

TEMPERATURA DEL AIRE Y PRECIPITACIONES: SU EFECTO SOBRE LA CALIDAD EN 10 GENOTIPOS DE ARROZ DURANTE 3 AÑOS AGRÍCOLAS

Pincirolí, M.¹; Vidal, A. A.; Bezus, R.; Scelzo L. J.;; Martínez, S. B.

Palabras claves: *Oryza sativa*, temperatura, precipitación, calidad.

INTRODUCCIÓN

La producción local de arroz argentina integra una economía regional, concentrada fundamentalmente en el litoral. Cerca del 50% de la producción se encuentra en la provincia de Corrientes y un 32% en Entre Ríos. El cultivo de arroz presenta gran adaptabilidad, no obstante, pequeñas variaciones en las condiciones meteorológicas pueden influir sobre la calidad final del grano cosechado. Las temperaturas del aire, en especial las nocturnas, durante el periodo de llenado del grano, pueden explicar ampliamente las fluctuaciones en la calidad de un año a otro (Cooper *et al.*, 2008). Dado que las panículas son las partes más sensibles al calor, el peso medio del grano de arroz y su calidad disminuyen en condiciones de alta temperatura nocturna (Morita *et al.*, 2004). Los cultivares de arroz japónica muestran una pronunciada disminución del tamaño de los granos cuando se exponen a temperaturas superiores a 26 °C durante la primera mitad del proceso de llenado del grano, la etapa lechosa (Tashiro y Wardlaw 1991). El rendimiento en grano entero es el principal factor que influye sobre la calidad industrial. La mayor o menor susceptibilidad del grano a fracturarse depende de un diverso número de variables ambientales y genéticas. En el momento previo a la cosecha, la pérdida o ganancia de humedad en el grano desde el ambiente influyen marcadamente sobre los valores finales de rendimiento industrial. Dado que los modelos de circulación general predicen un incremento de la temperatura de 1,8-4°C para fines de siglo afectando fundamentalmente las temperaturas mínimas (IPPC 2007), estudios agrometeorológicos permitirían contribuir al conocimiento cuali-cuantitativo de la relación ambiente-producción agrícola para generando materiales genéticos adaptados a las nuevas realidades.

El objetivo de este trabajo fue evaluar comparativamente la respuesta de los diferentes genotipos frente a la temperatura media del aire y las precipitaciones, en una misma localidad, durante tres años agrícolas, sobre los componentes de calidad industrial y culinaria de diferentes genotipos de arroz de tipo largo fino y largo ancho.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron tres ensayos la localidad de Urdinarrain (Lat.: 32°41' S, Long. 58° 53' O, 54 msnm), provincia de Entre Ríos, Argentina, zona tradicionalmente productora de arroz durante los años agrícolas 2013-14 (año1); 2014-15 (año 2) y 2015-16 (año 3). Se evaluaron 2 variedades y 8 líneas provenientes del Programa Arroz de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales de 4 de ellas de tipo comercial largo fino: Guri INTA (Guri); H426-1-1-1 (H426-1); H458-21-1-1-1 (H458); H407-8-2-1-1 (H407) y 6 de tipo comercial largo ancho: Yerua; H419-12-1-1-1 (H419); R/03-5xd/04-14-1 (R14); H426-10-1-1-1(H426-10); R/03-5xd/04-43-1-1 (R43) y R/03-5xd/04-52-2 (R52). El diseño experimental fue de bloques al azar con 3 repeticiones. Las siembras se realizaron en seco, en forma manual

1

¹Ingenieros agrónomos Programa Arroz.

² Profesora Titular de la Catedra de Climatología y Fenología Agrícola.

a razón de 350 semillas/m² en líneas a 0,20 m, en parcelas de 5 m². Los ensayos se condujeron con riego por inundación a partir de los 30 días de la emergencia y se controlaron las malezas con bispiribac sodio. La cosecha y la trilla se realizaron en forma manual, los granos se secaron en estufa a 41° C. Se realizaron observaciones fenológicas y determinaciones de porcentaje de grano entero (GE) y total (GT), contenido de amilosa (CA) y temperatura de gelatinización mediante el test de Alcali (TA). Los datos de temperaturas medias, mínimas y máximas mensuales y precipitaciones, fueron provistos por la Dirección de Hidráulica de la Municipalidad de Urdinarrain. Se computó la suma térmica para cada genotipos durante el periodo panojamiento-cosecha según el método Weather Bureau-USWB (Gilmore and Brown, 1969) aplicando la fórmula $GD = \sum(T_{med} - T_b)$. Donde T_{med} es la temperatura media del aire y T_b es la temperatura base de crecimiento del arroz (10°C). Se realizó un Análisis de la Varianza (ANOVA) utilizando como fuentes de variación los años agrícolas y los genotipos, en aquellos donde la interacción (año x genotipo) resultó significativa, se realizaron análisis one-way para cada año. Las medias se compararon por el test de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Figura 1 permite observar las diferencias en valores de temperaturas medias mínimas máximas y precipitaciones registradas durante el periodo de llenado de grano de los 3 años agrícolas.

