

<https://doi.org/10.48061/SAN.2025.26.1.27>

IMPACTO DE LA FERMENTACIÓN DE LA LECHE EN LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FISICOQUÍMICAS Y NUTRICIONALES DEL YOGUR

IMPACT OF MILK FERMENTATION ON THE MICROBIOLOGICAL, PHYSICOCHEMICAL AND NUTRITIONAL CHARACTERISTICS

Sergio Britos¹, Mónica Katz², Florencia Flax-Marco³, María Elena Torresani⁴ y Gabriel Vinderola⁵

¹ Facultad de Ciencias Médicas, Pontificia Universidad Católica Argentina

² Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Favaloro, Ciudad Autónoma de Buenos Aires

³ Ministerio de Salud, Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires

⁴ Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad del Norte Santo Tomás de Aquino, Tucumán y Facultad de Ciencias Médicas, Universidad Favaloro, Buenos Aires

⁵ Instituto de Lactología Industrial (INLAIN, CONICET-UNL) y Facultad de Ingeniería Química, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe

Correspondencia: Gabriel Vinderola

E-mail: gvinde@fiq.unl.edu.ar

Presentado: 19/12/24. Aceptado: 20/3/25

RESUMEN

La fermentación de la leche para su transformación en yogur es un proceso tecnológico que se realiza de forma controlada, segura, inocua, reproducible y trazable y que implica el desarrollo de dos bacterias lácticas denominadas *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*. Estos cultivos iniciadores operan en simbiosis para transformar la leche en yogur, mediante la producción de ácido láctico. En este proceso se producen cambios microbiológicos y fisicoquímicos que tienen impacto nutricional y sensorial en el alimento obtenido. El objetivo de esta revisión no sistemática del tipo narrativa es actualizar el conocimiento disponible sobre el impacto de la fermentación de la leche en las características microbiológicas, fisicoquímicas y nutricionales del yogur. La fermentación de la leche por parte de las bacterias lácticas iniciadoras implica profundos cambios microbiológicos y fisicoquímicos que hacen del yogur un alimento nutricionalmente superior que la misma cantidad de leche de partida. Parte de la lactosa se consume, favoreciendo su ingesta en intolerantes a la lactosa. La fermentación de la leche aumenta el contenido de algunas vitaminas del complejo B como el ácido fólico. Algunas vitaminas liposolubles, como la vitamina A y D, permanecen estables, ya que no son afectadas directamente por la fermentación. En relación con la disponibilidad de minerales, la fermentación aumenta la biodisponibilidad de calcio y magnesio. En el caso del fósforo, una parte de este, presente en forma de fosfato, se vuelve más disponible para la absorción. La aparición de numerosos péptidos bioactivos es otro factor que diferencia al yogur de la leche, así también como la producción de ácido láctico, un metabolito microbiano con reconocida capacidad antiinflamatoria. Finalmente, el aporte de microorganismos vivos, en el contexto del concepto emergente de "Dosis Diaria de Microorganismos Vivos", y su asociación a la salud, es un aspecto particular que pocos otros alimentos ofrecen.

Palabras clave: leche; yogur; fermentación; minerales; vitaminas.

ABSTRACT

The fermentation of milk into yogurt is a technological process that is carried out in a controlled, safe, innocuous, reproducible and traceable manner and involves the growth of two lactic acid bacteria called subsp. and *Streptococcus thermophilus*. These starter cultures operate in symbiosis to transform milk into yogurt by producing lactic acid. In this process, microbiological and physicochemical changes occur that have a nutritional and sensory impact on the food obtained. The objective of this non-systematic narrative review is to update the available knowledge on the impact of milk fermentation on the microbiological, physicochemical and nutritional characteristics of yogurt. Fermentation of milk by starter lactic acid bacteria involves profound microbiological and physicochemical changes that make yogurt a nutritionally superior food than the same amount of starting milk. Part of the lactose is consumed, favoring its intake in lactose intolerant people. Milk fermentation increases the content of some B vitamins such as folic acid. Some fat-soluble vitamins, such as vitamin A and D, remain stable, since they are not

directly affected by fermentation. In relation to mineral availability, fermentation increases the bioavailability of calcium and magnesium. In the case of phosphorus, a part of it, present in the form of phosphate, becomes more available for absorption. The appearance of numerous bioactive peptides is another factor that differentiates yogurt from milk, as well as the production of lactic acid, a microbial metabolite with recognized anti-inflammatory capacity. Finally, the contribution of live microorganisms, in the context of the emerging concept of "Daily Dose of Live Microorganisms", and its association with health, is a particular aspect that few other foods offer.

Keywords: milk; yogurt; fermentation; minerals; vitamins.

INTRODUCCIÓN

La fermentación de la leche para su transformación en yogur es un proceso tecnológico que se realiza actualmente de forma controlada, segura, inocua, reproducible y trazable y que implica el desarrollo, en leche pasteurizada, de dos bacterias lácticas como *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, denominados cultivos lácticos o iniciadores. A este ecosistema microbiano se suelen agregar bacterias probióticas que son cepas específicas de las especies *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus rhamnosus* o *Bifidobacterium lactis*. Los cultivos iniciadores operan en simbiosis (una sinergia denominada cooperación) para transformar la leche en yogur, con producción de ácido láctico, en un proceso fermentativo que suele durar unas 5-6 horas¹. En este proceso fermentativo se producen numerosos cambios microbiológicos y fisicoquímicos que tienen impacto nutricional y sensorial en el alimento obtenido y que hacen del yogur un alimento nutricionalmente diferente y superior a la leche de partida. El objetivo de esta revisión no sistemática del tipo narrativa es compilar y actualizar el conocimiento disponible sobre el impacto de la fermentación de la leche en las características microbiológicas, fisicoquímicas y nutricionales del yogur.

