

APTITUD DE LAS HARINAS INTEGRALES DE DIFERENTES TRITICALES (x *Triticosecale* Wittmack) PARA LA ELABORACIÓN DE GALLETITAS

APTITUDE OF WHOLE FLOUR FROM DIFFERENT TRITICALE (x *Triticosecale* Wittmack) GENOTYPES FOR ELABORATION OF COOKIES

Castañó Mirta ⁽¹⁾, Enzo Ferrari ⁽¹⁾, Pablo D. Ribotta ⁽²⁾, Víctor Ferreira ⁽³⁾,
Ezequiel Grassi ⁽³⁾, Analia Ferreira ⁽³⁾, Hernan di Santo ⁽³⁾,
Ernesto Castillo ⁽³⁾ & Hector A. Paccapelo ^(1*)

Recibido 26/03/15
Aceptado 12/08/15

RESUMEN

Se analizó el rendimiento de grano, aptitud galletitera y algunos factores físicos y físico-químicos que afectan la calidad de la harina integral en 22 genotipos de triticales. Los parámetros PSI, IRAA y SRC de los cuatro solventes (agua, carbonato de sodio, láctico y sacarosa) resultaron superiores a los valores publicados para harinas blancas. Los factores analizados no estuvieron asociados al factor galletita y los dos primeros componentes principales no pudieron explicar la variabilidad total del ensayo. Si bien el cultivar Cananea resultó el más apto en calidad galletitera y en productividad, se detectaron dos líneas experimentales de triticales potencialmente aptas para la elaboración de este tipo de producto.

PALABRAS CLAVE: Índice de tamaño de partícula, capacidad de retención de solventes, calidad tecnológica, análisis de correlación.

ABSTRACT

Twenty two triticale genotypes were analyzed for grain yield, cookie-making aptitude and some physical and physico-chemical factors affecting whole flour quality. Values of particle size index (PSI), alkaline water retention capacity (AWRC) and solvent retention capacity (SRC) for water and solutions of sodium carbonate, lactic acid and sucrose were higher than those ones published for white flours. The analyzed factors were not associated with cookie-making properties and the first two principal components could not explain the total variability of the assay. Although Cananea was the most suitable triticale cultivar in terms of cookie-making quality and grain productivity, two experimental lines were found among others with promising characteristics for such a kind of use.

KEY WORDS: Particle size index, solvent retention capacity, technological quality, correlation analysis.

INTRODUCCIÓN

El triticale (x *Triticosecale* Wittmack) es un híbrido obtenido por el hombre proveniente de la cruce entre trigo (*Triticum* sp.) y centeno (*Secale* sp.). Es un cultivo alternativo en regiones donde las condiciones climáticas adversas y menor fertilidad de los suelos son restrictivas

para el cultivo de trigo (Lelley, 1992). Ofrece a la industria la posibilidad de diversificar la producción de productos que necesitan harinas con poca tenacidad en el gluten tales como galletitas, tortas, tortillas y obleas (Gaines, 1990; Pérez *et al.*, 2003; Rubiolo *et al.*, 2004; León *et al.*, 2008; Gómez *et al.*, 2010; Oliete *et al.*, 2010).

Las harinas integrales de triticales se han estudiado para la elaboración de tortas y se las considera una buena alternativa respecto a las harinas blancas de trigo debido a sus adecuadas propiedades tecnológicas y ventajas nutricio-

Como citar este trabajo:

Castañó M., E. Ferrari, P.D. Ribotta, V. Ferreira, E. Grassi, A. Ferreira, H. di Santo, E. Castillo & H.A. Paccapelo. 2015. Aptitud de las harinas integrales de diferentes triticales (x *Triticosecale* Wittmack) para la elaboración de galletitas. *Semiárida Rev. Fac. Agron. UNLPam* Vol. 25(1): 25-39

¹ Facultad de Agronomía, UN La Pampa. * paccapelo@agro.unlpam.edu.ar

² Facultad de Ciencias Agropecuarias, UN Córdoba-CONICET.

³ Facultad de Agronomía y Veterinaria, UN Río Cuarto.

nales para la salud (Goméz *et al.*, 2010; Oliete *et al.*, 2010).

Se han empleado diversos métodos para evaluar la calidad de los granos de triticale tales como el peso hectolítrico, el peso de mil granos y el Índice de Tamaño de Partícula (PSI), (Método 55-30, AACC, 2000).

La composición y calidad de la harina producida a través del proceso de molienda depende de la secuencia de operaciones llevadas a cabo y del grado de separación logrado. Dentro del grano, los componentes mayoritarios no se encuentran distribuidos uniformemente, lo que da variaciones en la composición y funcionalidad de las distintas fracciones de harina (Dewettick *et al.*, 2008).

Se han aplicado numerosas pruebas fisicoquímicas para medir la calidad de las harinas tales como la determinación de proteína (Método 46-12, AACC, 2000); Índice de Sedimentación en Dodecil Sulfato de Sodio (IS-SDS) (Método de Dick & Quick, 1983); Prueba de Pelshenke (Método 56-50, AACC 2000) y el Índice de Retención de Agua Alcalina (IRAA) (Método 56-10, AACC, 2000).

Recientemente se ha desarrollado el perfil de capacidad de retención de solventes (SRC) (Approved Method 56-11, AACC, 2000) propuesto para evaluar la calidad de los trigos blandos y es poca la información de su aplicación en triticale (Ramírez *et al.*, 2003; Rocchia *et al.*, 2006; Colombo *et al.*, 2008). Esta prueba mide la habilidad de una harina para retener cuatro solventes diferentes (agua, sacarosa 50 %, carbonato de sodio 5 % y ácido láctico 5 %). Cada solvente puede predecir la contribución funcional de los componentes de la harina: el SRC agua es afectado por todos los constituyentes hidrofílicos de la harina y se relaciona con la capacidad de retención de agua por los componentes poliméricos, el SRC láctico está asociado con la capacidad de formación de redes de la fracción de gluteninas y la fuerza del gluten, el SRC carbonato se vincula con el contenido de almidón dañado, y el SRC sacarosa está relacionado con el contenido de pentosanos accesibles a la fase líquida (Gaines, 2000; Guttieri *et al.*, 2002; Kweon *et al.*, 2009).

El contenido de cenizas permite clasificar a las harinas en función del contenido de salvado que contienen. El salvado está formado por el pericarpio, la capa de aleurona, la epidermis nuclear y la testa (Hoseney, 1994); y dada su composición química, contiene una elevada proporción de minerales y de fibras. Por lo tanto, el contenido de cenizas permite clasificar las harinas en función del grado de extracción (kg de harina obtenidos cada 100 kg de trigo molido). En consecuencia, un menor contenido de cenizas en la harina indica una reducción del nivel de contaminación con salvado (Barrera *et al.*, 2012).

Las harinas para galletitas requieren poca cantidad de agua (Fairidi *et al.*, 1994) y de esta manera se produce una mayor absorción de agua por parte del azúcar, se incrementa el jarabe y decrece la viscosidad de la masa durante el horneado es decir la masa puede extenderse mas produciendo galletitas de mayor diámetro (Slade & Levine, 1994). En Argentina se ha desarrollado un protocolo de horneado para la evaluación de galletitas dulces elaboradas con harina de triticale y permite determinar el factor galletita que se obtiene de la relación entre el diámetro y la altura de cuatro galletitas orientadas al azar (León *et al.*, 1996). Los mayores valores indican galletitas de alta calidad.

La elaboración de galletitas con harinas que no sean de trigo está poco estudiada y se centran en estudios de cereales libres de gluten como centeno, sin embargo la elaboración de las mismas con harina integral de trigo puede ser una alternativa a la harina blanca debido a su adecuadas propiedades tecnológicas y sus ventajas nutricionales (Gómez *et al.*, 2010).

