

Caracterización de harinas de tritíceas híbridas

Castaño, M.N.; E.D. Ferrari, A.T. Picca, M.I. Curti, P.D. Ribotta, A.E. León, V.A. Ferreira, E.M. Grassi, A. Ferreira, H.E. di Santo, E.A. Castillo y H.A. Paccapelo

RESUMEN

Triticales (x *Triticosecale* Wittmack) y tricepiros (x *Triticosecale* Witt. X x *Agrotricum* A. Camus) se mejoran con la finalidad de obtener cultivares de doble propósito (forraje y grano). Para su utilización en consumo humano, la calidad de las harinas de triticales es frecuentemente evaluada midiendo el diámetro y factor de expansión de las galletitas horneadas. Estos indicadores están fuertemente relacionados al contenido de almidón dañado, proteína y polisacáridos no amiláceos de la harina que determinan sus propiedades de absorción de agua. Se evaluaron 25 líneas experimentales, ocho cultivares de triticales y uno de tricepiro en Santa Rosa, La Pampa, Argentina, durante 2012, mediante análisis de correlación simple y de conglomerados. Se observaron correlaciones positivas entre los valores de la capacidad de retención del solvente agua, carbonato de sodio, ácido láctico y sacarosa, índice de retención de agua alcalina, pentosanos solubles y almidón dañado. La caracterización de las harinas y la separación en grupos según sus propiedades fisicoquímicas permitieron la selección de genotipos con diferentes propiedades funcionales. En el análisis de conglomerados, el *cluster* 1 agrupó los materiales con mejores características fisicoquímicas de las harinas, lo cual aumenta las posibilidades de su empleo en la alimentación humana.

Palabras clave: factor galletita, triticales, tricepiro, parámetros físico-químicos.

Castaño, M.N.; E.D. Ferrari, A.T. Picca, M.I. Curti, P.D. Ribotta, A.E. León, V.A. Ferreira, E.M. Grassi, A. Ferreira, H.E. di Santo, E.A. Castillo and H.A. Paccapelo 2017. Characterization of flour from hybrid triticeas. Agriscientia 34: 15-25

SUMMARY

Triticales (x *Triticosecale* Wittmack) and Tricepiros (x *Triticosecale* Witt. X x *Agrotricum* A. Camus) are improved in order to obtain dual-purpose cultivars (forage and grain). In order to use them for human consumption the quality of triticales flour is frequently evaluated by measuring the diameter and spread factor of cookies. These indicators are strongly related to the contents of damaged starch, protein and non-starch polysaccharides of flour, which determine its water absorption properties. During 2012, twenty-five experimental strains, eight triticales and one tricepiro cultivars were evaluated

in Santa Rosa, La Pampa, Argentina by means of simple correlation and cluster analysis. Positive correlations between the values of solvent retention capacity of water, sodium carbonate, lactic acid and sucrose, retention rate of alkaline water, soluble pentosans and damaged starch were observed. The characterization of the tested flours and their differentiation based on their physicochemical properties allowed the selection of genotypes with different functional properties. In the cluster analysis, *cluster* 1 pooled the materials with the best physicochemical features of flour, which increases the possibilities of its use for human consumption.

Key words: cookie factor, triticales, tricepiro, physicochemical parameters.

M.N. Castaño, E.D. Ferrari, A.T. Picca y H. A. Paccapelo: Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de La Pampa, RN 35 km 334, (CP 6300), Santa Rosa, La Pampa, Argentina. M.I. Curti, P.D. Ribotta y A.E. León: Facultad de Ciencias Agropecuarias, UN Córdoba-CONICET, F.A.Marrone 746, (CP 5000), Córdoba, Argentina. V.A. Ferreira, E.M. Grassi, A. Ferreira, H.E. di Santo y E.A. Castillo: Facultad de Agronomía y Veterinaria, Universidad Nacional de Río Cuarto, RN 36 km 601 (CP 5800) Río Cuarto, Córdoba, Argentina. Correspondencia a: paccapelo@agro.unlpam.edu.ar

INTRODUCCIÓN

El triticales (x *Triticosecale* Wittmack) es un híbrido sintético proveniente de la cruce entre trigo (*Triticum* sp.) y centeno (*Secale* sp.). La rusticidad aportada por esta última especie permite su cultivo en regiones donde las condiciones climáticas adversas y la menor fertilidad de los suelos son restrictivas para el cultivo de trigo (Oettler, 2005). Tricepiro es el nombre vulgar aplicado por Covas (1976) a las combinaciones trigenéricas obtenidas a través de cruzamientos entre triticales (x *Triticosecale* Wittmack) y trigopiros (x *Agroticum* A. Camus). En ellos se pretende optimizar la combinación entre trigo, centeno y agropiro, con la finalidad de reunir la calidad de uno, con la rusticidad de los otros. Este híbrido intergenérico puede constituirse en el segundo cereal sintético de características forrajeras en los sistemas de producción ganadera de la pampa subhúmeda, seca y semiárida. El uso principal del triticales en Argentina es como cereal forrajero; sin embargo, el grano de triticales puede convertirse en uno de suma importancia en la alimentación humana mediante el uso de su harina para la elaboración de pan integral y alimentos que no requieran harinas leudantes (Pérez *et al.*, 2003; Rubiolo *et al.*, 2004; Gómez *et al.*, 2010; Oliete *et al.*, 2010).

Para extender el uso del triticales a la alimentación humana se deben aumentar los rendimientos del cultivo y la calidad de las harinas. En Argentina

la selección de genotipos de triticales con aptitud granífera para molienda se incorporó en forma relativamente reciente en programas de mejoramiento de las universidades nacionales de La Pampa y Río Cuarto, Argentina (Castro *et al.*, 2011; Castaño *et al.*, 2015 a, b; Ferreira *et al.*, 2015). El mismo uso se podría esperar con las harinas de los tricepiros, de los cuales aún no se han publicado resultados por ser un cultivo muy incipiente.

Se han realizado análisis físicos y pruebas físico-químicas para predecir la calidad de las harinas, empleando parámetros tales como el índice de tamaño de partícula (PSI) (Método 55-30, AACC, 2000), el contenido de proteínas (Método 46-12, AACC, 2000), el índice de sedimentación en dodecil sulfato de sodio (IS-SDS) (método de Dick & Quick, 1983), la prueba de Pelshenke (Método 56-50, AACC 2000) y el índice de retención de agua alcalina (IRAA) (Método 56-10, AACC, 2000). Otros factores que afectan la calidad de las harinas de triticales para elaborar galletitas son el contenido de pentosanos (Roccia *et al.*, 2006) y almidón dañado (Torri *et al.*, 2003; Moiraghi *et al.*, 2005; Roccia *et al.*, 2006; Oliete *et al.*, 2010).

