

ANÁLISIS DEL PERFIL FISICOQUÍMICO DE LAS HARINAS DE TRITICALES (x *Triticosecale* Wittmack) Y SU RELACIÓN CON LA ELABORACIÓN DE GALLETITAS DE CALIDAD

PHYSICO-CHEMICAL PROFILE ANALYSIS OF TRITICALE (x *Triticosecale* Wittmack) FLOUR AND THEIR RELATIONSHIP WITH COOKIE-MAKING QUALITY

Mirta Castaño (Universidad Nacional de La Pampa), Pablo Daniel Ribotta (Universidad Nacional de Córdoba), Víctor Aníbal Ferreira (Universidad Nacional de Río Cuarto), Ezequiel Martín Grassi (Universidad Nacional de Río Cuarto), Analía Ferreira (Universidad Nacional de Río Cuarto), Hernán Elías di Santo (Universidad Nacional de Río Cuarto), Ernesto Ariel Castillo (Universidad Nacional de Río Cuarto), Enzo David Ferrari (Universidad Nacional de La Pampa) y Héctor Antonio Paccapelo (Universidad Nacional de La Pampa) - Argentina

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar la aptitud de líneas experimentales y cultivares de triticales en la elaboración de galletitas en forma directa o indirecta a través de su relación con parámetros fisicoquímicos de las harinas. El factor galletita (FG) tuvo una asociación positiva y altamente significativa con los valores de Pelshenke ($r=0,60$; $p \leq 0,01$), con SRC agua ($0,48$; $p \leq 0,01$), SRC carbonatos ($r = 0,46$; $p \leq 0,01$), SRC láctico ($r=0,43$; $p \leq 0,01$) y en forma negativa con rendimiento ($r = -0,50$; $p \leq 0,01$). Estos resultados indicarían que, dentro del rango de valores de proteína analizados, los incrementos en la fuerza del gluten dieron como resultado, en general, galletitas de baja calidad y una tendencia a la disminución de la producción de granos.

Palabras clave: proteína, índice de tamaño de partícula, capacidad de retención de solventes, rendimiento de grano.

Abstract

The aim of this study was to evaluate the ability of test lines and cultivars of triticale in developing cookies directly or indirectly through their relationship with physicochemical parameters of flours. The cookie factor (FG) had a positive and highly significant association with Pelshenke values ($r = 0,60$; $p \leq 0,01$) with water SRC ($0,48$; $p \leq 0,01$), SRC carbonates ($r = 0,46$; $p \leq 0,01$), lactic SRC ($r = 0,43$; $p \leq 0,01$) and negatively with yield performance ($r = -0,50$; $p \leq 0,01$). These results indicate that within the range of protein values analyzed the increases in the strength of gluten resulted in generally poor quality cookies and a tendency to decrease in grain production.

Keywords: protein, particle size index, solvent retention capacity, grain yield

INTRODUCCIÓN

El triticale (x *Triticosecale* Wittmack) es producto de la hibridación *Triticum* L. x *Secale* L. en sentido amplio, obtenido con la finalidad de reunir la calidad del trigo con la rusticidad del centeno. Los $2n=6x=42$ provenientes de *T. turgidum* L. x *S. cereale* L. (AABBRR) han recibido el mayor trabajo de mejoramiento debido a sus aptitudes agronómicas, muy buenos rendimientos de forraje y grano, excelentes cualidades nutricionales y amplia adaptabilidad a ambientes geográficos diversos (Mergoum *et al.*, 2004; Dogan *et al.*, 2011). El uso principal en la Argentina es como un cereal forrajero, sin embargo, el grano podría ser muy importante en la alimentación humana por el uso de su harina en la elaboración de galletitas (Pérez *et al.*, 2003).

Las harinas de triticale presentan mayor contenido de proteínas hidrosolubles que las de trigo (Chen y Bushuk, 1970), por lo que generalmente son empleadas para elaborar productos que necesitan poca tenacidad en el gluten tales como galletitas, tortas, tortillas y obleas (Rubiolo *et al.*, 2004). De los productos mencionados, se destaca la producción de galletitas, dado que representa el 8 % del consumo total de harinas (Pantanelli, 2000).

Se han empleado diversos métodos para evaluar la calidad de los granos de triticales, tales como el peso hectolítrico y peso de mil granos (Método 55-10, AACC 2000) y el Índice de Tamaño de Partícula (PSI), (Método 55-30, AACC, 2000).

Asimismo, se han aplicado numerosas pruebas fisicoquímicas para medir la calidad de las harinas, como la determinación de proteína (Método 46-12, AACC, 2000); el índice de sedimentación en dodecil sulfato de sodio (IS-SDS) (Método de Dick y Quick, 1983), que determina la capacidad de hidratación y de expansión de las proteínas del gluten en un medio ligeramente ácido (Axford *et al.*, 1979); Prueba de Pelshenke (Método 56-50, AACC 2000), y el Índice de Retención de Agua Alcalina (IRAA) (Método 56-10, AACC, 2000).

Para analizar la contribución individual de cada componente de las harinas en la calidad del producto final, la galletita, se ha desarrollado el perfil de la capacidad de retención de solventes (SRC) (Slade y Levine, 1994) que fue posteriormente aprobado e implementado por la American Association of Chemist (AACC) (Gaines, 2000). Este evalúa la capacidad de una harina para retener cuatro solventes diferentes (agua, sacarosa 50 %, carbonato de sodio 5 % y ácido láctico 5 %) (Guttieri *et al.*, 2002). La conveniencia del uso de esta prueba fue validada en triticale por Ramírez *et al.* (2003), Torri *et al.* (2003), Rocca *et al.* (2006), Colombo *et al.* (2008) y Oliete *et al.* (2010).

A menudo se considera el factor galletita como indicador de la calidad galletitera de las harinas y se toma en cuenta la relación entre el diámetro y alto de estas, considerándose que las de mayor extensión responderían a una mejor calidad (Nemeth *et al.*, 1994). Las harinas deseables para la elaboración de galletitas deberían presentar baja concentración de proteínas, reducida absorción de agua, mínima fuerza del gluten, bajo almidón dañado y arabinoxylanos (Pantanelli, 2002; Kweon, *et al.*, 2011).