Si bien se conducen programas de mejora genética, aún no se han obtenido granos con buena calidad industrial debiéndose mejorar la textura del endosperma, el arrugamiento de los granos, el bajo peso hectolítrico y contenido de gluten (Amaya & Peña, 1990). En este sentido la selección de cultivares sobre la base de parámetros de calidad es una herramienta imprescindible para la obtención de cultivares con aplicación industrial (Rubiolo *et al.*, 2004).

Los objetivos del presente trabajo fueron evaluar la productividad de cultivo de 22 genotipos de triticales y analizar los parámetros fi-

sicoquímicos y la capacidad de sus harinas integrales para elaborar galletitas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Tabla 1 se detalla la procedencia de los materiales analizados. Comprende 18 líneas experimentales originadas en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México y la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba), dos cultivares de triticales graníferos (Eronga 83 y Cananea) y dos triticales forrajeros (Quiñé UNRC y Yagán INTA).

El ensayo se condujo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa

en un suelo caracterizado como un Haplustol éntico, con una profundidad de 110 cm. La siembra se efectuó el 9 de Junio de 2010 con una densidad de siembra a razón de 250 plantas a la emergencia y en parcelas estándar bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. No se aplicó riego ni fertilizante. El total de precipitaciones durante el ciclo del cultivo fue de 261,6 mm. La cosecha se efectuó manualmente a madurez fisiológica y las muestras de grano se acondicionaron con un contenido de humedad del 14 %.

Evaluación de rendimiento y calidad del grano

Para determinar el rendimiento de grano se

Tabla 1. Nombre y procedencia de las líneas experimentales y cultivares de triticales en Santa Rosa, La Pampa.

Table 1. Name and origin of triticales experimental lines and cultivars evaluated in Santa Rosa, La Pampa.

	Nombre	Procedencia
1	LF53 x LF37 /12	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
2	(T60 x Tehuelche) x LF65 /6	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
3	LF97 x T312 /11	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
4	Cim 03 FW/40	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
5	Cim 03 FW/61	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
6	Cim 03 FW/64	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
7	Cim 03 FW/75	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
8	Cim 03 FW/77	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
9	Cim 03 IT/8	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
10	Cim 03 IT/12	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
11	Cim 05 IT/809	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
12	Cim 05 IT/810	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
13	Cim 05 IT/826	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
14	Cim 05 IT/829	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
15	Cim 05 IT/830	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
16	Cim 05 IT/832	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
17	Cim 05 IT/834	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
18	Cim 05 IT/835	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
19	Eronga 83	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
20	Quiñé-UNRC	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
21	Cananea	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
22	Yagán-INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina

cosechó una superficie de dos metros cuadrados y la trilla se realizó con una cosechadora estática Forti. Los datos se extrapolaron a kg ha⁻¹. El Peso de 1000 granos (g) se determinó como el promedio de dos muestras de 100 granos cada una. El Peso Hectolítrico (PH) se determinó como el promedio del peso corregido de los granos contenidos en una probeta de 100 mililitros, sobre dos repeticiones y se realizó la conversión a kg.hL⁻¹.

Análisis físico y fisicoquímico de las harinas

Para la obtención de las harinas integrales, los granos fueron molidos en un molino Laboratory Perten Mod. Mill 3100. Esta molienda consiste en disminuir el tamaño de partícula, formando un polvo (harina integral) que tiene la misma composición química que el total del grano. Se removieron las partículas mayores con una malla que solo dejaba pasar partículas menores a 105 micrones para la obtención de harinas blancas.

Se determinaron los valores de humedad de la harina de acuerdo al Método 44-15.02, AACC, 2000) y la dureza relativa de los granos mediante el Índice de Tamaño de Partícula (PSI) calculados como el peso relativo de harina tamizada x 100, y luego comparados con una tabla para obtener la dureza relativa (Yamazaki, 1972).

En la predicción de la calidad y composición química de las harinas se utilizaron las siguientes técnicas:

1. Contenido total de proteínas, determinado por el Micro Método de Kjeldhal modificado para ácido bórico (Método 46-12, AACC, 2000). Los valores de proteína se calcularon como N x 5.7 y ajustados a 14 % de humedad. Las determinaciones se repitieron con muestras de harinas tamizadas con malla de 105 micrones.
2. Índice de Sedimentación en Dodecil Sulfato de Sodio (IS-SDS) (Método de Dick & Quick, 1983). El volumen de sedimentación va a ser proporcional al contenido de proteínas formadoras de gluten y de su calidad (Vázquez, 2009).
3. Prueba de Pelshenke. (Método 56-50,

AACC, 2000). Este método se basa en la capacidad de una bola de masa para retener el gas producido durante la fermentación. El método proporciona una indicación de la fuerza del gluten, es decir, cuanto mayor sea el tiempo de retención de gas, mayor es la fuerza del gluten.

4. Perfil de Capacidad de Retención de Solventes (SRC) (Método 56-11, AACC, 2000). Las determinaciones se repitieron con muestras de harinas tamizadas con malla de 105 micrones.
5. Índice de Retención de Agua Alcalina (IRAA) (Método 56-10, AACC, 2000). Se repitió esta determinación con harina tamizada con malla de 105 micrones.

Elaboración de galletitas

Se elaboraron galletitas con las harinas en estudio. Los ingredientes utilizados fueron: harina (45 g), azúcar impalpable (27 g), grasa vegetal (20,20 g), leche en polvo (2,25 g), bicarbonato de sodio (0,50 g), sal (0,42 g) y agua (8,5 mL). Los ingredientes sólidos menos la harina son mezclados e incorporados a la grasa vegetal. Posteriormente se mezcla con una batidora eléctrica por 1 minuto. Luego se agrega el agua y se mezcla nuevamente por 2 minutos. Por último se incorpora la harina y se mezcla con batidora por 2 minutos nuevamente (Finney *et al.*, 1950 con las modificaciones realizadas en el CIMMYT) (León *et al.*, 1996). Las galletitas fueron horneadas a 180 °C por 10 min. La calidad se determinó mediante el factor galletita (FG), obtenido de la relación entre el diámetro y la altura de cuatro galletitas orientadas al azar, asignándole la mejor calidad a aquellas que tuvieron un valor absoluto superior. En general, las galletitas de buena calidad son aquellas que tienen mayor diámetro, bajo espesor y tiernas (León *et al.*, 1996).

Análisis estadístico

Las determinaciones se realizaron por duplicado y se informaron como valor promedio. Los datos de productividad y características físicas del grano se trataron estadísticamente mediante un análisis de varianza y los resultados

fueron comparados con la prueba de la mínima diferencia significativa (LSD) de Fisher a un nivel de significación de $\alpha = 0,05$. Se analizaron las correlaciones de Pearson (r) y componentes principales (PCA) para determinar las relaciones entre las diferentes variables usando el programa estadístico InfoStat (2002). Los resultados del PCA se representaron gráficamente con la proyección de los dos primeros

componentes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de calidad de las harinas y de las galletitas

La Tabla 2 presenta los parámetros de calidad de las harinas obtenidas. El contenido de humedad de la harina varió entre 8,60 y 10,09 % con un promedio de 9,1 %. Las texturas de los gra-

Tabla 2. Humedad, Índice de tamaño de partícula (PSI), contenido de proteínas, índice de sedimentación (SDS-SI), valores de Pelshenke e índice de retención de agua alcalina (IRAA) de 22 genotipos de triticales en Santa Rosa, La Pampa.

Table 2. Humidity, particle size index (PSI), protein content, sedimentation rate (SR), Pelshenke value and alkaline water retention index (AWRI) of 22 triticale genotypes in Santa Rosa, La Pampa.

