



## Trabajo Original

Obesidad y síndrome metabólico

### Utilización de las proteínas séricas y caseínas como suplementos dietéticos para la prolongación del efecto de saciedad en mujeres obesas

*Using whey proteins and caseins as dietetic supplements in regulation of satiating effect of overweight women*

Nadia Reyna<sup>1,2</sup>, Rafael Moreno-Rojas<sup>3</sup>, Laura Mendoza<sup>2</sup>, Karla Parra<sup>1</sup>, Sergia Linares<sup>1</sup>, Eduardo Reyna<sup>4</sup> y Fernando Cámara-Martos<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigaciones Endocrino-Metabólicas Dr. Félix Gómez y <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Fisiológicas. La Universidad del Zulia. Facultad de Medicina. Maracaibo, Estado Zulia. Venezuela. <sup>3</sup>Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba. España. <sup>4</sup>Hospital Central de Maracaibo Dr. Urquinaona. Maracaibo, Estado Zulia. Venezuela

#### Resumen

Se estudió el consumo de tres tipos de suplementos, proteínas del lactosuero, caseínas y maltodextrinas (control) en la disminución de la ingesta energética y prolongación del efecto de saciedad de 60 mujeres obesas. Después de 10 semanas, la reducción del peso corporal, IMC, % de grasa corporal y circunferencia de la cintura fue significativamente mayor ( $p < 0,001$ ) en el grupo que consumió las proteínas lactoséricas frente a los otros dos grupos (control y caseínas). También se observa un descenso en la ingesta energética de -383 kcal/día en las mujeres que consumieron las proteínas de lactosuero frente a un descenso de -144 kcal/día en el grupo de caseínas y de tan solo -70 kcal/día en el grupo control. Finalmente la regulación del efecto de saciedad mediante escala visual analógica fue también más efectiva en el caso de las proteínas séricas, que en el caso de las caseínas y maltodextrinas.

#### Palabras clave:

Proteínas séricas.  
Caseínas. Mujeres  
obesas. Efecto de  
saciedad.

#### Abstract

It has been studied the effect of three kinds of supplements (whey, casein and maltodextrin, as control) in the regulation of food intake and satiety of 60 overweight women. After 10 weeks, significant differences ( $p < 0.001$ ) were found with regard to reduction of weight, IMC, % fat and waist circumference in the whey group against casein and control groups. A higher decrease of energy intake (-383 kcal/day) was also found in women who ate whey supplements, while in the casein and control group the decrease was only -144 and -70 kcal/day respectively. Finally, satiety effect was more efficiently promoted by whey against casein and maltodextrins.

#### Key words:

Whey protein. Casein.  
Overweight women.  
Satiety effect.

Recibido: 16/09/2015  
Aceptado: 04/11/2015

Reyna N, Moreno-Rojas R, Mendoza L, Parra K, Linares S, Reyna S, Cámara-Martos F. Utilización de las proteínas séricas y caseínas como suplementos dietéticos para la prolongación del efecto de saciedad en mujeres obesas. Nutr Hosp 2016;33:47-53

#### Correspondencia:

Rafael Moreno Rojas. Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Universidad de Córdoba. Campus de Rabanales. Ctra. N-IV, km. 396. Ed. Darwin-anexo. 14014 Córdoba  
e-mail: rafael.moreno@uco.es

