

UTILIZACION DE LOS GRADOS DÍA PARA CARACTERIZAR EL COMPORTAMIENTO FENOLÓGICO DE GENOTIPOS DE ARROZ EN ZONAS TÉRMICAS MARGINALES

Marcelo D. ASBORNO^{1*}, **Rodolfo BEZUS**^{2*} y **Alfonso A. VIDAL**^{3*} (ex aequo)

RESUMEN

En las campañas 1996/97 y 1997/98 se condujeron ensayos a campo en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la UNLP, ubicada en Lat. 34°52'S, Long. 57°58'OdeG. con el objetivo de evaluar variaciones en los grados día y días de fase para grupos de cultivares de ciclo corto, intermedio y largo y determinar los de mayor utilidad en la elección de cultivares y tecnología para la zona. Se presentan los días de fase (DF) y unidades de grado día (GDU) para los distintos subperíodos. Se concluye que GDU aparece como el índice más adecuado, aún influenciado por el efecto de temperaturas subnormales. Además se determina que los cultivares de ciclo corto e intermedio se adaptan para las épocas ensayadas

INTRODUCCION

La expansión del cultivo de arroz a zonas más australes que las tradicionales de Argentina (por debajo del paralelo 34) requiere de un conocimiento detallado del comportamiento fenológico de los cultivares. La confrontación de la disponibilidad ecológica con la respuesta fenológica de los cultivares permite llegar a prever la forma en que se cumplirán las fases y analizar las posibilidades que ellos tienen en la región.

Tanto la temperatura como el fotoperíodo afectan el período a floración. El fotoperíodo solo ejerce su acción sobre el período de fotoinducción en cultivares sensibles (Yim et al., 1997) y la temperatura sobre la duración de ciclo total en todos los cultivares (Yoshida, 1981).

¹ Profesor de Climatología y Fenología Agrícola. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

² Investigador Programa Arroz. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP.

³ Coordinador Programa Arroz. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. UNLP. * ex aequo

La influencia de los elementos climáticos no se ejerce aisladamente, aunque la temperatura tiene el mayor efecto en la variabilidad del crecimiento y desarrollo de arroz (Souza, 1990).

El rango de temperaturas favorables para los procesos fisiológicos va de 15 – 18°C a 30 – 33°C (Nishiyama, 1980), Souza (1990) considera como temperatura ideal para el crecimiento la franja que va de 25 a 35°C y Pedroso (1980) 20 a 35°C. A estas variaciones debe adicionarse la oscilación de la temperatura diaria y la acción conjunta de ambos aspecto sobre el crecimiento y desarrollo del cultivo.

El comportamiento de los cultivares frente a la temperatura es de utilidad para ajustar aspectos del manejo del cultivo y el mejoramiento de variedades (Nishiyama, 1980). Variaciones en la toma de decisión al respecto lo exponen a situaciones diferenciales que implican diferentes disponibilidades térmicas. El conocimiento de estos aspectos al utilizar distintos cultivares y épocas de siembra resultan de mayor interés al considerar zonas nuevas o marginales para el cultivo. Así, Del Barrio et al., indican que las siembras tempranas retrasan el inicio de macollaje por la menor disponibilidad térmica, aspecto que resulta adverso en el manejo posterior del cultivo. A su vez, las diferentes épocas de siembra y la variación diaria de la temperatura son los factores principales que contribuyen a aumentar o disminuir el ciclo de los cultivares (Infeld et al., 1999)

En estudios sobre fenología y desarrollo de cultivo el empleo del concepto de unidades de calor, medido en unidades de grados día de crecimiento (GDU) ha mejorado la descripción y predicción de procesos fenológicos en comparación con el uso de otros índices como número de días, tiempo del año etc. (Gilmore y Rogers, 1958; Klepper et al., 1984; Mc.Master y Smika, 1988; Russelle et al., 1984; Mc. Master, 1993). Se indica que la suma de GD aparece como un método de mayor seguridad que el número de días para determinar la duración de los ciclos vegetativo (Infeld et al., 1999), a panojamiento y total de cultivar de arroz (Vieira et al., 1997).

El objetivo de este trabajo es determinar variaciones en los grados días (GDU) y días de fase (DF) para el cumplimiento de los subperíodos en grupos de cultivares de arroz para dos épocas de siembra en las zonas de influencia de La Plata.