Recientemente se ha desarrollado el perfil de capacidad de retención de solventes (SRC) (Método 56-11, AACC, 2000) para evaluar la calidad de los trigos blandos y es escasa la información de su aplicación en triticales (Ramírez *et al.*, 2003; Roccia *et al.*, 2006; Colombo *et al.*, 2008). Esta prueba mide la habilidad de una harina para re-

tener cuatro solventes diferentes (agua, sacarosa 50%, carbonato de sodio 5% y ácido láctico 5%). Cada solvente predice 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 de sodio 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).

Las harinas para galletitas requieren baja capacidad de retención de agua (Fairidi *et al.*, 1994), por ello se produce una mayor absorción de agua por parte del azúcar, se incrementa el contenido de jarabe y decrece la viscosidad de la masa durante el horneado. Esto permite una mayor extensión de la masa y la obtención de 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 triticales que permite determinar el factor galletita (León *et al.*, 1996).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar química y funcionalmente las harinas de líneas experimentales de triticeas híbridas para identificar las de mejor calidad en la elaboración de galletitas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

El presente trabajo se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina, ubicado en Santa Rosa a 36° 46' S, 64° 17' O, 210 m s.n.m., durante 2012. El suelo se clasificó como Paleustol petrocálcico (Soil Survey Staff, 1999), con escasa pendiente superficial y un manto de tosca en el subsuelo, a una profundidad que varió entre 1,0 y 1,2 m. La siembra se efectuó el 9 de junio de 2012 y no se aplicó riego ni fertilizante. El total de precipitaciones durante el ciclo del cultivo fue de 524 mm. La cosecha se efectuó manualmente a madurez comercial, permaneciendo el grano acondicionado hasta lograr aproximadamente 14% de humedad.

En la Tabla 1 se detalla el nombre y procedencia de los materiales analizados. Comprende 22 líneas experimentales originadas en el Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México; tres de la Facultad de Agronomía y Vete-

rinaria de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Córdoba, Argentina; cuatro cultivares de triticales graníferos (Eronga 83, Cananea, GNU y Tatú); cuatro triticales forrajeros (Quiñé UNRC, Tizné UNRC, Don Santiago INTA y Yagán INTA) y un cultivar de tricepiro (Don René INTA).

Análisis físico y fisicoquímico

Para la obtención de las harinas los granos fueron molidos en un molino Quadrumat Junior Brabender (Método 26-50.01, AACC, 2000). Se determinó la dureza relativa de los granos mediante el índice de tamaño de partícula (PSI), (Método 55-30, AACC, 2000). Los resultados fueron calculados como el peso relativo de harina tamizada x 100 y luego comparados con una tabla para obtener la dureza relativa (Yamazaki & Donelson, 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 método de Micro-Kjeldhal modificado para ácido bórico (Método 46-12, AACC, 2000).
2. Índice de sedimentación en dodecil sulfato de sodio (IS-SDS) (Método de Dick & Quick, 1983).
3. Perfil de capacidad de retención de solventes (SRC) (Método 56-11, AACC, 2000).
4. Índice de retención de agua alcalina (IRAA) (Método 56-10, AACC, 2000).
5. Determinación del contenido de pentosanos. La cuantificación de pentosanos solubles se realizó siguiendo el método del Orcinol – HCl con las modificaciones realizadas por Hashimoto *et al.* (1987).
6. Almidón dañado (Método 76-30, AACC, 2000).

Elaboración de galletitas

Se elaboraron galletitas con las harinas en estudio. Los ingredientes utilizados fueron: 45 g de harina; 27 g de azúcar impalpable; 20,20 g de grasa vegetal; 2,25 g de leche en polvo; 0,50 g de bicarbonato de sodio; 0,42 g de sal y 8,5 ml de agua. Las galletitas fueron horneadas a 180 °C durante 10 minutos. 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 (León *et al.*, 1996).

Tabla 1. Nombre y procedencia de triticales y tricepiro cultivados en Santa Rosa, La Pampa, Argentina, durante 2012.

	Nombre	Género	Procedencia
1	LF53 x LF37 /12	Triticale	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
2	(T60 x Tehuelche) x LF65 /6	Triticale	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
3	LF97 x T312 /11	Triticale	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
4	Cim 03 FW/40	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
5	Cim 03 FW/61	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
6	Cim 03 FW/64	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
7	Cim 03 FW/75	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
8	Cim 03 FW/77	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
9	Cim 03 IT/8	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
10	Cim 03 IT/12	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
11	Cim 05 IT/809	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
12	Cim 05 IT/810	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
13	Cim 05 IT/826	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
14	Cim 05 IT/829	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
15	Cim 05 IT/830	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
16	Cim 05 IT/832	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
17	Cim 05 IT/834	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
18	Cim 05 IT/835	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
19	Eronga 83	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
20	Don Santiago-INTA	Triticale	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina)
21	Tizné-UNRC	Triticale	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
22	Quiñé-UNRC	Triticale	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
23	CIMMYT824	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
24	CIMMYT 821	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
25	CIMMYT 822	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
26	CANANEA	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
27	CIMMYT 816	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
28	CIMMYT 820	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
29	Yagán INTA	Triticale	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina)
30	Espiga Cuadrada	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
31	GNU	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
32	TATÚ	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
33	C95/528	Triticale	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
34	Don René INTA	Tricepiro	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA, Argentina)

Análisis estadístico

Las determinaciones se realizaron por duplicado y se informaron como valor promedio $\pm$ desvío estándar. Se analizaron las correlaciones entre parámetros a través de la prueba de Pearson (*, ** nivel de significancia a $P < 0,05$ y $P < 0,01$, respectivamente) y se realizó un análisis de conglomerados de genotipos a partir de los valores promedios de las variables fisicoquímicas analizadas. El método jerárquico aglomerativo utilizado fue el de Ward con ligamiento promedio. Todos los análisis se realizaron con el software estadístico InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2015).

RESULTADOS Y DISCUSION

La dureza del grano es referida frecuentemente a la resistencia que opone al ser fracturado entre los rodillos del molino o a la energía requerida para reducir el endospermo a harina (Peña, 2003). Las texturas de los granos presentaron valores de PSI en un rango de 12,8 a 41,3 con un promedio de 26 (Tabla 2). Estos valores corresponden a las categorías de granos duros a extra blandos, respectivamente, 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.