## INTRODUCCIÓN

La prevalencia de la obesidad así como el desarrollo de patologías relacionadas con la misma, como diabetes tipo 2, hipertensión y enfermedades coronarias, está convirtiéndose en un relevante problema de salud pública a nivel mundial. Se calcula que para el año 2030 esta patología afectará a más de 500 millones de personas en todo el mundo (1). La obesidad es el resultado de un balance energético positivo a largo plazo entre la ingesta y el gasto energético y de acuerdo a algunos autores está influenciada por una serie de estilos de vida entre los que se encuentran las comidas realizadas fuera del hogar, principalmente en restaurantes de comida rápida, un descenso acusado de la actividad física y el consumo de alimentos con un alto contenido en fructosa (2). El establecimiento de dietas con un menor contenido calórico conseguido a partir de la reducción de la ingesta diaria de alimentos puede resultar frustrante a largo plazo para estas personas, dando lugar a que resulte muy complicado lograr una pérdida de peso sustancial y mantenida en el tiempo. Por ello, el desarrollo de productos dietéticos con un elevado efecto de saciedad puede ayudar a reducir la ingesta energética diaria contribuyendo al cumplimiento de dietas destinadas a la pérdida de peso.

Como consecuencia de esto, existe en la actualidad un creciente interés en identificar y utilizar componentes nutritivos con un elevado poder de saciedad. Estudios previos han mostrado como las proteínas de la dieta tienen un marcado efecto en la reducción del apetito promoviendo el efecto de saciedad y retrasando la sensación de hambre (3-5). Este aumento de la saciedad es mucho mayor que el que producen carbohidratos o grasas facilitando una disminución de la ingesta energética y promoviendo pérdida de peso principalmente del tejido adiposo (3,5). Además, recientes estudios también han mostrado como dietas con un menor porcentaje de carbohidratos mejora los niveles de glucemia tanto en individuos sanos como en pacientes con diabetes tipo 2, así como los niveles de HDL colesterol y la ratio colesterol total-HDL después de un periodo comprendido entre 6 y 12 meses (6,7).

Sin embargo, a la hora de promover este efecto de saciedad también existen diferencias en el tipo de proteínas ingeridas tanto por su procedencia como por el tipo de aminoácidos que la componen. Son limitados los estudios realizados en humanos que comparan el efecto de saciedad de diferentes tipos de proteínas. En el caso de las proteínas lácteas, aunque las caseínas son la principal fracción proteica de la leche, representando alrededor del 80%, las proteínas del suero ( $\beta$  - lactoglobulina,  $\alpha$  - lactoalbúmina y lactoferrina, entre otras), están siendo consideradas en la actualidad como un subproducto con un alto valor nutricional, siendo incorporadas en formulaciones de otros tipos de alimentos (8). Un reciente estudio (9) ha mostrado como estas proteínas séricas producen un mayor efecto de saciedad que caseínas o soja cuando se suministran en un desayuno con una concentración del 10% de energía en forma de proteína. De igual modo, Hall y cols. (10) también han demostrado este mayor efecto de saciedad de las proteínas séricas frente a las caseínas, así como unos más elevados niveles circulantes postprandiales de colecis-

toquinina y péptido similar al glucagón (GLP-1), dos importantes hormonas gastrointestinales moduladoras de la sensación de apetito. Sin embargo, a pesar de estas evidencias, otros estudios han mostrado por el contrario similar efecto de saciedad e ingesta alimentaria entre caseínas y proteínas séricas (11,12). Además, en comparación con otros tipos de proteínas, mientras que las proteínas lactoséricas y las de soja son capaces de reducir la ingesta de una comida consumida 1 hora más tarde en contraposición a la albumina de huevo que no muestra este efecto (13), otros estudios no encuentran diferencias significativas en los niveles de saciedad e ingesta energética entre una amplia gama de proteínas entre las que se encuentran caseínas, soja, albúmina de huevo, gelatina, gluten de trigo y guisantes entre otras (14,15). Por tanto, con el propósito de poder clarificar estos estudios previos poco concluyentes, el objetivo del presente trabajo fue comparar el efecto que sobre la saciedad de mujeres obesas tiene la ingesta de proteínas lactoséricas y caseínas frente a otros tipos de suplementos.