Como resultado del mejoramiento genético se han obtenido cultivares con buena calidad de harinas que resultaron de interés de algunas fábricas de galletitas. En ese sentido, la selección de líneas experimentales sobre la base de parámetros de calidad es una herramienta imprescindible para la obtención de cultivares de triticales con aplicación industrial (Rubiolo *et al.*, 2004).

El objetivo de este trabajo fue caracterizar la aptitud productiva y el perfil físico químico de las harinas de triticales en su relación con la elaboración y calidad de galletitas.

MATERIALES Y MÉTODOS

En la Tabla 1, se detalla el nombre y procedencia de los materiales analizados. El estudio se trató de veintidós líneas experimentales de triticales provenientes del Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT) de México y en proceso de selección en la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Río Cuarto, Argentina, y la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina; dos cultivares graníferos (Eronga 83 y GNU) y cuatro cultivares forrajeros (Quiñé UNRC, Tizné UNRC, Don Santiago INTA y Yagán INTA).

El ensayo se condujo en la Facultad de Agronomía de la Universidad Nacional de La Pampa, Argentina, en un suelo caracterizado como un *Haplustol éntico*, con una profundidad de 110 cm. La siembra se efectuó el 8 de junio de 2011 con una densidad de 250 plantas a la emergencia y en parcelas estándar con 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 241 mm. La cosecha se efectuó manualmente a madurez fisiológica, y las muestras de grano se acondicionaron con un contenido de humedad de aproximadamente 14 %.

Tabla 1. Nombre y procedencia de triticales analizados en Santa Rosa, La Pampa, en 2011

N.º	Nombre	Procedencia
1	LF53 x LF37 /12 (T60 x Tehuelche) x	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
2	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	Don Santiago INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina
21	Tizné-UNRC	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
22	Quiñe- UNRC	Universidad Nacional de Río Cuarto (Córdoba, Argentina)
23	CIMMYT 824	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
24	CIMMYT 821	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
25	CIMMYT 822	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
26	GNU	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
27	CIMMYT 820	Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo (CIMMYT, México)
28	Yagán INTA	Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Argentina

Análisis físico y fisicoquímico de las harinas

Para la obtención de las harinas, los granos fueron molidos en un molino Quadrumat Junior Brabender (harina blanca). 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 y 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 Micro Método de Kjeldhal modificado para ácido bórico (Método 46-12, AACC, 2000). Los valores de proteína se calcularon como $N \times 5.7$ y ajustados a 14 % de humedad.
2. Índice de Sedimentación en Dodecil Sulfato de Sodio (IS-SDS) (Método de Dick y Quick, 1983). El volumen de sedimentación resulta 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 será la fuerza del gluten.
4. Perfil de Capacidad de Retención de Solventes (SRC) (Método 56-11, AACC, 2000).
5. Índice de Retención de Agua Alcalina (IRAA) (Método 56-10, AACC, 2000).

Calidad galletitera

Se elaboraron galletitas con las harinas en estudio mediante el método descrito por León *et al.* (1996) y, para determinar su calidad, se calculó el Factor Galletita (FG), definido como la relación entre el diámetro y la altura de cuatro galletitas. Se asignó la mejor calidad a aquellas que obtuvieron un valor absoluto superior.

Evaluación de rendimiento y calidad del grano

Para determinar el rendimiento de grano, se 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 mil granos (g) se determinó como el promedio de dos muestras de cien 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 estadístico

Las determinaciones fisicoquímicas se realizaron por duplicado y se informaron como valor promedio. Los datos de productividad y las 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) para determinar las relaciones entre las diferentes variables usando el programa estadístico InfoStat (2002).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Parámetros de calidad de las harinas y de las galletitas

En la Tabla 2, se muestran los valores obtenidos para los diferentes parámetros fisicoquímicos analizados. Las texturas de los granos presentaron valores de PSI en un rango de entre 10,0 y 34,8 con un valor promedio de 20,8. Estos valores corresponderían a la categoría de granos muy duros a muy blandos, respectivamente, según el método 55-30 de la American Association of Cereal Chemist (AACC, 2000) establecido para clasificar la textura de los diferentes granos de trigo. Williams (1986) encontró un rango de dureza de 7,8 a 36,6 en 280 cultivares de triticales y Rubiolo *et al.* (2004) obtuvieron un rango de entre 7,4 y 27,4 en el análisis de 25 líneas experimentales. La textura del endospermo influye sobre la distribución del tamaño de partícula en la harina. En los trigos duros, los granos de almidón son duros y las células del endospermo permanecen intactas, no se rompen durante la molienda y las harinas presentan entonces mayor tamaño de partícula que aquellas de los trigos blandos (Ramírez *et al.*, 2003).

Las harinas de triticales analizadas presentaron contenidos de proteínas entre un rango de 7,2 a 11,2 y resultaron aproximados a los datos publicados por Aguirre *et al.* (2002) que encuentran un rango de 8,8 a 15,9 analizando 46 líneas experimentales, a los publicados por Rubiolo *et al.* (2004) con un rango de entre 8,4 y 13,3 % analizando 25 líneas avanzadas y a los de Pérez *et al.* (2003) con valores de 10,0 a 12,3 %. Los triticales que se cultivan en la actualidad contienen alrededor de 12,1 % de proteínas (León *et al.*, 1990) y no forman una fuerte red como las proteínas del gluten de trigo; por tal razón, los triticales producen harinas de baja tenacidad (Pérez *et al.*, 2003). Al respecto, se mencionan correlaciones negativas entre el diámetro de las galletitas y el contenido de proteína de la harina (Gaines 1990, 1991; Bettge *et al.*; Kaldy, 1993).

