

Utilización de inulina en la formulación de yogur descremado de leche de cabra

Using inulin in the formulation of non-fat goats' milk yogurt

GONCALVEZ DE OLIVEIRA ENZO¹, PAZ NOELIA F¹, BUDDE ERICA N¹, CRAVERO ANDREA P¹, RAMÓN ADRIANA N²

¹Licenciado en Nutrición. ²Máster en Salud Pública, Licenciada en Nutrición.

Universidad Nacional de Salta. Facultad de Ciencias de la Salud. Consejo de Investigación. Cátedra Ciencias y Tecnología de los Alimentos.

Correspondencia: ramon@unsa.edu.ar - **Recibido:** 23/04/2012. **Aceptado en su versión corregida:** 05/08/2012.

Resúmen

La inulina es una fibra prebiótica que imparte mayor cremosidad y favorece la textura y firmeza en productos lácteos. El objetivo de este trabajo fue utilizarla para reemplazar la grasa en la formulación de un yogur descremado de leche de cabra, de consistencia batida. Para ello se utilizó: leche de cabra biotipo Saanen; cultivos de bacterias lácticas liofilizadas: *Streptococcus thermophilus* (ST M6) y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Lb-12); inulina en polvo; azúcar, gelatina sin sabor (INS 440) y frutilla entera en conserva.

Las bacterias lácticas se trabajaron al 0,04; 0,08; 0,1 y 0,2%, con una relación bacilo/coco de 1:1; 1:2; 1:3 y 1:4. La concentración óptima fue preseleccionada por medio de pruebas tecnológicas: diacetilo, proteólisis, lipólisis; y la selección final por medio de una prueba de preferencia, con un panel piloto de 8 jueces entrenados.

Se elaboraron tres yogures con diferentes concentraciones de fruta: al 9, 16 y 23%, que se evaluaron mediante Prueba de Preferencia. Posteriormente, en la preferida, se evaluó aceptabilidad.

Para la formulación del yogur, a la leche pasteurizada y descremada, se adicionaron inulina, gelatina, azúcar, bacterias lácticas específicas ST M6 y Lb- 12 al 0,04%, relación bacilo/coco 1:1. La fermentación se llevó a cabo en estufa a 37 ± 1°C por 2 horas, 30 minutos, hasta pH 4,6. Se refrigeró a 4 ± 2°C. La concentración de fruta preferida fue de 23%, con una aceptabilidad del 99%.

Los consumidores opinaron que el producto final les resultó agradable, dulce, de acidez, color y consistencia adecuados y aroma agradable. La composición química fue: humedad: 75,39; hidratos de carbono: 13,85; inulina: 4,5; proteínas: 5,22; grasas: 0,04; cenizas: 0,99 g/100ml; calcio: 173,77 y fósforo: 72,54 mg/100ml.

En la formulación del yogur descremado la incorporación de inulina fue factible, generando un producto fuente de fibra, de bajo valor lipídico y de buena aceptabilidad y características sensoriales apropiadas en lo que respecta a color, aroma, textura y sabor.

Palabras clave: leche de cabra, yogur, prebiótico, inulina, descremado.

Abstract

The inulin is a prebiotic fiber that imparts greater creaminess and favours texture and firmness in dairy products. The aim of this work was to use it to replace fat in the formulation of non-fat goats' milk yogurt, with whipped consistency. To that purpose, the following was used: biotype Saanen goat milk, lyophilized lactic bacteria cultures: *Streptococcus thermophilus* (ST M6) and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* (Lb-12); inulin powder, unflavored gelatin (INS 440) and whole strawberry preserves.

Lactic bacteria were worked to 0,04; 0,08; 0,1 and 0,2%, with a ratio bacillus/coconut 1:1; 1:2; 1:3 and 1:4. The optimum concentration was pre selected using testing technologies: diacetyl, proteolysis, lipolysis; and the final selection using a preference test, with a pilot panel of 8 trained judges.

Three yogurts were prepared with different concentrations of fruits: at 9, 16 and 23%, that were tested using the Preference Test. Subsequently, in the preferred one, acceptability was evaluated.