El grado de adhesión entre los componentes celulares del endospermo define qué tan duro es el endospermo de una variedad. Estas diferencias en la dureza del grano son de gran importancia ya que influyen de manera significativa en las propiedades de la molienda así como en la calidad de las harinas obtenidas (Miller *et al.*, 1982).

La textura del grano de tritcale se encuentra menos estudiada que la del grano de trigo. Muchas variedades de tritcale presentan granos de textura blanda, similar a las de centeno, y sus harinas tienen un tamaño de partícula fina con valores de almidón dañado relativamente bajos (Ramírez *et al.*, 2003).

Los resultados encontrados en este trabajo fueron levemente superiores a los publicados por Williams (1986) que informó un rango de dureza de 7,8 a 34,6 con coeficiente de variación de 35% en 280 cultivares de tritcale y a los de Rubiolo *et al.* (2004) con un rango de 7,4 a 27,4 en 25 líneas experimentales; a su vez, estos valores fueron considerablemente más bajos que los obtenidos para trigo por Olivera & Baier (1991).

El contenido de proteína se situó en un rango de 6,9 a 12,1% con un promedio de 8,7%; valores similares fueron publicados por Aguirre *et al.* (2002) (8,8 a 15,9%) analizando 46 líneas experimentales de tritcale en Córdoba. También Rubiolo *et al.* (2004) registraron un rango de entre 8,4 y 13,3% analizando 25 líneas avanzadas. La calidad biológica de las proteínas está determinada por el contenido de aminoácidos esenciales, principalmente de lisina. El tritcale posee un contenido de lisina promedio (3,7% del total de proteínas) significativamente superior al de trigo (3% del total de proteínas) (Guerrero García, 1999).

El índice de sedimentación en SDS mide las propiedades de hidratación y el grado de expansión de las proteínas, particularmente las gluteninas, las cuales se relacionan con la fuerza y extensibilidad del gluten. El volumen de sedimentación va a ser proporcional al contenido de proteínas formadoras de gluten y a su calidad (Vázquez, 2009). Los valores altos indican mejor calidad de harinas para panificación (Moiraghi *et al.*, 2005). En este trabajo, los valores de SDS-SI variaron entre 5 y 10 cm³ con un promedio de 6,5 cm³. En la bibliografía se mencionan valores de entre 3,7 y 9,0 cm³ (Rubiolo *et al.*, 2004); 5,0 y 11 cm³ (Ramírez *et al.*, 2003) y 3,5 y 8,9 cm³ (Aguirre *et al.*, 2002), todos considerablemente más bajos que los reportados para trigo por Olivera & Baier (1991). 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). Las proteínas de tritcale contienen en promedio 28% de gliadinas y 32% de gluteninas; la concentración de gluteninas aumenta con el incremento de la concentración de proteínas en harinas, mientras que la concentración de gliadinas disminuye (Peña, 2003).

El índice de absorción de agua alcalina (IRAA) se aplica para predecir la calidad de una harina para elaborar galletitas. Las fracciones de pentosanos, proteínas, glicoproteínas y almidón dañado de las harinas son responsables de la retención de agua alcalina (Yamazaki & Lord, 1971). Los valores obtenidos en este estudio variaron entre 72,3 y 87,8% con un promedio de 79,1% (Tabla 2). Ramírez *et al.* (2003) encontraron valores entre 59,5 y 68,1% con un promedio de 64,72% en líneas experimentales de triticales; Rubiolo *et al.* (2004) registraron valores de IRAA entre 59,7 y 72,5% mientras que Roccia *et al.* (2006) obtuvieron valores entre 62,5 y 74,2% y un promedio de 66,6%. Una alta capacidad de retención de agua en las harinas resulta inconveniente para la extensibilidad de las galletitas, por lo tanto, harinas con valores de IRAA elevados son consideradas de mala calidad galletitera (León *et al.*, 1996; Torri *et al.*, 2003), mientras que bajos valores se traducen en galletitas de mayor diámetro (Gaines, 2000).

Los pentosanos son carbohidratos del tipo arabinoxilanos y, pese a ser componentes minoritarios en las harinas, han sido muy estudiados porque su presencia afecta la calidad de los productos panificados al incrementar la hidratación de las harinas (D'Appolonia & Rayas-Duarte, 1994). En el presente trabajo, el contenido promedio de pentosanos solubles fue de 0,54% con una variación entre 0,05% y 1,29%.

El perfil de capacidad de retención de solventes (SRC) es un método propuesto para evaluar la calidad de la harina y predecir el rendimiento panadero (AACC, 2000). Este perfil evalúa la habilidad de una harina para retener cuatro solventes diferentes (agua, carbonato de sodio 5%, sacarosa 50% y ácido láctico 5%) después de la centrifugación (Guttieri *et al.* 2002). Se encontró un amplio rango de valores dentro de cada perfil como se observa en la Tabla 3. Los promedios fueron de 75,9 ± 8,7% (para agua); 103,7 ± 11,7% para carbonatos; 112,7 ± 7,8% para sacarosa y 96,4 ± 13,9% para ácido láctico. Los valores informados por Roccia *et al.* (2006) fueron inferiores a los del presente trabajo: 65,6% para agua; 80,8% (para carbonatos); 91,8% (para sacarosa) y 85,8% (para ácido láctico). Ramírez *et al.* (2003) mencionan valores promedios de 60,1; 75,4; 96,8 y 76,1% para los mismos solventes, respectivamente. Los valo-

Tabla 2. Índice de tamaño de partícula (PSI), proteína, índice de sedimentación (SDS-SI), índice de retención de agua alcalina (IRAA) y pentosanos solubles (PS) de harinas de triticales y tricepiro cultivados en Santa Rosa, La Pampa, durante 2012.