MÉTODOS

La metodología utilizada fue una revisión no sistemática del tipo narrativa, sobre los efectos de la fermentación de la leche en las características microbiológicas, fisicoquímicas y nutricionales del yogur. Los autores utilizaron las bases de datos www.scopus.com, www.sciencedirect.com, www.pubmed.com y toda otra fuente que consideraran de interés. GV realizó la estructuración del trabajo y abordó los efectos de la fermentación sobre la producción de microorganismos, SB el efecto en minerales, MK en proteínas, FFM en vitaminas y MET en saciedad. Todos los autores revisaron y aprobaron la versión final de este artículo.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efecto de la fermentación en el contenido de microorganismos vivos

El desarrollo en leche de los cultivos lácticos constituidos por *S. thermophilus* y *L. bulgaricus* se logra gracias a la capacidad de estos de hidrolizar la lactosa en glucosa y galactosa y del consumo parcial de estos azúcares para producir ácido láctico. La reducción de la lactosa por fermentación puede llegar hasta el 70%². También es posible elaborar yogur con leche sin lactosa o deslactosada, en la que este azúcar se hidroliza in situ antes de la fermentación mediante la enzima lactasa, dejando la glucosa y la galactosa disponibles para los microorganismos fermentativos³. La fermentación conduce a la proliferación y enriquecimiento del yogur con bacterias lácticas vivas hasta niveles cercanos a 10⁸ UFC/ml. En algunos casos, los yogures son adicionados de cultivos probióticos, mayormente cepas específicas de las especies *L. casei*, *L. rhamnosus* o *Bifidobacterium lactis*. El consumo de lactosa por parte de las bacterias lácticas genera, por vía glicolítica, ácido láctico, el cual reduce el pH de la leche de alrededor de 6,7 a aproximadamente 4,5, dejándolo en valores de acidez que le confieren seguridad microbiológica, además este ácido le da al yogur su sabor ácido característico, actúa como un conservante natural y es un potente antiinflamatorio⁴. El consumo parcial de la lactosa, junto con el contenido de la enzima lactasa microbiana, que puede seguir actuando en la hidrólisis de la lactosa durante el tránsito gastrointestinal, hacen que una porción de yogur sea mejor tolerada que la misma porción de leche, en casos de intolerancias a la lactosa⁵.

Los estudios epidemiológicos han demostrado que el consumo de yogur se asocia a una reducción del riesgo

de diabetes de tipo 2, síndrome metabólico y cardiopatías, junto con un mejor manejo del peso y la mejora de los hábitos alimentarios. El yogur, comparado con la leche –el sustrato de partida–, es una compleja mezcla de principios potencialmente bioactivos (microorganismos vivos, péptidos bioactivos, exopolisacáridos) y no siempre es posible saber cuál, o cual combinación de principios bioactivos, es la responsable de un determinado efecto benéfico⁴, es decir, cuál es el mecanismo de acción por el cual se verifica el efecto benéfico. Tal vez, uno de los mecanismos mejor documentados es la capacidad del yogur de mejorar los síntomas de intolerancia a la lactosa, respecto de la misma cantidad de leche. Esto se debe a tres factores. Primero, el yogur contiene menos lactosa que la leche, ya que esta se consume parcialmente durante la fermentación. Segundo, las enzimas digestivas liberan la lactasa microbiana de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*, permitiendo que continúe hidrolizando la lactosa remanente. Por último, la mayor viscosidad del yogur retrasa la liberación de lactosa en el intestino, para ser hidrolizada por la lactasa humana expresada en el borde en cepillo de la microvellosidad del enterocito del epitelio intestinal⁵.

Al considerarse de forma colectiva los resultados de las investigaciones sobre el microbioma humano, los ensayos controlados aleatorizados sobre microorganismos específicos (es decir, los probióticos) y los estudios asociativos sobre el consumo de alimentos fermentados, se infiere que existen efectos beneficiosos del consumo regular de microorganismos vivos. Para probar la hipótesis de que la inclusión de microbios vivos y seguros en la dieta favorece y mejora la salud, se debería analizar la evidencia disponible sobre la magnitud de la ingesta de microorganismos, a partir de datos disponibles en las bases de datos dietarias⁶.

Se ha planteado la hipótesis de que los microorganismos vivos de la dieta contribuyen a la salud humana. Con esta conjetura, se pretendió determinar si el consumo de microorganismos vivos está relacionado con una mejor salud. Para responder a esto, se utilizaron cifras de la base de datos dietarios norteamericana NHANES, utilizando los disponibles para 27.000 personas en el período 2001-2018, para evaluar la ingesta microbiana y sus asociaciones ajustadas con parámetros fisiológicos seleccionados (por ejemplo, presión arterial, medidas antropométricas y biomarcadores) en adultos. La ingesta microbiana se evaluó como una variable continua y como una variable categórica de 3 niveles: personas con un consumo alto (más de 107 UFC de microorganismos vivos totales/día), medio (aprox. 105 UFC totales/día) y bajo (menos de 103 UFC totales/día) de microorganismos vivos. En los modelos continuos, se observó que una ingesta diaria de 100 g de alimentos con microorganismos vivos se asoció con una menor presión arterial sistólica, proteína C reactiva, glucosa e insulina plasmática, triglicéridos, perímetro de cintura y un mayor nivel de lipoproteínas de alta densidad. Este estudio es el primero en cuantificar, en un conjunto de datos representativos a nivel nacional de adultos estadounidenses y utilizando conjuntos estables de covariables en los modelos de regresión, las asociaciones ajustadas de la ingesta dietaria de microorganismos vivos con una variedad de resultados, como medidas antropométricas, biomarcadores y niveles de presión arterial. Los resultados sugieren que los alimentos con alta concentración de microorganismos vivos se asocian con mejoras de la salud⁷. Estudios posteriores asociaron un patrón dietario alto en microorganismos vivos con menor incidencia de depresión⁸, sarcopenia⁹, osteoporosis¹⁰, periodontitis¹¹, constipación¹² y mayor expectativa de vida¹³. Según el Código Alimentario Argentino, el yogur debe contener un mínimo de 107 UFC/ml de bacterias lácticas totales. En este contexto, el consumo de una porción diaria de un alimento fermentado como el yogur estaría aportando la cantidad necesaria de microorganismos vivos para ubicar al consumidor de yogures en la categoría de una ingesta alta de microorganismos vivos, adecuándose al concepto emergente de una “Dosis diaria de microorganismos vivos”.

Efecto de la fermentación en la biodisponibilidad de minerales

La lactosa, como tal, parecería favorecer el aumento de la absorción de calcio, aunque el mecanismo no está totalmente dilucidado. Podría involucrar su fermentación por la microbiota, transformación a ácido láctico y acidificación del medio colónico¹⁴. Otra explicación lo relaciona con la optimización de la difusión pasiva del calcio a través de las células entéricas. Sin embargo, las dosis de lactosa requeridas deberían ser relativamente altas, probablemente mayores que las presentes en la leche y en productos lácteos fermentados¹⁵. La biodisponibilidad de los minerales puede aumentar con el consumo de lácteos. En las leches fermentadas, debido a la acidez del medio, algunos minerales como el hierro, cobre y cinc pueden formar sales parcialmente solubles, lo que facilita su absorción. Por otra parte, los elementos mayoritarios como el calcio, fósforo y magnesio, presentes en la fase coloidal, al descender el pH pasan a la fase soluble. La hidrólisis de la proteína láctea por la acción de las enzimas microbianas facilita la formación de complejos entre péptidos y aminoácidos e iones como el calcio, magnesio y fósforo, facilitando también su absorción¹⁶.