For the formulation of the yogurt, inulin, gelatin, sugar, specific lactic bacteria ST M6 and Lb- 12 at 0,04 %, with a ratio bacillus/coconut 1:1 were added to the skim pasteurized milk. The fermentation was carried out in an oven at 37 ± 1°C for 2 hours, 30 minutes, to pH 4,6. Refrigerated at 4 ± 2°C. The preferred fruit concentration was 23%, with an acceptability of 99%.

Consumers found the final product nice, sweet, with an adequate acidity, colour and consistency and pleasant aroma. The chemical composition was: moisture: 75,39; carbohydrates: 13,85; inulin: 4,5; protein: 5,22; fat: 0,04; ashes: 0,99 g/100ml; calcium: 173,77 and phosphorus: 72,54 mg/100ml.

The formulation of the non-fat yogurt incorporating inulin was feasible, generating a product with fiber, low lipid value, good acceptability and appropriate sensory characteristics respecting color, aroma, texture and flavor.

Keywords: goat milk, yogurt, prebiotic, inulin, fat

Introducción

Durante años las investigaciones en materia de alimentos, han identificado los nutrientes esenciales y establecido estándares sobre las cantidades óptimas de su ingesta, principalmente con el objeto de prevenir deficiencias y fortalecer el crecimiento corporal, su mantención y desarrollo. Actualmente, la salud va más allá de la "ausencia de enfermedad" y se amplía al bienestar mental y psicológico, reconociendo que la alimentación juega un papel fundamental en la calidad de vida (1); por ello, la industria alimentaria ha impulsado en los últimos años la inserción de alimentos saludables (2), como los probióticos, prebióticos y simbióticos (3).

Las sustancias prebióticas se definen como el ingrediente alimentario no digerible que posee un efecto benéfico para el organismo receptor, y que estimula el crecimiento selectivo y/o actividad de una o de un número limitado de bacterias en el colon, favoreciendo la salud (4).

Por otro lado, la producción lechera caprina tiene gran importancia en el noroeste argentino (NOA), donde se localizan el 60% de los animales dedicados a esta producción (5), siendo la disponibilidad per cápita promedio en nuestro país de 80 cc y en Salta de 233 cc (6). La leche de cabra se destaca por su contenido en vitaminas A y B2, las características de las proteínas y la mayor digestibilidad debido al tamaño pequeño de los glóbulos de grasa, lo que facilita la actividad de las enzimas digestivas e intestinales y contribuye a que un 20% de los ácidos grasos formados sean de cadena corta (7). Al mismo tiempo, la matriz alimenticia utilizada como vehículo de componentes bioactivos puede afectar su eficacia, siendo la leche y el yogurt las mejores opciones, posiblemente, debido a la mayor solubilidad de las fibras en dichos productos (8).

Cabe destacar que en Argentina, un 79,3% de las muertes ocurridas en 2009, fueron por causas cardiovasculares (9), considerando que las mismas son prevenibles, el Ministerio de Salud de la Nación, en el marco del Plan Nacional de Vida Saludable, ha realizado un convenio de Cooperación con la Industria Alimentaria (10) y surge desde el rol de Nutricionistas, la necesidad de ofrecer a las empresas productos con efectos benéficos para la salud, a fin de reducir la ingesta de grasas

saturadas, trans, colesterol y aumentar el consumo de fibras (3).

En base a lo expuesto, resulta innovador utilizar una fibra prebiótica como la inulina para reemplazar la grasa en la formulación de un yogurt descremado de leche de cabra, de consistencia batida, con colchón de frutillas.

Material y metodos

Para la formulación del yogurt descremado de leche de cabra (Diagrama N° 1), se utilizaron: leche de cabra biotipo Saanen; cultivos de bacterias lácticas liofilizadas: *Streptococcus thermophilus* ST M6 y *Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus* Lb-12, proporcionado por Chr Hansen; inulina en polvo, Raftiline HP; azúcar, gelatina sin sabor (INS 440) y frutilla entera seleccionada en conserva.