El índice de sedimentación en SDS mide la capacidad del gluten para formar una red y, de este modo, la capacidad de la harina de dar piezas de pan de alta calidad. En este trabajo, los valores de SDS-SI variaron entre 5,7 y 11 cm³ con un promedio de 8. En la bibliografía, se mencionan valores de entre 3,7 a 9 cm³ (Rubiolo *et al.*, 2004), de 5 a 11 cm³ (Ramírez *et al.*, 2003), 3,5 a 8,9 (Aguirre *et al.*, 2002), 4,3 a 9,6 (Roccia *et al.*, 2006). Estos valores son considerablemente más bajos que los reportados para trigo (Olivera y Baier, 1991) 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 y Peña, 1990; Rubiolo *et al.*, 2004; Roccia *et al.*, 2006 y Colombo *et al.*, 2008).

Tabla 2. Parámetros de calidad en 28 harinas de triticales cultivados en Santa Rosa, La Pampa, en 2011

		PSI	SDS		Capacidad de Retención de Solventes (SRC)					
			- SI		Agua (%)	Na ₂ CO ₃ (%)	Sacarosa (%)	Láctico (%)		
1	LF53 x LF37 /12 (T60 x Tehuelche)	19,9	8,7	8,1	37,8	86,6	68,7	96,0	97,3	89,0
2	x LF65 /6	19,1	9,3	7,7	31,9	90,8	71,7	97,8	113,3	88,1
3	LF97 x T312 /11	13,9	9,4	10,0	77,6	50,0	75,2	102,6	124,0	123,8
4	Cim 03 FW/40	22,4	9,3	7,5	34,4		81,8	123,1	125,2	100,4
5	Cim 03 FW/61	20,2	10,3	8,9	44,0	91,9	83,2	110,8	122,1	95,2
6	Cim 03 FW/64	18,7	8,1	6,8	30,4	89,2	75,4	101,1	112,4	89,3
7	Cim 03 FW/75	19,5	10,6	8,4	38,6	88,2	72,3	98,3	73,2	82,9
8	Cim 03 FW/77	19,2	10,2	6,5	44,7	91,2	73,2	95,8	69,0	87,8
9	Cim 03 IT/8	29,7	8,6	9,7	38,3	85,3	68,8	94,1	105,8	77,6
10	Cim 03 IT/12	29,8	8,1	11,0	34,7	96,0	75,8	104,0	109,8	106,2
11	Cim 05 IT/809	26,2	8,2	7,5	28,6	87,8	78,1	101,1	112,8	91,1
12	Cim 05 IT/810	13,7	7,9	6,5	32,7	85,7	69,6	93,0	109,7	108,8
13	Cim 05 IT/826	31,9	8,9	9,2	25,9	87,1	71,6	95,4	117,9	87,9
14	Cim 05 IT/829	10,0	9,4	7,6	33,8	86,5	69,4	94,4	108,7	79,2
15	Cim 05 IT/830	14,0	10,3	5,7	27,5	85,9	67,3	90,8	101,4	75,9
16	Cim 05 IT/832	16,8	10,0	7,6	41,0	91,3	64,2	91,4	101,8	87,1
17	Cim 05 IT/834	15,6	9,3	6,0	37,1	88,6	67,8	91,1	106,1	85,8
18	Cim 05 IT/835	34,8	8,0	6,3	41,6	88,4	70,3	91,3	107,3	87,4
19	Eronga 83 Don Santiago	24,2	7,6	7,5	26,6	89,9	70,3	93,6	108,1	81,1
20	INTA	26,6	11,2	8,9	90,0		86,3	123,9	122,2	109,5
21	Tizné-UNRC	25,0	9,9	8,6	30,3	95,4	74,7	102,9	115,6	106,8
22	Quiñe- UNRC	11,5	8,0	8,4	41,9	90,7	72,5	99,4	116,1	103,4
23	CIMMYT 824	11,7	8,3	7,6	22,8	96,8	61,3	97,4	120,1	84,6
24	CIMMYT 821	22,8	10,2	8,9	27,5	90,9	75,8	94,1	109,1	85,2
25	CIMMYT 822	15,7	9,3	7,5	40,5	89,7	64,8	92,4	102,3	76,6
26	GNU	27,9	7,2	6,6	34,5		77,3	107,3	115,8	93,9
27	CIMMYT 820	17,9	9,5	7,9	41,5	87,8	61,3	94,2	99,2	85,1
28	Yagán INTA	22,6	9,7	9,7	45,6	95,7	74,7	100,9	116,4	130,8
	Promedio	20,8	9,1	8,0	38,6	90,2	72,3	99,2	108,7	92,9
	Desvío Estándar	6,5	1,0	1,3	14,3	10,0	6,0	8,5	13,0	13,7

La Prueba de Pelshenke mide el tiempo de fermentación de la harina y se emplea como una medida de la fuerza del gluten para retener el gas carbónico formado durante la fermentación. Los valores obtenidos variaron entre 22,8 min y 77,6 min con un valor promedio de 38,6. Por su parte, Masajo *et al.* (1980) mencionan valores de 85 a 185 min en líneas experimentales de triticales en Filipinas. Los valores inferiores a 60 min indicarían la

presencia de un gluten débil en la harina y los mayores a 100 min caracterizan a los glútenes fuertes (López Bellido, 1991). La calidad inferior de las harinas de triticales se explica, en parte, por el mayor contenido de proteínas hidrosolubles que implica una menor proporción de proteínas del gluten (Chen y Bushuk, 1970).

El índice de absorción de agua alcalina (IRAA, %) es un índice usado para seleccionar harinas de buena calidad. Las fracciones pentosanos, proteínas, glicoproteínas y almidón dañado de las harinas serían responsables de la retención de agua alcalina (Yamazaki y Lord, 1971). Los valores obtenidos en este estudio variaron entre 85,3 y 109,6. Pérez *et al.* (2003) encuentran un rango menor (65 a 75 %), Ramírez *et al.* (2003) de entre 59,5 y 68,1 %, Rubiolo *et al.* (2004) entre 59,7 y 72,5 % y Roccia *et al.* (2006) obtuvieron valores entre 62,5 y 74,2 %.