## MATERIAL Y MÉTODOS

### SUJETOS

Se evaluaron 60 mujeres, con edades comprendidas entre 20 y 40 años, seleccionadas de forma aleatoria entre los pacientes que acudían al Centro de Investigación Endocrino-Metabólicas Dr. Félix Gómez de la Escuela de Medicina de la Universidad del Zulia (Maracaibo, Venezuela). El criterio de selección de los individuos fue el de obesidad, con índices de masa corporal (IMC) comprendidos entre 30-40 kg/m<sup>2</sup>. En todos los casos se obtuvo por parte de los pacientes un consentimiento informado por escrito después de explicar a cada sujeto todos los procedimientos y detalles del estudio. Los criterios de exclusión incluyeron el tabaquismo, medicación hipolipemiente, uso de esteroides y otros agentes que puedan influir en el metabolismo de lípidos, diabetes mellitus, hipo e hipertiroidismo y cualquier tipo de evento cardiovascular ocurrido en los 6 meses previos al estudio. Todos los sujetos fueron instruidos para abstenerse de tomar cualquier complejo multivitamínico o suplementos herbales durante el período que duró el estudio así como para limitar la ingesta de alcohol a menos de una bebida estándar, con el objetivo de limitar efectos metabólicos producidos por el consumo de alcohol.

El presente estudio se llevó a cabo de acuerdo a las directrices establecidas en la Declaración de Helsinki, y todos los procedimientos realizados con seres humanos y/o pacientes fueron aprobados por el Comité de Ética en Investigación Humana de la Universidad del Zulia.

### DISEÑO DEL ESTUDIO

Se diseñó un estudio paralelo aleatorizado durante un período de 10 semanas, con un período de adaptación de 4 semanas antes del comienzo del mismo. Se solicitó a los participantes

evitar el consumo de productos lácteos con el fin de reducir la ingesta de lactosuero y caseínas a partir de otros alimentos. Se utilizaron 3 tipos de suplementos comerciales que aportaban un contenido energético de 116 kcal, caseinato de calcio (44 g), lactosuero (26 g) y maltodextrina como control (38 g) (Tabla I). La cantidad de proteína aportada tanto por el lactosuero como por el caseinato cálcico fue de 24 g. Las porciones individuales suministradas a cada sujeto se codificaron y envasaron cuidadosamente al vacío, sin diferencias en los empaques, con el objetivo de que no pudieran ser identificadas por los individuos participantes. Así, tanto los sujetos que recibieron los tratamientos como los investigadores que los evaluaron fueron cegados a la asignación de suplemento.

Los 60 sujetos que participaron en el estudio fueron asignados al azar a cada grupo, usando una lista generada por una computadora de números aleatorios de tal forma que la distribución quedó de la siguiente manera, grupo de control (n = 20), grupo de caseína (n = 20) y grupo de proteínas de lactosuero (n = 20). Los sujetos fueron instruidos para consumir el contenido del sobre codificado dos veces al día durante 10 semanas. El suplemento debía mezclarse con 200 ml de agua y ser consumido en un lapso de 90 minutos después del desayuno y del almuerzo. Se les pidió llevar un registro dietético marcando con una señal lo consumido

en un calendario adaptado a la rutina de la investigación. Adicionalmente se pidió a los participantes guardar los empaques vacíos para supervisar su cumplimiento.

## REGISTRO DIETÉTICO Y EVALUACIÓN ANTROPOMÉTRICA

Se instruyó a cada participante para que completara un diario de alimentos para anotar diariamente los alimentos que consumía durante todo el día, la hora y las cantidades consumidas de cada uno de ellos. Estos informes eran entregados cada 7 días quedando registrados en un programa automatizado del Instituto Nacional de alimentos de Venezuela.

Al principio del estudio y durante la semana 5 y 10, se realizó una valoración antropométrica en estado de ayuno a los sujetos participantes. Para la determinación del peso corporal y el porcentaje de grasa por bioimpedancia eléctrica se utilizó una báscula Tanita UM-018 Digital Scales (Tokio, Japón). La altura se midió utilizando un estadiómetro modelo SECA 26SM 200 cm (Hamburgo, Alemania). Finalmente las determinaciones de la circunferencia de la cintura se determinaron en posición de pie, en la zona más estrecha entre el nervio lateral inferior y la cresta ilíaca.