	Genealogía	Humedad %	PSI	Proteína (%)		SDS - SI (cm ³)	Pelshenke (min)	IRAA	
				1	2			1	2
1	LF53 x LF37 /12	9	69.9	12	12.8	6.3	53.1	111.35	80.35
2	(T60 x Tehuelche) x LF65 /6	9.1	64.8	12.7	13.1	7.6	62.3	115.19	91.48
3	LF97 x T312 /11	8.7	35.7	12.9	14.7	9.4	130	115.67	91.74
4	Cim 03 FW/40	9	43.1	13.9	14.4	6.1	37.7	124.41	104.22
5	Cim 03 FW/61	8.6	33.6	14.1	13.8	8.1	48.4	125.05	79.03
6	Cim 03 FW/64	8.8	30.6	9.7	8.5	6.3	42.8	108.72	88.28
7	Cim 03 FW/75	8.9	65.7	12.5	13.9	8.5	71.2	112.29	85.09
8	Cim 03 FW/77	8.8	41.6	11.1	10.7	6.8	93.8	101.99	80.19
9	Cim 03 IT/8	9.3	63.4	11.7	12.9	6.5	46	103.72	75.25
10	Cim 03 IT/12	9.1	57.2	10.8	12.5	9.1	54.6	117.25	79.94
11	Cim 05 IT/809	9.2	47.5	9.8	8.3	8.3	94.8	101.39	89.21
12	Cim 05 IT/810	9	61.5	10.4	12.1	7.8	50.7	106.68	84.17
13	Cim 05 IT/826	8.9	47	10.9	11.5	6.3	61	116.35	77.91
14	Cim 05 IT/829	8.8	59.9	11	11.2	6.7	104.1	110.1	77.53
15	Cim 05 IT/830	10.09	61.2	10.5	11.5	6	52	104.52	78.35
16	Cim 05 IT/832	9.6	70.1	10.4	11	6.9	65.2	100.4	78.89
17	Cim 05 IT/834	9	73.7	9.5	11.6	7.2	63.9	117.95	82.25
18	Cim 05 IT/835	9	61.5	10.7	12.2	8.3	60	100.59	87.34
19	Eronga 83	9.3	52.2	12.4	13	6.1	70.6	75.21	89.86
20	Quiñé-UNRC	9.5	42.1	12.8	15.8	9.7	100	116.19	90.34
21	Cananea	9.4	66.9	9.4	10.4	5	93.2	109.89	85.37
22	Yagán-INTA	9	57.1	14.2	15.7	9.9	107.4	130.42	103.43
Promedio		9.1	54.8	11.5	12.3	7.4	71	110.2	85.5
Desvío Estándar		0.3	12.8	1.5	2	1.4	25	11.4	7.8

1: Harinas sin tamizar

2: Harinas tamizadas con malla de 105 mm

nos presentaron valores de PSI en un rango de entre 30,6 a 69,9 con un valor promedio de 54,8 (Tabla 2). Estos valores corresponderían a la categoría de granos muy blandos a extra blandos, según el método 55-30 de la American Association of Cereal Chemist (AACC, 2000) establecida para clasificar la textura de los diferentes granos de trigo. Williams (1956) encontró un rango de dureza de 7,8 a 36,6 en 280 cultivares de triticale. Rubiolo *et al.* (2004) obtuvieron un rango entre 7,4 y 27,4 en el estudio de 25 líneas experimentales.

Las harinas analizadas presentaron diferentes contenidos de proteínas, con un rango de 9,4 a 14,2 % para las harinas sin tamizar y de 8,3 a 15,8 % en las tamizadas con mallas de 105 micrones. El proceso de tamizado no modificó significativamente el contenido de proteína de las harinas. León *et al.* (1990) analizaron el contenido de proteína de cultivares de Triticale de origen argentino obtuvieron para Cananea: 12,7 %, Currency: 12,6 %, Eronga: 13,2 %, LA 24 Bve: 11,9 %, LA 20 FCA: 13,5 %, LA 83 FCA: 12,3 %, Tatú: 12,1 %, Tehuelche: 13,2 %, Quiñé: 14 % y Yagán: 13,5 %. Aguirre *et al.* (2002) estudiaron 46 líneas experimentales de Triticales argentinos y obtuvieron un promedio de proteínas de 12,3 %. Ramírez *et al.* (2003) obtuvieron porcentajes de 9,82 (Remedios), 9,98 (Tatú), 8,02 (línea 383, 8,73 (línea 393), 9,57 (línea 390/95) 9,29 (línea 392/95 y 8,17 (línea 397/95). Roccia *et al.* (2006) obtuvieron para Tatú (9), línea 3 (10,2), 44 (8,5), 361 (12,4), 362 (11,1), 365 (12), 367 (11), 368 (13,3), 369 (11,3), 371 (11,3), 377 (10,9), 378 (10,2), 379 (11), 380 (10,2), 383 (10,6), 385 (10,3), 387 (9,7), 390 (10), 395 (12,1), 397 (10,8), 398 (10,9), 406 (10,5), 410 (8,4), 413 (10,7) y 414 (11,4). León *et al.* (2008) mencionan un 13 % de proteína y Oliete *et al.* (2010) publicaron porcentajes de 13,3 (TT 1003), 9,7 (TT 1037), 11,7 (TT1039) y 12,3 (TT1041)

Los valores encontrados en este trabajo son aproximados a los mencionados previamente. Sin embargo, la harina integral en general tiene un contenido de entre 0,8 a 1,5 % superior a la harina obtenida por la molienda del endospermo (Vázquez, 2009).

El índice de sedimentación en SDS determina de manera general las propiedades de hidratación y grado de expansión de las gliadinas. Este índice mide la capacidad del gluten de formar una red y la calidad de las harinas de modo que altos valores del índice indican mejor calidad de harinas para panificación y valores bajos a medianos para uso en galletitas. Las proteínas del triticale forman una malla menos fuerte que las del gluten de trigo por lo cual su harina se utiliza para productos que requieren menor tenacidad (Moiraghi *et al.*, 2005).

Los valores de SDS-SI variaron entre 5,0 y 9,9 cm³ (Tabla 2) y resultaron coincidentes con los comunicados en otras publicaciones. Se mencionan valores de entre 3,7 a 9,0 cm³ (Rubiolo *et al.*, 2004) y de 5,0 a 9,3 cm (Ramírez *et al.*, 2003). Estos valores son considerablemente más bajos que los reportados para trigo por de la Horra *et al.* (2012) que encuentran valores de entre 18,50 a 19,25 cm³ y ello obedecería a que los triticales presentan una calidad panadera inferior relacionada con una concentración más baja y una calidad más pobre de las proteínas del gluten (Amaya & Peña, 1990; Rubiolo *et al.*, 2004).

Los valores de la Prueba de Pelshenke variaron entre 37,7 min y 130,0 min con un valor promedio de 71,0 min (Tabla 2). Valores inferiores a 60,0 min indican la presencia de un gluten débil en la harina, entre 60,0-100,0 min corresponden a los glútenes medios y por encima de 100,0 min a los glútenes clasificados como fuertes (López Bellido, 1991). Masajo *et al.* (1980) mencionan valores de 85,0 a 185,0 min en líneas experimentales de triticale cultivadas en Filipinas. La calidad inferior de las harinas de Triticale respecto a las derivadas de trigo se explica, en parte, por el mayor contenido de proteínas hidrosolubles que implica una menor proporción de proteínas del gluten (Chen & Bushuk, 1970). Las proteínas del Triticale con respecto a la del trigo se caracterizan por tener una mayor concentración de globulinas (10-20 vs. 5-10 %), menor de albuminas (10-20 vs. 20-30%), gliadinas (25-35 vs. 20-30 %) y gluteninas (25-35 vs. 30-40 %) (Simmonds, 1978).