La capacidad de retención de agua de las harinas de triticales 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). En este trabajo se encontró un amplio rango de valores dentro de cada perfil y los promedios fueron 72,3 % (para agua), 99,2 % (para carbonatos), 108,7 % (sacarosa) y 92,9 % (ácido láctico).

Los valores encontrados 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 % (para agua), 75,4 % (para carbonatos), 96,8 % (para sacarosa) y 76,1 % (para ácido láctico).

Generalmente, el SRC ácido láctico está asociado con las características de las gluteninas, el SRC carbonato de sodio se vincula con el almidón dañado, SRC sacarosa

está relacionado con el contenido de pentosanos y con las características de gliadinas, y el SRC agua es afectado por todos estos constituyentes de la harina (Gaines, 2000; Roccia *et al.*, 2006). Guttieri *et al.* (2004) consideran que el incremento en los valores de SRC carbonato de sodio está correlacionado con una disminución del diámetro de las galletitas y el mismo tipo de correlación encuentra Gaines (2004) entre el incremento de los valores de SRC sacarosa y diámetro de las galletitas.

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.

Zhang *et al.* (2007, 2008) reportan que los valores del perfil de SRC sacarosa podrían ser usados en la predicción del diámetro y calidad de las galletitas. Pasha *et al.* (2009) consideran la utilidad del método cuando se tienen que analizar numerosas muestras de grano y de poca cantidad en cada una.

Parámetros físicos del grano y rendimiento

El peso de mil granos varió entre 28,9 y 54,9 g con un promedio de 38,14 g (Tabla 4) aproximados con los publicado por Ullah *et al.* (1986) con valores de entre 32,6 y 41,1 g. León (1995) menciona valores de entre 38,0 y 51,0 g con un promedio de 43,2 g y Gil (2002) publica un rango de entre 25,1 a 54,2 en triticales primaverales y de entre 26,1 y 57,5 para invernales en Polonia. Este autor encuentra una asociación de 0,64 entre el peso de mil granos y el rendimiento de total de harina en los triticales invernales.

Los valores de peso hectolítrico (PH) variaron entre 61,8 y 75,7 kg hL⁻¹ con una media de 69,1 kg hL⁻¹. Valores similares menciona Gil (2002) con un rango de 65,3 a 77,5 kg hL⁻¹ en triticales invernales y de entre 61,7 y 75,6 kg hL⁻¹ en primaverales. Algunas líneas experimentales superan los testigos Eronga 83 y Cananea seleccionados en el CIMMYT por su aptitud granífera.

León (1995) menciona valores de 56,2 hasta 72,2 kg hL⁻¹ con una media de 63,2 kg hL⁻¹ y considera que son pesos habituales 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. Otros valores mencionados son entre 56,65 y 75,25 kg hL⁻¹ (León *et al.*, 1990).

El peso hectolítrico 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. Gil (2002) encuentra una correlación significativa entre el PH y el rendimiento total de harina en triticales invernales ($r=0,54$) e invernales ($r=0,64$). León (1995) encuentra una correlación de 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.

El peso hectolítrico resulta afectado por dos factores; uno es la forma y uniformidad del tamaño de la semilla; el otro es la densidad del grano que está determinada por la estructura biológica y la composición química (Zeleny, 1971). Gil (2002) considera que la densidad del grano es el parámetro más ajustado al rendimiento de harina tanto en triticales como trigo.

Hlynka y Bushuk (1959) sostienen que el peso de grano no influye sobre el peso hectolítrico. En el presente estudio, la correlación determinada entre peso de mil semillas y PH fue de $r = 0,42$ ($p < 0,03$). León (1995) encuentra una correlación positiva entre el peso de mil semillas y el PH ($r = 0,575$) y considera que se puede atribuir a que los granos de algunos cultivares de mala calidad son al mismo tiempo livianos y arrugados, se conjugan así dos aspectos indeseables que en muchos casos no concurren.

Los valores de rendimiento obtenidos en este ensayo oscilan entre 1.600 y 4.423,3 kg ha⁻¹ con un promedio de 2.819,5 kg ha⁻¹ (Tabla 3). Los triticales graníferos superaron a los testigos forrajeros (Quiñe UNRC, Yagán INTA, Don Santiago INTA) en un 25,2 %, con valores promedios de 2.902,7 kg ha⁻¹ y 2.317 kg ha⁻¹, respectivamente. Las condiciones ambientales a partir de floración fueron muy favorables, especialmente en cuanto a precipitaciones, ya que durante noviembre se registraron 126,1 mm.

Ramacciotti *et al.* (2010) encuentran que el rendimiento promedio de triticales graníferos (2.508 kg ha⁻¹) resultó significativamente superior al de los forrajeros (1.551 kg ha⁻¹) en Córdoba, Argentina, en un año con precipitaciones efectivas de tan solo 26 milímetros durante los cinco meses en los que el ensayo estuvo implantado. Fernández (2008), en Santa Rosa (La Pampa, Argentina) durante el período 1996-2000, menciona un rendimiento promedio de 3.904 kg ha⁻¹.

Tabla 3: Peso de mil granos (PMG), peso hectolítrico (PH), rendimiento de grano y Factor Galletita de triticales analizados en Santa Rosa, La Pampa, en 2011

Nº	Nombre	PMG (g)	PH (kg hL ⁻¹)	Rendimiento de grano (kg ha ⁻¹)	Factor Galletita				
1	LF53 x LF37 /12	37,33	defghi	61,83	j	3.466,7	abc	4,92	o
2	(T60 x Tehuelche) x LF65 /6	38,10	cdefgh	63,03	ij	2.746,7	bcdefghi	5,45	hij
3	LF97 x T312 /11	33,67	i	67,83	defgh	1.600,0	j	6,57	a
4	Cim 03 FW/40	35,50	ghi	68,83	bcdefgh	2.728,3	bcdefghi	5,73	def
5	Cim 03 FW/61	36,43	fghi	66,93	fghij	2.348,3	defghij	5,71	efg
6	Cim 03 FW/64	36,33	fghi	71,47	abcdef	2.801,7	bcdefghi	5,55	fgh
7	LF97 x T312 /11	39,67	bcdefg	72,90	abcdef	2.540,0	cdefghij	6,14	b
8	Cim 03 FW/77	41,70	bcd	73,07	abcdef	2.655,0	bcdefghij	5,87	de
9	Cim 03 IT/8	43,43	b	68,47	cdefgh	2.901,7	bcdefgh	5,33	jkl
10	Cim 03 IT/12	36,33	fghi	69,00	bcdefgh	2.886,7	bcdefgh	5,42	hijk
11	Cim 05 IT/809	39,50	bcdefg	69,77	bcdefgh	2.630,0	bcdefghij	5,82	de
12	Cim 05 IT/810	40,07	bcdf	69,90	bcdefgh	2.945,0	bcdefgh	5,44	hijk