Nombre	PSI	Proteína (%)	SDS - SI (cm ³)	IRAA (%)	PS (%)
1 LF53 x LF37 /12	24,6±1,2	8,7±0,5	6,7±0,2	74,4±0,3	0,73±0,06
2 (T60 x Teh.) x LF65 /6	14,1±0,9	8,4±0,4	6,5±0,1	75,7±1,4	0,68±0,01
3 LF97 x T312 /11	26,4±1,9	7,8±0,3	8,5±0,0	80,0±0,1	1,07±0,02
4 Cim 03 FW/40	29,9±2,1	7,6±0,3	6,0±0,1	87,8±1,8	1,29±0,01
5 Cim 03 FW/61	30,9±2,0	7,3±0,6	7,3±0,0	82,6±0,4	1,03±0,01
6 Cim 03 FW/64	36,1±1,4	8,0±0,2	6,3±0,1	81,7±1,0	1,05±0,01
7 Cim 03 FW/75	36,8±1,7	7,6±0,2	6,5±0,0	75,9±0,3	1,03±0,01
8 Cim 03 FW/77	30,0±0,9	7,0±0,0	6,3±0,1	79,6±0,0	0,87±0,01
9 Cim 03 IT/8	26,4±1,2	9,2±0,4	5,0±0,0	76,0±0,9	0,47±0,06
10 Cim 03 IT/12	31,9±1,3	9,0±0,4	8,3±0,0	80,7±0,4	1,04±0,01
11 Cim 05 IT/809	30,9±1,5	9,1±0,0	6,3±0,1	83,1±1,6	1,01±0,06
12 Cim 05 IT/810	28,0±1,3	7,4±0,1	5,0±0,0	76,1±0,3	0,56±0,01
13 Cim 05 IT/826	15,9±0,9	7,9±0,0	6,0±0,1	79,2±1,7	0,24±0,02
14 Cim 05 IT/829	13,1±0,8	7,4±0,1	6,1±0,1	80,4±0,5	0,05±0,01
15 Cim 05 IT/830	17,3±1,1	9,0±0,7	5,0±0,1	72,3±0,9	0,05±0,02
16 Cim 05 IT/832	26,3±1,6	6,9±1,1	6,0±0,2	74,90,4	0,23±0,00
17 Cim 05 IT/834	29,5±2,0	7,6±1,0	5,0±0,1	77,8±2,6	0,15±0,01
18 Cim 05 IT/835	41,0±1,8	7,0±5,3	6,0±0,2	80,6±0,1	0,13±0,07
19 Eronga 83	29,9±0,9	1,4±0,1	5,0±0,4	77,0±0,1	0,25±0,01
20 Don Santiago-INTA	26,5±1,1	9,6±0,2	6,5±0,5	80,0±0,8	0,42±0,05
21 Tizné-UNRC	31,0±1,3	8,3±2,0	7,3±0,4	79,2±2,9	0,74±0,03
22 Quiñé-UNRC	29,3±1,9	8,2±2,0	8,0±0,0	81,0±0,4	0,47±0,01
23 CIMMYT824	15,0±1,8	10,1±0,2	10,0±0,0	83,8±0,4	0,24±0,08
24 CIMMYT 821	20,3±0,9	8,4±0,3	6,0±0,7	80,4±1,9	0,81±0,10
25 CIMMYT 822	21,7±1,1	9,6±0,2	7,0±0,2	77,9±0,0	0,27±0,18
26 CANANEA	25,3±1,5	12,1±0,1	6,0±0,7	77,1±0,7	0,52±0,04
27 CIMMYT 816	22,6±1,6	8,3±0,4	6,8±0,1	76,0±0,8	0,28±0,02
28 CIMMYT 820	27,0±1,4	7,4±0,7	6,0±0,2	76,1±1,2	0,38±0,08
29 Yagán INTA	41,3±1,9	10,7±0,1	10,0±0,1	80,6±1,2	0,35±0,10
30 Espiga Cuadrada	12,8±0,9	10,3±0,1	5,1±0,2	78,4±1,0	0,22±0,06
31 GNU	24,3±0,6	9,6±0,1	6,1±0,4	77,8±0,3	0,19±0,03
32 TATÚ	15,7±0,3	9,6±0,0	7,5±0,2	80,3±1,8	0,49±0,01
33 C95/528	26,6±1,1	8,8±0,2	6,3±0,3	87,4±3,9	0,58±0,01
34 Don René INTA	27,4±1,8	11,0±0,4	6,8±0,5	77,8±0,7	0,31±0,01
Promedio	26,0	8,7	6,5	79,1	0,54
Desvío Estándar	7,41	1,3	1,2	3,4	0,36

res de SRC dependen del nivel de extracción de la harina, puesto que un mayor nivel de extracción aumenta principalmente el nivel de SRC de carbonato de sodio y sacarosa (Guttieri & Souza, 2003).

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; Rocchia *et al.*, 2006; Kweon *et al.*, 2009).

Los valores de almidón dañado variaron entre 7,4 y 14,4% con un promedio de 9,0%. Ramírez *et al.* (2003) obtuvieron valores entre 6,92 y 9,44% analizando ocho genotipos de triticales y Oliete *et al.* (2010), valores entre 6,68 y 8,57%. Se denomina almidón dañado a la fracción de gránulos de almidón rotos durante el proceso de obtención de

las harinas (Torri *et al.*, 2003) y puede ser utilizado para diferenciar entre trigos duros y blandos (Wade, 1988). La dureza del grano determina en buena medida la cantidad de almidón dañado presente en una harina y su posible destino (Hoseney, 1994). Los granos de textura blanda ofrecen una menor resistencia durante la molienda y la cantidad de almidón dañado disminuye (Giroux & Morris, 1997) respecto a los granos de textura dura.

Como se mencionó anteriormente, la harina

destinada a la elaboración de galletitas debe contener la menor cantidad posible de almidón dañado ya que reduce la capacidad de expansión de la galletita durante el horneado (Miller & Hoseney, 1997). Por esta razón, la industria galletitera utiliza trigos blandos (suaves) que producen harinas con cantidades mínimas de almidón dañado.

Los valores obtenidos para el factor galletita oscilaron entre 4,5 (Tricepiro Don René INTA) y 7,3 (GNU). León *et al.* (1996) informaron factores

Tabla 3. Perfil de capacidad de retención de solventes (SRC), almidón dañado y factor galletita (FG) de harinas de triticales y tricepiros cultivados en Santa Rosa, La Pampa, durante 2012.