Previo a la formulación del producto, se trabajaron las concentraciones de bacterias lácticas al 0,04; 0,08; 0,1 y 0,2%, con una relación bacilo/coco de 1:1; 1:2; 1:3 y 1:4; seleccionando las óptimas, según: diacetilo por método de King (11): producción elevada; proteólisis (12): nula; y lipólisis por Deeth (14): igual o menor a 1,82 µeq AGLT/ml (Microequivalente de Ácidos Grasos Libres Totales por mililitro de muestra). Los resultados de este último análisis, se evaluaron por ANOVA. La selección final de las bacterias lácticas se basó en pruebas de preferencia, que un panel piloto de 8 jueces entrenados realizó por duplicado.

Se elaboraron 3 mezclas con diferentes concentraciones de frutilla en conserva: 9, 16 y 23%, sin exceder la utilización de ingredientes opcionales no lácteos a más del 30%, teniendo en cuenta lo dispuesto por la legislación vigente (4). Cada muestra de yogurt se identificó con un código y se evaluó mediante Prueba de Preferencia con un panel de 100 consumidores, quienes ordenaron las muestras de mayor a menor según su preferencia en el sabor. Los resultados se analizaron a través de las Tablas de Newel y Mc Farlane con nivel de significación del 5% (13). El menor puntaje acumulado corresponde al producto preferido.

Una vez obtenida la concentración preferida, se le realizó la Prueba de Aceptabilidad con un panel de 100 consumidores, mediante un formulario con una escala hedónica de 9 puntos, con

diferentes escalas de aceptabilidad desde “me gusta muchísimo” hasta “me disgusta muchísimo”, donde se indicó a los panelistas que establezcan el grado en que les agradó o no la muestra presentada. También se pidió que escriban sobre las siguientes características sensoriales: color (adecuado, intenso), sabor (agradable, muy dulce, ácido), aroma (agradable, desagradable) y consistencia (adecuada, inadecuada). Se realizaron análisis químicos de: humedad por desecación en estufa (AOAC 26A:1993), proteínas por micro Kjeldhal (15), grasas por hidrólisis alcalina (15), cenizas (AOAC 27:1964), calcio por espectrofotometría de absorción atómica (AOAC 154:1992) y fósforo por espectrofotometría de absorción molecular (AOAC 33C:1987); hidratos de carbono por diferencia e inulina por cromatografía. Los valores obtenidos de las determinaciones químicas, se expresaron en promedio y desvío estándar.

Resultados

En el Cuadro N° 1 se detallan los valores observados en las pruebas tecnológicas realizadas para seleccionar la concentración de cultivo starter y la relación bacilo/coco adecuada, para la formulación del yogur. Todas las muestras presentaron producción de diacetilo. En aquellas con inoculación al 0,04 y 0,08 % se observó la formación de un anillo fucsia intenso y en las de 0,1 y 0,2 % un color rosado, indicando producción elevada (+++) y moderada (++) del compuesto, respectivamente. No se observó actividad proteolítica en ninguna de las formulaciones ensayadas, es decir que no hubo compuestos que produzcan péptidos amargos que influirían negativamente en el sabor y aroma del producto final (14). Los valores de lipólisis oscilaron entre 0,08 y 0,12 μeq de AGLT/ml, según ANOVA ($p \geq 5\%$). Los mismos no presentaron diferencia estadísticamente significativa y se los consideró adecuados, ya que son menores a 1,82 μeq de AGLT/ml (16). Los valores de pH oscilaron entre 4,5 y 4,6 y la acidez entre 74,92 y 102° D, dentro del rango establecido por el CAA (4). Finalmente, según la prueba piloto realizada con 8 jueces se seleccionó la muestra de 0,04 % de bacterias lácticas, relación bacilo/coco 1:1, por su consistencia y sabor.

Se obtuvo un producto estable, a una temperatura de $37 \pm 1^\circ \text{C}$, pH de 4,6 y consistencia batida, que se elaboró en las etapas establecidas. La gelatina permitió estabilizar y aumentar su consistencia. Los beneficios tecnológicos de la inulina y su aplicación, permitieron obtener un producto con una estructura batida y estable, parecida a las grasas manteniendo una textura similar a las mismas.

