

Caracterización del perfil de carbohidratos y ácidos orgánicos en diferentes variedades de quesos

Alejandro Amuchástegui Beeskow

*Instituto de Lactología Industrial (INLAIN), Facultad de Ingeniería Química - Santiago del Estero 2829.
Estudiante del Ciclo de Licenciatura en Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Facultad de Ingeniería
Química - Universidad Nacional del Litoral.
ale_amu@hotmail.com*

Ingeniería - Alimentos

INTRODUCCIÓN

La producción de quesos en nuestro país ha experimentado un crecimiento importante en los últimos tiempos, motivado principalmente por un incremento sostenido del consumo (8,3 kg/habitante en 2003 - 12,4 kg/hab. en 2012) (www.minagri.gob.ar). En la actualidad una gran variedad de quesos están disponibles en el mercado, los cuales varían en composición, estructura, aroma, sabor y apariencia. El queso es una excelente fuente de nutrientes (proteínas, grasas, vitaminas y minerales), por el contrario, otros componentes pueden tener alguna implicancia negativa para la salud (colesterol, ácidos grasos saturados, sodio y algunos azúcares). En particular, la lactosa (principal carbohidrato de la leche) y la galactosa no son bien toleradas por grupos de personas vulnerables que tienen deficiencia en las enzimas implicadas en su metabolismo (galactosa-1-fosfato uridil transferasa y β -galactosidasa), sufriendo de intolerancia a la lactosa o galactosemia, respectivamente (EFSA, 2010; Portnoi y MacDonald, 2013).

Prácticamente la mayor parte de la lactosa se pierde en el suero durante la elaboración del queso. La lactosa residual que queda retenida en la cuajada es en parte convertida a sus azúcares constituyentes (glucosa y galactosa), los cuales se metabolizan posteriormente a ácidos orgánicos solubles en agua por acción de las bacterias lácticas durante las primeras horas de obtenido el producto y en la maduración. A pesar de ello, los niveles de azúcares en quesos son muy variables. En algunas variedades tales como los quesos procesados y frescos, las proporciones de lactosa, como así también de galactosa, pueden ser elevadas. Por el contrario, los quesos madurados contienen en general niveles muy bajos (McCarthy y col., 2013).

De esta manera, el nivel de carbohidratos presente en la matriz casearia, como así también de sus metabolitos es dependiente de muchos factores tales como tiempo de fermentación, tipo de cultivos starter y otros parámetros de proceso que afectan principalmente las propiedades de la cuajada, el grado de expulsión de suero, y las condiciones de maduración (Portnoi y MacDonald, 2013). Pocos datos cuantitativos acerca del contenido de azúcares en quesos están disponibles en la literatura (Portnoi y MacDonald, 2013). Este sería un aspecto importante a considerar en vistas a evaluar cuán adecuado es el consumo de quesos por parte de personas que sufren de inconvenientes para metabolizar carbohidratos.

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo fue caracterizar el perfil de carbohidratos (lactosa, glucosa y galactosa), como así también de ácidos orgánicos (ácidos láctico, cítrico, pirúvico, acético y propiónico), en diferentes variedades de quesos presentes en el mercado nacional.

METODOLOGÍA

Se analizaron un total de 20 quesos pertenecientes a nueve marcas comerciales de las variedades Reggianito (R), Pategrás (P), Cremoso (C), Azul (A), Cheddar (Ch), Procesado (Pr), Crema (Cr) y Blanco (B), correspondientes a quesos de baja, mediana, alta y muy alta humedad, generalmente conocidos como de pasta dura, semidura, blanda y muy blanda (CAA, Art. 605).

El análisis de carbohidratos y de ácidos orgánicos se realizó según Vénica y col. (2015) y Bergamini y col. (2010), utilizando un sistema HPLC de intercambio iónico marca Perkin Elmer (Estados Unidos). Para ello, se utilizó una columna Aminex HPX-87H (300 mm x 7,8 mm) y un guardacolumna Aminex Cation-H⁺ (30 mm x 4,6 mm) (Aminex, Biorad Laboratories, Estados Unidos). Las corridas cromatográficas se realizaron manteniendo la temperatura de la columna a 65 °C y el flujo a 0,6 mL/min, y la fase móvil consistió de H₂SO₄ 0,01 M. Dos detectores conectados en serie, UV (210 nm) e índice de refracción (IR), permitieron la detección simultánea de ácidos orgánicos y carbohidratos, respectivamente.