Nombre	Capacidad de Retención de Solventes (%)				Almidón Dañado (%)	Factor Galletita
	Agua	Na ₂ CO ₃	Sacarosa	Láctico		
1 LF53 x LF37 /12	69,9±0,6	95,4±0,8	106,3±1,4	92,2±1,1	7,4±0,6	5,8±0,2
2 (T60 x Teh. x LF65 /6	75,5±0,3	109,3±0,9	115,6±0,7	104,8±1,2	7,4±0,0	6,0±0,1
3 LF97 x T312 /11	75,4±0,5	97,6±0,5	118,2±2,3	127,1±0,9	7,6±0,9	5,8±0,1
4 Cim 03 FW/40	95,6±0,3	126,5±1,6	125,8±1,4	96,9±0,6	9,5±0,6	5,3±0,3
5 Cim 03 FW/61	83,8±0,9	119,8±2,1	125,0±1,1	102,5±0,8	7,8±0,6	5,6±0,9
6 Cim 03 FW/64	78,1±0,8	112,7±0,9	113,3±1,7	90,8±1,5	8,1±0,3	5,5±0,5
7 Cim 03 FW/75	74,6±1,0	95,0±1,4	115,2±0,8	111,0±1,4	8,7±0,0	5,2±0,2
8 Cim 03 FW/77	74,7±0,4	94,0±0,7	108,7±0,1	86,7±0,9	8,3±0,6	5,3±0,1
9 Cim 03 IT/8	75,3±1,0	96,2±1,5	107,0±1,5	80,5±0,5	7,8±0,6	5,5±0,3
10 Cim 03 IT/12	77,2±0,9	115,5±1,1	113,5±0,4	117,7±2,4	8,3±0,6	5,2±0,2
11 Cim 05 IT/809	73,7±0,5	97,9±0,9	114,1±0,5	99,6±2,1	7,6±0,3	6,0±0,2
12 Cim 05 IT/810	74,5±1,3	91,8±1,3	107,5±1,2	87,0±1,7	8,0±0,9	5,2±0,1
13 Cim 05 IT/826	76,8±1,0	97,3±1,3	102,7±1,4	92,4±1,6	9,9±1,1	5,5±0,1
14 Cim 05 IT/829	79,3±0,8	93,7±1,6	114,2±0,6	83,5±0,9	9,5±0,5	5,4±0,2
15 Cim 05 IT/830	68,9±1,1	94,8±1,1	102,1±0,9	76,5±1,3	8,0±0,9	6,3±0,2
16 Cim 05 IT/832	72,8±1,4	92,4±1,2	104,4±0,4	87,4±1,8	8,9±0,3	5,7±0,3
17 Cim 05 IT/834	43,0±0,8	91,4±0,8	98,9±0,5	85,6±2,0	9,3±0,3	6,1±0,1
18 Cim 05 IT/835	73,7±1,6	94,3±0,7	103,6±1,2	91,7±0,8	8,9±0,8	5,2±0,1
19 Eronga 83	73,4±0,8	93,3±1,0	102,5±1,0	87,5±1,2	7,6±0,9	5,6±0,3
20 Don Santiago INTA	96,6±1,4	137,1±1,1	124,1±0,9	109,8±1,4	14,4±0,6	5,6±0,1
21 Tizné-UNRC	75,1±1,5	123,1±0,9	113,3±0,3	106,9±1,7	10,3±0,5	5,4±0,1
22 Quiñé-UNRC	81,8±1,5	108,0±0,6	122,3±1,4	105,6±0,9	7,6±1,5	6,0±0,2
23 CIMMYT824	74,0±0,9	101,8±1,2	108,1±2,1	87,4±1,2	8,2±1,7	5,6±0,2
24 CIMMYT 821	74,5±0,7	96,2±1,7	112,7±2,3	85,7±1,8	9,9±0,0	5,5±0,1
25 CIMMYT 822	69,6±1,0	93,5±1,6	108,1±1,4	84,1±0,9	9,3±0,8	5,4±0,3
26 CANANEA	75,8±0,8	96,9±2,1	113,7±1,2	91,6±1,1	9,3±0,3	6,5±0,4
27 CIMMYT 816	72,1±1,0	99,9±1,7	114,1±1,1	99,2±0,8	8,7±0,6	6,0±0,1
28 CIMMYT 820	72,2±0,9	96,8±1,5	108,3±1,4	90,0±2,3	10,1±0,3	6,4±0,2
29 Yagán INTA	78,4±2,1	116,4±2,3	133,4±0,9	133,0±2,5	7,5±0,0	5,3±0,2
30 Espiga Cuadrada	74,6±0,8	104,6±1,9	115,0±1,0	74,8±1,7	11,1±0,0	5,4±0,1
31 GNU	73,7±1,8	107,1±1,5	108,1±1,2	81,1±1,4	9,5±0,6	7,3±0,2
32 TATÚ	77,0±1,1	102,1±0,9	114,4±2,2	112,4±1,2	9,9±0,0	5,5±0,1
33 C95/528	93,0±0,8	122,4±1,0	123,9±1,6	108,2±1,6	13,2±0,6	5,4±0,1
34 Don Rene INTA	75,0±2,1	109,3±2,1	113,7±1,0	106,4±2,1	9,1±1,7	4,5±0,3
Promedio	75,9	103,7	112,7	96,4	9,0	5,6
Desvío Estándar	8,7	11,7	7,8	13,9	1,4	0,49

galletitas de 6 para Cananea; 5,7 para Eronga 83; 5,4 para Yagán INTA y 5,2 para Quiñé-UNRC, siendo el primero de aceptable calidad, el segundo y el tercero de dudosa calidad y el último de mala calidad, de acuerdo a las categorías usadas por el CIMMYT. En el presente trabajo, los genotipos 32 (GNU), 26 (CANANEA), 28 (Cimmyt 820), 15 (Cim 05 IT/830), 17 (Cim 05 IT/834), 2 (T60 x Teh.) x LF65/6 y 22 (Quiñé-UNRC) presentaron valores de FG igual o superiores a 6.

Relación entre parámetros de la calidad de harinas

La Tabla 4 resume las correlaciones entre los parámetros de calidad de las harinas. Los valores de índice de tamaño de partícula asociaron positivamente con el porcentaje de SRC ácido láctico y pentosanos solubles, indicando que a medida que se incrementa la textura blanda del grano se incrementan los carbohidratos correspondientes a la fracción de pentosanos solubles.

Tabla 4. Correlaciones entre parámetros fisicoquímicos obtenidos de harinas de triticale y tricepiro cultivados en Santa Rosa, La Pampa, durante 2012.