En general, aunque la absorción intestinal del calcio de los lácteos es muy similar en comparación con otras fuentes, como por ejemplo hortalizas, su efecto neto sobre la retención del mineral es generalmente mayor. Por lo tanto, las dietas que incluyen lácteos presentan ventajas para prevenir los efectos adversos en salud

relacionados con un balance negativo de calcio¹⁵. Debido a la acidez y al proceso de fermentación, minerales como calcio, fósforo, potasio, magnesio, zinc y yodo están más biodisponibles en la leche fermentada que en la leche de partida. El pH más bajo de la leche fermentada, en comparación con el de la leche, determina que el calcio y el magnesio se presenten principalmente en sus formas iónicas, lo que las convierte en una buena fuente de esos minerales¹⁷. Se evaluó la digestibilidad y biodisponibilidad del calcio y el zinc con diferentes matrices alimentarias (mezcla de pan y curry, yogur natural y con frutas, zumos de naranja, manzana, zanahoria y tomate, café, agua y batidos). Se agregaron en cada caso 20 mg de calcio y 3 mg de zinc y se determinaron la digestibilidad y la biodisponibilidad. Los resultados mostraron que la mayor digestibilidad del calcio (49,75%) se observó con el yogur natural y la menor (10,10%) con el agua con gas. La biodisponibilidad del calcio más alta (22,80%) y más baja (6,20%) se observaron con el yogur de frutas y el zumo de zanahoria, respectivamente. La digestibilidad del zinc más alta (13,55%) y más baja (10,20%) se observaron con los zumos de café y naranja, respectivamente. La biodisponibilidad de zinc más alta (4,85%) y más baja (1,05%) se hallaron en el yogur con frutas y la mezcla de pan y curry, respectivamente. Los autores señalan que el principal desafío para optimizar la digestibilidad y biodisponibilidad está asociado a prevenir la interacción con otros minerales de la matriz alimentaria, y que un alto contenido de proteínas en matrices alimentarias como el yogur puede mejorar la absorción del calcio y el zinc¹⁸.

La acidez del yogur, además de aumentar la absorción de calcio, fósforo y magnesio comparado con otros lácteos, también podría reducir el efecto de algunos compuestos inhibidores de la absorción, conocidos como "anti-nutrientes", como el ácido fítico, conocido por interferir en la absorción de minerales, especialmente el calcio. Estudios realizados en modelos animales también han sugerido que el contenido de calcio del yogur puede conducir a una mayor mineralización ósea que el calcio presente en los productos lácteos no fermentados. Otros factores, como los probióticos y el remojo, pueden afectar a la biodisponibilidad de nutrientes de los alimentos y suplementos. Incluir yogur en dietas basadas en plantas aumenta la biodisponibilidad del zinc, sin afectar la del hierro. Esas propiedades hacen del yogur una fuente alimentaria con potencial para reducir el efecto negativo de los anti-nutrientes. Distintas investigaciones demuestran que es muy amplia en el mundo la carencia de micronutrientes, y que los productos alimentarios enriquecidos pueden reducir drásticamente las mismas. Debido a sus propiedades fisicoquímicas y microbiológicas, el yogur es un vehículo adecuado para aumentar la biodisponibilidad de minerales¹⁹.

Efecto de la fermentación en el contenido de péptidos bioactivos

La hidrólisis parcial de las proteínas lácteas libera al medio de fermentación fracciones cortas de aminoácidos denominadas péptidos, para varios de estos péptidos, se ha demostrado su bioactividad, por lo que se los denomina péptidos bioactivos²⁰. Estas secuencias peptídicas poseen entre 2 (di péptidos) y 20 (polipéptidos) aminoácidos y varían según el tipo de leche, las cepas de cultivos iniciadores utilizadas y el proceso mismo de fermentación. Sus propiedades pueden ser múltiples: agonistas opioides, antioxidantes, antitrombóticos, anti citotóxicos, antibacterianos, transportadores de minerales, incluso efectos psicológicos. Es por estas funciones múltiples que a estos derivados bioactivos de las proteínas alimentarias se han denominado "hormonas alimentarias"²¹.

Las proteínas lácteas se pueden dividir principalmente en dos fracciones, las caseínas y las proteínas del suero, que están presentes en una proporción de aproximadamente 80:20 en la leche bovina. La caseína (CN) es una mezcla de diferentes proteínas, una de estas proteínas, la más abundante, es la beta-caseína (-CN) que tiene dos formas más comunes: la beta-caseína A1 y A2. A su vez las CN se pueden clasificar en cuatro tipos diferentes: s1-CN, s2-CN, -CN y -CN. Aproximadamente, un tercio del contenido total de proteínas en la leche es -CN. Los polimorfismos en la cadena peptídica de la -caseína bovina son responsables de las variantes genéticas que dan lugar a la liberación de diferentes péptidos bioactivos durante la fermentación²².

Entre los efectos benéficos reportados para estos péptidos, se destaca que las casomorfina son agonistas opioides que disminuyen la motilidad intestinal, enlentecen el vaciado gástrico y son antitumorales^{23,24}. Las casokininas son inhibidores de la ACE (enzima convertidora de angiotensina), por lo que aumentan el flujo sanguíneo^{25,26,27}. Los fosfopéptidos actúan en la unión a minerales y aumentan la absorción de calcio, fósforo, zinc y hierro^{28,29,30}. Las casomorfina y casokininas son también inmunopéptidos que aumentan la respuesta inmune y la actividad fagocítica^{31,32}. La isracidina demostró efecto antimicrobiano^{33,34}, igual que la casocidina³⁵. Las casoxinas son antagonistas opioides³⁶, las casoplatelinas tienen efectos antitrombóticos³⁷, el caseinglicomacropéptido es un estimulante del desarrollo de bacterias benéficas endógenas como las bifidobacterias^{38,39,40}, las lactorfinas funcionan como un agonista opioide^{41,42}, la -lactoglobulina es un inmunomodulador⁴³, la serorfina es un agonista opioide³⁶, mientras que las lactokininas son también inhibidoras de la ACE⁴⁴.