13 Cim 05 IT/826	41,63	bcd	68,87	bcdefgh	2.528,3	cdefghij	5,28	jklm
14 Cim 05 IT/829	37,67	cdefghi	71,23	abcdef	3.191,7	bcdef	5,16	lmn
15 Cim 05 IT/830	39,87	bcdefg	68,47	cdef	3.383,3	abcde	5,39	hijk
16 Cim 05 IT/832	39,07	bcdefgh	71,27	abcdef	2.306,7	efghij	5,17	lmn
17 Cim 05 IT/834	41,83	bc	68,50	cdefgh	2.570,0	cdefghij	5,25	lmn
18 Cim 05 IT/835	41,67	bcd	70,40	abcdefg	2.931,7	bcdefgh	5,56	fgh
19 Eronga 83	36,90	efghi	72,53	abcde	2.041,7	ghij	5,52	ghi
20 Don Santiago INTA	39,67	bcdefg	70,53	abcdefg	2.550,0	cdefghij	6,07	bc
21 Tizné- UNRC	35,87	ghi	65,03	hij	1.870,0	hij	5,91	cd
22 Quiñe- UNRC	36,17	fghi	67,43	efghi	2.221,7	fghij	5,55	fgh
23 CIMMYT 824	41,00	bcde	67,10	fghij	3.693,3	ab	5,12	mn
24 CIMMYT 821	42,00	bc	75,70	a	3.410,0	abcd	5,03	no
25 CIMMYT 822	38,87	cdefgh	73,57	abc	3.153,3	bcdef	5,53	ghi
26 GNU	41,60	bcd	73,13	abcd	4.423,3	a	5,42	hijk
27 CIMMYT 820	54,93	a	74,17	ab	4.411,7	a	5,54	ghi
28 Yagán INTA	28,97	j	68,20	defghi	3.063,3	bcdefg	5,36	ijk
Promedio	38,14		69,5		2.857,1		5,52	
Desvío Estándar	4,37		3,2		652,0		0,35	

Medias con letras iguales no son significativamente diferentes ($p \leq 0,05$).

Los valores obtenidos para FG oscilaron entre 4,92 (LF 53 x LF 37/12) y 6,57 (LF 97 x T312/11) con un valor promedio de 5,52. León *et al.* (1996) encuentran para Eronga 83 un FG de 5,7; para Yagán INTA un FG de 5,4 y para Quiñe –UNRC un FG de 5,2 y consideran los dos primeros como de dudosa calidad y de mala calidad el tercero, de acuerdo con las categorías usadas por el CIMMYT. En el presente trabajo, otras líneas de aceptable comportamiento fueron la 7 (Cim 03 FW/75) con un valor de FG de 6,14 y Don Santiago INTA con un FG de 6,07. Los indicadores de calidad de galletitas como diámetro y el factor de extensibilidad están fuertemente relacionados a la composición y características del almidón dañado, proteínas y polisacáridos no almidonosos que son responsables de las propiedades de retención de agua.

Relación entre parámetros de la calidad de harinas

Se determinaron los coeficientes de correlación entre las variables analizadas (Tabla 4). El PSI correlacionó en forma positiva y significativa con % SRC agua ($r = 0,41$; $p \leq 0,05$) que indicaría que, a mayores tamaños de partícula de la harina, se incrementaría el contenido de gluteninas, pentosanos y la absorción de agua a causa del aumento del almidón dañado. Trabajos previos indican una correlación negativa entre ambos parámetros (Ramírez *et al.*, 2003; Guttieri *et al.*, 2004).

La correlación entre el contenido de proteína y los valores de Pelshenke fue de $r = 0,44$ ($p \leq 0,05$); eso estaría indicando que, dentro de los valores analizados, al aumentar el contenido de proteína en el grano aumentaría la fracción de gluteninas de alto peso molecular. La formación de proteínas está relacionada, además de a su constitución genética, a las variables ambientales ocurridas durante el período reproductivo del cultivo. Los primeros días posteriores a la floración se sintetizan las proteínas como albuminas y globulinas, mientras que las proteínas del gluten se sintetizan entre diez y veinte días posteriores a floración, superando rápidamente las primeras (Brach, 2012).

Se encontró una correlación altamente significativa entre el SDS-SI y % SRC láctico $r=0,47$ ($p\leq 0,01$) en concordancia con datos publicados en otros estudios (Roccia *et al.*, 2006; Xiao *et al.*, 2006) confirmando así la presencia de gluteninas, que aumentan la calidad de la harina en su uso para la elaboración de pan.

La correlación altamente significativa entre los valores de Pelshenke y % SRC Láctico ($r=0,51$; $p\leq 0,01$) sería indicativa de la relación existente entre las harinas fuertes con el contenido de gluteninas; la asociación entre los valores de Pelshenke con % SRC carbonatos ($r=0,47$; $p\leq 0,01$) indicaría que ha mayor fuerza de la harina aumenta la proporción de almidón dañado.

Se encontró una asociación entre el IRAA y % SRC carbonatos de $r = 0,41$ ($p\leq 0,01$) indicativo de un aumento en la absorción de agua a causa del incremento del almidón dañado.

