

IMPACTO DE LAS TEMPERATURAS EXTREMAS DURANTE LA FASE REPRODUCTIVA EN ARROZ (*Oryza sativa* L)

Bohl, Melania¹; Colazo, Jose².

Palabras claves: fenotipado, antesis, índice, cambio climático.

INTRODUCCIÓN

El cambio climático ha intensificado la frecuencia de eventos térmicos extremos, lo que representa un desafío creciente para la producción de arroz en regiones templadas como Argentina, donde predominan variedades con base genética tropical. Durante la fase reproductiva, el arroz es particularmente sensible a variaciones térmicas severas. Eventos con temperaturas superiores a 35°C interfieren con la microsporogénesis, proceso crítico en la formación de las células del polen, incrementando la esterilidad de las espiguillas y reduce el rendimiento final. De forma similar, temperaturas cercanas a 15°C actúan como un desacelerador de los procesos de desarrollo de los granos de polen, afectando negativamente la fertilidad (Meus L. et al. 2021).

Durante las campañas 2022-2023 y 2023-2024, se ajustó una metodología de fenotipado que permitió identificar a la antesis (R4) como el estadio fenológico más sensible al calor. Sin embargo, también se registraron picos de bajas temperaturas durante la floración (por ejemplo, 7,4 °C el 7/2/2023; fuente: BCER), lo que subraya la necesidad de evaluar el impacto de los descensos térmicos en esta fase.

La identificación de genotipos con tolerancia a condiciones térmicas extremas durante la fase reproductiva es fundamental para reducir el impacto del estrés térmico sobre el rendimiento. En este contexto, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la respuesta de diferentes genotipos al estrés térmico, mediante su exposición controlada a temperaturas extremas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron líneas avanzadas y variedades comerciales del programa de mejoramiento genético de INTA Concepción del Uruguay: Gurí INTA CL, Angirû INTA CL, Kirá INTA, Puita INTA CL, Cambá INTA, Yeruá, Cr 417 PV 17/18, Cr 462 20/21, Cr 303 21/22, Cr 1329, IRGA 424, Lidero 522 y el cultivar Nipponbare (tolerante a temperaturas extremas, Changrong Ye et al. 2021). Se evaluaron tres tratamientos T0 (testigo: temperatura ambiente), T1 (exposición a 40°C ± 1,5 °C) y T2 (exposición a 15°C ± 1,5 °C). Las plantas fueron germinadas en cámara de cría (28°C) y trasplantadas a umbráculo para su desarrollo. Para los T1 y T2 se seleccionaron las panojas principales de las plantas en el estado de antesis (estado fenológico R4) y se sometieron a la temperatura citada por un periodo de tiempo de 24hs. Los mismos fueron llevados a cabo en dos cámaras de germinación: INDUTEK y CONVIRON. Posteriormente, las mismas fueron trasladadas a umbráculo para continuar con su desarrollo hasta su cosecha. Se evaluó el porcentaje de granos vanos y granos llenos por panoja en madurez fisiológica. Para el presente trabajo se describen los resultados de la variable porcentaje de granos vanos, ya que los efectos de las temperaturas extremas tienen una relación directa con la esterilidad de las espiguillas. Los datos fueron analizados mediante ANOVA con el software InfoStat. Se calculó un índice de tolerancia (*IT*) para

¹ MSc, Ing. Agrónoma. EEA INTA Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina. Contacto: bohl.melania@inta.gob.ar

² MSc, Lic. en Biotecnología José Luis Colazo EEA INTA.

cada tratamiento, tomando como referencia al genotipo más sensible ($IT=1$) dentro de ese tratamiento, es decir, aquel que presentó el mayor porcentaje de granos vanos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El monitoreo térmico durante el ensayo confirmó que las temperaturas controladas en cámara (40 °C y 15 °C) se mantuvieron constantes y consistentemente por encima y por debajo, respectivamente, de la temperatura ambiente promedio (Fuente: BCER), como se observa en la figura 1. El registro de temperaturas abarcó el período comprendido desde el 24/01/2025 hasta el 8/03/2025.