RESULTADOS

En la **Tabla 1** se muestran los resultados obtenidos para los azúcares y ácidos orgánicos cuantificados en las muestras de quesos analizadas.

En general, se puede observar que los perfiles de azúcares y de los ácidos derivados de su metabolismo fueron muy diferentes entre las muestras. La lactosa fue el principal carbohidrato en los quesos *Procesados*, *Blanco* y *Crema*, mientras que la glucosa predominó en *Reggianito*, *Pategrás*, *Cheddar* y *Azul* y la galactosa fue el azúcar más importante únicamente en los quesos *Cremoso*. El ácido láctico fue el ácido predominante en todas las muestras, representado entre el 47 y 90 % del total de ácidos, a excepción de la muestra de queso *Blanco* para la cual el ácido cítrico fue el más característico (88%). En este caso particular, en el rótulo del producto se informa la adición de ácido cítrico como aditivo alimentario (regulador de acidez) lo que justifica los niveles encontrados. En segundo lugar se ubicaron los ácidos cítrico o propiónico (3-30% y 0-32%, respectivamente); el cítrico se encontró en mayor nivel principalmente en quesos *Cremoso*, *Procesados* y *Crema*, mientras que propiónico predominó en *Reggianito* y *Pategrás*. El ácido acético se caracterizó por ubicarse en segundo lugar en importancia para los quesos *Azules*; en *Reggianito* y *Pategrás* los niveles fueron elevados pero muy variables, mientras que en *Cremoso*, *Procesados* y *Crema* no se detectó este compuesto. El pirúvico fue el ácido que se encontró en menor cantidad prácticamente en todos los casos.

Un análisis más profundo de nuestros resultados permitió arribar a las siguientes observaciones. Los niveles de **lactosa** se ubicaron en el rango 2,1-4,0 g/100g en las muestras Cr5, Cr8 y Cr9, B5, Pr5 y Pr6, mientras que fueron despreciables (< 0,05 g/100g) para las restantes muestras. Los quesos C5, C6, C8 y C9 fueron prácticamente los únicos para los cuales los niveles de **galactosa** fueron significativos (aprox. 0,80 g/100g); valores entre 0,18 y 0,34 g/100g se encontraron para Pr5, Pr6 y Ch2_b, mientras que en el resto de las muestras los contenidos fueron bajos (< 0,10 g/100g). Por el contrario, la **glucosa** se ubicó entre 0,4 y 0,8 g/100g para la mayoría de las muestras, a excepción de Cr5, Cr8, Cr9 y B5 que tuvieron los niveles más bajos (aprox. 0,20 g/100g).

En relación a la producción de ácidos orgánicos, el contenido de **ácido láctico** fue muy variable entre las muestras; los valores oscilaron entre aprox. 500 y 2100 mg/100g, correspondiendo los menores valores para Pr5, Pr6, Cr5, Cr8 y Cr9 y en el extremo superior se ubicaron R8, A8, Ch2_a, P7 y R3. El **ácido cítrico** estuvo en el orden de 200-300 mg/100g para C5, C6, C8, C9, Pr5, Pr6, R8, A4, Ch2_b y Cr5, mientras que en los restantes casos los valores se ubicaron alrededor de 100 mg/100g. Los más altos contenidos de **ácido propiónico** se registraron en P3 y R1;

valores intermedios entre 450 y 600 mg/100 g se encontraron para R3, R8, P6 y Ch2_a. Niveles bastante inferiores, de aprox. 100 mg/100 g fueron obtenidos en Ch2_b y A8; valores alrededor de 50mg/100 g fueron detectados en P7 y A4; en el resto de los casos los niveles fueron bajos (aprox. 10 mg/100g) o incluso no se detectó este compuesto. El **ácido acético** se encontró entre 300 y 450 mg/100g en R1, P3 y P6, un valor de aprox. 250 mg/100g se detectó para A8, alrededor de 100 mg/100g se registraron para R3, R8, P7, A4 y Ch2_b y para el resto de los casos se obtuvieron valores menores a 50 mg/100g. La concentración más elevada de **ácido pirúvico** se encontró en A8, niveles intermedios (40-60 mg/100g) fueron arrojados por A4, P3 y P6, entre 10 y 20 mg/100g se detectaron en R1, R3, R8, Ch2_a, Ch2_b, P7 y Cr9, y valores inferiores a 10 mg/100g se encontraron en el resto de los casos.

