

## COMPORTAMIENTO FENOLOGICO DE VARIEDADES DE ARROZ CULTIVADAS EN LA PLATA

R.A. del BARRIO (1), M.D. ASBORNO (1,2) y A.A. VIDAL (2)

Recibido: 2-3-88

Aceptado: 4-4-88

### RESUMEN

Se estudió el comportamiento fenológico de siete variedades de arroz cultivadas en la Estación Experimental "Ing. Agr. Julio Hirschhorn" (La Plata, Buenos Aires), que actualmente tienen difusión en las zonas de cultivo comercial de la Argentina y que abarcan los tres tipos comerciales de grano más importantes.

Se determinaron las fechas medias de cada fase fenológica y la duración media de los subperíodos siembra-nacimiento, siembra-panojamiento y siembra-madurez, ordenando las variedades en cuanto a su precocidad. El primer subperíodo presentó muy poca variabilidad en su duración entre las variedades estudiadas. Los subperíodos siembra-panojamiento y siembra-madurez permiten un ordenamiento varietal correspondiendo al cultivar Yerúa P.A. el ciclo más precoz y a la variedad Bluebonnet 50 INTA el más tardío.

Asimismo, se analizó la influencia del atraso de las fechas de siembra en la ocurrencia de las fases subsiguientes. La duración del subperíodo siembra-panojamiento presentó una relación curvilínea inversa con el atraso de la fecha de siembra.

### PHENOLOGY OF RICE VARIETIES CULTIVATED IN LA PLATA

#### SUMMARY

Phenological behavior of seven rice varieties sown at "Ing. Agr. Julio Hirschhorn" Experimental Station (La Plata, Buenos Aires) was studied. Nowadays, these varieties have a large spreading in commercial crop areas in Argentina and also they include the most important three commercial grain types.

Phenological phases mean dates and mean duration of planting to emergence, planting to heading and planting to maturity subperiods were determined, arranging varieties according to their precocity.

Planting to emergence subperiod showed low duration variability among studied varieties. Planting to heading and planting to maturity subperiods allowed a varietal arrangement, thus Yerúa P.A. and Bluebonnet 50 INTA were the fastest and the slowest varieties, respectively.

Planting to heading superiod duration showed an inverse curvilinear relation ship according to planting date delay.

(1) Cátedra de Climatología y Fenología Agrícolas. Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata. 60 y 119 (1900) La Plata

(2) Estación Experimental "Ing. Agr. Julio Hirschhorn". Facultad de Agronomía (U.N.L.P) 60 y 119 (1900) La Plata

## INTRODUCCION

El arroz (*Oriza sativa* L.) constituye el alimento básico de más de la mitad de la población mundial. Si bien las zonas típicas de su cultivo se ubican en las llanuras de las regiones tropicales y subtropicales bajo condición de inundación permanente, a través de los siglos se han ido desarrollando miles de variedades, cada una con sus propias características genéticas, que la hacen adaptable a condiciones ambientales diversas (Robertson, 1975).

En la actualidad se observan cultivos comerciales de arroz desde los 50° de latitud N hasta los 35° de latitud S, a nivel del mar en la Argentina y Brasil hasta 3.000 metros de altitud en Nepal, con precipitaciones anuales mayores a 4.500 milímetros en Burma hasta menores a 100 milímetros en Arabia Saudita y en terrenos de secano en Brasil, Filipinas, etc. hasta inundados con 5 metros de agua en Tailandia.

Las temperaturas medias durante la estación de cultivo fluctúan desde los 17°C en el norte de Japón hasta los 33°C en Paquistán (Nuttonson, 1965).

En la Argentina se cultiva arroz bajo riego por inundación en una superficie aproximada a las 100.000 ha, distribuidas entre las provincias de Corrientes (50.000 ha) y Entre Ríos (40.000 ha) y las restantes en Santa Fe, Chaco y Formosa en este orden de importancia, alcanzando una producción bruta de aproximadamente 400.000 toneladas, resultando en consecuencia un rendimiento medio en el país de 4.000 kg/ha.