	PSI	Prot. (%)	SDS - SI	IRAA	Capacidad de Retención de Solvente (%)				P. S.	A.D.
					Agua (%)	Na ₂ CO ₃ (%)	Sacarosa (%)	Láctico (%)		
PSI	1,00									
Prot. (%)	-0,15	1,00								
SDS - SI	0,14	0,16	1,00							
IRAA	0,18	-0,06	0,37*	1,00						
Agua (%)	0,06	0,05	0,20	0,56 **	1,00					
Na ₂ CO ₃ (%)	0,20	0,13	0,33*	0,55**	0,70**	1,00				
Sacarosa (%)	0,23	0,12	0,51**	0,57**	0,71**	0,73**	1,00			
Láctico (%)	0,40**	0,07	0,68**	0,31	0,35*	0,50**	0,68**	1,00		
P. S.	0,37*	-0,26	0,20	0,41**	0,36*	0,35*	0,44**	0,43**	1,00	
A.D.	-0,20	0,08	-0,19	0,28	0,41**	0,47**	0,20	-0,01	-0,19	1,00
FG	-0,22	0,07	-0,14	-0,28	-0,30	-0,22	-0,23	-0,29	-0,20	-0,14

El índice de sedimentación en dodecil sulfato de sodio estuvo asociado positivamente al índice de retención de agua alcalina y a la capacidad de retención de los solventes carbonatos, sacarosa y láctico. Esto sugiere que a medida que aumenta la proporción de gluteninas de alto peso molecular aumentan los carbohidratos del tipo de pentosanos solubles; también se produce un incremento del almidón dañado y, como consecuencia, se incrementa el contenido de agua alcalina.

El índice de retención de agua alcalina se encontró asociado con la capacidad de retención de los solventes agua, carbonatos y sacarosa y con los pentosanos solubles. Estos resultados indicarían que parte del agua alcalina retenida por una harina puede ser explicada por la presencia de almidón dañado y la influencia de los pentosanos (Yamazaki & Lord, 1971). En investigaciones previas se mencionan correlaciones más altas entre dichos parámetros (Rubiolo *et al.*, 2004; Roccia *et al.*, 2006; Colombo *et al.*, 2008; Duyvejonck *et al.*, 2012).

Se encontraron asociaciones positivas y significativas entre la capacidad de retención de los distintos solventes (agua, carbonato, sacarosa y láctico). Todos correlacionaron positivamente con las

fracciones de pentosanos solubles y los dos primeros con almidón dañado. Un aumento del almidón dañado y de pentosanos incrementa la absorción total de agua (Roccia *et al.*, 2006). El almidón dañado afecta la hidratación de las harinas llegando a absorber hasta tres veces más que el almidón sano (Bushuk, 1998).

La naturaleza altamente hidrofílica de los pentosanos solubles puede incrementar hasta diez veces su peso en agua (Blokma & Bushuk, 1988). Las harinas destinadas a la elaboración de galletitas deben absorber la menor cantidad de agua posible, ya que la masa pegajosa no permite el paso a través de las máquinas de laminado y recorte; además, deben ser horneadas durante más tiempo para evaporar el exceso de humedad, aumentando el costo de energía (Pantanelli, 2002).

La correlación positiva entre la capacidad de retención de ácido láctico y la capacidad de retención de sacarosa también fue encontrada para trigos blandos en otros trabajos (Guttieri *et al.*, 2002; Guttieri & Souza, 2003), en donde se sugirió que la asociación alcanzada podría ser debida a características propias de dos de las líneas en estudio, más que a una propiedad universal de los trigos o de la capacidad de retención de los solventes.

La correlación observada entre la capacidad de retención de sacarosa y carbonato de sodio coincide con lo informado en trabajos anteriores para trigos blandos (Guttieri & Souza, 2003) y triticales (Roccia *et al.*, 2006). No se encontró asociación entre la capacidad de retención de ácido láctico y el contenido de proteínas, coincidente con lo observado en 26 cultivares de trigo por Guttieri *et al.* (2002) y Rubiolo *et al.* (2004) en 25 líneas avanzadas de triticales.

Análisis de conglomerados

Se evaluó, mediante un análisis de conglomerados, la influencia de la composición química y

las propiedades fisicoquímicas de las muestras de harinas y su relación con la calidad galletitera. El análisis estadístico permitió diferenciar las harinas en tres grupos; grupo 1 (17, 27, 25, 14, 28, 11, 31, 32, 24, 6, 18, 19, 16, 13, 15, 9, 12, 8, 26 y 1), grupo 2 (29, 23, 22, 5, 33, 7, 3, 21, 10, 30, 2) y grupo 3 (20, 34, 4) (Tabla 5). Estos mostraron diferencias significativas en sus propiedades de absorción de distintos solventes. En general, altos valores de absorción se relacionaron con mayores contenidos de almidón dañado y pentosanos solubles, y no mostraron relación con el contenido de proteínas de las harinas (Fig. 1).

Las muestras incluidas en el grupo 1 mostraron el mayor factor galletita asociado con bajos valores de los porcentajes de la capacidad de retención

Tabla 5. Clasificación de harinas de triticales y tricepiros cultivados en Santa Rosa, La Pampa, durante 2012 según análisis de conglomerados

	IRAA	Capacidad de retención de solventes				Almidón Dañado %	Factor Galletita	SDS - SI
		Agua (%)	Na ₂ CO ₃ (%)	Sacarosa (%)	Ácido Láctico (%)			
Conglomerado 1 *	78,1 a	72,4 a	97,2 a	108,3 a	87,4 a	8,9 a	5,8 b	6,4 a
Conglomerado 2 **	79,5 a	77,6 b	109,5 b	118,6 b	112,4 c	8,4 a	5,5 a	8,0 b
Conglomerado 3 ***	85,1 b	95,1 c	128,7 c	124,6 c	105,0 b	12,4 b	5,4 a	6,4 a

Los datos se expresan como el valor promedio para cada conglomerado. Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$). IRAA: Índice de retención de agua alcalina; SDS-SI: Índice de sedimentación en dodecil sulfato de sodio.