La suma de ordenamiento de preferencia en la concentración de frutas puede observarse en el Cuadro N° 2. Según Newell y Mc Farlane (13), con un nivel de significancia del 5%, no existe diferencia estadísticamente significativa entre las muestras de yogur con pulpa de frutas al 16 y 23%, mientras que si entre éstas y la muestra al 9%. El yogur formulado con mayor concentración de frutilla en conserva fue el que resultó preferido. Los consumidores opinaron respecto al sabor, consistencia y color, resultando un producto agradable, dulce, de acidez, color y consistencia adecuados, y olor agradable; es decir, la opinión general de los panelistas respecto a las características sensoriales fue favorable.

Los resultados obtenidos en la prueba de aceptabilidad muestran un 99% de aceptación general, mientras que al 1% restante le disgustó el producto. El valor promedio obtenido del puntaje de la escala hedónica fue de $8,01 \pm 0,93$ el cual corresponde al puntaje 8, “me gusta mucho”. Los consumidores opinaron en cuanto al sabor resultándoles agradable al 84%, al 14% muy dulce y el 2% restante lo consideró ácido. En lo que refiere al color, al 71% le pareció adecuado y al 29% intenso. El 100% consideró que el producto tenía consistencia adecuada y olor agradable. Puede concluirse que la opinión de los panelistas respecto a las características sensoriales fue favorable.

La composición química del producto final se observa en el Cuadro N° 3.

Discusión

El yogur elaborado con una concentración de 0,04% de bacterias lácticas, relación bacilo/coco 1:1, fue el que permitió tener un producto con mayor producción de diacetilo, es decir, de compuestos que confieren sabor y aroma que mejoran las características organolépticas (12); proteólisis

nula, sin desarrollo de sabores ni olores anormales debido a la producción de péptidos amargos (12); lipólisis menor a 1,82 µeq/ml (16), por lo que no se producirían sabores amargos en el producto final; pH de 4,6, adecuado para el tipo de yogur formulado (18); acidez con valores que se encuentran dentro de lo establecido por el CAA (4).