El índice de absorción de agua alcalina

(IRAA, %) es un índice usado para seleccionar harinas de buena calidad para galletitas. Las fracciones pentosanos, proteínas, glicoproteínas y almidón dañado de las harinas serían responsables de la retención de agua alcalina (Yamazaki & Lord, 1971). Los valores obtenidos en este estudio para harinas integrales sin tamizar variaron entre 75,2 y 130,4 % y para muestras tamizadas por malla de 105 micrones esos valores variaron entre 75,3 y 104,2 % (Tabla 2). Ramírez *et al.* (2003) encontraron valores de entre 59,5 y 68,1 % en harinas de líneas experimentales de triticale, Rubiolo *et al.* (2004) registraron valores de IRAA que variaron entre 59,7 y 72,5 % mientras que Roccia *et al.* (2006) obtuvieron valores entre 62,5 y 74,2 %. Los valores superiores encontrados en este estudio podrían deberse al mayor contenido de arabinosilanos originados de la capa de aleurona y salvado del grano en una molienda integral. Yamazaki *et al.* (1971) en trigo encontraron que la fracción hidrofílica constituida por pentosanos, glicoproteínas y complejos proteína-polisacáridos eran responsable de los altos valores de IRAA.

Una alta capacidad de retención de agua de las harinas de triticale es un inconveniente para la extensibilidad de las galletitas, por lo tanto harinas con valores de IRAA altos son considerados de mala calidad (León *et al.*, 1996; Torri *et al.*, 2003). Bajos valores de IRAA indican buena calidad de harinas que se traducen en galletitas de mayor diámetro (Gaines, 2000).

El perfil de capacidad de retención de solventes (SRC) es un método propuesto para evaluar la habilidad de una harina para retener cuatro solventes diferentes (agua, sacarosa 50 %, carbonato de sodio 5 % y ácido láctico 5 %) después de la centrifugación (Guttieri *et al.* 2002). Se encontró un amplio rango de valores de SRC dentro de cada solvente, tanto para harina no tamizada (1) como aquella tamizada con malla de 105 micrones (2) como se observa en la Tabla 3. Los valores encontrados por Ramírez *et al.* (2003) y Roccia *et al.* (2006) en triticales fueron notablemente inferiores a los del presente trabajo. Los valores de SRC de la harina dependen del nivel de extracción de la harina puesto que un mayor nivel de extracción aumenta principal-

mente el nivel de SRC de carbonato de sodio y sacarosa (Guttieri & Souza, 2003).

Los valores de SRC agua y carbonato de sodio SRC de harinas enteras mostraron mayores niveles de correlación con los de harina blanca ($r = 0,82^{**}$ y $r = 0,90^{**}$, respectivamente), que los parámetros SRC sacarosa y SRC láctico ($r = 0,73^{**}$ y $r = 0,74^{**}$, respectivamente), todos significativos (Tabla 5). El menor valor de los coeficientes de correlación entre los dos tipos de harinas se debe a dificultades en el método cuando el salvado está presente. Las harinas con salvado forman agregados sueltos durante la centrifugación de la solución de sacarosa al 50 % lo que produce dificultad en la decantación y separación del sobrenadante (Souza *et al.*, 2011). Estos autores también señalaron los problemas de predicción del SRC láctico obtenido de harinas enteras. La absorción e hinchamiento del salvado en la solución de ácido láctico interfiere con la medición del macro polímero de gluteninas.

En las harinas tamizadas se produjo una disminución en la capacidad de las harinas para retener los distintos solventes con respecto a las no tamizadas. Se encontraron disminuciones del 18,7 % del valor promedio de SRC agua, 13,4 % del SRC carbonato, 8,05 % del SRC sacarosa y 20,4 % del SRC láctico. Kweon *et al.* (2011) mencionan valores óptimos de SRC agua ≤ 51 %, SRC ácido láctico ≥ 87 %, SRC $\text{Na}_2\text{CO}_3 \leq 64$ % y SRC sacarosa ≤ 89 % en harinas de trigo estándar usadas como testigos para la elaboración de galletitas.

Parámetros físicos del grano y rendimiento

Los valores de peso de 1000 granos oscilaron entre 32,0 y 46,0 g con un promedio de 39,8 g (Tabla 4). León (1995) menciona valores de entre 38,0 y 51,0 g con un promedio de 43,2 g, por su parte Ullah *et al.* (1986) publicaron valores de entre 32,6 y 41,1 g.

El peso hectolítrico (PH) varió entre 68,3 y 77,0 $\text{kg}\cdot\text{hL}^{-1}$ con una media de 73,09 $\text{kg}\cdot\text{hL}^{-1}$. (Tabla 4). Otros valores publicados estuvieron entre 56,6 y 75,2 $\text{kg}\cdot\text{hL}^{-1}$ (León *et al.*, 1990); de 56,2 a 72,2 $\text{kg}\cdot\text{hL}^{-1}$ y promedio de 63,2 (León, 1995). Este autor considera que son pesos habi-

Tabla 3. Perfil de Capacidad de Retención de Solventes (SRC) de harinas de triticale sin tamizar y tamizada con malla de 105 mm en Santa Rosa, La Pampa.

Table 3. Solvent retention capacity (SRC) of triticale flours unscreened and screened through a sieve of 0.105 mm mesh opening in Santa Rosa, La Pampa.

	Genealogía	Capacidad de Retención de Solventes (SRC)							
		Agua (%)		Na ₂ CO ₃ (%)		Sacarosa (%)		Láctico (%)	
		1	2	1	2	1	2	1	2
1	LF53 x LF37 /12	85.4	67	106.1	100.5	134.8	109.5	90.2	68.7
2	(T60 x Tehuelche) x LF65 /6	87.4	70.9	113.9	100	131.8	121.4	96.7	96.5
3	LF97 x T312 /11	91.6	67	130.5	112.8	133.5	126.2	119.3	94.9
4	Cim 03 FW/40	92.9	79.6	125.6	113.4	130.5	126.8	106.1	85.2
5	Cim 03 FW/61	94.6	74.3	130.7	127.3	141.1	136.2	113.9	93.6
6	Cim 03 FW/64	85.8	67	102.3	95.7	127.6	104.7	93.9	67.2
7	Cim 03 FW/75	83	67.2	118	99.4	115.1	117.8	106.1	68
8	Cim 03 FW/77	82.2	66.5	117.5	95.1	121.4	111.7	90.7	76.1
9	Cim 03 IT/8	78.9	65.6	101.9	82.8	110.2	105.7	84.3	71.7
10	Cim 03 IT/12	84.3	67.5	108.5	95.5	119.8	113.5	94.1	67
11	Cim 05 IT/809	82.2	70.2	103.8	94.3	117.8	109.7	93.1	80.2
12	Cim 05 IT/810	75.7	64.7	104.4	91.2	116	112.6	85.2	72.2
13	Cim 05 IT/826	80.6	64.3	105.1	87.4	115.8	105.1	89.8	65.3
14	Cim 05 IT/829	83	70.7	104.6	89.9	129.6	110.2	91.3	66.8
15	Cim 05 IT/830	75.8	64.8	102.8	84.7	116.5	102.7	85.9	80.2
16	Cim 05 IT/832	78.4	66	105.2	86.9	117.4	103.3	86	69.5
17	Cim 05 IT/834	83.9	64.5	119.1	90.7	124.6	106.7	92.1	73.8
18	Cim 05 IT/835	77.5	63.5	102.7	86.1	119.7	101.2	87.4	61.5
19	Eronga 83	77.6	65.1	99.6	81.7	112.2	111.7	88.6	64.2
20	Quiñé-UNRC	91.3	71.8	117.3	102.7	125	117.5	114.2	88.9
21	Cananea	82.1	66.3	99.6	80.4	111.9	102.8	89.4	80.7
22	Yagán-INTA	95.9	80.5	139.3	123	138.6	133.6	125.4	100.2
Promedio		84.1	68.4	111.8	96.4	123.2	113.2	96.5	76.9
Desvío Estándar		6	4.7	11.5	12.9	9	10.1	12	11.7

1: Harinas sin tamizar

2: Harinas tamizadas con malla de 105 mm

tuales en triticales que no han sufrido una fuerte presión de selección en función de la calidad del grano, y que son cultivados sin riego ni fertilización. Los materiales analizados en el presente estudio comprenden genotipos seleccionados por su aptitud granífera en el CIMMYT y algunos de ellos superan a los cultivares graníferos Eronga 83 y Cananea.