Debido a la baja demanda interna (4,5 kg/habitante/año), este cereal no ha sido estudiado en el país con profundidad similar a la de los otros que conforman nuestra producción típica de granos, especialmente en los aspectos inherentes a sus características fenológicas y bioclimáticas.

En este trabajo se presenta un estudio sobre el comportamiento fenológico de siete variedades de arroz de amplia difusión en la región de cultivo comercial, las cuales han sido incluidas en los ensayos comparativos de rendimiento de arroz conducidos en la Estación Experimental "Ing. Agr. Julio Hirschhorn" (34° 55' Lat. S, 57° 57' Long. W y 15 m.s.n.m.), dependiente de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Plata, ubicada al sur de la zona de producción comercial de arroz en la Argentina.

## MATERIALES Y METODOS

Las variedades a estudiar fueron seleccionadas de acuerdo a su difusión actual en el país, abarcando los tres tipos comerciales más importantes y teniendo en cuenta también la disponibilidad de series aprovechables de registros fenológicos de las mismas, a partir de la campaña 1970/71, con extensión variable de acuerdo a cada variedad.

En el Cuadro N° 1 se indican las variedades consideradas, su tipo comercial de grano y los años de registros fenológicos disponibles para cada una. Cabe destacar que el cultivar La Plata Itapé F.A. es actualmente la única variedad que representa al tipo comercial mediano. Esta variedad llegó a ocupar más del 60% de la superficie sembrada en la provincia de Entre Ríos, aunque actualmente está en retroceso. La variedad Bluebelle es la más cultivada en este momento en Entre Ríos y sur de Corrientes, mientras Bluebonnet 50 INTA es un cultivar tradicional muy difundido en Corrientes, Chaco, Formosa y Santa Fe. Las variedades Yerúa P.A., Arroyo Grande P.A. y Villaguay son por su ciclo, los representantes del tipo comercial largo ancho en la provincia de Entre Ríos. La mayoría de estas variedades son de reciente difusión en la zona productora.

Cuadro N° 1: Variedades de arroz estudiadas, tipo comercial de grano y número de años con registros fenológicos de distintos subperíodos para cada una.

Variedad	Tipo comercial	N° de años con registros	
		Subperíodos S - N y N - P	Subperíodo P - M
La Plata Itapé F.A. (1)	Mediano carolina	16	8
Yeruà P.A. (1)	Largo fino	16	6
Bluebelle	Largo fino	15	7
Bluebonnet 50 INTA	Largo fino	15	6
Villaguay P.A. (1)	Largo ancho	8	-
Arroyo Grande P.A. (1)	Largo ancho	6	-
Colonia Mascías 5 C.A.	Largo fino	5	-

(1) = Variedades comerciales obtenidas en la Estación Experimental "Ing. Agr. Julio Hirschhorn" (La Plata).

S = siembra, N = nacimiento, P = panojamiento y M = Madurez.

Las observaciones fenológicas correspondientes a las fechas de siembra, nacimiento, panojamiento y maduración se extrajeron de los registros de ensayos comparativos de rendimiento llevados a cabo anualmente en la Estación Experimental "Ing. Agr. Julio Hirschhorn". En ellos, el arroz se siembra directamente a campo, regándose por inundación a partir del momento en que la planta alcanza los 10-15 cm de altura, en parcelas de 7,70 m<sup>2</sup> de superficie (1,40m x 5,50m), dispuestas en bloques al azar, con cuatro repeticiones para cada participante y con una densidad de 250 plantas . m<sup>-2</sup>.

Las fechas de siembra en los distintos años fluctuaron entre el 1<sup>o</sup> de octubre y el 3 de noviembre, con una tendencia al atraso de las mismas, en los últimos años, como resultado de la determinación empírica de un mejor y más veloz crecimiento y desarrollo del cultivo cuando las siembras se

realizaban en la segunda quincena de octubre o en los primeros días de noviembre. Este comportamiento fenológico se ajusta a estudios relevantes sobre el tema que analizan la fenología del arroz en relación a la temperatura del aire (Nuttonson, 1965; Nishiyama, 1976) y el fotoperíodo (Nuttonson, 1965; Numakata, 1976; Vergara y Chang, 1976, como principales elementos climáticos condicionantes de la misma.