Los compuestos bioactivos obtenidos de la fermentación láctea, no presentes en la leche de partida, representan una estrategia de interés para el desarrollo de productos con beneficios en salud. El yogur se considera una fuente de péptidos bioactivos⁴⁵. Los desafíos que quedan por delante incluyen continuar con su identificación y cuantificación, determinar su biodisponibilidad, además de estudios sobre la potencial toxicidad y alergenicidad para establecer la seguridad de cada uno y sus ingestas recomendadas o tolerables⁴⁶.

Efecto de la fermentación en el contenido de vitaminas

La fermentación puede modificar el contenido y la biodisponibilidad de los nutrientes de la leche, incluidas las vitaminas B2 (riboflavina), B3 (niacina), B9 (ácido fólico o folato), o B12 (cobalamina). El proceso de fermentación puede aumentar el contenido de folatos⁴⁷, aunque la capacidad de los cultivos iniciadores de sintetizar folato depende de las cepas utilizadas⁴⁸. La leche contiene solo entre 2 y 5 µg/100 ml de ácido fólico mientras que, en el yogur, el contenido puede aumentar a más de 20 µg/100 ml⁴⁹. La capacidad de las bacterias lácticas para producir ácido fólico depende de las condiciones de fermentación, la presencia de precursores de ácido fólico, la temperatura y tiempo de fermentación, entre otros factores⁵⁰.

En relación con la riboflavina (B2), el nivel puede variar en los productos lácteos fermentados, según la tecnología de procesamiento y los microorganismos utilizados para la fermentación. Mientras que algunos cultivos iniciadores de yogur disminuyen las concentraciones de riboflavina, otros aumentan significativamente el nivel de esta vitamina en comparación con la leche no fermentada⁵¹. La riboflavina es sensible a la luz y a las altas temperaturas, por lo que es necesario tener en cuenta estos factores para su estabilidad en productos alimentarios y preparados farmacéuticos. También se han identificado otros factores que afectan su estabilidad, como las fuentes de radiación, su intensidad y longitud de onda, el pH, la presencia de oxígeno, la fuerza iónica, la polaridad y viscosidad del disolvente donde se encuentre⁴⁸. El contenido de riboflavina en muestras de yogur natural puede estar en el rango de 0,289 – 3,078 µg/g BS, mientras que en la leche ultra pasteurizada y pasteurizada fue de 0,61-13,64 µg/g BS y 11,73-15,41 µg/g BS, respectivamente, siendo los valores de los tres productos suficientes para satisfacer los requerimientos⁵².

Con respecto a la vitamina B12 (cobalamina), varios estudios han demostrado que la fermentación de la leche conduce a una disminución de esta. La concentración de vitamina B12 en el yogur disminuyó progresivamente durante la fermentación⁵³. La reducción continuó cuando las leches fermentadas se almacenaron a 4 °C durante 14 días y se observaron disminuciones del 40 al 60 % en general⁵⁴. Estas pérdidas se deben principalmente a su utilización por las bacterias lácticas, ya que requieren de vitamina B12 para su desarrollo en leche.

Efecto de la fermentación en la funcionalidad de las proteínas: saciedad

Durante la fermentación, y a medida que el pH disminuye, las proteínas de la leche, especialmente la caseína, modifican su forma estructural espacial, en un fenómeno conocido como "desnaturalización", una palabra que podría remitir a un fenómeno negativo, pero que nutricionalmente es justamente lo contrario. Este fenómeno de desnaturalización favorece su agrupamiento y formación de un gel viscoso, que enlentece su tránsito gastrointestinal. La acidificación de la leche, causada por el ácido láctico que se va generando, provoca que las micelas de caseína pierdan su carga negativa. Esto permite que se aglutinen y formen una red tridimensional, que es la estructura responsable de la textura del yogur, por la formación de una red que aumenta la viscosidad del producto final. Este aumento de la viscosidad también imparte mayor saciedad^{55,56}.

Existe en la actualidad un creciente interés en la búsqueda de alimentos con un elevado poder de saciedad y bajo índice glucémico. Entre los mecanismos involucrados en la regulación del hambre y la saciedad, se han postulado señales moleculares centrales y periféricas, tales como hormonas gastrointestinales, citocinas, intermediarios metabólicos y determinados nutrientes⁵⁷. Las proteínas alimentarias promueven un efecto marcado sobre la saciedad^{58,59,60}. Mientras que la regulación de la saciedad por los carbohidratos está relacionada con la liberación de insulina dependiente de glucosa, las proteínas son las responsables de un mayor control sobre el apetito, asociándose su mecanismo con los niveles de 5-HT (receptores de serotonina 5-hidroxitriptamina). Además, las proteínas tienden a retardar el vaciamiento gástrico, provocando mayor estímulo sobre la secreción de insulina y, en consecuencia, reducción de la respuesta glucémica en individuos sanos. Los lípidos en cambio tienen un efecto muy pobre sobre la saciedad a corto plazo⁶¹. Sin embargo, las proteínas deben estar combinadas en una proporción equilibrada con los carbohidratos, a los fines de no aumentar demasiado los requerimientos de insulina y causar hiperglucemia tardía con la consiguiente hiperfagia⁶².

En este contexto, resulta interesante analizar el efecto del yogur sobre la saciedad, al considerarse como un alimento de bajo índice glucémico y fuente de proteínas de alta calidad, que promueve la saciedad y ayuda a controlar el peso corporal^{63,64}. Se observó que el consumo de yogur se asocia con un menor índice de masa corporal, peso corporal, circunferencia de cintura y grasa corporal en estudios epidemiológicos⁶⁵. Si bien son

limitados los estudios realizados en humanos que comparan el efecto saciante de diferentes tipos de proteínas, se han reportado mayores efectos de saciedad de las proteínas séricas frente a la caseína, así como niveles circulantes postprandiales más elevados de colecistoquinina y de péptido similar al glucagón (GLP-1), dos importantes hormonas gastrointestinales moduladoras de la sensación de apetito^{66,67}.