* Líneas: 1,26,8,12,9,15,13,16,19,18,6,24,32,31,11,28,14,25,27,17

** Líneas: 2,30,10,21,3,7,33,5,22,23,29

*** Líneas: 4, 34, 20

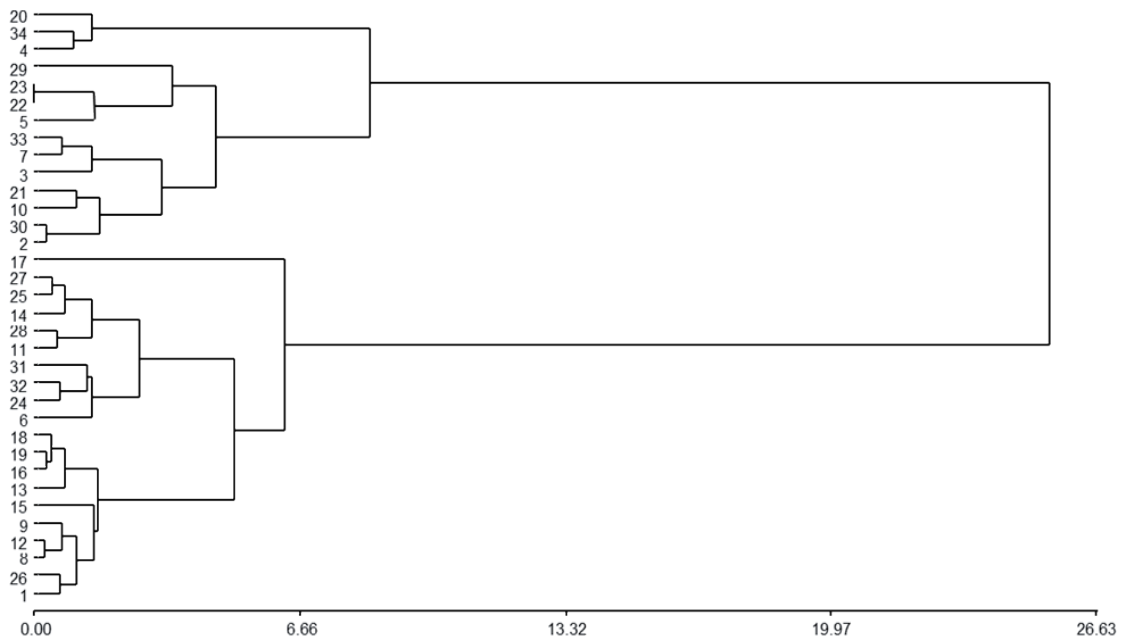


Figura 1. Análisis de conglomerados de genotipos de triticales y tricepiro cultivados en Santa Rosa, La Pampa, durante 2012, sobre la base de los valores promedio de las variables fisicoquímicas obtenidas de sus harinas.

de solventes, índice de retención de agua alcalina, índice de sedimentación en dodecil sulfato de sodio, pentosanos solubles y almidón dañado. El grupo 3 fue el que incluyó la menor cantidad de muestras siendo estas las que obtuvieron mayores valores en los indicadores de absorción, lo que es consecuente con el menor factor galletita. En este grupo se encontró la muestra 34 correspondiente a la variedad de tricepiro analizada, lo que indicaría que no presenta aptitud para su utilización en la elaboración de galletitas.

CONCLUSIONES

La caracterización de las harinas y la separación en grupos según sus propiedades fisicoquímicas permitieron la selección de genotipos con diferentes propiedades funcionales. Las muestras incluidas en el *cluster* 1 presentaron los mejores parámetros de calidad relacionados con la elaboración de galletitas. El tricepiro presentó el menor valor de factor galletita.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, A.; O. Badiali, M. Cantarero, A. León, P. Ribotta y O. Rubiolo, 2002. Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in argentine triticales. *Cereal Res. Comm.* 30:203-208.
- Amaya, A. y R. Peña, 1990. Triticale industrial quality improvement at CIMMYT. Past, present and future. In: *Proc. 2nd Int. Triticale Symp.* pp 412-421. Berthier Grafica Editora. Passo Fundo, Brasil.
- American Association of Cereal Chemist (AACC), 2000. *Approved Methods of the AACC*. 10th Edition, American Assoc. Cereal Chemists Inc., St Paul, Minnesota. USA.
- Bloksma, A. and W. Bushuk, 1988. Rheology and chemistry of dough. En Y. Pomeranz (Ed.): *Wheat: chemistry and technology*. pp 131-217. American Assoc. Cereal Chemists Inc., St Paul, Minnesota. USA.
- Bushuk, W. 1998. Interactions in wheat doughs. In Harmer, R. & R. Hosene (Eds): *Interactions: The keys to cereal quality*. pp 1-16. American Association of Cereal Chemists Inc., St. Paul, Minnesota, USA.
- Castaño, M.; P. Ribotta, V. Ferreira, E. Grassi, A. Ferreira, H. di Santo, E. Castillo, y H. Paccapelo, 2015a. Aptitud de las harinas integrales de triticales (x *Triticosecale* Wittmack) para la elaboración de galletitas. *SEMIÁRIDA* Rev. Facultad de Agronomía, UN La Pampa 25(1):25-39.
- Castaño, M.; P. Ribotta, V. Ferreira, E. Grassi, A. Ferreira, H. di Santo, E. Castillo y H. Paccapelo, 2015b. Análisis del perfil fisicoquímico de las harinas de triticales (x *Triticosecale* Wittmack) y su relación con la elaboración de galletitas de calidad. *Rev. SENASA* 1(9):1-14.
- Castro, N.; R. Domínguez, y H. Paccapelo, 2011. Análisis del rendimiento de grano y sus componentes en cereales sintéticos (tricepiros y triticales). *Rev. Facultad de Agronomía, UN La Pampa* 22:13-21.
- Colombo, A.; G.T. Pérez, P.D. Ribotta and 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. *Journal of Cereal Sci.* 48(3): 775-780.
- Covas, G. 1976 Tricepiro, un nuevo verdeo sintético que involucra al trigo, centeno y agropiro. *Informativo de Tecnol. Agrop. para la Región Semiárida Pampeana* 68:5.
- D'Appolonia, B. L. and P. Rayas-Duarte, 1994. Wheat carbohydrates: structure and functionality. In Bushuk, W. & V. Rasper (Eds.). *Wheat Production, Properties and Quality* Chapter 8 pp 107-127.
- Duyvejonck, A.E.; B. Lagrain, E. Dornez, J.A. Delcour and C.M. Courtin, 2012. Suitability of solvent retention capacity test to assess the cookie and bread making quality of European wheat flours. *LWT-Food Science and Technology* 47(1):56-63.
- Dick, J. and J. Quick, 1983. A modified screening test for rapid estimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines. *Cereal Chemistry* 60(4): 315-318.
- Di Rienzo, J.; F. Casanoves, M. Balzarini, L. González, M. Tablada, y C. Robledo, 2015. *InfoStat versión 2015*. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL <http://www.infostat.com.argentina>.
- Fairidi, H.; C. Gaines and P. Finney, 1994. Soft wheat quality in the production of cookies and crackers. In W. Bushuk and V. Rasper (Eds.) *Wheat: Production, Properties and Quality*. pp 154-168. Chapman and Hall, Glasgow, Scotland.
- Ferreira, V.; E. Grassi, A. Ferreira, H. di Santo, E. Castillo, y H. Paccapelo, 2015. Triticales y tricepiros: interacción genotipo-ambiente y estabilidad del rendimiento de grano. *Chilean J. Agric. Anim. Sci.* 31(2):93-104.
- Gaines, C., 2000. Report of the AACC committee on soft flour. Method 56-11, Solvent Retention Capacity Profile. *Cereal Foods World* 45:303-306.
- Giroux, M.J. and C.F. Morris, 1997. A glycine change in puroindoline b is associated with wheat grain hardness and low levels of starch-surface friabilin. *Theor. Appl. Genet.* 95(5-6):857-864.
- Gómez, M.; L. Manchón, B. Oliete, E. Ruíz and P.A. Caballero, 2010. Adequacy of wholegrain non-wheat flours for layer cake elaboration. *LWT- Food Science and Technology* 43(3):507-513.