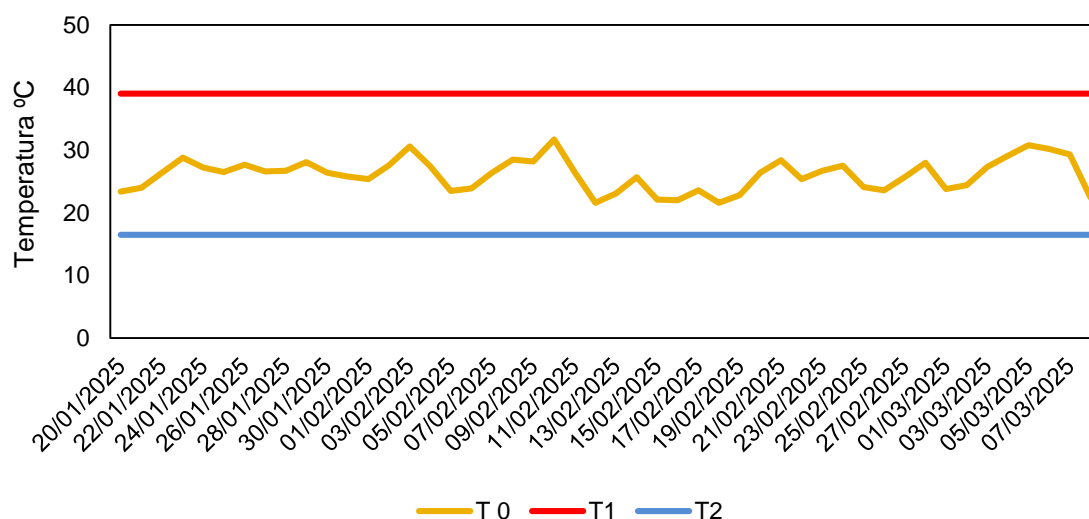


Figura 1. Registro de temperaturas del ensayo durante el período de evaluación. T0= Temperaturas medias ambientales, T1= Exposición a 40°C por 24hs, T2= Exposición a 15°C por 24hs.

En la tabla 1 se presentan los porcentajes de vaneo de los genotipos en función de los tratamientos evaluados. El análisis de varianza se llevó a cabo de forma individual para cada genotipo, evaluando el efecto de los distintos tratamientos de temperatura. Se detectaron diferencias significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), con una marcada reducción en la fertilidad bajo condiciones de altas temperaturas. La línea Cr 303 presentó un alto grado de vaneo (94,4%), mostrando ser el genotipo más sensible a este tipo de estrés térmico. En contraste, el efecto del frío varió según el genotipo. Para los tratamientos T0 y T2, la mayoría de los materiales no presentaron diferencias estadísticas significativas, con excepción de los genotipos Cr 303, IRGA 424 y Lidero 522. Estos materiales evidenciaron sensibilidad a las condiciones de frío (T2), con porcentajes de vaneo significativamente mayores respecto al tratamiento testigo (T0). Bajo estas condiciones, IRGA 424 se destacó como el cultivar más sensible, con un 47,6 % de granos vanos.



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

12 A 15 DE AGOSTO 2025 | PELOTAS-RS

Tabla 1.. ANOVA y test de medias para la variable porcentaje de granos vanos (%). Comparación entre tratamientos por genotipos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$). T0= Temperaturas medias ambientales (testigo), T1= Exposición a 40°C por 24hs, T2= Exposición a 15°C por 24hs. Test Tukey ($p \leq 0,05$).

%Vanos	T0		T1		T2		<i>p-valor</i>
Angirú	10,9	<i>b</i>	77,9	<i>a</i>	17,5	<i>b</i>	<0,0001
Cambá	21,5	<i>b</i>	79,1	<i>a</i>	32,0	<i>b</i>	<0,0001
Cr 1329	28,3	<i>b</i>	77,1	<i>a</i>	42,2	<i>b</i>	<0,0001
Cr 303	7,2	<i>c</i>	94,4	<i>a</i>	24,4	<i>b</i>	<0,0001
Cr 417 PV	15,8	<i>b</i>	69,8	<i>a</i>	20,1	<i>b</i>	<0,0001
Cr 462	23,1	<i>b</i>	76,5	<i>a</i>	23,4	<i>b</i>	<0,0001
Gurí	28,1	<i>b</i>	81,2	<i>a</i>	25,9	<i>b</i>	<0,0001
Irga 424	32,9	<i>c</i>	80,7	<i>a</i>	47,6	<i>b</i>	<0,0001
Kirá	36,6	<i>b</i>	62,7	<i>a</i>	42,1	<i>b</i>	0,0002
Lidero 522	16,5	<i>c</i>	67,6	<i>a</i>	36,6	<i>b</i>	<0,0001
Nipponbare	10,6	<i>b</i>	67,1	<i>a</i>	21,2	<i>b</i>	<0,0001
Puitá	5,5	<i>b</i>	71,7	<i>a</i>	11,0	<i>b</i>	<0,0001
Yeruá	17,5	<i>b</i>	77,5	<i>a</i>	20,5	<i>b</i>	<0,0001