La caseína es la principal fracción proteica del yogur, representando alrededor del 80% de las proteínas totales. No obstante, las proteínas del suero son un subproducto con un alto valor nutricional para ser incorporadas en formulaciones de otros tipos de alimentos⁶⁸. Los productos lácteos fermentados, con una relación superior de proteínas/carbohidratos y un menor índice glucémico, se asociaron a un mayor grado de prevención de patologías metabólicas⁶⁹. En un estudio en mujeres adultas se comparó el efecto sobre la saciedad de dos desayunos con diferente concentración proteica, obteniéndose mayor control del apetito luego de la ingesta del desayuno hiperproteico⁷⁰. Cuando se ofreció como merienda un yogur hiperproteico, a igual porción estándar, se obtuvo mayor saciedad postprandial que un yogur similar normoproteico, sin afectar la glucemia postprandial⁷¹. Por otra parte, meriendas con baja densidad energética y mayor proporción de proteínas de lactosuero administrados a mujeres adultas con obesidad tuvieron mayor inferencia significativa en la percepción de saciedad, pudiendo resultar una estrategia dietética eficaz para mejorar el control del apetito⁷². A su vez, los mismos autores, tras evaluar barras nutricionales adicionadas con proteínas de lactosuero, caseína o carbohidratos, encontraron los mismos resultados, siendo las primeras las responsables del mayor efecto en la saciedad⁷³. Cuando se evaluó el efecto de las proteínas del suero en la respuesta glucémica de bebidas con diferente concentración proteica en individuos sanos y se comprobó que, a valores crecientes de estas, se redujeron significativamente los niveles de glucosa post-prandial⁷⁴. Finalmente, la combinación de fibras y proteínas lácteas puede aumentar la viscosidad gástrica, retrasar el vaciado gástrico y provocar una sensación de saciedad durante más tiempo. Así es que investigaciones recientes sostienen la importancia de diseñar alimentos funcionales que presenten estas características para controlar el apetito en personas con sobrepeso y obesidad⁷⁵.

CONCLUSIONES

La fermentación de la leche por parte de las bacterias lácticas iniciadoras para dar yogur implica profundos cambios microbiológicos y fisicoquímicos, que convierten al yogur en un alimento nutricionalmente superior que la misma cantidad de leche de partida. La fermentación de la leche aumenta el contenido de algunas vitaminas del complejo B como el ácido fólico. Algunas vitaminas liposolubles, como la vitamina A y D, permanecen estables, ya que no son afectadas directamente por la fermentación. En relación con la disponibilidad de minerales, la fermentación aumenta la biodisponibilidad de calcio y magnesio. En el caso del fósforo, una parte de este, presente en forma de fosfato, se vuelve más disponible para la absorción. La aparición de numerosos péptidos bioactivos es otro factor que diferencia al yogur de la leche, así también como la producción de ácido láctico, un metabolito microbiano con reconocida capacidad antiinflamatoria. Finalmente, el aporte de microorganismos vivos, en el contexto del concepto emergente de "Dosis diaria de microorganismos vivos", y su asociación a la salud, es un aspecto particular que pocos otros alimentos ofrecen.

Financiamiento

Danone Argentina S.A. financió el tiempo requerido para la redacción de este artículo, sin tener injerencia en los contenidos ni en la versión final del artículo.

Conflictos de interés

Los autores realizan tareas de asesoramiento y consultorías con empresas elaboradoras de productos lácteos. GV es miembro del cuerpo de directores de la International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP).

REFERENCIAS

1. Ishfaq K, Iqbal F, Khan I, Azar, A. (2022). Yoghurt: processing technology and nutritional profile. *Int J Integ Health Sci.* 2022; 3. Doi.10.56536/ijoihs.v3i1.22.
2. Schmidt C, Mende S, Jaros D, Rohm H. Fermented milk products: effects of lactose hydrolysis and fermentation conditions on the