Tabla 4. Coeficientes de correlación entre parámetros fisicoquímicos en harinas de triticales evaluados en Santa Rosa, La Pampa, en 2011

	PSI	Proteína (%)	SDS - SI	Pelshenke	IRAA	Agua (%)	Na ₂ CO ₃ (%)	Sacarosa (%)	Láctico (%)	PMG	PH	Rendimiento
Proteína (%)												
SDS - SI												
Pelshenke			0,44*									
IRAA												
Agua (%)	0,41*			0,40*								
Na ₂ CO ₃ (%)				0,47**	0,41*	0,82**						
Sacarosa (%)							0,48**					
Láctico (%)			0,47**	0,51**		0,50*	0,50**	0,45**				
PMG												
PH										0,44**		
Rendimiento										0,57**		
FG				0,60**		0,48**	0,46**		0,43*			-0,5**

* ($p\leq 0,05$), ** ($p\leq 0,01$)

La correlación significativa entre el % SRC de agua y el % SRC de carbonatos ($r= 0,82$, $p\leq 0,01$) indicaría la presencia de almidón dañado. La asociación entre % SRC de agua y % SRC láctico ($r= 0,50$; $p\leq 0,01$) obedecería a la contribución de un aumento de las gluteninas en la absorción de agua (Roccia *et al.*, 2006).

El % de SRC carbonato se correlacionó con el % SRC sacarosa ($r=0,48$; $p\leq 0,01$) y el % SRC láctico ($r=0,50$; $p\leq 0,01$), lo que indica la asociación entre el almidón dañado y el contenido de pentosanos y gluteninas. Resultó también alta la asociación entre los perfiles SRC sacarosa y SRC láctico determinada por estos dos componentes de la harina ($r=0,45$, $p\leq 0,05$).

El factor galletita (FG) tuvo una asociación altamente significativa con los valores de Pelshenke ($r=0,60$, $p\leq 0,01$), con SRC agua ($0,48$, $p\leq 0,01$), SRC carbonatos ($r = 0,46$, $p\leq 0,01$), SRC láctico ($r=0,43$, $p\leq 0,01$) y en forma negativa con rendimiento ($r = -0,50$, $p\leq 0,01$). Esta situación indicaría que el incremento de las gluteninas, el posible aumento en el almidón dañado y absorción de agua de las harinas haya perjudicado la calidad de las galletitas en concordancia con una disminución del rendimiento de grano de las líneas. Dentro del rango de valores de proteína analizados, los incrementos en la fuerza del gluten originaron galletitas de regular calidad, salvo excepciones como los genotipos 3, 7 y 20. En trabajos previos, se encontró una correlación inversa y significativa entre el IRAA, SRC carbonatos y la calidad de las galletitas elaboradas con harinas de triticales y

trigos blandos (Abboud *et al.*, 1985; León *et al.*, 1996); también se mencionan asociaciones negativas entre FG y SRC agua, carbonato y sacarosa (Roccia *et al.*, 2006) y entre el diámetro de las galletitas y SRC carbonatos, sacarosa y láctico (Guttieri *et al.*, 2001).

CONCLUSIONES

La comparación de las harinas de las líneas experimentales y cultivares analizadas muestran diferencias en sus composiciones químicas. Solo tres serían adecuadas para la elaboración de galletitas (LF97 x T312 /11, LF97 x T312 /11y Don Santiago INTA).

En general, los resultados de este trabajo no son coincidentes con publicaciones previas respecto al comportamiento industrial favorable de los triticales para elaboración de galletitas en la Argentina, ya que en este se ha evidenciado una matriz fuerte de las proteínas del gluten, quizá producto de las buenas condiciones durante el desarrollo del cultivo, que no favorecería su aptitud galletitera sino más bien su aptitud panadera, con excepción de los mencionados genotipos. Resultaría adecuado repetir los análisis fisicoquímicos para concluir respecto a la relación entre la calidad galletitera y factores que podrían tener influencia sobre esta.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, A.; Badiali, O.; Cantarero, M.; León, A.; Ribotta, P. y O. Rubiolo (2002), "Relationship of test weight and kernel properties to milling and baking quality in argentine triticales", *Cereal Research Communications* 30, pp. 203-208.
- Amaya, A. y R. Peña (1990), "Triticale industrial quality improvement at CIMMYT. Past, present and future", *Proc. 2nd Int. Triticale Symp*, Passo Fundo, Brasil, Berthier Grafica.
- American Association of Cereal Chemist (AACC) (2000), *Approved Methods of the AACC. 10th Edition*, St. Paul, Minnessota, AACC.
- Axford, D. W. E.; McDermott, E. E. y D. G. Redman (1979), "Note on the Sodium Dodecyl Sulfate Test of Breadmaking Quality: Comparison with Pelshenke and Zeleny Tests", *Cereal Chemistry* 56, pp. 582-584.
- Bettge, A.; Rubenthaler, G. y Y. Pomeranz (1989), "Alveograph algorithm to predict functional properties of wheat in bread and cookie baking", *Cereal Chem.* 66, pp. 81-86.
- Brach, A. M. (2012), "Factores que determinan la variación de la calidad panadera en trigo", *Voces y Ecos. Estación Experimental Reconquista* Año XIV N.º 28, pp. 26-29.
- Bushuk, W. (1998), "Interactions in wheat doughs", en R. J. Harmer y R. C. Hosenev (eds.), *Interactions: The key to cereal quality*, St. Paul MN, American Association of Cereal Chemists, pp. 1-16.
- Chen, C. Y. 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, pp. 9-14.
- Colombo, A.; Pérez, G. T.; Ribotta, P. D. y 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 Science* 48, pp. 775-780.
- Dick, J. y J. Quick (1983), "A modified screening test for rapid stimation of gluten strength in early-generation durum wheat breeding lines", *Cereal Chem.* 60, pp. 315-318.
- Fernández, M. A. (2008), "La estabilidad del rendimiento de trigo candeal (*Triticum durum* desf.) en la región de planicies con tosca de la provincia de La Pampa", *Rev. Fac. Agronomía* 19, pp. 41-62.