El peso hectolítrico está definido principal-

mente por la morfología del grano (Peña *et al.*, 2007). Es un factor importante desde el punto de vista de la calidad, ya que generalmente un peso hectolítrico alto se refleja en un buen rendimiento harinero. Resulta afectado por la forma y uniformidad del tamaño de la semilla y por la densidad del grano que esta determinada por la estructura biológica y la composición química (Zeleny, 1971). León (1995) establece una co-

relación de $r = 0,785$ entre el peso hectolítrico y el rendimiento en molino lo cual lo convierte en un parámetro con capacidad de predicción lineal sobre el rendimiento en molino.

Hlynka y Bushuk (1959) sostienen que el peso de grano no influye sobre el peso hectolítrico. En el presente estudio la correlación entre peso de 1000 granos y PH fue de $r = 0,46$ ($p \leq 0,05$). Al respecto León (1995) encontró una correlación positiva entre el peso de 1000 semillas y el PH ($r = 0,575$) y sugirió que se puede atribuir a

que los granos de algunos cultivares de mala calidad son al mismo tiempo livianos y arrugados, conjugándose dos aspectos indeseables que en muchos casos no concurren.

Los rendimientos de grano obtenidos en este ensayo oscilan entre 2783,3 y 5712,5 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ con un promedio de 4404,9 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ (Tabla 4). Los triticales graníferos superaron a los testigos forrajeros (Quiñe UNRC y Yagán INTA) en un 43,3%, cuyos promedios son 4460 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ y 3112 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$, respectivamente. Las precipitacio-

Tabla 4. Peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH), rendimiento de grano y Factor Galletita (FG) de triticales analizados en Santa Rosa, La Pampa.

Table 4. Thousand grain weight (TGW), test weight (TW), grain yield and Cookie-Making Factor (CMF) of triticale genotypes evaluated in Santa Rosa, La Pampa.

	Genealogía	PMG (g)		PH ($\text{kg} \cdot \text{hL}^{-1}$)		Rendimiento Grano ($\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$)		FG
1	LF53 x LF37 /12	40.10	bcdef	70.20	cde	2783.3	d	6.89
2	(T60 x Tehuelche) x LF65 /6	41.70	bcde	66.10	fg	4229.1	abcd	5.58
3	LF97 x T312 /11	32.59	gh	68.80	def	3081.9	cd	6.20
4	Cim 03 FW/40	39.50	cdef	68.30	def	4325.0	abcd	5.99
5	Cim 03 FW/61	35.26	fgh	68.80	def	3748.5	abcd	5.97
6	Cim 03 FW/64	38.70	def	77.00	a	3709.7	abcd	6.57
7	Cim 03 FW/75	38.66	def	72.20	cd	4490.3	abcd	6.30
8	Cim 03 FW/77	36.08	fgh	74.70	ab	4513.8	abcd	6.13
9	Cim 03 IT/8	42.30	abcde	75.00	abcd	3929.1	abcd	6.00
10	Cim 03 IT/12	41.78	abcde	75.40	abcd	5712.5	a	5.81
11	Cim 05 IT/809	44.47	abc	74.30	abcd	5368.0	a	5.68
12	Cim 05 IT/810	42.02	abcde	75.00	abcd	5011.1	abc	5.91
13	Cim 05 IT/826	43.73	abcd	75.30	abcd	4884.7	abc	6.68
14	Cim 05 IT/829	39.00	cdef	75.10	abcd	5634.7	a	6.89
15	Cim 05 IT/830	45.64	a	75.70	abcd	5109.1	ab	6.90
16	Cim 05 IT/832	45.22	ab	74.00	abc	4437.5	abcd	6.90
17	Cim 05 IT/834	46.08	a	75.90	abcd	4876.4	abc	6.77
18	Cim 05 IT/835	42.64	abcde	72.60	bc	5455.5	a	5.37
19	Eronga 83	37.19	efg	74.20	ab	3784.7	bcd	5.88
20	Quiñe-UNRC	32.00	gh	70.50	cde	3045.8	cd	6.75
21	Cananea	39.50	cdef	75.10	abcd	5600.0	ab	7.10
22	Yagán-INTA	33.40	fgh	73.80	abcd	3179.1	bcd	6.14
	Promedio	39.89		73.09		4404.9		6.29
	Desvío Estándar	4.17		2.98		907.9		0.51

nes fueron abundantes durante los meses en que se desarrollaron los componentes de rendimiento del cultivo.

Ramacciotti *et al.* (2010) encontraron que el rendimiento promedio de los triticales graníferos (2508 kg.ha⁻¹) resultó significativamente superior al alcanzado por los triticales forrajeros (1551 kg.ha⁻¹) para una evaluación en Córdoba en un año en el que las precipitaciones efectivas fueron de tan sólo 26 milímetros durante los cinco meses en los que el ensayo estuvo implantado. Fernández (2008) analizó en Santa Rosa (La Pampa) durante el período 1996-2000 el rendimiento y estabilidad del triticale Eronga 83 y registró un rendimiento promedio de 3904 kg.ha⁻¹.

Los valores obtenidos para FG oscilaron entre 5,37 (Cim 05 IT/835) y 7,10 (Cananea). Otras líneas experimentales con valores cercanos al valor máximo fueron la 14 (Cim 05 IT/829), la 1 (LF53xLF37/12), la 15 (Cim 05 IT/830) y la 16 (Cim 05 IT/832) (Tabla 4). León *et al.* (1996) encontraron un FG de 6 para Cananea y fue considerado de aceptable calidad de acuerdo a las categorías usadas por el CIMMYT. En el mismo estudio se obtuvieron valores de 5,7 (Eronga 83), 5,2 (Quiñé UNRC) y 5,4 (Yagán INTA). Roccia *et al.* (2006) trabajando con 25 líneas de triticales, obtuvieron harinas blancas (~ 58 % de tasa de ex-

tracción) y encontraron factores galletita entre 4,4 y 6,2.

A pesar de que las galletitas elaboradas con harinas integrales mostraron aspecto y color diferente a las elaboradas con harina blanca, los valores de FG obtenidos en este estudio son ligeramente superiores a otros estudios en los que se utilizó harina blanca. Esta diferencia en el FG justifica la utilización de harinas integrales debido a que las mismas poseen mejores propiedades nutricionales.

Los cereales cuando se consumen integrales, a través de su contenido de celulosa y hemicelulosa, contribuyen de forma importante al aporte de fibra dietética. La mayor parte de la fibra está constituida por β-glucanos y pentosanas, en proporciones muy variables (León & Rosell, 2007) y presentan propiedades promotoras de la salud ayudando a reducir el riesgo de ciertas enfermedades crónicas como el cáncer, la diabetes, las enfermedades cardiovasculares, la obesidad, etc. (Liu, 2004).