Tabla 1. Concentración de carbohidratos (g/100g) y ácidos orgánicos (mg/100g) en muestras de quesos comerciales de diferentes variedades.

Muestras	Carbohidratos			Ácidos Orgánicos				
	Lactosa	Glucosa	Galactosa	Láctico	Cítrico	Propiónico	Acético	Pirúvico
R1	ND	0,61	0,07	1156,23	84,85	740,64	331,36	15,12
R3	ND	0,62	0,03	1639,51	144,92	511,27	145,04	12,19
R8	ND	0,74	0,05	2103,94	260,06	477,14	103,18	21,78
P3	0,02	0,62	0,05	1268,58	105,06	848,66	444,37	62,17
P6	ND	0,63	0,10	1286,53	67,39	594,72	380,51	47,43
P7	ND	0,56	0,03	1747,70	123,17	53,40	95,13	14,18
A4	0,05	0,40	0,03	1407,01	193,70	38,44	168,75	41,58
A8	0,04	0,58	0,08	1987,76	97,95	104,46	252,54	95,59
C5	0,02	0,44	0,72	1112,09	196,98	ND	2,88	0,37
C6	0,05	0,47	0,82	1254,06	191,40	3,84	21,50	3,45
C8	0,02	0,50	0,80	1297,41	214,05	ND	18,01	6,64
C9	ND	0,42	0,83	1162,35	187,41	ND	15,61	4,79
Ch2_a	ND	0,62	0,03	1832,33	367,29	546,22	47,26	18,04
Ch2_b	ND	0,56	0,34	1417,71	184,47	103,78	104,55	15,27
B5	3,43	0,22	0,04	108,51	836,80	ND	2,84	0,36
Cr5	3,64	0,17	ND	690,40	228,56	ND	33,22	8,28
Cr8	2,34	0,10	0,02	491,22	130,66	ND	13,18	2,68
Cr9	2,40	0,12	0,03	564,64	51,05	ND	ND	10,01
Pr5	2,12	0,36	0,25	718,56	305,49	ND	2,88	0,37
Pr6	3,99	0,41	0,18	581,20	197,12	9,49	46,04	0,37

R: Reggiano, P: Pategrás, C: Cremoso, A: Azul, Ch: Cheddar, Pr: Procesado, Cr: Crema y B: Blanco; 1-9: marcas comerciales; a y b: tipos dentro de una misma variedad. ND: no detectado

Los resultados obtenidos revelaron una dispersión importante en las concentraciones de lactosa, galactosa y glucosa y de los ácidos láctico, propiónico, cítrico, acético y pirúvico entre las diferentes variedades de quesos y entre las distintas marcas dentro de una misma variedad. Este hecho también ha sido señalado por varios autores. Los resultados recopilados por Gnagnarella y col. (2004) para quesos Parmigiano oscilaron desde niveles no detectados de lactosa hasta 3,7 g/100g. Coppa (2007) informó niveles de lactosa extremadamente bajos (incluso menores al límite de detección de 0,39 mg/100g queso), para numerosas muestras de Parmigiano-Reggiano. Similarmente, Walther y col (2008) señalaron a los quesos madurados (semiduros, duros y extra-duros) como libres de lactosa, mientras que informaron contenidos significativos para quesos frescos (3 g/100g). Portnoi y MacDonald (2009, 2011) llevaron adelante un estudio pormenorizado de evaluación del contenido de lactosa y galactosa en quesos del comercio pertenecientes a diferentes variedades y marcas comerciales. Los autores reportaron cantidades no detectables de lactosa (< 2,8 mg/100g) y de galactosa (< 10 mg/100g) en quesos Parmigiano-Reggiano, Grana Padano, Emmenthal, Gruyere y Cheddar (con más de 12 meses de maduración). Por el contrario, en varias muestras de Gouda se encontraron niveles de lactosa 100 y 140

mg/100g, y en algunas muestras de quesos Cheddar se detectaron alrededor de 350mg/100g de galactosa. Por otro lado, se ha evidenciado una importante variabilidad en los perfiles de ácidos orgánicos, tanto desde el punto de vista cualitativo como cuantitativo, entre las diferentes variedades de quesos. En general, el láctico es el principal ácido producido, sin embargo, los otros ácidos no siguieron una tendencia específica lo que se justifica por los múltiples caminos metabólicos que están implicados en su formación/degradación (Ferrer Ocando y col., 1993; Hough y col., 1994; Lues y Bekker, 2002).