Los criterios de observación de las fases nacimiento y panojamiento corresponden a plenitud de fase (50% de plantas emergidas y 50% de panojas aparecidas por parcela, respectivamente), al igual que para madurez córnea cuando el grano tiene entre 20 - 25% de humedad previo a la cosecha. Lamentablemente, la observación de fecha de madurez se dejó de realizar luego de la campaña 1976/77, por lo que, para las variedades desarrolladas con posterioridad a esa época como Arroyo Grande P.A., Colonia Mascías 5 C.A. y

Cuadro N° 2: Duración media ( $\bar{X}$ ), desviación típica (S) y coeficiente de variación (CV) de los subperíodos siembra-nacimiento, siembra-panojamiento y siembra-madurez considerando todos los años de registros disponibles para cada variedad.

Subperíodo Variedad	siembra - nacimiento			siembra - panojamiento			siembra - madurez		
	$\bar{x}$	S	CV	$\bar{x}$	S	CV	$\bar{x}$	S	CV
La Plata Itapé F.A.	21	5,1	24,2	119	10,7	9,0	173	10,1	5,8
Yerúa P.A.	23	4,7	20,4	120	10,9	9,0	167	13,5	8,1
Bluebelle	23	4,1	17,8	126	10,5	8,3	178	18,3	10,3
Bluebonnet 50 INTA	23	4,9	21,3	150	10,3	6,8	203	14,4	7,1
Villaguay P.A.	23	4,4	19,1	125	8,1	6,5	-	-	-
Arroyo Grande P.A.	20	4,2	21,0	123	7,6	6,2	-	-	-
Colonia Mascías 5 C.A.	21	3,7	17,6	126	9,3	7,4	-	-	-

Villaguay P.A., no se cuenta con la fecha de ocurrencia de dicha fase.

Se determinaron las fechas medias de cada fase fenológica y la duración media de los distintos subperíodos. Asimismo, se analizó la variabilidad interanual de la duración de los subperíodos de cada variedad, ordenándolos según el grado de precocidad y se analizó la influencia del atraso de las fechas de siembra en la ocurrencia de las fases subsiguientes.

### RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro N° 2 se exponen los resultados correspondientes a la duración media y a la variabilidad de los subperíodos siembra-nacimiento, siembra-panojamiento y siembra-madurez para cada variedad estudiada. Una evaluación directa de estos resultados es dificultosa porque las series de registros son mayormente discontinuas y de distinta extensión según la variedad considerada.

Por lo que antecede, se estableció la duración de los distintos subperíodos

tomando las variedades de a pares y considerando sólo los registros coincidentes en el tiempo para ambas. Así, pudo establecerse un ordenamiento varietal de acuerdo a la duración relativa de cada subperíodo respecto a la variedad Yerúa P.A. que resultó la más precoz (Figura 1).

El subperíodo siembra-nacimiento presentó muy poca variabilidad en su duración entre las variedades estudiadas durante los años considerados.

El subperíodo siembra-panojamiento permitió efectuar un primer ordenamiento de acuerdo a la distinta precocidad varietal, resultando: Yerúa P.A., Itapé F.A., Bluebelle, Villaguay P.A., Arroyo Grande P.A., Colonia Mascías 5 C.A., Bluebonnet 50 INTA (Precoz a tardío).

El subperíodo siembra-madurez presentó un comportamiento análogo al anterior para las cuatro variedades con registros disponibles.

A los efectos de evaluar la significancia de estas diferencias se realizó la prueba de hipótesis para diferencias entre medias, aplicando el test de Student y se obtuvieron los siguientes resultados:

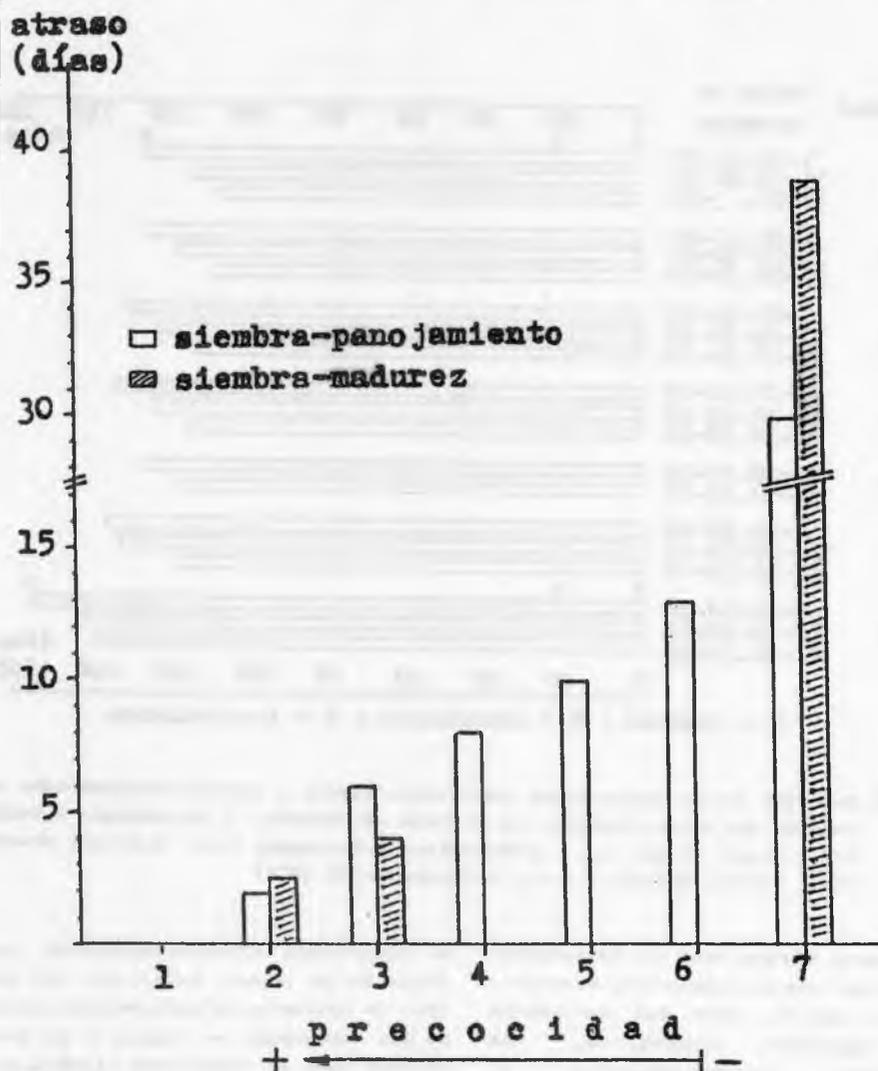


Figura 1: Atraso en la ocurrencia de los subperíodos siembra-panojamiento y siembra-madurez relativos a la variedad más precoz (Yerúa P.A.). (Variedades: 1-Yerúa P.A.; 2-L.P. Itapé F.A.; 3-Bluebelle; 4-Villaguay; 5-A. Grande; 6-Cnia. Mascías; 7-Bluebonnet 50).

a) La duración del subperíodo siembra-nacimiento no mostró diferencias significativas.

b) En la duración del subperíodo siembra-panojamiento resultaron significativas al nivel del 5% las diferencias entre las siguientes variedades: Yerúa P.A./Villaguay P.A., Yerúa P.A./Arroyo Grande P.A. y entre La Plata Itapé F.A./ Colonia Mascías 5 C.A y al

nivel del 1%: Yerúa P.A./ Colonia Mascías 5 C.A. y Bluebonnet 50 INTA con todas las variedades.

c) En la duración del subperíodo siembra-maduración las diferencias fueron no significativas a excepción de Bluebonnet 50 INTA que tuvo diferencias significativas al nivel del 1% con el resto de las variedades.