- rheological properties. *Dairy Sci Technol* 2015; 96. 10.1007/s13594-015-0259-9.
3. Li A, Zheng J, Han X, Yang S, Cheng S, Zhao J, Zhou W, Lu Y. Advances in Low-Lactose/Lactose-Free Dairy Products and Their Production. *Foods* 2023; 12(13):2553. <https://doi.org/10.3390/foods12132553>
 4. Mukherjee A, Breselge S, Dimidi E, Marco ML, Cotter PD. Fermented foods and gastrointestinal health: underlying mechanisms. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol* 2024; 21(4):248-266. doi: 10.1038/s41575-023-00869-x.
 5. Savaiano DA. Lactose digestion from yogurt: mechanism and relevance. *Am J Clin Nutr* 2014; 99(5 Suppl):1251S-5S. doi: 10.3945/ajcn.113.073023.
 6. Marco ML, Hill C, Hutkins R, Slavin J, Tancredi DJ, Merenstein D, Sanders ME. Should There Be a Recommended Daily Intake of Microbes? *J Nutr*. 2020; 150(12):3061-3067. doi: 10.1093/jn/nxaa323.
 7. Hill C, Tancredi DJ, Cifelli CJ, Slavin JL, Gahche J, Marco ML, Hutkins R, Fulgoni VL 3rd, Merenstein D, Sanders ME. Positive Health Outcomes Associated with Live Microbe Intake from Foods, Including Fermented Foods, Assessed using the NHANES Database. *J Nutr*. 2023; 153(4):1143-1149. doi: 10.1016/j.tjnut.2023.02.019
 8. Wang X, Wang H, Yu Q, Fu S, Yang Z, Ye Q, Lin F, Cai G. "High dietary live microbe intake is correlated with reduced risk of depressive symptoms: A cross-sectional study of NHANES 2007-2016". *J Affect Disord* 2024; 344:198-206. doi: 10.1016/j.jad.2023.10.015.
 9. Yan K, Ma X, Li C, Zhang X, Shen M, Chen S, Zhao J, He W, Hong H, Gong Y, Yuan G. Higher dietary live microbe intake is associated with a lower risk of sarcopenia. *Clin Nutr* 2024; 43(7):1675-1682. doi: 10.1016/j.clnu.2024.05.030.
 10. Yuan F. Association of dietary live microbe intake with prevalence of osteoporosis in US postmenopausal women: a cross-sectional study. *Arch Osteoporos* 2024; 19(1):69. doi: 10.1007/s11657-024-01429-9.
 11. Lin J, Yang H, Lin Z, Xu L. Live dietary microbes and reduced prevalence of periodontitis: A cross-sectional study. *Oral Dis* 2024; 30(7): 4639-4649. doi: 10.1111/odi.14869.
 12. Yang C, Hong Q, Wu T, Fan Y, Shen X, Dong X. Association between Dietary Intake of Live Microbes and Chronic Constipation in Adults. *J Nutr* 2024; 154(2):526-534. doi: 10.1016/j.tjnut.2023.11.032
 13. Zhu X, Chen W, Xue J, Dai W, Maimaitiuerxun R, Liu Y, Xu H, Zhou Q, Zhou Q, Chen C, Wang Z, Xie H. Dietary Live Microbes Intake Associated With Biological Aging and Mortality. *J Gerontol Biol Sci Med Sci* 2024; 79(11). doi: 10.1093/gerona/glae202
 14. Kwak HS, Lee WJ, Lee MR. Revisiting lactose as an enhancer of calcium absorption. *Int Dairy J* 2012; doi: 10.1016/j.idairyj.2011.09.002.
 15. Melse-Boonstra A. Bioavailability of Micronutrients From Nutrient-Dense Whole Foods: Zooming in on Dairy, Vegetables, and Fruits. *Front Nutr* 2020; 7:101. doi: 10.3389/fnut.2020.00101.
 16. Moreno Aznar, Luis A.; Cervera Ral, Pilar; Ortega Anta, Rosa M.ª; Díaz Martín, Juan José; Baladia, Eduard; Basulto, Julio; Bel Serrat, Silvia; Iglesia Altaba, Iris; López-Sobaler, Ana M.ª; Manera, María; Rodríguez Rodríguez, Elena; Santaliestra Pasías, Alba M.; Babio, Nancy; Salas-Salvadó, Jordi Evidencia científica sobre el papel del yogur y otras leches fermentadas en la alimentación saludable de la población española *Nut Hosp* 2013; 28(6): 2039-2089.
 17. Zhang, T., Geng, S., Cheng, T. et al. From the past to the future: fermented milks and their health effects against human diseases. *Food Frontiers* 2023; 4, 1747–1777.
 18. Khan, M., Ahmad, N., Nisa, M.U. & Jadaan, A. (2024). Optimal food matrix model for digestibility and bioavailability of calcium and zinc. *J Food Qual* 2024; 1–7.
 19. Hashemi Gahruie H. Yogurt. The most suitable carrier for increasing bioavailability of minerals. *Progr Nutr [Internet]*. 2018 Nov. 5 [cited 2024 Nov. 30];20(2-5):294-6. Available from: <https://www.mattioli1885journals.com/index.php/progressinnutrition/article/view/5690>
 20. Clare D A, Swaisgood H E. Bioactive Milk Peptides: A Prospectus1, *J Dairy Sci* 2000; 83; 6: 1187-1195. ISSN 0022-0302. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(00\)74983-6](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(00)74983-6).
 21. Tremblay A, Doyon C, Sanchez M. Impact of yogurt on appetite control, energy balance, and body composition. *Nutr Rev* 2015; 73 Suppl 1:23-7. doi: 10.1093/nutrit/nuv015
 22. Daniloski D, McCarthy NA, Vasiljevic T. Bovine -Casomorphins: Friends or Foes? A comprehensive assessment of evidence from in vitro and ex vivo studies. *Trends Food Sci Technol* 2021; 116:681-700. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.08.003>
 23. Leischner C, Egert S, Burkard M, Venturelli S. Potential Protective Protein Components of Cow's Milk against Certain Tumor Entities. *Nutrients* 2021; 13(6):1974. doi: 10.3390/nu13061974.
 24. Contreras M M, Sánchez D, Sevilla M Á, Recio I, Amigo L. Resistance of casein-derived bioactive peptides to simulated gastrointestinal digestion. *Int Dairy J* 2013; 32(2): 71-78. <http://dx.doi.org/10.1016/j.idairyj.2013.05.008>.
 25. Li J, Zhao J, Wang X, Qayum A, Hussain MA, Liang G, Hou J, Jiang Z, Li A. Novel Angiotensin-Converting Enzyme-Inhibitory Peptides From Fermented Bovine Milk Started by *Lactobacillus helveticus* KLDS.31 and *Lactobacillus casei* KLDS.105: Purification, Identification, and Interaction Mechanisms. *Front Microbiol* 2019; 10: 2643. doi: 10.3389/fmicb.2019.02643.
 26. Ibrahim HR, Ahmed AS, Miyata T. Novel angiotensin-converting enzyme inhibitory peptides from caseins and whey proteins of goat milk. *J Advanced Res* 2017; 8(1):63-71. DOI: 10.1016/j.jare.2016.12.002.
 27. Aihara K, Kajimoto O, Hirata H, Takahashi R, Nakamura Y. Effect of powdered fermented milk with *Lactobacillus helveticus* on subjects with high-normal blood pressure or mild hypertension. *J Am Coll Nutr* 2005; 24(4):257-65. doi: 10.1080/07315724.2005.10719473
 28. Bouhallab S, Bouglé D. Biopeptides of milk: caseinophosphopeptides and mineral bioavailability. *Reprod Nutr Dev* 2004; 44(5):493-8. doi: 10.1051/rnd:2004053
 29. Bouhallab S, Cinga V, Ait-Oukhatar N, Bureau F, Neuville D, et al. Influencia de varios fosfopéptidos de caseínas en la absorción de hierro. *Revista de Química Agrícola y Alimentaria*. 2002; 50 (24) 7127-7130. 10.1021/jf025554v hal-01568889
 30. Sun S, Liu F, Liu G, Miao J, Xiao H, Xiao J, Qiu Z, Luo Z, Tang J, Cao Y. Effects of casein phosphopeptides on calcium absorption and metabolism bioactivity in vitro and in vivo. *Food Funct* 2018; 9(10):5220-5229. doi: 10.1039/c8fo00401c
 31. Li X, Lu X, Liu M, Zhang Y, Jiang Y, Yang X, Man C. The Immunomodulatory Effects of A2 -Casein on Immunosuppressed Mice by Regulating Immune Responses and the Gut Microbiota. *Nutrients* 2024; 16(4):519. doi: 10.3390/nu16040519.
 32. Agyei D, Danquah MK. Rethinking food-derived bioactive peptides for antimicrobial and immunomodulatory activities. *Trends Food Sci Technol* 2012; 23(2):62 - 69. doi: 10.1016/j.tifs.2011.08.010
 33. Abadía-García L, Cardador A, Martín del Campo ST, Arvizu SM, Castaño-Tostado E, Regalado-González C, García-Almendarez B,