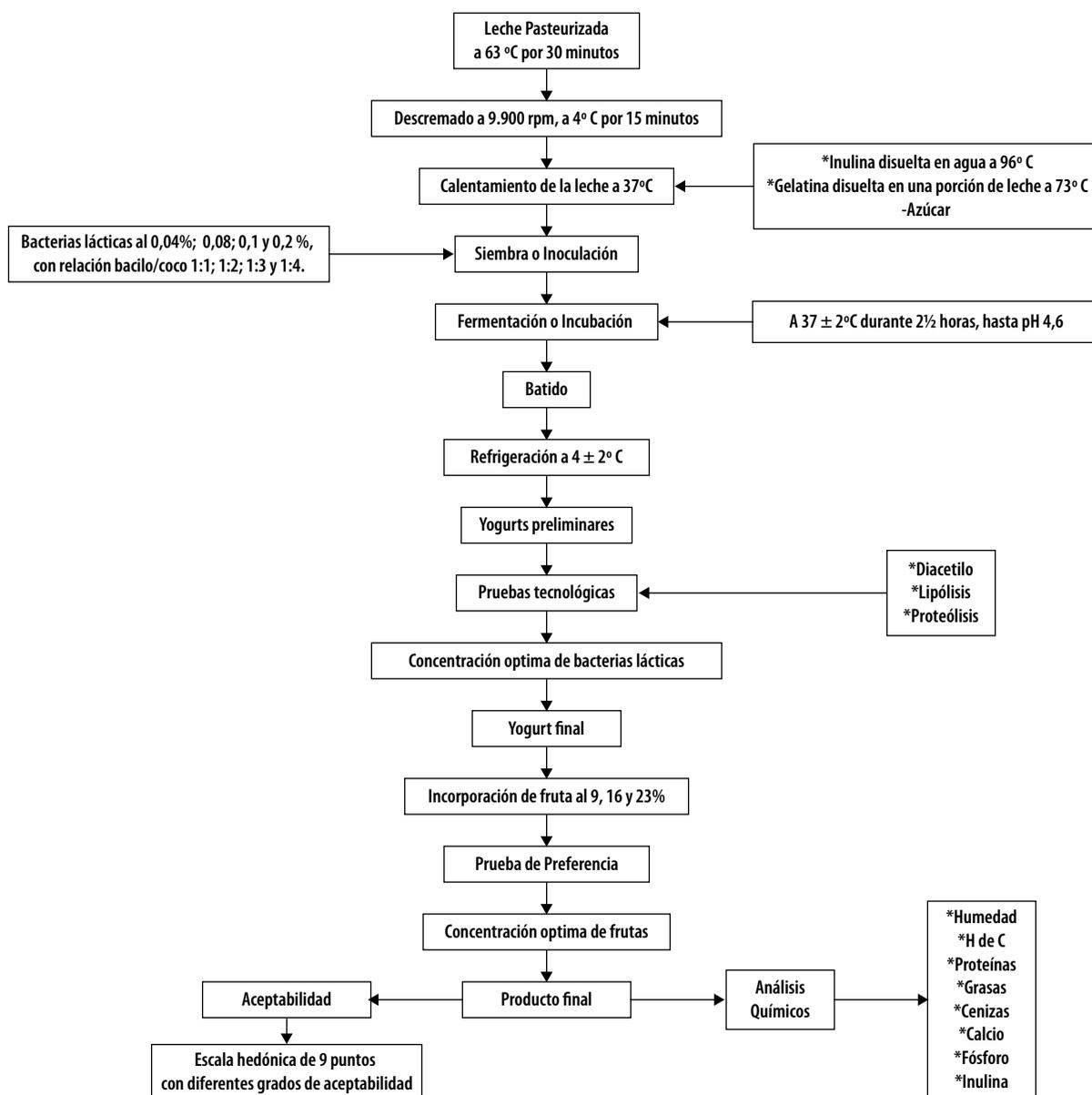
El yogur descremado suele ser más sensible a los efectos mecánicos, debido a la menor cantidad de sustancias secas. El estabilizante del tipo hidrocoloide (gelatina) sirvió para estabilizar la consistencia e impedir sinéresis (17), y junto a la inulina, afectaron de manera positiva la viscosidad, por tener una alta capacidad de retención

de agua, actuando como un espesante del yogur (18), ayudando a la formación y mantenimiento del gel (19).

La relación Ca/P (2.4:1) fue superior a 1, por lo que el calcio se absorbería de manera adecuada (21), teniendo en cuenta que además se trata de un alimento de origen lácteo, de alta biodisponibilidad (22). Cabe aclarar que la inulina como prebiótico, favorece la absorción de calcio a nivel intestinal (23).

El porcentaje de grasa del producto final (0.04g%), fue inferior a lo permitido por el CAA para considerar a un yogur como descremado (0.5g%) (4).

Diagrama 1. Elaboración de yogur descremado prebiótico a base de leche cabra



En la formulación del yogur la incorporación de inulina como prebiótico fue factible, generando un producto fuente de fibra al contener como mínimo 1 g de fibra por cada 100 ml de alimento líquido (4); presentó bajo valor lipídico; y adecua-

do en proteínas al tener una adecuación del 137% en comparación con un yogur de similares características a base de leche de vaca disponible en el mercado (24). El producto presentó buena aceptabilidad y características sensoriales apropiadas.

Cuadro 1. Pruebas tecnológicas en yogur de leche de cabra

Porcentaje de cultivo starter	Bacilo/coco	Diacetilo	Proteólisis	Lipólisis (μeq de AGLT/ml)
0,04	1:1	+++	-	0,10*
	1:2	+++	-	0,08*
	1:3	+++	-	0,10*
	1:4	+++	-	0,10*
0,08	1:1	+++	-	0,10*
	1:2	+++	-	0,10*
	1:3	+++	-	0,10*
	1:4	+++	-	0,10*
0,1	1:1	++	-	0,12*
	1:2	++	-	0,12*
	1:3	++	-	0,12*
	1:4	++	-	0,12*
0,2	1:1	++	-	0,12*
	1:2	++	-	0,12*
	1:3	++	-	0,12*
	1:4	++	-	0,12*

Referencias: (*) $p \geq 5 \%$.