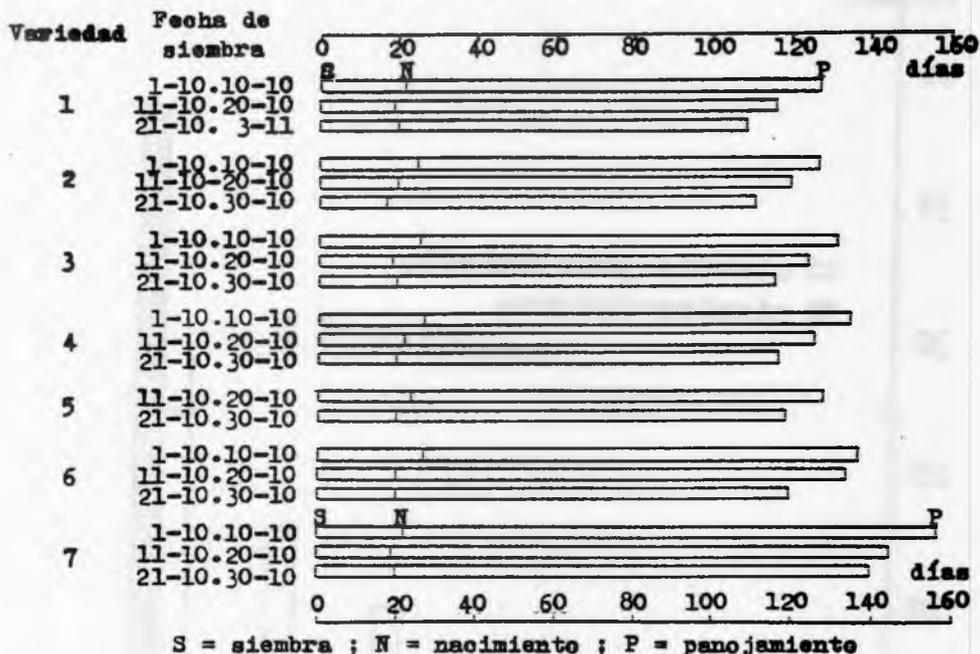


Figura 2: Duración de los subperíodos siembra-nacimiento y siembra-panojamiento en función del atraso decádico en la fecha de siembra. ( Variedades: 1-Yerué P.A.; 2-L.P. Itapé F.A.; 3-Bluebelle; 4-Villaguay P.A.; 5-Arroyo Grande P.A.; 6-Cnia. Mascías 5 C.A.; 7-Bluebonnet 50 INTA)

En este último caso es conveniente considerar que el subperíodo siembra--madurez repite, para las variedades con registros disponibles, los resultados correspondientes al subperíodo siembra-panojamiento, pero al considerar la duración del subperíodo panojamiento--madurez por sí sola las diferencias son no significativas entre las variedades estudiadas.

Como fuera señalado, las fechas de siembra tienden a atrasarse en los últimos años con el consiguiente acortamiento de los ciclos, por ello se calcularon las duraciones de los subperíodos siembra-nacimiento y siembra--panojamiento dividiendo las series de acuerdo a tres rangos de fechas de siembra: 1º al 10 de octubre, 11 al 20 de octubre y 21 al 30 de octubre ó al 3 de noviembre cuando correspondiera (Figura 2). Este análisis no se aplicó

al subperíodo siembra-maduración por falta de un número suficiente de datos. Se advierte un ordenamiento claro de las variedades en cuanto a su precocidad para el subperíodo siembra-panojamiento, corroborándose lo expresado anteriormente.

Para cada una de las variedades estudiadas se determinó la existencia de una relación inversa entre la duración del subperíodo siembra-panojamiento con el atraso de la fecha de siembra. Se obtuvieron modelos lineales significativos al nivel del 5% y del 1% (Figura 3 y Cuadro N° 3) para la relación:

$$y = a - b \cdot \ln x$$

donde: y = duración del subperíodo siembra-panojamiento (días).

x = fecha de siembra.