**Tabla I.** Composición nutricional de las meriendas utilizadas

	Lactosuero	Caseinato	Maltodextrina
Porción (g)	44	26	38
Contenido energético (kcal)	116	116	116
Proteína (NT × 6,38) (g)	24	24,5	0
<i>Perfil de aminoácidos % w/w</i>			
Alanina	4,8	2,8	
Asparagina	2,0	3,8	
Ácido aspártico	9,3	6,8	
Cisteína	1,8	0,3	
Ácido glutámico	17,5	21,0	
Glicina	1,1	1,9	
Histidina <sup>b</sup>	1,1	2,9	
Isoleucina <sup>b</sup>	6,8	4,8	
Leucina <sup>b</sup>	9,5	8,2	
Lisina <sup>b</sup>	8,5	7,1	
Metionina <sup>a</sup>	2,3	3,0	
Fenilalanina <sup>a</sup>	2,5	4,9	
Prolina	2,5	1,0	
Serina	4,1	5,7	
Treonina <sup>a</sup>	6,6	4,0	
Triptophano <sup>a</sup>	2,1	0,9	
Tirosina	2,6	5,5	
Valina <sup>b</sup>	5,8	6,0	
Carbohidratos (g)	3	1,82	29
Grasa total (g)	0,92	0,57	0

NT: nitrógeno total; <sup>a</sup>Aminoácidos esenciales; <sup>b</sup>Aminoácidos esenciales de cadena ramificada.

## VALORACIÓN DEL APETITO MEDIANTE ESCALA ANALÓGICA VISUAL (EVA)

Para evaluar los aspectos relacionados con la sensación de hambre, apetito y saciedad en los participantes asignados a cada grupo de suplementos, también se realizó al inicio y durante las semanas 5 y 10 un estudio utilizando una escala visual validada o escala visual analógica (EVA). Esta EVA se realizó en los momentos anteriormente indicados, 1 hora antes del almuerzo y de la cena con una escala de 0 a 10 cm en la que 0 significa ausencia del efecto y 10 que los sujetos tenían plena sensación. La EVA estaba compuesta de 4 preguntas: ¿cuál es tu sensación de saciedad?, ¿cómo de hambriento te encuentras?, ¿cómo de intenso es tu deseo de comer? y ¿cuánta comida piensas que podrías comer? La cuantificación de las sensaciones percibidas por cada participante se realizó midiendo la distancia entre 0 y el punto marcado.

## ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se calcularon como estadísticos descriptivos valores medios y su desviación estándar. A las mediciones repetidas se aplicó ANOVA para comparar los principales efectos de los suplementos suministrados sobre. Cuando las diferencias fueron significativas, se realizaron análisis post hoc de Tukey para evidenciar las agrupaciones producidas entre los tratamientos. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS; versión 21; Chicago, IL).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los participantes del presente estudio completaron las 10 semanas consumiendo los sobres de suplemento según las condiciones establecidas. Cuando se realizaron las evaluaciones iniciales de peso corporal, índice de masa corporal, circunferencia de cintura y porcentaje de grasa corporal de los participantes, no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los 3 grupos establecidos (control, lactosuero y caseínas) (Tabla II). En la semana 5, al realizar la valoración antropométrica se observaron ligeros cambios en los parámetros corporales evaluados del grupo del lactosuero aunque no se observaron diferencias significativas entre los tres grupos. Finalmente, al llegar a la semana 10 el grupo que consumió el suplemento de lactosuero presentó una disminución de peso corporal de 12 kg, mientras que en el grupo asignado al suplemento de caseína la disminución fue de 3 kg y el grupo control tan solo de 1,5 kg. Al cabo de estas 10 semanas, se observaron diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ) para todos los parámetros estudiados, peso corporal, IMC, % de grasa corporal y circunferencia de la cintura en el grupo que consumió las proteínas de lactosuero frente a los otros dos grupos (caseínas y control) (Tabla II). Estos resultados están de acuerdo con los reportados en un modelo animal (ratas) (16), según los cuales el consumo de una dieta rica en proteínas lactoséricas reduce la ingesta energética, disminuye el almacenamiento de grasa e incrementa la cantidad de músculo esquelético. Otro estudio ha mostrado en personas adultas que aunque el consumo de proteínas lactoséricas no produce una mayor pérdida de peso, sí se pueden observar diferencias estadísticamente significativas