- 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 (1), pp. 73-76.
- Gaines, C. (1991), "Associations among quality attributes of red and white soft wheat cultivars across locations and crop years", *Cereal Chem.* 68, pp. 56.
- Gaines, C. S. (2000), "Report of the AACC committee on soft flour. Method 56-11, Solvent Retention Capacity Profile", *Cereal Foods World* 45, pp. 303-306.
- Gaines, C. S. (2004), "Prediction of sugar-snap cookie diameter using sucrose SRC, milling softness, and flour protein content", *Cereal Chem.* 81, pp. 549-552.
- Gil, Z. (2002), "Effect of physical and chemical properties of triticale grain on its milling value", *Plant Breeding and seed science* 46 (1), pp. 23-29.
- Guttieri, M. J.; McLean, R.; Lanning, S. P.; Talbet, L. E. y E. J. Souza (2002), "Assesing environmental influences on solvent retention capacities of two soft white spring wheat cultivars", *Cereal Chemistry* 79, pp. 880-884.
- Guttieri, M. J. y E. Souza (2003), "Sources of variation in the solvent retention capacity test of wheat flour", *Crop Sci.* 43, pp. 1628-1633.
- Guttieri, M.J.; Becker, C. y E. J. Souza (2004), "Application of wheat meal SRC tests within soft wheat breeding populations", *Cereal Chem.* 81, pp. 261-266.
- Hashimoto, S.; Shrogren, M. y Y. Pomeranz (1987), "Cereal pentosans: estimation and significance. I. Pentosans in wheat and milled wheat products", *Cereal Chem.* 64, pp. 30-34.
- InfoStat (2002), Info-Stat version 1.1, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Hede, A. R. (2000), "A new approach to triticale improvement", en *Research highlight of the CIMMYT wheat program, 1999-2000*, pp. 21-26.
- Hlynka, I. y W. Bushuk (1959), "The weight per bushel", *Cereal Sci. Today* 4 pp. 239-240.
- Kaldy, M.; Kelerik, G. y G. Kozub (1993), "Influence of gluten components and flour lipids on soft white wheat quality", *Cereal Chem.* 70, pp. 77-80.
- Kweon, M.; Slade, L. y H. Levine (2011), "Solvent retention capacity (SRC) testing of wheat flour: principles and value in predicting flour functionality in different wheat-based food processes and in wheat breeding- a review", *Cereal Chem.* 88 (6), pp. 537-552.
- Lelley, T. (1992), "Triticale, still a promise", *Plant breeding* 109, pp. 1-17.
- León, A.; Aguirre, A.; Sabattini, A. y 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, Buenos Aires, Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecología de Alimentos.
- León, A. E.; Rubiolo, O. J. y M. C. Añon (1996), "Use of triticale in cookies: quality factors", *Cereal Chemistry* 73 (6), pp. 779-784.
- López Bellido, L. (1991), *Cereales*, Madrid, Mundi Prensa.
- Masajo, M. T.; Cagampang, G. B. y 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 Journal of Crop Science* 4 (1), pp. 23-26.