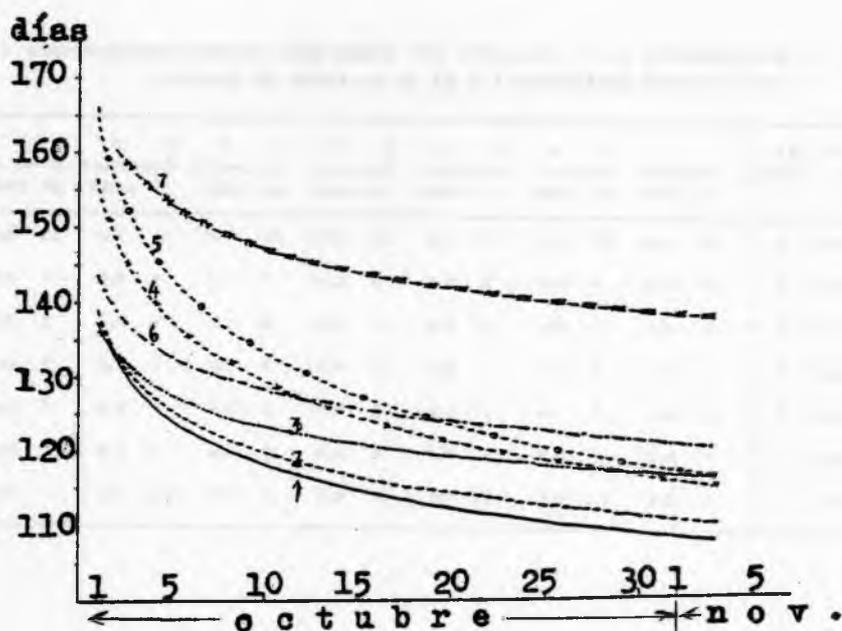


Figura 3: Disminución en la duración del subperíodo siembra-nacimiento en función del atraso de la fecha de siembra (valores ajustados). (Variedades: 1- Yerúa P.A.; 2-L.P. Itapé F.A.; 3- Bluebelle; 4- Villaguay P.A.; 5- Arroyo Grande P.A.; 6- Cnia. Mascías 5 C.A.; 7- Bluebonnet 50 INTA).

Cuadro N° 3: Modelos lineales simples correspondientes a la relación entre la duración del subperíodo siembra-panojamiento y el ln de la fecha de siembra, para las variedades estudiadas.

Variedad	r	r <sup>2</sup>	a	b	N.S.
Yerúa P.A.	0,90	0,81	133,99	-8,70	**
La Plata Itapé F.A.	0,84	0,70	138,87	-8,31	**
Bluebelle	0,73	0,54	137,47	-6,20	**
Villaguay P.A.	0,97	0,94	156,40	-11,89	**
Arroyo Grande P.A.	0,83	0,69	165,90	-14,25	*
Colonia Mascias 5 C.A.	0,88	0,77	143,72	-6,75	*
Bluebonnet 50 INTA	0,86	0,74	166,05	-8,31	**

N.S. = nivel de significancia (\* al 5% y \*\* al 1%).

En el Cuadro N° 4 se consideran dichos resultados en términos absolutos y como gradiente ( $\Delta$  duración/ $\Delta$  fecha de siembra), para siembras espaciadas cinco días entre sí. Se puede determinar que el atraso en las fechas de siembra del 1° al 16 de octubre produce un acortamiento en la

duración del subperíodo siembra-panojamiento desde 15 días en la variedad Bluebelle hasta 35 días para la variedad Arroyo Grande P.A.. Al considerar atrasos en la fecha de siembra desde el 16 de octubre a los primeros días de noviembre, el acortamiento del subperíodo de referencia es mucho

Cuadro N° 4: Acortamiento en la duración del subperíodo siembra-panojamiento ( $\Delta D$ ) ante atrasos periódicos ( $\Delta S$ ) en la fecha de siembra.