Para el cálculo del *IT* se dividieron las medias de cada genotipo por la media del genotipo más sensible. De esta forma, valores cercanos a 0 indican mayor tolerancia, mientras que valores próximos a 1 reflejan mayor sensibilidad al estrés térmico. El *IT* permitió clasificar el comportamiento de los genotipos frente a cada condición (tabla 2). Para el tratamiento con altas temperaturas, el genotipo más tolerante fue Kirá (*IT*: 0,66), mientras que la línea Cr 303 presentó la mayor sensibilidad (*IT*: 1). En condiciones de frío, el cultivar IRGA 424 mostró el valor máximo de sensibilidad (*IT*: 1) y el cultivar Puitá mostró la mayor tolerancia (*IT*: 0,23).



XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO

12 A 15 DE AGOSTO 2025 | PELOTAS-RS

Tabla 2. Tabla de valores medios para la variable porcentaje de granos vanos (%). *IT*= índice de tolerancia, T1= Exposición a 40°C por 24hs, T2= Exposición a 15°C por 24hs.

Genotipo	%Vanos T1	<i>IT</i>	Genotipo	%Vanos T2	<i>IT</i>
Kirá	62,7	0,66	Puitá	11	0,23
Nipponbare	67,1	0,71	Angirú	17,5	0,37
Lidero 522	67,6	0,72	Cr 417 PV	20,1	0,42
Cr 417 PV	69,8	0,74	Yeruá	20,5	0,43
Puitá	71,7	0,76	Nipponbare	21,2	0,45
Cr 462	76,5	0,81	Cr 462	23,4	0,49
Cr 1329	77,1	0,82	Cr 303	24,4	0,51
Yeruá	77,5	0,82	Gurí	25,9	0,54
Angirú	77,9	0,83	Cambá	32,3	0,67
Cambá	79,1	0,84	Lidero 522	36,6	0,77
Irga 424	80,7	0,85	Kirá	42,1	0,88
Gurí	81,2	0,86	Cr 1329	42,2	0,89
Cr 303	94,4	1,00	Irga 424	47,6	1,00

CONCLUSIÓN

Mediante este estudio podemos confirmar que la planta de arroz se ve afectada por las condiciones térmicas extremas, siendo las altas temperaturas las que mayor impactan sobre la esterilidad de las espiguillas. Los resultados obtenidos son clave para identificar genotipos con mayor tolerancia al estrés térmico ante temperaturas críticas. Esta información constituye una herramienta valiosa para el programa de mejoramiento genético, orientada a mitigar los efectos del cambio climático sobre la productividad del cultivo de arroz.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue posible gracias al financiamiento otorgado por la Fundación PROARROZ. A quienes expresamos nuestro sincero agradecimiento por su continuo apoyo a la investigación y desarrollo tecnológico en el cultivo de arroz. Asimismo, agradecer profundamente a todos los integrantes del Departamento de Mejoramiento Genético de Arroz del INTA Concepción del Uruguay (Entre Ríos), por su colaboración técnica, compromiso y acompañamiento en cada etapa del proyecto.

REFERENCIAS

BCER: Bolsa de cereales de comercio de Entre Ríos. www.bolsacer.org.ar
 Meus, Lorenzo et al. 2021. "Ecofisiología del arroz, buscando altos rendimientos"
 Ye Changrong et al. 2021. "Genetics and Breeding of Heat Tolerance in Rice"