MATERIALES Y METODO

Se realizaron 2 épocas de siembras (normal y tardía) en las campañas 1997 y 1998, en la Estación Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de la

UNLP, ubicada en Lat. 34°52'S, Long. 57°58'OdeG y asnm: 15 metros, La Plata, Argentina. Las fechas de siembra fueron 30/10 y 28/11 en 1997, 22/10 y 4/12 en 1998.

Se seleccionaron 12 genotipos diferenciados por características agronómicas, atendiendo principalmente al subperíodo nacimiento – panojamiento (N-P). El material se agrupó en 3 categorías: a) Ciclo corto: aquellos que presentan hasta 86 días en el mencionado subperíodo. b) Ciclo intermedio: los comprendidos entre 87 y 97 días y c) Ciclo largo: poseen más de 97 días. Se toma como referencia para su caracterización registros históricos con siembras normales del mes de octubre en la zona de influencia de la Estación Experimental.

El grupo de genotipos de ciclo corto estuvo constituido por: Yermal (81 N-P), Tebonnet (84), Mocoí (85) y Tacuarí (86); el de ciclo intermedio: Yeruá PA (88), San Miguel (90), Altamirano PA (91), TF-237 (91), Itapé FA (92) y SC-100 (94); mientras que el de ciclo largo por: H239-133 (105) y H297-61 (109).

La siembra se realizó en forma manual en secano a razón de 350 plantas/m², en líneas a 20 cm, en un suelo Argiudol típico. El diseño experimental fue en bloques al azar.

El cultivo se condujo bajo el sistema de riego por inundación a partir de los 30 días de nacimiento. Las malezas se controlaron con herbicidas de presiembra incorporado (Ordram) y postemergencia temprana (Propanil).

Durante el período de ensayos se realizaron las siguientes observaciones fenológicas: nacimiento (fecha de emergencia en el 50% de las plantas de la parcela), inicio de macollaje (fecha de emisión del primer macollo detectado en el 50% de la parcela), encañamiento (cuando comenzó a elevarse el ápice), panojamiento (fecha de aparición de panojas en el 50% de la parcela) y fechas de madurez lechosa, pastosa y cérea.

Con la información obtenida se evaluó el comportamiento fenológico de los cultivares, a través de la duración de los subperíodos nacimiento – macollaje (N-Mj), macollaje – encañamiento (Mj-E), encañamiento – panojamiento (E-P), panojamiento – madurez (P-Ma) en las distintas épocas de siembra y años considerados, agrupados por ciclos (tabla 2).

Los elementos climáticos se registraron con una estación automática instalada en el mismo predio y con un equipo de monitoreo térmico portátil, con 6 sensores (termoresistencias Pt-100) ubicados en el cultivo, a 1,50 m de altura con protector de radiación solar. Los grados día se computaron por el método Weather Bureau (USWB),

(Gilmore y Rogers, 1958) a partir de una temperatura base de 10°C para los distintos estados fenológicos. En el cálculo del índice GDU se han utilizado las temperaturas horarias para obtener la media diaria, lo que realza el significado biológico del índice (Mc. Master y Wilhelm, 1997) al neutralizar anomalías que ocurren cuando la oscilación térmica entre la máxima y la mínima diaria son estimadas.

RESULTADOS Y DISCUSION

La zona de influencia de este experimento presenta limitaciones térmicas caracterizadas principalmente por temperaturas mínimas y máximas que van más allá del rango favorable comúnmente citados para el cultivo de arroz. En la tabla 1 se muestran esas temperaturas registradas durante el desarrollo de nuestros ensayos.

Tabla 1: Amplitud térmica, temperaturas mínima y máxima absoluta(°C) (Fecha de ocurrencia)

EPOCAS		CICLO		
		CORTO	MEDIO	LARGO
Año 1	Normal	5,3-40,1 (22/2-8/1)	5,3-40,1 (22/2-8/1)	-0,5-40,1 (10/4-8/1)
	Tardía	1,5-40,1 (03/4-8/1)	-0,5-40,1 (10/4-8/1)	-0,5-40,1 (10/4-8/1)
Año 2	Normal	6,2-31,9 (18/11-4/3)	6,2-31,9(18/11-4/3)	4,4-31,9 (26/3-4/3)
	Tardía	4,4-31,9 (26/3-4/3)	4,4-31,9 (26/3-4/3)	–

Si bien durante el segundo año se registraron mínimas absoluta más altas que en el primero, la frecuencia con que se presentan las subóptimas fue mayor, lo que queda reflejado en las menores temperaturas medias durante el período de cultivo (tabla 2).

Tabla 2: Temperatura media y duración del ciclo nacimiento – maduración (días).