En todos los casos el clima permitió un buen desarrollo del cultivo. Se registraron mayores precipitaciones y menores temperaturas en el año 1, intermedias en año 2 y menores precipitaciones y mayores temperaturas en el año 3. Las fechas de siembra fueron los días 05/10, 30/9 y 29/9; las de panojamiento 19/1/14, 17/1/15 y 28/1/16 y las de cosecha 20/3/14, 20/3/15 y 28/3/16 respectivamente.

Los valores de acumulación térmica durante el periodo panojamiento-cosecha en promedio resultaron menores en el año 1 (Tabla 1) como consecuencia de las menores temperaturas

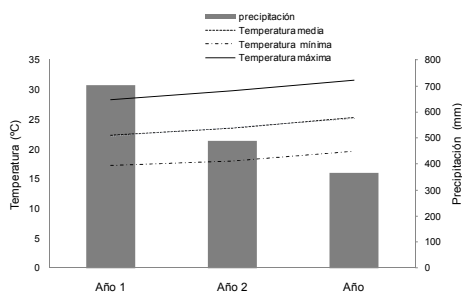


Figura 1. Temperaturas medias máximas y mínimas y precipitaciones registradas durante los meses de llenado de grano en los 3 años agrícolas en Urdinarrain.

Tabla 1. Acumulación calórica acumuladas durante el periodo panojamiento-cosecha en los 3 años agrícolas y en los 10 genotipos (Expresada en Grados días).

	Año 1	Año 2	Año 3
Guri	622,4	894,5	772,0
H426-1	795,6	908,7	1019,3
H458	736,1	800,5	1019,3
H407	757,3	800,5	850,9
Yerua	795,6	952,8	1019,3
H419	699,3	908,7	772,0
R14	683,5	837,4	772,0
H426-10	776,7	908,7	1019,3
R43	776,7	878,3	772,0
R52	717,9	908,7	772,0
Promedio	736,1	879,9	878,8

Tabla 2. Valores medios de calidad industrial para los 3 años agrícolas y los 10 genotipos

	Grano entero (%)			Grano total (%)		
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 1	Año 2	Año 3
Guri	55,0 ab A	54,0 bcdA	58,0 aA	63,5 bcB	69,0 bcA	70,0 abcA
H426-1	63,3 a A	62,5 aAB	56,3 aB	64,7bB	67,5 bcAB	69,7 abcA
H458	53,0 bA	57,0 abA	53,7 aA	62,7 bcB	68,5 bcA	68,7 abcA
H407	48,7bc B	63,0 aA	53,0 aB	60,0 cC	67,0 cB	71,3 abcA
Yerua	46,3 bcB	48,7 dB	56,0 aA	65,7 abB	72,0 aA	71,7 abA
H419	42,3 cB	52,0 bcd A	30,3 cC	64,7 bB	69,5 abcA	66,7 bcAB
R14	44,3c B	54,5 bcdA	30,0 cC	65,0 bA	68,5 bcA	66,0 cA
H426-10	54,3 bB	55,0 bcAB	61,0 aA	65,7 abB	69,5 abcAB	70,7 abcA
R43	44,0 cA	49,0 cdA	31,3 cB	66,3 abA	69,5 abcA	66,7 bcA
R52	48,7bcAB	55,5 bA	41,3 bB	69,0 aB	70,5 abAB	73,0 aA
Promedio	50,0	55,1	47,1	64,7	69,1	69,4
LSD	8,53	6,43	8,21	3,93	3,21	5,59
p-value	***	***	***	***	***	***

Ref. Letras mayúsculas en filas indican diferencias entre años agrícolas. Letras minúsculas en columnas diferencias entre genotipos (Tukey $p \leq 0,05$).

Los parámetros de calidad industrial presentaron interacción año agrícola por genotipo (Tabla 2). El porcentaje de grano entero y total de los genotipos estudiados se comportaron en forma diferencial en cada año. Los valores de grano entero, en promedio, resultaron mejores durante el año 2 (Tabla 2). El 70% de los genotipos presentó mayores valores de entero, sólo Yerua presentó un valor bajo de entero durante ese año (48,7%). Esto puede deberse a las elevadas precipitaciones registradas durante el mes de febrero en los años 1 y 3 con valores de 305, 6 y 248,0 mm. Los valores de grano total resultaron menores durante el año 1; posiblemente las bajas temperaturas registradas durante febrero y marzo hayan perjudicado el llenado de grano produciendo un grano con mayor porcentaje de cáscara. Los genotipos Yerua y R52 presentaron mayores valores de Grano Total en los 3 años agrícolas, mientras H407 menores. Éste último comportamiento ya ha sido reportado (Rojas *et al.*, 2015) y es probable que se deba fundamentalmente a razones genéticas propias de los genotipos.