(*) Todos los valores se realizaron por triplicado.

Diacetilo (++) producción moderada, (+++) producción elevada. Lipólisis (μeq AGLT/ml). Proteólisis (-) Ausencia.

Cuadro 2. Suma de ordenamiento de las muestras de yogur para definir la concentración de pulpa de fruta

Muestra	Suma de ordenamiento de preferencia
Frutilla en conserva al 9% (Cód. 101)	241a
Frutilla en conserva al 16% (Cód. 512)	194b*
Frutilla en conserva al 23% (Cód. 309)	175b*

(*) Las cifras con letras iguales indican que no hay diferencia significativa entre sí ($p \leq 0,05$).

Cuadro 3. Composición química del producto final (Valores por 100 g)

Nutriente	Cantidades *
Humedad	75.39 \pm 0.26
Hidratos de Carbono	13.85
Inulina	4.5
Proteínas	5.22 \pm 0.2
Grasas	0.045 \pm 0.005
Cenizas	0.995 \pm 0.005
Calcio	173.77 \pm 31.17
Fósforo	72.54 \pm 10.35

(*) $X \pm DE$

Referencias bibliográficas

- Cruchet S. (2009). "Alimentos Funcionales. Probióticos" en Nutrición, Salud y Bienestar. Revista para Profesionales de la Salud. Nestlé Argentina N° 18/2009, p.p. 17 – 24.
- Taranto MP, Mélici M, Font de Valdez G. (2005). "Alimentos Funcionales Probióticos" de Revista Química Viva Año 4 N° 1 Mayo 2005 [En línea] Disponible en <http://www.quimicaviva.qb.fcen.uba.ar/> [Acceso 15 de febrero de 2010].
- Taranto MP, Mélici M, Font de Valdez G (2008). "Socios para la Salud" de Énfasis Alimentación. Número 6. N° 26. Julio 2008; p.p. 74 - 80.
- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos, y Tecnología Médica (ANMAT). Secretaria de Políticas, Regulación y Relaciones Sanitarias. Ministerio de Salud. Poder Ejecutivo Nacional (2006). "Código Alimentario Argentino." Disponible en <http://www.anmat.gov.ar/codigoo/caa1.htm> [Acceso 20 de noviembre de 2009]
- Oliszewski R, Rabasa AE, Fernandez J, Poli MA, Núñez de Kairúz MS (2002) "Composición química y rendimiento quesero de la leche de cabra Criolla Serrana del noroeste argentino". Zootecnia Tropical. Junio 2002, vol. 20, N° 2. Argentina [En Línea] Disponible en http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0798-72692002000200003&lng=es&nrm=iso [Acceso el 10 de febrero de 2010].
- Sexto Foro Federal de la Industria (2007). Región Noroeste Cadena Caprina en la Región Noroeste. Jornada de Trabajo. 7 y 8 de junio de 2007. Salta. Disponible en http://www.minagri.gov.ar/SAGPyA/ganaderia/caprinos/05-informacion_caprina/_archivos/000001-Comercialización/000010_Cadena%20caprina%20en%20la%20región%20noroeste.pdf [Acceso 1 de Febrero de 2010].
- Guerrero Alva DM. (2005) Universidad Nacional Del Callao. "Estudio comparativo de leche de vaca y de cabra fermentada con cultivo ABT". Universidad Nacional del Callao [En línea] Disponible en http://www.ital.sp.gov.br/bj/bj_old/brazilianjournal/ed_especial/19.pdf [Acceso el 24 de noviembre de 2009].
- Vega S, Gutiérrez Tolentino R, Díaz González G, González López M, Ramírez Ayala A, Salas Morales JH, Coronado Herrera M, González Cabrera C (2004). "Leche de cabra: producción, composición y aptitud industrial". [En línea] México. Disponible en: www.alfa-editores.com/carnilac/Octubre%20Noviembre%2005/TECNOLOGIA%20Leche%20de%20cabra.htm [Acceso el 10 de enero de 2010].
