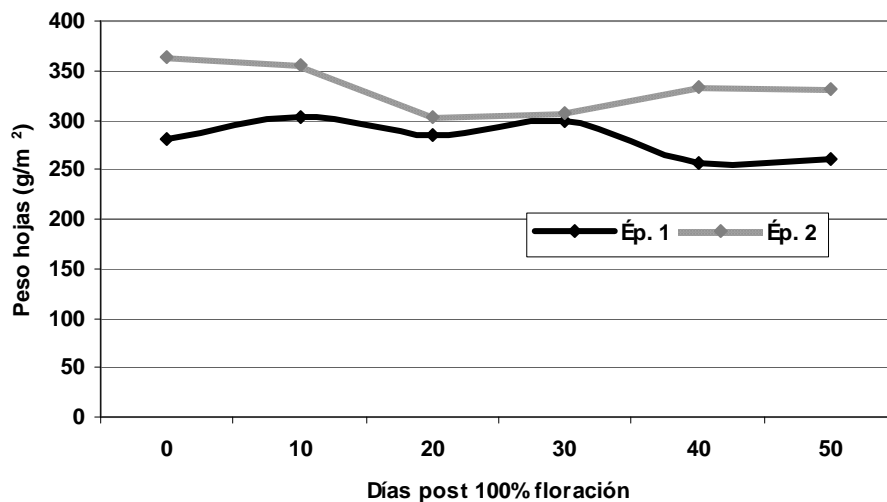


Figura 3. Resultados de la interacción época por momento del análisis combinado para la producción de materia seca de hojas ( $\text{g/m}^2$ ). Promedios generales de los cinco cultivares en las dos épocas de siembra.

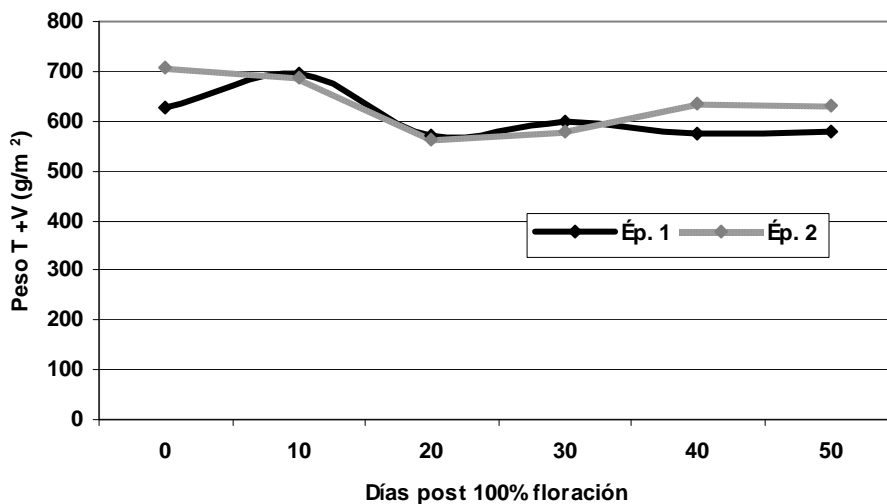


Figura 4. Resultados de la interacción época por momento del análisis combinado para la producción de materia seca de tallos + vainas ( $\text{g/m}^2$ ). Promedios generales de los cinco cultivares en las dos épocas de siembra.

La producción de materia seca de panojas es superior en los primeros 20 días posteriores al 100% de floración y tiende a seguir aumentando en la segunda época comparado con la primera. Este comportamiento puede estar explicando la interacción encontrada para este componente.

Para el componente hojas la producción es mayor en la segunda época y también se observa una tendencia a aumentar hacia el final del período si lo comparamos con la evolución de la primera época.

La evolución del componente tallo + vaina es bastante similar para las dos épocas hasta los 30 días posteriores al 100% de floración pero luego la segunda época presentó valores superiores.

La tendencia a aumentar hacia el final del período en los tres componentes puede estar explicado por mejores condiciones de radiación experimentadas en la segunda época lo que puede haber provocado una mayor producción de materia seca en la misma.

### **III. SISTEMAS ESPACIALES**

#### ***Objetivo Específico:***

- *Desarrollo de un sistema espacial de toma de decisiones para la aplicación de pronósticos climáticos*

Información preliminar generada para este objetivo fue incluida en el trabajo de Agricultura de Precisión, en el Capítulo 3 (Proyecto N° 13, Manejo de Suelos y Nutrición Vegetal).