En el presente trabajo las líneas 14 (Cim 05 IT/829), 21(Cananea) y 15 (Cim 05 IT/830) fueron las de mejor desempeño si se considera el rendimiento de granos, el peso hectolítrico y la aptitud galletitera de harinas obtenidas con mo-

Tabla 5. Correlaciones entre parámetros físicos, fisicoquímicos y factor galletitas en harinas integrales de triticale.

Table 5. Correlations among physical, physico-chemical and cookie-making factors of triticale whole flours.

	SRC a	SRC c	SRC s	SRC l	IRAA	Prot.(14)	Pel (min)	SDS - SI	PSI
SRC c	0,85**								
SRC s	0,83**	0,73**							
SRC l	0,90**	0,89**	0,68**						
IRAA	0,76**	0,71**	0,66**	0,65**					
Prot.(14)	0,70**	0,73**	0,61**	0,73**	0,40*				
Pel (min)	0,23	0,25	0,1	0,41*	0,02	-0,02			
SDS - SI	0,44**	0,54**	0,33	0,65**	0,36	0,31	0,45**		
PSI	-0,49**	-0,35	-0,35	-0,47**	-0,15	-0,33	-0,11	-0,18	
FG	-0,07	-0,18	-0,06	-0,12	0,1	-0,32	0,17	-0,40*	0,22

(*p≤0,05) (**p≤0,01), (p≤*** 0,001). SRCw= solvent retention capacity for water, SRCc= solvent retention capacity for sodium carbonate solution, SRCs= solvent retention capacity for sucrose solution, SRCl= solvent retention capacity for lactic acid solution, AWRC= alkaline water retention capacity, Prot.(14)= protein content based on a 14% flour moisture, Pel (min)= Pelshenke value (in minutes), SRSDS= sedimentation rate in sodium dodecyl sulfate, PSI= particle size index.

lienda integral del grano.

Relación entre parámetros de la calidad de harinas

En la Tabla 5 se muestra las correlaciones entre los parámetros fisicoquímicos y FG de las muestras de harinas integrales analizadas. Se observa correlaciones significativas entre los parámetros IRAA y SRC agua con la capacidad de retención de los tres restantes solventes (SRC de carbonatos, sacarosa y láctico) y de estos entre sí. Estas fuertes correlaciones sugieren una fuerte influencia del almidón dañado, pentosanos y gluteninas de las harinas en la absorción de agua (Roccia *et al.* 2006). Estos resultados concuerdan con las correlaciones encontradas en publicaciones previas (Gaines, 2000; Colombo *et al.*, 2008; Duyvejonck *et al.*, 2012).

Se encontró alta correlación ($p \leq 0,01$) entre el contenido de proteínas (Prot.14) y los SRC de los cuatro solventes indicando la existencia de asociación entre la cantidad de proteína y los principales componentes de la harina (almidón dañado, pentosanas y gluteninas). Roccia *et al.* (2006) también encontraron asociaciones entre proteína y SRC agua, sacarosa y carbonato de sodio. En este sentido, diferentes autores encontraron correlaciones significativas entre proteína y SRC ácido láctico (Colombo *et al.* (2008), Ram *et al.* (2005) y Xiao *et al.* (2006)). En cambio, numerosos trabajos no reportaron asociación entre los valores de proteína y los valores de SRC (Guttieri *et al.*, 2001, 2008; Duyvejonck *et al.*, 2012). Guttieri *et al.* (2002) consideran que si bien no existe una relación entre proteína y los valores de SRC ácido láctico en harinas de trigo blando, observaron que dentro de un determinado cultivar, al aumentar los valores de proteínas se incrementan los valores de SRC ácido láctico y SRC sacarosa.

Los valores de Pelshenke se correlacionaron con los de SRC láctico ($r = 0,41$ $p \leq 0,05$) indicando la asociación entre la fuerza del gluten con el contenido de gluteninas de las harinas.

Se encontró asociación entre el SDS-SI con la retención de agua de las harinas (SRC agua, $r = 0,44$, $p \leq 0,01$), con el contenido de gluteninas

(SRC láctico, $r = 0,65$, $p \leq 0,01$) y la fuerza del gluten (Pel., $r = 0,45$, $p \leq 0,01$).

La correlación entre PSI y SRC agua fue de $r = -0,49$ ($p \leq 0,01$) indicando que aquellos cultivares que producen harinas de mayor tamaño de partícula absorben menos agua; la correlación del PSI y SRC ácido láctico fue de $r = -0,47$ ($p \leq 0,01$) o sea que a mayor tamaño de partícula menor será el contenido relativo de gluteninas. Kweon *et al.* (2009b) consideran que a mayor grado de extracción de las harinas (por ejemplo, para un rendimiento de un 75 % de extracción) disminuye el SRC ácido láctico respecto a las harinas de menor grado de extracción (por ejemplo, un rendimiento de 35 %).

El FG se asoció negativamente con SDS-SI ($r = -0,40$, $p \leq 0,05$), lo que se interpretó como que una menor capacidad de las gluteninas para formar una red en la masa favorece la calidad de las galletitas obtenidas.

En este estudio no se encontró asociación significativa entre los parámetros de SRC y el FG de harinas integrales. Souza *et al.* (2011) consideraron que la prueba de SRC sacarosa a partir de harina entera fue un factor predictivo de la calidad de la galletas de masa antiaglutinantes. Esto puede deberse a la capacidad de este solvente de detectar polisacáridos no amiláceos extraíbles. Las diferencias en los polisacáridos no amiláceos extraíbles en las fracciones de salvado de diferentes genotipos de trigo pueden contribuir a la funcionalidad deseable en la elaboración de galletas de masa antiaglutinantes.

Componentes principales

Se realizó un análisis de componentes principales para obtener una interpretación de las interrelaciones entre todas las variables analizadas (Figura 1). Las dos primeras componentes explicaron un 63 % de la variabilidad total.

El CP1 fue definido por las variables Capacidad de Retención de los Solutos agua (SRC a), carbonatos (SRC c), sacarosa (SRC s), láctico (SRC l) y por proteína (Prot. 14) en forma positiva mientras que el peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH) y rendimiento (Rend) lo hicieron en forma negativa. El IRAA se asoció

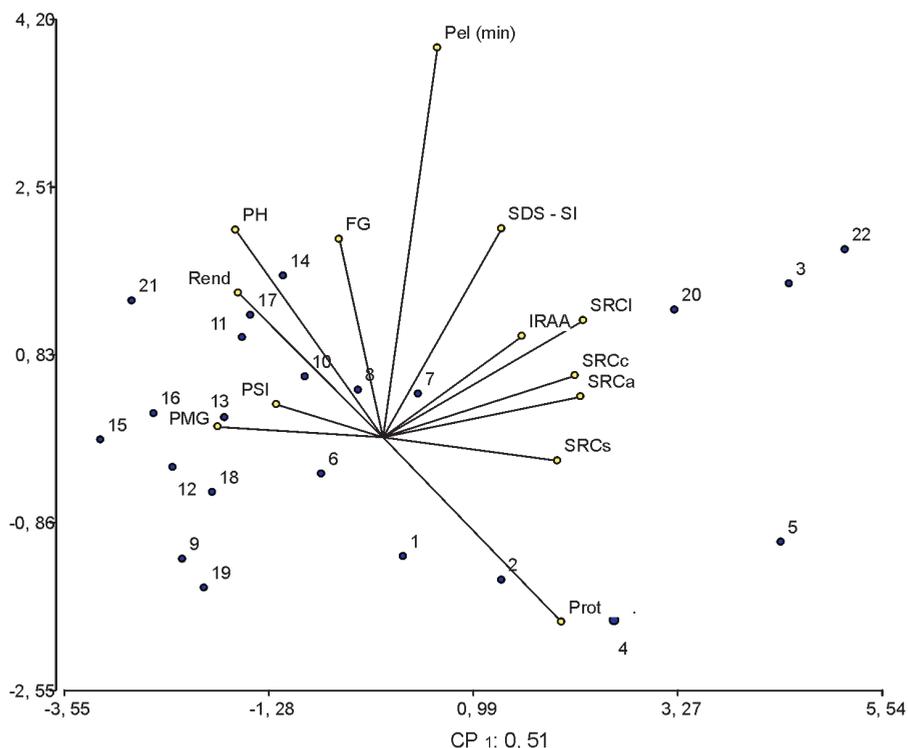


Figura 1. Componentes principales para el análisis físico, fisicoquímico, factor galletitas y productividad de cultivares y líneas experimentales de triticales.