- Ferrante D, Linetzky B, Konfino J, King A, Virgolini M, Laspiur S. (2009). "Encuesta Nacional de Factores de Riesgo 2009: evolución de la epidemia de enfermedades crónicas no transmisibles en Argentina. Estudio de corte transversal". Revista Argentina de Salud Pública, Vol. 2 - N° 6, Marzo 2011.
- Martínez ML (2011). "Plan Nacional de Vida Saludable", Instituto Nacional de Alimentos. Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica.
- Casado CP. (1986). "Guía para el análisis de la leche y los derivados lácteos" 1º edición Ediciones Ayala Madrid España, p.p. 313 – 326.
- Tamime AY, Robinson R. (1996). "Yogur: Ciencia y Tecnología". 1º Edición Editorial Acribia S.A. Madrid.
- Newell GJ y Mc Farlane JD. "Expanded tables for multiple comparison procedures in the analysis of ranked data". Journal of Food Science 1987; 52 (6): 1721-1725.
- INTA EEA Salta (2008). "Método de Determinación de Lipólisis por Deeth" Procedimiento Técnico. Laboratorio de Calidad de Alimentos", p.p. 1 – 5.
- Association of Official Agricultural Chemists (1996). Official Methods of the A.O.A.C. Washington D.C.
- Chávez MS, Margalef MI, Martínez M (2007). "Cuantificación de Lipólisis en Leche Caprina (Saanen) Cruda y Térmicamente Tratadas". [En línea] Disponible en: www.produccion-animal.com.ar [Acceso 13 de julio de 2010].
- Spreer E. (1991) "Lactología Industrial". Zaragoza, España.
- Ruiz Rivera JA, Ramírez Matheus AO (2009). "Elaboración de yogurt con probióticos (Bifidobacterium spp. y Lactobacillus acidophilus) e inulina" de Revista Facultad de Agronomía N° 26, p.p. 223 – 242. Instituto de Química y Tecnología, Universidad Central de Venezuela. Aragua, Venezuela.
- Hernandez Barros R, Tanamati A, Santonioli CM, Gasparello EA, Doneda I (2006). "Utilização de Lactobacillus casei e cultura iniciadora na obtenção de iogurte suplementado com insulina e oligofrutose" p.p. 83-98, jan.-jun. 2006. Diponible en <http://pesquisa.bvsalud.org/regional/resources/lil-457545>. [Acceso el 8 de diciembre de 2009].
- Early R (1998). "Tecnología de los Productos Lácteos" Editorial Acribia, S.A. Zaragoza España.
- Teegarden D. (1998). "Dietary calcium, protein, and phosphorus are related to bone mineral density and content in young women" en The American Journal of Clinical Nutrition, N° 68, p.p. 749 – 754. Disponible en: <http://www.ajcn.org/cgi/reprint/68/3/749?maxtoshow=&hits=10&RES ULTFORMAT=&autor1=teegarden&andorexactfulltext=&searchid=1&FIRINDEX=0&sortspec=relevance&resocetype=HWCIT> [Acceso el 10 de enero de 2011].
- Bronner F, Pansu D (1999). "Nutritional aspects of calcium absorption" en The Journal of Nutrition, N° 129, p.p. 9 – 12. Disponible en: <http://jn.nutrition.org/cgi/reprint/129/1/9?maxtoshow=&hits=10&RESULTFORMAT=1&author1=bronner&author2=pansu&andorexacttitle=&andorexacttitl eab s=&andorexactfulltext=&searched=1&FIRINDEX=0&sortspec=relevance&resocetype=HWCIT> [Acceso 28 de febrero de 2011]
- Corn Products (2007). "Un oligosacárido superior" en Énfasis Alimentación. N° 5. Año XIII. Junio 2007, p.p. 50 - 54.
- O'Conor C, Burraco E, Bazán N. (2009). "Tabla de Composición Química de Alimentos". Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada, CENEXA, La Plata.