CONCLUSIONES

Se encontró una gran variabilidad en los contenidos de azúcares y de ácidos orgánicos entre las diferentes variedades de quesos, y entre las distintas marcas comerciales analizadas para una variedad. Este hecho está relacionado con la tecnología quesera y con la extensión del período de maduración y las condiciones en la que se lleva a cabo.

Muchas de las variedades analizadas, a excepción de los quesos de pasta blanda y muy blanda, poseen muy bajos o imperceptibles niveles de lactosa y en algunos casos también de galactosa, este hecho resultaría ventajoso para las personas intolerantes a estos azúcares. De esta manera, no sería necesario que estos individuos eviten el consumo de queso, sino que deberían seleccionar las variedades más adecuadas, lo cual resulta muy importante desde el punto de vista de los nutrientes que aporta este alimento.

BIBLIOGRAFÍA

- Bergamini C., Wolf I., Perotti M., Zalazar C.**, 2010. Characterization of biochemical changes during ripening in Argentinean sheep cheeses. *Small Ruminant Research*, 94, 79-89.
- Coppa G.**, 2007. Caratterizzazione biochimica dei carboidrati contenuti nel formaggio Parmigiano Reggiano a diversi tempi di stagionatura. *Quaderni del Parmigiano-Reggiano*, 57-66.
- EFSA Journal**. Scientific Opinion on lactose thresholds in lactose intolerance and galactosaemia, 2010; 8 (9), 1777, 1-29.
- Ferrer Ocando A., Granados A., Basanta Y., Gutierrez B., Cabrera L.**, 1993. Organic acids of low molecular weight produced by lactobacilli and enterococci isolated from Palmita-type Venezuelan cheese. *Food Microbiology*, 10, 1-7.
- Gnagnarella P., Parpinel M., Salvini S., Franceschi S., Palli D., Boyle P.**, 2004. The update of the Italian food composition database. *Journal of Food Composition and Analysis*, 17, 509-522.
- Hough G., Martinez E., Barbieri T., Contarini A. Vega M. J.**, 1994. Sensory profiling during ripening of reggianito grating cheese, using both traditional ripening and in plastic wrapping. *Food Qual. Pref.* 5: 271-280.
- Lues J., Bekker A.**, 2002. Mathematical expressions for organic acids in early ripening of a Cheddar cheese. *Journal of Food Composition and Analysis* 15, 11-17.
- McCarthy A., O'Connor T., O'Brien N.**, Capítulo 1. Cheese in the context of diet and nutrition. En *Handbook of cheese in health. Production, nutrition and medical sciences*. Preedy V., Watson R., Patel V. (Eds.). Wageningen Academic Publishers, The Netherlands, 2013.
- Portnoi P., MacDonald A.**, 2009. Determination of the lactose and galactose content of cheese for use in the galactosaemia diet. *Journal of human nutrition and dietetics*, 22, 400-408.
- Portnoi P., MacDonald A.**, 2013. Cap. 33 (495-516) Lactose and galactose content of cheese. In *handbook of cheese in health production, nutrition and medical science*. Ed. Preedy V, Watson R. Patel V. Wageningen Academic Publishers.
- Vénica C., Bergamini C., Rebecchi S., Perotti M.**, 2015. Galacto-oligosaccharides formation during manufacture of different varieties of yogurt. Stability through storage. *LWT - Food Science and Technology*, 63,198-205.
- Walther B., Schmid A., Sieber R., Wehrmuller K.**, 2008. Cheese in nutrition and health. *Dairy Science and Technology*, 88, 389-403.
- www.anmat.gov.ar/alimentos/codigoa/CAPITULO_VIII. Código Alimentario Argentino, 2015.