Figure 1. Principal components for physical and physicochemical analysis, cookies factor and productivity of cultivars and experimental lines of triticale.

fuertemente a las variables de Capacidad de Retención de Solutos y el índice de tamaño de partícula (PSI) con el PMG. Esta situación podría interpretarse como que aquellos cultivares con mayor peso de grano y peso hectolítrico generaron harinas más finas (mayor PSI) con menor capacidad de retención de solventes, y menor contenido de proteína, situación deseable en la elaboración de galletitas. El CP2 tuvo una fuerte contribución de la variable Pelshenke (Pel.) pero no se detectó ningún genotipo asociado a este parámetro.

El rendimiento de grano (Rend) estuvo asociado al peso hectolítrico (PH) y las líneas 17 (Cim 05 IT/834) y 14 (Cim 05 IT/829) se destacaron en esas variables. El rendimiento estuvo

inversamente asociado a proteínas (Prot.14). Cuando los nutrientes son limitantes y las condiciones climáticas son favorables, el rendimiento aumenta debido a mayor biosíntesis de almidón en el grano. Si el nitrógeno es limitante, la cantidad de proteínas no va a aumentar en la misma proporción. Este fenómeno es generalmente conocido como “dilución de proteínas” y puede solucionarse con una fertilización adecuada (García Lamothe, 2004, 2006). El factor galletita (FG) no mostró asociación con las variables analizadas.

CONCLUSIONES

Los parámetros PSI, IRAA y SRC de los cuatro solventes (agua, carbonato de sodio, láctico y sacarosa) resultaron superiores a los valores

publicados para harinas blancas por tratarse de harinas integrales. Los valores de SRC agua y SRC láctico de las harinas obtenidas por un tamizado de 105 micrones se aproximan más a los de las harinas blancas.

No se detectaron parámetros fisicoquímicos de las harinas integrales asociados al factor galletita como tampoco pudo explicarse su variabilidad en función de los dos primeros componentes principales. Si bien el testigo Cananea resultó más apto en relación a su calidad galletitera y en productividad se detectaron dos líneas experimentales de triticales potenciales para la elaboración de galletitas.

La utilización de harinas integrales incrementó la capacidad de expansión de las masas durante el horneado y esto se reflejó en un mayor FG. Este aspecto de la calidad galletitera potencia la utilización de harinas integrales en lugar de las blancas debido a la mejora de las propiedades nutricionales relacionada al consumo de granos de cereales enteros.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre A., O. Badiali, M. Cantarero, A. León, P. Ribotta & O. Rubiolo. 2002. Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in Argentine triticales. *Cereal Res. Commun.* 30: 203-208.
- Amaya, A. & R. Peña. 1990. Triticale industrial quality improvement at CIMMYT. Past, present and future. Page 412 in: Proc. 2nd Int. Triticale Symp. Berthier Grafica. Passo Fundo, Brasil.
- American Association of Cereal Chemist (AACC). 2000. Approved Methods of the AACC. 10th Edition, AACC.:St. Paul. Minnessota.
- Barrera, G.N., E. Bassi, R.J.Reyes Martínez, A.E. León & P.D. Ribotta. 2012. Efectos de diferentes fracciones de harinas de trigo pan obtenidas con molino industrial sobre la calidad de galletitas dulces. *Agriscientia* 29(2): 69-79.
- Chen, C.Y. & W. Bushuk. 1970. Nature of proteins in triticale and its parental species. I. Solubility characteristics and amino acid composition of endosperm protein. *Can. J. Plant. Sci.* 50: 9-14.
- Colombo A., G.T. Pérez, P.D. Ribotta & A.E. León. 2008. A comparative study of physicochemical tests for quality prediction of Argentine wheat flours used as corrector flours and for cookie production. *J. Cereal Sci.* 48: 775-780.
- de la Horra A.E., M.L. Seghezzo, E. Molfese, P.D. Ribotta y A.E. León. Indicadores de calidad de las harinas de trigo: índice de calidad industrial y su relación con ensayos predictivos. *Agiscientia* 29(2): 81-89
- Dewettinck K., F. Van Bockstaele, B.Kuhne, D. Van de Walle, T.M. Courtens & X. Gellynck, 2008. Nutritional value of bread: Influence of processing, food interaction and consumer perception. *J.Cereal Sci.* 48: 243-257.
- Dick J. & J. Quick. 1983. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines. *Cereal Chem.* 60: 315- 318.
- Duyvejonk A.E., B. Lagrain, E. Domez, J.A. Delcour & C.M.Courtin. 2012. Suitability of solvent retention capacity test to assess the cookie and bread making quality of European wheat flours. *LWT-Food Sci. Technol.* 47: 56-63.
- Fairidi H., C. Gaines & P. Finney. 1994. Soft wheat quality in the production of cookies and crackers. In: Wheat: Production, Properties and Quality (W. Bushuk and V. Rasper, eds. Chapman & H. Glasgow) Scotland. pp. 154-168.
- Fernández M. A. 2008. La estabilidad del rendimiento de trigo candeal (*Triticum durum* desf.) en la región de planicies con toasca de la provincia de La Pampa. *Rev. Fac. Agronomía, UNLPam.* 19: 41-62.
- Finney K.F., V.H. Morris & W.T. Yamazaki. 1950. Micro versus macro cookie baking procedures for evaluating the cookie quality of wheat varieties. *Cereal Chem.* 27:42-49.
- Gaines C. 1990. Influence of chemical and physical modification of soft wheat protein on sugar-snap cookie dough consistency, cookie size, and hardness. *Cereal Chem.* 67:73.
- Gaines, C. 2000. Report of the AACC committee on soft flour. Method 56-11, Solvent Retention Capacity Profile. *Cereal Foods World* 45: 303-306.
- García Lamothe A. 2004. Manejo de la fertilización con nitrógeno en trigo y su interacción con otras prácticas agronómicas. Serie técnica N°144. Editado por la Unidad de Agrogocios y Difusión, INIA, Uruguay.
- García Lamothe A. 2006. El efecto de la nutrición mineral sobre el rendimiento y la calidad del