Los valores de test de Álcali (TA) y contenido de amilosa (CA) también presentaron interacción año agrícola por genotipo (Tabla 3). Los valores de TA resultaron mayores en el año 1. Las bajas temperaturas producen una mejor calidad de grano que se refleja en menor temperatura de gelatinización (mayor valor de álcali, Tabla 3). La temperatura de gelatinización tiene una heredabilidad razonablemente alta, aunque ésta puede variar tanto como 10°C en una misma variedad en casos excepcionales según el medio ambiente (Jennings *et al.*, 1981), por tal motivo, los genotipos presentan diferentes valores de álcali-test siendo elevado en Guri, Yerua intermedio en H458 y bajos en el resto de genotipos. Los valores de CA resultaron menores en el año 1, intermedios en el 2 y superiores en el 3 coincidiendo con las temperaturas medias de cada año agrícola registradas durante el periodo de llenado (Figura 1).

Según Jennings *et al.* (1981), la temperatura durante el desarrollo afecta el contenido de amilosa de los granos, pudiendo incrementarse o bajar según se registren temperaturas más bajas o altas que lo normal. Los genotipos Guri y H426-1 presentaron contenido

intermedio de amilosa, propio de las líneas tipo largo fino y el resto bajo contenido de amilosa, característica propia de la sub especie japónica dominante en los genotipos de tipo comercial largo ancho.

Tabla 3: Valores medios de calidad de grano para los 3 años agrícolas y los 10 genotipos

	Álcali-test			Contenido de Amilosa		
	Año 1	Año 2	Año 3	Año 1	Año 2	Año 3
Guri	6,8 aA	6,1 aB	5,1 aC	23,1 aB	26,2 aA	26,1 aA
H426-1	3,2 deA	2,3 cdB	2,2 cB	22,1 bA	20,8 bA	20,5 bcA
H458	5,4 cA	5,2 bA	4,0 bB	12,9 dA	15,2 cA	15, 1 de A
H407	2,8 efA	2,3 cdB	2,4 cB	17, 5bc B	15,0 cB	22,8 abA
Yerua	6,0 bA	5,1 bB	4,9 aB	15,7 cdA	17,9 bcA	18,4 cdA
H419	2,8 efA	2,1 dB	2,3 cB	15,3 cdB	16,6 cAB	18,5 cdA
R14	2,4 fA	2,4 cdA	2,3 cA	15,0 cdA	13,8 cA	16,2 deA
H426-10	2,7 efA	2,2 dB	2,3 cAB	18,8 bA	17,5 bcA	17,3 cdeA
R43	2,5 fA	2,6 cA	2,2 cA	14, 5 cdA	14,5 cA	14,2 eA
R52	3,4 dA	2,3 cdB	2,4 cB	14, 3 dA	13, 4 cA	14,8 deA
Promedio	3,95	3,35	2,74	16,9	17,1	18,4
LSD	0,26	0,07	0,06	2,93	4,24	3,84
p-value	***	***	***	***	***	***

Ref. Letras mayúsculas en filas indican diferencias entre años agrícolas. Letras minúsculas en columnas diferencias entre genotipos (Tukey $p \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

Factores climáticos como la temperatura del aire y las precipitaciones ocurridas durante el llenado del grano pueden influir marcadamente sobre la calidad industrial y culinaria del grano modificándose de un año a otro con graves perjuicios económicos. Las bajas temperaturas producen una mejor calidad de grano que se refleja en menor temperatura de gelatinización (mayor valor de álcali) y menor contenido de amilosa.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los Sres. Eduardo Aubert y Oscar Cabeza de la Dirección de Hidráulica de la Provincia de Entre Ríos, Municipalidad de Urduyain por el suministro de los registros climáticos de dicha localidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- COOPER, N. T. W.; SIEBENMORGEN T. J.; COUNCE, P. A. Effects of night time temperature during kernel development on rice physicochemical properties. **Cereal Chemistry**, Washington, v. 85, p. 276-285, may-jun, 2008.
- JENNINGS, P. R.; COFFMAN, W.R.; KAUFFMAN, H.E. **Mejoramiento de arroz**. CIAT. Centro Internacional de Agricultura Tropical, 233p, 1981.
- MORITA, S.; SHIRATSUCHI, H.; TAKAHASHI, J.; FUJITA, K. Effect of high temperature on grain ripening in rice plants: Analysis of the effects of high night and high day temperatures applied to the panicle and other parts of the plant. **Japanese Journal of Crop Science**, v.73, n.1, p. 77-83. 2004.

TASHIRO, T.; WARDLAW, I.F. The effect of high temperature on kernel dimensions and the type and occurrence of kernel damage in rice. **Aust J Agric Res.**, 42, p. 485–496, 1991.