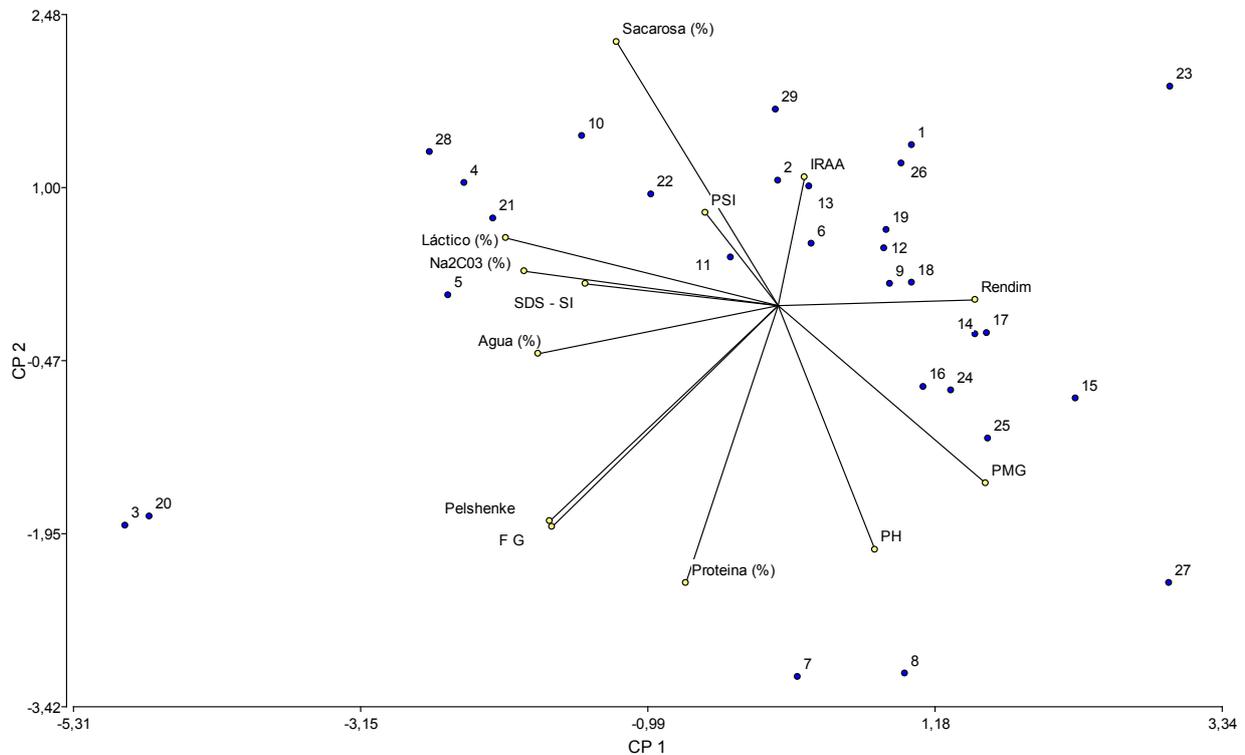
- Moiraghi, M.; Ribotta, P. D.; Aguirre, A.; Pérez, G. T. y A. E. León (2005), "Análisis de la aptitud de trigos pan para la elaboración de galletitas y bizcochuelos", *Agriscientia* 22, pp. 47-54.
- Nemeth, L. J.; Williams, P. C. y W. Bushuk (1994), "A comparative study of the quality of soft wheats from Canada, Australia and United State", *Cereal Foods World* 39, pp. 691-700.
- Oliete, B.; Pérez, G. T.; Gómez, M.; Ribotta, P. D.; Moiraghi, M. y A. E. León (2010), "Use of wheat, triticale and rye flours in layer cake production", *Food Science & Technology* 45, pp. 697-796.
- Olivera, A. y A. Baier (1991), "Evaluation of gluten quality and resistanse to scab, stop bloch and sproutin in triticale wheat and rye", *Triticale sym*, Brazil, pp. 75-78.
- Pantanelli, A. (2000), "Galletitas. Cadena alimentaria", *Alimentos Argentinos* 14, pp. 33-38.
- Pantanelli, A. (2002), "Galletitas. Cadena alimentaria", *Alimentos Argentinos* 19, pp. 47-55.
- Pasha, I.; Anjum, F. y M. Butt (2009), "Genotypic variation of spring wheats for solvent retention capacities in relation to end-use quality", *LWT - Food Sci. Technol.* 42, pp. 418-423.
- Pérez, G. T.; León, A. E.; Ribotta, P.D.; Aguirre, A.; Rubiolo, O. J. y M. C. Añon (2003), "Use of triticale flours in cracker-making", *Ur Food Technol.* 217, pp. 134-137.
- Ramacciotti, J.; Rampo, M.; Sartori, J. y R. H. Maich (2010), "Triticale para grano, opción de bajo costo en ambientes con poca agua" [en línea]. Disponible en: <<http://www.agrovoz.com.ar/granos/triticale-para-grano-opcion-de-bajo-costo-en-ambientes-con-poca-agua>>.
- Ramirez, A.; Pérez, G. T.; Ribotta, P. D. 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, pp. 7161-7181.
- Roccia, P.; Moiraghi, M.; Ribotta, P. D.; Pérez, G. T.; Rubiolo, O. J. y A. E. León (2006), "Use of solvent retention capacity profile to predict the quality of triticales flours", *Cereal Chemistry* 83, pp. 243-249.
- Rubiolo, O. J.; Moiraghi, M.; Roccia Ruffinengo, P.; Pérez, G. T. y A. E. León (2004), "Evaluación de la calidad industrial de líneas avanzadas de triticale", *Actas del VI Congreso Nacional de Trigo*, Argentina, Universidad Nacional del Sur.
- Slade, L. y H. Levine (1994), "Structure-Function relationships of cookies and cracker ingredients", en *The Science of Cookie and Cracker Production*, Chapman, New York, H. Faridi ed., pp. 23- 141.
- Torri, C. L.; Ribotta, P. D.; Morcillo, M. H.; Rubiolo, O. J.; Pérez, G. T. y A. E. León (2003), "Determinación del contenido de almidón dañado en harinas de triticale. Su influencia sobre la calidad galletitera", *Agriscientia* 20, pp. 3-8.
- Ullah, M.; Bajwa, M. A. y F. M. Anjum (1986), "Phisicochemical, milling and baking quality characteristics of same promising triticales lines", *J. Agric. Research* (Pakistan) 24, pp.133-138.
- Vázquez, D. (2009), "Aptitud industrial de trigo", Serie N.º 177, Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria [en línea]. Disponible en: <<http://www.inia.uy/Publicaciones/Documentos%20compartidos/18429130709133540.pdf>>.
- Villegas, E.; Mc Donald, C. E. y K. Gilles (1970), "Variability in the lysine content of wheat, rye and triticale proteins", *Cereal Chemistry* 47, pp. 746-757.
- Williams, P. C. (1986), "The influence of chromosome number and species on wheat hardness", *Cereal Chem.* 63, pp. 56-57.

- Xiao, Z. S.; Park, S. H.; Chung, O. K.; Caley, M. S. y P. A. Seib (2006), "Solvent retention capacity values in relation to hard winter wheat and flour properties and straight-dough breadmaking quality", *Cereal Chemistry* 83, pp. 465-471.
- Yamazaki, W. T. y D. Lord (1971), "Soft wheat products", en Y. Pomeranz (ed.), *Wheat, chemistry and technology*, St. Paul, MN, American Association of Cereal Chemists, pp. 743-776.
- Yamazaki, W. T. y D. H. Donelson (1972), "Relationship between flour particle and cake volume potential among eastern soft wheat", *Cereal chemistry* 49, pp. 649-653.
- Zhang, Q.; Zhang, Y.; Zhang, Y.; He, Z. y R. J. Pena (2007), "Effects of solvent retention capacities, pentosan content, and dough rheological properties on sugar snap cookie quality in Chinese soft wheat genotypes", *Crop Sci.* 47, pp. 656-664.
- Zhang, Y.; Zhang, Q.; He, Z.; Zhang, Y. y G. Ye (2008), "Solvent retention capacities as indirect selection criteria for sugar snap cookie quality in Chinese soft wheats", *Aust. J. Agric. Res.* 59, pp. 911-917.
- Zeleny, L. (1971), "Criteria of wheat quality. In Wheat Chemistry and Technology", en Y Pomeranz (ed.), St. Paul, Minnesota, American Association of Cereal Chemists, pp. 19-49.

Correlaciones con las variables originales

Variable	CP 1	CP 2
PSI	-0,21	0,21
Proteína (%)	-0,27	-0,64
SDS - SI	-0,56	0,05
IRAA	0,07	0,29
Agua (%)	-0,70	-0,11
Na2CO3 (%)	-0,74	0,08
Sacarosa (%)	-0,47	0,61
Láctico (%)	-0,79	0,16
PMG	0,60	-0,41
PH	0,28	-0,56
Rendim	0,57	0,01
F G	-0,66	-0,51
Pelshenke	-0,67	-0,50

Correlación cofenética= 0,866



CP1= 31 y CP2=15