- grano de trigo. Serie de Actividades de Difusión INIA 444: 8-22.
- Gomez M., L. Manchón, B. Oliete, E. Ruíz & P.A. Caballero. 2010. Adequacy of wholegrain non-wheat flours for layer cake elaboration. *LWT- Food Sci. Technol.* 43: 507-513.
- Gómez M., F. Ronda, C.A. Blanco, P.A. Caballero & A. Apesteguía. 2003. Effect of dietary fiber on dough rheology and bread quality. *European Food Res. Technol.* 216: 51-56.
- Guttieri M.J., J.C. Stara, K. O'Brien & E. Souza. 2001. Relative sensitivity of spring wheat grain yield and quality parameters to moisture deficit. *Crop Sci.* 41: 327-335.
- Guttieri M.J., R. Mc Lean, S. P. Lanning, L. E. Talbet & E.J.Souza. 2002. Assessing environmental influences on solvent retention capacities of two soft white spring wheat cultivars. *Cereal Chem.* 79: 880-884.
- Guttieri M.J. & E. Souza. 2003. Sources of variation in the solvent retention capacity test of wheat flour. *Crop Sci.* 43: 1628-1633.
- Guttieri M.J., E.J. Souza, & C. Sneller. 2008. Nonstarch polysaccharides in wheat flour wire-cut cookie baking. *J. Agric. Food Chem.* 56: 10927-10932.
- Hoseney R.C. 1994. Principles of Cereal Science and Technology, 2nd ed., American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, MN, USA.
- Hlynka I. & W. Bushuk. 1959. The weight per bushel. *Cereal Sci. Today* 4:239-240.
- InfoStat. 2002. Infostat version 1.1. Grupo InfoStat, FCA. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Kweon M., L. Slade, H. Levine, R. Martin, L. Andrews & E. Souza. 2009 b. Effects of extent of chlorination, extraction rate, and particle size reduction on flour and gluten functionality explored by solvent retention capacity (SRC) and mixograph. *Cereal Chem.* 86: 221-224.
- Kweon M., L. Slade & H. Levine. 2011. Solvent Retention Capacity (SRC) Testing of Wheat Flour Principles and Value in Predicting Flour Functionality in Different Wheat-Based Food Processes, as well as in Wheat Breeding -- a Review. *Cereal Chem.* 88: 537-552.
- Lelley T. 1992. Triticale, still a promise. *Plant breeding.* 109: 1-17.
- León A., A. Aguirre, A. Sabattini & O. Badiali. 1990. Evaluación de calidad de líneas de triticale adaptadas a zona semiárida. Resúmenes de las III Jornadas de Investigación de la FCA-UNC. p. 36.
- León A.E. 1995. Estudio de las propiedades de harinas de triticale: influencia de las proteínas y el almidón sobre la calidad para elaborar galletitas. Tesis Doctoral. Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos. 145 p.
- León A.E., O.J. Rubiolo & M.C. Añón. 1996. Use of triticale in cookies: quality factors. *Cereal Chem.* 73(6): 779- 784.
- León A.E. & C.M. Rosell. 2007. De tales harinas, tales panes. Granos, harinas y productos de panificación en Iberoamérica. *In: Capítulo 4: Centeno y Triticale* Ed. Hugo Báez. pp. 161-193.
- León A.E., G. T. Pérez & P. D. Ribotta. 2008. Triticale flours: composition, properties and utilization. *Food* 2(1): 17-24.
- Liu R.H. 2004. Potential Synergy of Phytochemicals in Cancer Prevention: Mechanism of Action. *J. Nutr.* 134, 3479–3485.
- López Bellido L. 1991. Cereales. Ed. Mundi Prensa. Madrid. España. 539 p.
- Masajo M.T., G.B.Cagampang & B.D. Ono. 1980. Agronomic and grain characteristics of sixteen selected triticales varieties and lines at the university of Philippines at Los Baños. *The Philippine J. Crop Sci.* 23:26.
- Moiraghi M., P.D. Ribotta, A. Aguirre, G.T.Pérez & A.E. León. 2005. Análisis de la aptitud de trigos pan para la elaboración de galletitas y bizcochuelos. *Agriscientia* 22: 47-54.
- Oliete B., G.T.Pérez, M. Gómez, P.D. Ribotta, M. Moiraghi & A.E. León. 2010. Use of wheat, triticale and rye flours in layer cake production. *Food Sci. Technol.* 45: 697-796.
- Pantanelli A. 2000. Galletitas. Cadena alimentaria. *Alimentos Argentinos.* 14: 33-38.
- Pantanelli A. 2002. Galletitas. Cadena alimentaria. *Alimentos Argentinos.* 19:47-55.
- Peña Bautista R.J., P. Pérez Herrera, E. Villaseñor Mir, M.M. Gómez Valdez, M.A. Mendoza Lozano & R. Monterde Gabilondo. 2007. Calidad de la cosecha de trigo en México: Ciclo otoño-invierno 2005-2006. Publicación especial del CONASIST. México. DF. 24 p.
- Ram S., V. Dawar, R.P. Singh & J. Shoran. 2005. Application of SRC tests for the prediction of mixing properties of wheat flour. *J. Cereal Sci.* 42: 261-266.

- Ramacciotti J., M. Rampo, J. Sartori & R.H. Maich. 2010. Triticale para grano, opción de bajo costo en ambientes con poca agua. www.redacción.la.voz.del.campo.02.07.2010.
- Ramírez A., G.T. Pérez, P.D. Ribotta & A.E. León. 2003. The occurrence of friabilins in triticale and their relationship with grain hardness and baking quality. *J. Agric. Food Chem.* 51: 7161-7181.
- Roccia P., M. Moiraghi, P.D. Ribotta, G.T. Pérez, O.J. Rubiolo & A.E. León. 2006. Use of solvent retention capacity profile to predict the quality of triticales flours. *Cereal Chem.* 83: 243-249.
- Rubiolo O.J., M. Moiraghi, P. Roccia Ruffinengo, G.T. Pérez & A.E. León. 2004. Evaluación de la calidad industrial de líneas avanzadas de triticales. VI Congreso Nacional de Trigo. Universidad Nacional del Sur. Actas CD.
- Simmonds D. 1978. Structure, composition and biochemistry of cereal grain. In: *Cereals`78: Better nutrition for the world's million*. Ed. Y. Pomeranz. AACC. St Paul, MN, USA. pp. 105-137.
- Slade L. & H. Levin. 1994. Structure-function relationships of cookie and cracker ingredients. Pages 23-241 in: *The Science of Cookies and Crackers Productions*. H. Faridi, ed. Chapman and May: New York.
- Torri C.L., P.D. Ribotta, M.H. Morcillo, O.J. Rubiolo, G.T. Pérez & A. E. León. 2003. Determinación del contenido de almidón dañado en harinas de triticales. Su influencia sobre la calidad galletitera. *Agriscientia* 20: 3-8.
- Ullah M., M. A. Bajwa & F.M. Anjum. 1986. Physicochemical, milling and baking quality characteristics of some promising triticales lines. *J. Agric. Res. Pakistan* 24: 133-138.
- Vázquez, D. 2009. Aptitud industrial de trigo. Serie N° 177. INIA. 54 p.
- Villegas E., C. Mc Donald & K. Gilles. 1970. Variability in the lysine content of wheat, rye and triticales proteins. *Cereal Chem.* 47: 746-757.
- Xiao Z.S., S. H. Park, O .K. Chung, M.S. Caley & P.A. Seib. 2006. Solvent retention capacity values in relation to hard winter wheat and flour properties and straight-dough bread-making quality. *Cereal Chem.* 83(5): 465-471.
- Williams P.C. 1986. The influence of chromosome number and species on wheat hardness. *Cereal Chem.* 63: 56-57.
- Yamazaki W.T. & D. Lord. 1971. Soft wheat products. En: *Wheat, chemistry and technology*. Ed. Y. Pomeranz. AACC. St. Paul. MN 2da Ed. pp. 743-776.
- Yamazaki W.T. 1972. A modified particle size index test for kernel texture in soft wheat. *Crop Sci.* 12:116.
- Yamasaki W. T. & D. H. Donelson. 1972. Relationship between flour particle and cake volume potential among eastern soft wheat. *Cereal chem.* 49:649-653.
- Zeleny L. 1971. Criteria of wheat quality. In *Wheat Chemistry and Technology* (ed. Y. Pomeranz) pp. 19-49, American Association of Cereal Chemists, St. Paul, Minnesota.