Fecha de siembra (S)	$\Delta S$ (días)	Yeruf P.A.		Itapé F.A.		Bluebelle		Villaguay		Arr. Grande		C. Mascias 5		Blueb. 50	
		$\Delta D$	$\Delta D/\Delta S$	$\Delta D$	$\Delta D/\Delta S$	$\Delta D$	$\Delta D/\Delta S$	$\Delta D$	$\Delta D/\Delta S$						
1/10-5/10	5	14	2,8	13	2,6	10	2,0	19	3,8	23	4,6	11	2,2	13	2,6
6/10-10/10	5	4	0,8	4	0,8	3	0,6	6	1,2	7	1,4	4	0,8	4	0,8
11/10-15/10	5	3	0,6	3	0,6	2	0,4	4	0,8	5	1,0	3	0,6	2	0,4
16/10-20/10	5	2	0,4	2	0,4	1	0,2	2	0,4	3	0,6	1	0,2	2	0,4
21/10-25/10	5	2	0,4	2	0,4	1	0,2	2	0,4	3	0,6	1	0,2	2	0,4
26/10-30/10	5	2	0,4	1	0,2	1	0,2	2	0,4	2	0,4	1	0,2	1	0,2
31/10-4/11	5	1	0,2	0,5	0,1	0,5	0,1	1	0,2	1	0,2	0,5	0,1	1	0,2

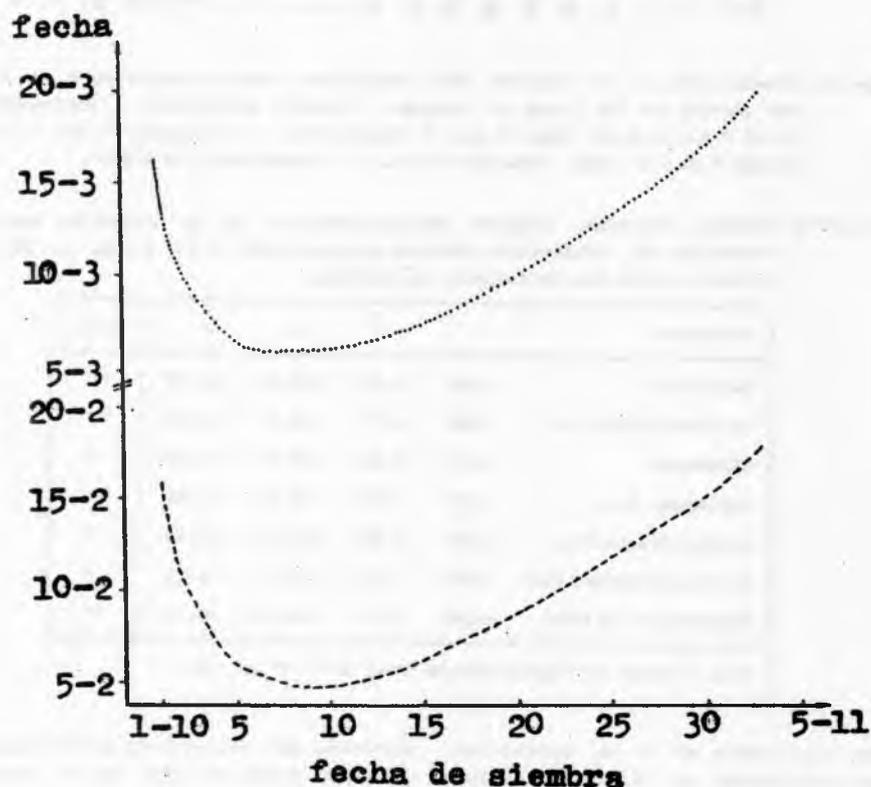


Figura 4: Fechas de floración en función de las fechas de siembra para las variedades Yeruf P.A. (- - - -) y Bluebonnet 50 INTA (.....)

menor, tomando valores de 3 - 4 días en las variedades Bluebelle y Colonia Macías 5 C.A. hasta 9 días en el cultivar Arroyo Grande P.A..

En la Figura 4 se observan los resultados anteriores expuestos sobre la base de las fechas de siembra y panojamiento de las variedades Yeruá P.A. (más precoz) y Bluebonnet 50 INTA (más tardía).

Los resultados hasta aquí expuestos permiten adelantar alguna hipótesis sobre el comportamiento bioclimático de las variedades de arroz estudiadas.

Los dos factores climáticos que, en las condiciones de cultivo de la Estación Experimental, tienen mayor influencia sobre el crecimiento y desarrollo del arroz son la temperatura del aire y el fotoperíodo.