EPOCAS		CICLO		
		CORTO	MEDIO	LARGO
Año 1	Normal	22,65°C (115)	22,29°C (129)	21,4°C (151)
	Tardía	22,85°C (113)	22,35°C (128)	21,8°C (137)
Año 2	Normal	19,34°C (139)	19,24°C (149)	19,2°C (160)
	Tardía	19,45°C (122)	19,94°C (141)	–

Los GDU del período N-P presentaron valores de 1110 - 1106 para ciclos cortos, 1221 - 1197 para los ciclos intermedios y 1554 - 1320 para los ciclos largos, en 1° y 2° época de siembra, respectivamente.

Los resultados muestran que las siembras tempranas retrasan el inicio de macollaje por la menor disponibilidad térmica observada a partir del nacimiento; aspecto que resulta adverso para el manejo de las labores culturales posteriores.

El subperíodo N-Mj no presenta variaciones que se destaquen entre los grupos para cada época, las diferencias entre ellos resultaron de menor magnitud en siembras más tardías. Entre las épocas hay en general un acortamiento en cada grupo de cultivares. N-Mj resultó el subperíodo con mayor independencia del ciclo total e influenciado por la temperatura del aire (tabla 3).

Para la etapa Mj-E se observó que durante el primer año los GDU requeridos para cumplir este período fueron similares para las 2 épocas de siembra en los tres grupos. Los cultivares incluidos en el grupo de ciclo largo incrementaron ese valor. Para el segundo año se presentan valores similares.

El segundo año de ensayos presenta características particulares respecto al número elevado de días con temperaturas mínimas próximas a la base de crecimiento adoptada (10°C) y una baja irradiancia durante la etapa previa al desarrollo que se afectó principalmente al superperíodo Mj-E.

Considerando ahora el período E-P en los ciclos más largos la duración es mayor pero la brecha entre corto y largo se reduce a medida que se atrasa la época de siembra. Respecto a las épocas se observa una tendencia a aumentar el número de días de este período en la 2^a época, atribuido a oscilaciones térmicas que no satisficieron adecuadamente el requerimiento. Durante el 2° año la siembra tardía determina la coincidencia del período E-P con una disponibilidad térmica muy inferior a la óptima, resultando un alargamiento mayor al esperado. Asimismo, se corrobora que el índice GDU resulta más adecuado para caracterizar la duración del subperíodo que el número de días (tabla 3).

El período N-P sufre un acortamiento en el número de días en las siembras tardías para todos los grupos ensayados y años. Asimismo, en el segundo año se evidencia la influencia de otros factores ambientales que distorsionan la acumulación de GDU.

Tabla 3: Duración de los subperíodos fenológicos a partir del nacimiento en grupos de cultivares de arroz

Fase	Año	Epocas	Corto			Intermedio			Largo		
			DF	Tmp	GDU	DF	Tmp	GDU	DF	Tmp	GDU
N-Mj	1997	1	18.7	20.1	149.4	16.6	19.8	165	17.5	19.7	165
		2	14.2	24.3	200	14	24.3	200	14	24.2	198.3
	1998	1	25.2	18.1	203.1	24.1	18.4	201.8	28	18.4	237.4
		2	20.2	19.2	183.7	21	19.3	195.4	20	19.3	185.4
Mj-E	1997	1	40	23.2	526.6	42	23.2	553.7	46	23.5	620.5
		2	30	24.9	449.7	36	25.3	551.7	48	24.3	686.1
	1998	1	58	20.4	612.4	58	20.2	592.4	55	20.3	569
		2	29	20.9	318.2	36	20.6	381.9	31	20.7	333.1
E-P	1997	1	28	25.5	434.8	34	24.7	502.6	47	23.9	768.9
		2	36	22.7	456.8	38	21.7	445.4	38	21.5	436.2
	1998	1	22	19.6	210.7	32	19.9	316.7	38	20.3	390.9
		2	38	20.1	386	43	19.9	316.7	63	19.0	570.5
P-Ma	1997	1	28	21.7	328.7	36	21.4	411.7	41	18.4	345.7
		2	33	19.4	311.4	40	18.0	351.9	37	17.2	274.7
	1998	1	34	19.3	316.1	35	18.5	296.2	39	17.6	297.5
		2	35	17.5	262.2	41	16.6	268.8	-----	-----	-----

COEFICIENTES DE VARIACION (%)			
VARIABLE	CORTO	MEDIO	LARGO
GD	0.80	0.92	0.79
DF	2.62	2.16	2.06

Referencias:

DF: días de fase

Tmp: Temperatura media del periodo considerado

GDU: Grados día del periodo considerado

A partir del análisis del ciclo total de los grupos de cultivares se detectaron coeficientes de variación más bajos para el índice GD que para los días de fase, tendencia también observada en la etapa N-P (datos no presentados), en concordancia con lo señalado por Infeld (1998) y Vieira (1997).