- Amaya-Llano SL. Influence of probiotic strains added to cottage cheese on generation of potentially antioxidant peptides, anti-listerial activity, and survival of probiotic microorganisms in simulated gastrointestinal conditions. *Int Dairy J* 2013; 33: 191-197. doi: 10.1016/j.idairyj.2013.04.005.
34. Lahov E., Regelson W. Antibacterial and stimulating casein-derives substances from milk: casecidin, isracidin peptides. *Food Chem Toxic*, 1996; 34:131-145. [https://doi.org/10.1016/0278-6915\(95\)00097-6](https://doi.org/10.1016/0278-6915(95)00097-6)
 35. Zucht HD, Raida M, Adermann K, Mägert HJ, Forssmann WG. Casocidin-I: a casein-alpha s2 derived peptide exhibits antibacterial activity. *FEBS Lett*. 1995 Sep 25;372(2-3):185-8. doi: 10.1016/0014-5793(95)00974-e. PMID: 7556666.
 36. Teschemacher H. Opioid receptor ligands derived from food proteins. *Curr Pharm Des* 2003; 9(16):1331-44. doi: 10.2174/1381612033454856
 37. Jolles P, Lévy-Toledano S, Fiat AM, Soria C, Gillessen D, Thomaidis A, Dunn FW, Caen JP. Analogy between fibrinogen and casein. Effect of an undecapeptide isolated from kappa-casein on platelet function. *Eur J Biochem* 1986; 158(2):379-82. doi: 10.1111/j.1432-1033.1986.tb09764.x.
 38. Qu Y, Park SH, Dallas DC. The Role of Bovine Kappa-Casein Glycomacropeptide in Modulating the Microbiome and Inflammatory Responses of Irritable Bowel Syndrome. *Nutrients*. 2023; 15(18):3991. doi: 10.3390/nu15183991.
 39. Feeney S., Ryan J.T., Kilcoyne M., Joshi L., Hickey R. Glycomacropeptide Reduces Intestinal Epithelial Cell Barrier Dysfunction and Adhesion of Entero-Hemorrhagic and Entero-Pathogenic Escherichia coli in Vitro. *Foods* 2017; 6:93. doi: 10.3390/foods6110093.
 40. Rhoades JR, Gibson GR, Formentin K, Beer M, Greenberg N, Rastall RA. Caseinoglycomacropeptide Inhibits Adhesion of Pathogenic Escherichia coli Strains to Human Cells in Culture. *J Dairy Sci* 2005; 88:3455–3459. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)73029-0.
 41. Tyagi A, Daliri EB, Kwami Ofosu F, Yeon SJ, Oh DH. Food-Derived Opioid Peptides in Human Health: A Review. *Int J Mol Sci* 2020; 21(22):8825. doi: 10.3390/ijms21228825
 42. De Noni I, FitzGerald RJ, Korhonen HJ, Le Roux Y, Livesey CT, Thorsdottir I, Tomé D, Witkamp R. Review of the potential health impact of -casomorphins and related peptides. *EFSA Sci Rep* 2009; 231:1–107. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2009.231r>
 43. Tai CS, Chen YY, Chen WL. -Lactoglobulin Influences Human Immunity and Promotes Cell Proliferation. *Biomed Res Int* 2016; 2016:7123587. doi: 10.1155/2016/7123587.
 44. Fitzgerald RJ, Meisel H. Lactokinins: whey protein-derived ACE inhibitory peptides. *Nahrung*. 1999; 43(3):165-7. doi: 10.1002/(SICI)1521-3803(19990601)43:3<165.
 45. Sultan S, Huma N, Butt MS, Aleem M, Abbas M. Therapeutic potential of dairy bioactive peptides: A contemporary perspective. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2018; 58(1):105-115. doi: 10.1080/10408398.2015.1136590.
 46. Peres Fabbri L, Cavallero A, Vidotto F, Gabriele M. Bioactive Peptides from Fermented Foods: Production Approaches, Sources, and Potential Health Benefits. *Foods*. 2024 Oct 23;13(21):3369. doi: 10.3390/foods13213369.
 47. Iyer, R., & Tomar, S. K. Dietary effect of folate-rich fermented milk produced by *Streptococcus thermophilus* strains on hemoglobin level. *Nut* 2011; 27(10), 994–997. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2011.01.003>.
 48. Mahara, F. A., Nuraida, L., Lioe, H.N. Fermentation of milk using folate-producing lactic acid bacteria to increase natural folate content: A review. *J Appl Biotechnol Rep* 2019; 6(4), 129–136. <https://doi.org/10.29252/JABR.06.04.01>.
 48. Sheraz MA, Kazi SH, Ahmed S, Anwar Z, Ahmad I. Photo, thermal and chemical degradation of riboflavin. *Beilstein J Org Chem*. 2014 Aug 26;10:1999-2012. doi: 10.3762/bjoc.10.208. PMID: 25246959; PMCID: PMC4168737.
 50. Laiño JE, Leblanc JG, Savoy de Giori G. Production of natural folates by lactic acid bacteria starter cultures isolated from -artisanal Argentinean yogurts. *Can J Microbiol* 2012; 58(5):581- 588. doi:10.1139/w2012-026.
 51. LeBlanc, J. G., Laiño, J. E., del Valle, M. J., Vannini, V., van, S. D., Taranto, M. P., de Valdez, G. F., de Giori, G. S., & Sesma, F. B-group vitamin production by lactic acid bacteria. Current knowledge and potential applications. *J Applied Microbiol* 2011; 111(6), 1297–1309.
 52. Bueno-Solano, C., Campas-Baypoli, O. N., Díaz-García, A. S., Izaguirre-Flores, E. I., Verdugo-Zamorano, W., Estrada-Alvarado, M. I., Sánchez-Machado, D. I., & López-Cervantes, J. (s.f.). Quantification of riboflavin (vitamin B2) in dairy products by HPLC. Instituto Tecnológico de Sonora, 2009.
 53. Kneifel W, Holub S, Wirthmann M. Monitoring of B-complex vitamins in yogurt during fermentation. *J Dairy Res*. 1989; 56(4):651-656. doi:10.1017/S0022029900029174.
 54. Arkbåge K, Cornelia M, Rangne F, Jägerstad M. Retention of vitamin B12 during manufacture of six fermented dairy products using a validated radio protein-binding assay. *Int Dairy J* 2003; 13: 101-109.
 55. Ortinau LC, Hoertel HA, Douglas SM. et al. Effects of high-protein vs. high- fat snacks on appetite control, satiety, and eating initiation in healthy women. *Nutr J* 2014; 13, 97. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-97>.
 56. Tarrega A, Marcano J, Fiszman S. Yogurt viscosity and fruit pieces affect satiety capacity expectations. *Food Res Int* 2016; 89(Pt 1):574-581. doi: 10.1016/j.foodres.2016.09.011.
 57. García Flores CL, Martínez Moreno AG, Beltrán Miranda CP, Zepeda Salvador AP, Solano Santos LV. Saciación vs Saciedad: Reguladores del consumo alimentario. *Rev Méd Chil* 2017; 145 (9): 1172-1178. <http://dx.doi.org/10.4067/s0034-98872017000901172>
 58. Anderson GH, Moore SE. Dietary proteins in the regulation of food intake and body weight in humans. *J Nutr*. 2004; 134(4):974S-9S. doi: 10.1093/jn/134.4.974S.
 59. Weigle DS, Breen PA, Matthyss CC, Callahan HS, Meeuws KE, Burden VR et al. A high-protein diet induces sustained reductions in appetite, ad libitum caloric intake, and body weight despite compensatory changes in diurnal plasma leptin and ghrelin concentrations. *Am J Clin Nutr* 2005; 82(1):41-48. doi: 10.1093/ajcn.82.1.41
 60. Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, Westerterp-Plantenga M. Protein, weight management, and satiety. *Am J Clin Nutr* 2008; 87(5):1558S-1561S. doi: 10.1093/ajcn/87.5.1558S.
 61. Pinheiro AC, Canaan FA, Gonçalves AR. Insulinemia, ingesta alimentaria y metabolismo energético. *Rev Chil Nutr* 2008; 35 (1): 18-24. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182008000100003>.
 62. Neu A, Behret F, Braun R, Herrlich S, Liebrich F, Loesch-Binder M et al. Higher glucose concentrations following protein-and fat-rich meals-the Tuebingen Grill Study: a pilot study in adolescents with type 1 diabetes. *Pediatric Diabetes* 2015; 16 (8): 587-91. doi: 10.1111/pedi.12224.
 63. Jones KW, Eller LK, Parnell JA, Doyle-Baker PK, Edwards AL, Reimer RA. Effect of a dairy- and calcium-rich diet on weight loss and appetite during energy restriction in overweight and obese adults: a randomized trial. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67(4):371-6. doi: 10.1038/ejcn.2013.52.