Es sabido que la temperatura del aire afecta la duración de todas las fases del cultivo de arroz, mientras que el fotoperíodo afecta únicamente la duración de la fase de preantesis en aquellas variedades fotosensibles. Las variedades cultivadas en la Estación Experimental son derivadas de la subespecie japónica, con poca o nula sensibilidad fotoperiódica.

El acortamiento observado en la duración del subperíodo siembra-panojamiento con el atraso en las fechas de siembra puede deberse a la acción positiva de la temperatura o a un efecto combinado termo-fotoperiódico sobre el desarrollo.

Estos y otros aspectos relacionados hacen necesario profundizar los estudios bioclimáticos para determinar fehacientemente la influencia de cada uno de los factores mencionados sobre el cultivo de arroz.

#### CONCLUSIONES

1. Las siete variedades de arroz estudiadas pueden ordenarse según la duración creciente del subperíodo siembra-panojamiento de la siguiente manera: Yeruá P.A., La Plata Itapé F.A., Bluebelle, Villaguay P.A., Arroyo Grande P.A., Colonia Macías 5

C.A., Bluebonnet 50 INTA; las diferencias son significativas con la variedad Yeruá P.A. desde la variedad Villaguay P.A. hacia las más tardías; con la variedad La Plata Itapé F.A. desde la variedad Arroyo Grande P.A. hacia las más tardías y todos los cultivares son significativamente más precoces que Bluebonnet 50 INTA.

2. Las cuatro variedades con registros disponibles presentaron el siguiente ordenamiento de acuerdo a la duración creciente del subperíodo siembra-madurez: Yeruá P.A., La Plata Itapé F.A., Bluebelle, Bluebonnet 50 INTA. Todas las variedades son significativamente más precoces que Bluebonnet 50 INTA. Las diferencias de las restantes entre sí no son significativas. Estas diferencias se detectan a causa de lo ocurrido con el subperíodo siembra-panojamiento ya que tomado aisladamente, la duración del subperíodo panojamiento-madurez no presenta diferencias significativas entre las variedades estudiadas.
3. El subperíodo siembra-nacimiento difiere en el ordenamiento varietal citado precedentemente pero las diferencias entre las siete variedades son mínimas ( $\pm 1$  día) y no significativas.
4. La duración del subperíodo siembra-panojamiento presenta una relación inversa con la fecha de siembra. Al atrasarse las siembras del 1º al 16 de octubre el subperíodo se acorta de 15 a 35 días según las variedades (promedio = 22 días). Al demorar las siembras del 16 de octubre hasta los primeros días de noviembre el acortamiento del subperíodo es menor, tomando valores de 3 - 4 días a 9 días según las variedades (promedio = 6 días).

**AGRADECIMIENTOS**

Los autores del presente trabajo expresan su agradecimiento al

Ing. Agr. Juan Justo Nicolás Marassi, Director de la Estación Experimental "Ing. Agr. Julio Hirschhorn", por permitir el acceso a los registros y bibliografía de la citada Estación.

**BIBLIOGRAFIA**

- 1) MUNAKATA, K. 1976. *Effect of temperature and light on the reproductive growth and ripening of rice. Proceed. of the Symposium on Climate and Rice. IRRI. Los Baños, Phillipines. p:187:210.*
- 2) NISHIYAMA, L. 1976. *Effect of temperature on the vegetative growth of rice plants. Proceed. of the Symposium on Climate and Rice. IRRI. Los Baños, Phillipines. p:159-186.*
- 3) NUTTONSON, M.Y.. 1965. *Rice culture and rice- climate relationships with especial reference to the United States rice areas and their latitudinal and termal analogues in other countries. American Inst. of Crop Ecology. Washington D.C..*
- 4) ROBERTSON, G.W. and G.A. de WEILLE. 1973. *Rice and Weather. World Meteorological Organization Bulletin, 23(1):16-24.*
- 5) ROBERTSON, G.W.. 1975. *Rice and Weather. World Meteorological Organization, Technical Note N° 144 (WMO N° 423), Geneve.*
- 6) VERGARA, B.S. and T.T. CHANG. 1976. *The flowering response of the rice plant to photoperiod: a review of the literature. IRRI, Technical Bulletin N° 8.*