- Guerrero García, A., 1999. Cultivos herbáceos extensivos. Ed. Mundiprensa, Madrid. 833 pp.
- Guttieri, M.J.; R. McLean, S.P. Lanning, L.E. Talbet and E.J. Souza, 2002. Assessing environmental influences on solvent retention capacities of two soft white spring wheat cultivars. *Cereal Chemistry* 79(6):880-884.
- Guttieri, M.J. and E. Souza, 2003. Sources of variation in the solvent retention capacity test of wheat flour. *Crop Sci.* 43(5): 1628-1633.
- Hashimoto, S.; M. Shrogren and Y. Pomeranz, 1987. Cereal pentosans: estimation and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products. *Cereal Chemistry* 64(1): 30-34.
- Hoseney, R.C., 1994. Principles of Cereal Science and Technology, 2nd Ed., American Association of Cereal Chemists, Inc., St. Paul, Minnesota, USA.
- Kweon, M.; L. Slade, H. Levine, R. Martin, L. Andrews and E. Souza, 2009. 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 Chemistry* 86(2):221-224.
- León, A.E.; O.J. Rubiolo and M.C. Añón, 1996. Use of triticale in cookies: quality factors. *Cereal Chemistry* 73(6): 779- 784.
- Miller, B.S.; S. Afework, Y. Pomeranz, B. Bruinsma and G.D. Booth, 1982. Measuring the hardness of wheat. *Cereal Foods World* 27:61-64.
- Miller, B.S. and R.C. Hoseney, 1997. Factors in hard wheat flour responsible for reduced cookie spread. *Cereal Chemistry* 74(3):330-336.
- Moiraghi, M.; P.D. Ribotta, A. Aguirre, G.T. Pérez y A.E. León, 2005. Análisis de la aptitud de trigos pan para la elaboración de galletitas y bizcochuelos. *Agriscientia* 22:47-54.
- Oettler, G., 2005. The fortune of a botanical curiosity. Triticale: past, present and future. *The Journal of Agricultural Science* 143(5):329-346. Cambridge Univ. Press.
- Oliete, B.; G.T. Pérez, M. Gómez, P.D. Ribotta, M. Moiraghi and A.E. León, 2010. Use of wheat, triticale and rye flours in layer cake production. *International J. of Food Science & Technology* 45(4):697-796.
- Olivera, A. and A. Baier, 1991. Evaluation of gluten quality and resistance to scab, stop bloch and sproutin in triticale wheat and rye. In Proc. 2nd International Triticale Sym. pp. 75-78. Berthier Grafica Editora. Passo Fundo, Brasil.
- Pantanelli, A., 2002. Galletitas. Cadena alimentaria. *Alimentos Argentinos* 19:47-55.
- Peña, R.J., 2003. Influencia de la textura del endospermo y la composición de las proteínas del gluten en la calidad panadera del trigo. En: *Avances y perspectivas en calidad industrial del trigo*. Acta INIA N° 21. Centro Regional de Investigación Carillanca. Temuco, Chile. pp 23-40.
- Pérez, G.T.; A.E. León, P.D. Ribotta, A. Aguirre, O.J. Rubiolo y M.C. Añón, 2003. Use of triticale flours in cracker-making. *European Food Res. Technol.* 217(2):134-137.
- Ramírez, A.; G.T. Pérez, P.D. Ribotta y A.E. León, 2003. The occurrence of friabilins in triticale and their relationship with grain hardness and baking quality. *J. Agric. Food Chem.* 51(24):7161-7181.
- Roccia, P.; M. Moiraghi, P.D. Ribotta, G.T. Pérez, O.J. Rubiolo and A.E. León, 2006. Use of solvent retention capacity profile to predict the quality of triticales flours. *Cereal Chemistry* 83(3):243-249.
- Rubiolo, O.J.; M. Moiraghi, P. Roccia Ruffinengo, G.T. Pérez y A.E. León, 2004. Evaluación de la calidad industrial de líneas avanzadas de triticale. VI Congreso Nacional de Trigo. Universidad Nacional del Sur. Actas CD.
- Slade, L. and H. Levine, 1994. Structure-Function relationships of cookies and cracker ingredients. Pages 23-141. In Faridi, H. (Ed.). *The Science of Cookie and Cracker Production*. Chapman, New York.
- Soil Survey Staff. 1999. Soil taxonomy: a basic system of soil classification for making and interpreting soil surveys. *Agric. Handbook* (2nd ed.), USDA Vol. 436. 869 pp.
- Torri, C.L., P.D. Ribotta, M.H. Morcillo, O.J. Rubiolo, G.T. Pérez y A.E. León, 2003. Determinación del contenido de almidón dañado en harinas de triticale. Su influencia sobre la calidad galletitera. *Agriscientia* 20: 3-8.
- Vázquez, D., 2009. Aptitud industrial de trigo. INIA Serie Técnica N° 177. R.O. del Uruguay. 46 pp.
- Wade, P., 1988. Wheat and wheat flour. In Wade, P (Ed.): *Biscuits, cookies and crackers*. Vol. 1. The principles of the craft. pp 116-138. Elsevier Applied Science. London, England.
- Williams, P.C., 1986. The influence of chromosome number and species on wheat hardness. *Cereal Chemistry*. 63(1):56-57.
- Yamazaki, W.T. and D. Lord, 1971. Soft wheat products. In Pomeranz, Y. (Ed.): *Wheat, chemistry and technology*. 2^{da} Ed. 743-776. AACC, St. Paul. Minnesota, USA.
- Yamazaki, W.T. and D. H. Donelson, 1972. Relationship between flour particle and cake volume potential among eastern soft wheat. *Cereal Chemistry* 49(6):649-653.