64. Hadjimbei E, Botsaris G, Chrysostomou S. Beneficial Effects of Yoghurts and Probiotic Fermented Milks and Their Functional Food Potential. *Foods* 2022; 11(17):2691. doi: 10.3390/foods11172691.
65. Eales J, Lenoir-Wijnkoop I, King S, Wood H, Kok FJ, Shamir R et al. Is consuming yoghurt associated with weight management outcomes? Results from a systematic review. *Int J Obes* 2016; 40(5):731-46. doi: 10.1038/ijo.2015.202.
66. Hall WL, Millward DJ, Long SJ, Morgan LM. Casein and whey exert different effects on plasma amino acid profiles, gastrointestinal hormone secretion and appetite. *Br J Nutr* 2003; 89(2):239-48. doi: 10.1079/BJN2002760.
67. Veldhorst MA, Nieuwenhuizen AG, Hochstenbach-Waelen A, van Vught AJ, Westerterp KR, Engelen MP et al. Dose-dependent satiating effect of whey relative to casein or soy. *Physiol Behavior* 2009; 96(4-5):675-82. doi: 10.1016/j.physbeh.2009.01.004.
68. Cámara-Martos F, Moreno-Rojas R, Pérez-Rodríguez F. Cheese as a source of nutrients and contaminants: dietary and toxicological aspects. En: Castelli H, du Valle L, editors. *Handbook of cheese: production, chemistry and sensory properties*. 1st ed. New York: Nova Science Publishers; 2013. p. 341-70.
69. Morales Guerrero JC, Rosas Romero R, García Zepeda RA, Oropeza Hernández R, Ruiz Jiménez S, Ríos Chávez AR y col. Determinación del índice glucémico y la carga glucémica de productos lácteos fermentados en sujetos adultos sanos, sedentarios y deportistas. *Nutr Hosp* 2016; 33(5): 572. doi: 10.20960/nh.572.
70. Squillace MC, Alorda MB, Masu C, Sanchez G, Varela MD, Vega P, Torresani ME. Efecto sobre la saciedad de un desayuno hiperproteico versus uno normoproteico y consumo prospectivo de alimentos durante el día en mujeres Adultas. *DIAETA* 2018; 36(163): 8-13. doi:10.13140/RG.2.2.14711.47524.
71. Arce CP, Di Iorio MS, Olaverry P, Sica S, Torresani ME. Efecto sobre la saciedad y glucemia postprandial de un yogur hiperproteico vs otro normoproteico en mujeres adultas. *Act en Nutr* 2020; 21 (3): 80-87. Article em Es | LILACS | ID: biblio-1282373
72. Reyna N, Moreno Rojas R, Mendoza L, Urdaneta A, Artigas C, Reyna E, Cámara Martos E. La merienda con elevada proteína de lactosuero mejora el nivel de saciedad y disminuye el apetito en mujeres sanas. *Nutr Hosp* 2015; 32(4): 1624-1628. doi:10.3305/nh.2015.32.4.9405.
73. Reyna N, Moreno Rojas R, Mendoza L, Parra K, Linares S, Reyna E y col. Formulación de barras nutricionales con proteínas lácteas: índice glucémico y efecto de saciedad. *Nutr Hosp* 2016; 33(2): 122. doi: 10.20960/nh.122.
74. Gunnerud UJ, Ostman EM, Björck IM. Effects of whey proteins on glycaemia and insulinemia to an oral glucose load in healthy adults; a dose-response study. *Eur J Clin Nutr* 2013; 67(7):749-53. doi: 10.1038/ejcn.2013.88.
75. Chu Montiel D, Palma Milla S, López-Plaza B, Valero Pérez M, Gómez Candela C, Bermejo LM. Effects of a functional yogurt enriched with soluble dietary fiber or vegetable proteins on appetite profile. An acute randomized controlled clinical trial. *Nutr Hosp*; 2024 41(5): 994-1002. doi: 10.20960/nh.05261.