El riesgo ambiental podría reducirse notoriamente al optar por variedades de ciclo corto o intermedio a corto sembradas en las fechas ensayadas. Asimismo, conociendo los cultivares, deberían seleccionarse en estas latitudes, aquellos cuyo comportamiento fenológico resulte más estable frente a modificaciones del ambiente. El grupo de variedades de ciclo largo debería sembrarse solo en la primer fecha indicada.

CONCLUSIONES

Los GDU aparecen como un índice más adecuado que el número de días de fase para caracterizar fenológicamente los grupos de cultivares.

El efecto de temperaturas por debajo de las consideradas límite inferior para el crecimiento y desarrollo normal del cultivo afecta la suma de temperaturas resultando más importante en esta zona por la mayor frecuencia con que ocurren.

Se requiere un estudio más detallado para conocer el efecto de otros factores ambientales que pueden interactuar con GDU.

Los cultivares agrupados en ciclos corto e intermedio se presentan como adecuados para la siembra en las dos épocas ensayadas.

BIBLIOGRAFIA

- DEL BARRIO, R.A.; ASBORNO, M.D. y VIDAL, A.A. Comportamiento fenológico de variedades de arroz cultivadas en La Plata. **Revista de la Facultad de agronomía Universidad de Buenos Aires**. 157-166.(1987).
- GILMORE JUNIOR, E.C. and ROGERS, J.S. Heat units as a method of measuring maturity in corn. **Agronomy Journal**, V 50. P 611-5, 1958.
- INFELD, J.A.; DA SILVA, J.B. and NETO DE ASSIS, F. Base temperature and degree day during vegetative period of three irrigated rice cultivars groups. **Rev. Brasileira de Agrometeorología**. Santa María. V.6, N°2, p.187-191.1998
- KLEPPLER, B.; BELFORD, R.K. and RICKMAN, R.W. Root and Shoot development in winter wheat. **Agronomy Journal**. 76:117-122. 1984.
- Mc MASTER, G.S. Another wheat (*Triticum* spp.) model?. Progress and Applications in crop modeling. **Rivista di Agronomia**. 27:264-272. 1993.
- Mc MASTER, G.S. and SMIKA, D.E. Estimation and evaluation of winter wheat phenology in the central Great Plains. **Agricult. and Forest Meteorol.**, 43:1-18. 1988.
- Mc MASTER, G.S. and WILHELM, W.W. Growing degree-days: one equation, two interpretations. **Agricultural and forest meteorology**.87. p.291-300.(1997).
- NISHIYAMA, I. Effect of temperature on the vegetative growth of rice plants. Environmental control of growth and yield. Proceedings of the symposium on Climate & Rice. 159-185. IRRI (1976)
- PEDROSO, B.A. Condições climáticas para cultivar arroz: temperatura. **Lav. Arrooz**. V 33, n 320, p 6-8, 1980
- RUSSELLE, M.P.; WILHELM, W.W.; OLSON, R.A. and POWER, J.F. Growth analysis based on degree days. **Crop Science**, 24:28-32. 1984.
- SOUZA, P.R. Alguns aspectos da influencia do clima temperado sobre la cultura do arroz irrigado no sul do Brasil. **Lavoura Arrozeira**, v 43, n 389, p.9-11, 1990.
- VIDAL, A.A. y ASBORNO, M.D. Influence of sowing time upon phenology and grain quality of rice. Temperate Rice Conference. Temperate Rice Achievements and potential. 80. Yanco. Australia. 1994.
- VIEIRA, C.B.V. and CURY LUNARDI, D.M. Graus-día na cultura do arroz. **Bioclimatologia**. X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia. P.47-49. 1997.
- YIN, X.; CROPPF, M.J. and JOUDRIAN, J. Changes in temperature sensibility of development from sowing to flowering in rice. **Crop Science**. 37:1787-1794.1997.
- YOSHIDA, S. and PARAO, F.T. Climatic influence on yield and yield component of lowland rice in the tropics. Climatics and crop productivity. Proceedings of the symposium on Climate & Rice. 471-494. IRRI (1976).