Tabla II. Modificaciones antropométricas de los sujetos evaluados

	Inicio	Semana 5	Semana 10
<i>Peso corporal (kg)</i>			
Control	84,1 ± 1,8	83,9 ± 1,8	83,8 ± 1,9 <sup>a</sup>
Caseinato	83,9 ± 3,1	82,1 ± 3,1	80,0 ± 3,1 <sup>a</sup>
Lactosuero	91,5 ± 3,4	85,1 ± 3,5	79,5 ± 2,8 <sup>b</sup>
<i>IMC (kg/m<sup>2</sup>)</i>			
Control	30,6 ± 0,9	30,6 ± 1,5	30,5 ± 1,5 <sup>a</sup>
Caseinato	31,3 ± 0,9	31,0 ± 0,9	29,5 ± 0,8 <sup>a</sup>
Lactosuero	32,0 ± 0,8	30,2 ± 0,7	28,2 ± 0,7 <sup>b</sup>
<i>Circunferencia de cintura (cm)</i>			
Control	93,7 ± 1,5	95,1 ± 1,7	93,7 ± 1,6 <sup>a</sup>
Caseinato	92,1 ± 2,1	93,7 ± 2,6	91,2 ± 2,1 <sup>a</sup>
Lactosuero	95,9 ± 1,7	91,6 ± 2,0	85,5 ± 1,9 <sup>b</sup>
<i>Grasa corporal (%)</i>			
Control	35,4 ± 1,1	35,3 ± 1,1	35,1 ± 1,1 <sup>a</sup>
Caseinato	35,1 ± 2,1	34,9 ± 2,1	33,1 ± 2,1 <sup>a</sup>
Lactosuero	37,6 ± 1,9	34,9 ± 1,8	29,2 ± 1,5 <sup>b</sup>

Sujetos evaluados: control (n = 20), caseinato (n = 20), lactosuero (n = 20) (total n = 60). Los datos se representan como medias ± desviación estándar. Superíndices: diferencias índices significativas ( $p < 0,001$ ).

en la pérdida de grasa local y en la presión sanguínea frente a un grupo control (17). Finalmente un estudio control aleatorizado, realizado en mujeres postmenopausicas, obesas o con sobrepeso (18) ha observado el efecto de dos tipos de suplementos (25 g/día de proteínas séricas frente a maltodextrinas) acompañado de una dieta hipocalórica. Transcurridos 6 meses, se observó que las pérdidas de peso fueron significativamente menores in la dieta lactosérica (-8,0 ± 6,2%) frente a la del grupo de maltodextrinas (-4,1 ± 3,6%). Así pues, de acuerdo con todas las consideraciones anteriores, los resultados encontrados en el presente estudio refuerzan la idea de que las proteínas lactoséricas pueden promover de forma más efectiva la pérdida de peso en regímenes adelgazantes, con un efecto protector de la masa muscular ya que incrementan la termogénesis y controlan las pérdidas de proteínas (19).

Por otro lado, al analizar los diarios dietéticos que entregaron los participantes a lo largo del estudio se observa como en la semana 10 el descenso en la ingesta energética de los participantes que consumieron las proteínas del lactosuero fue de 383 kcal/día, frente a un descenso de 144 kcal/día en el grupo de caseínas y de 70 kcal/día en el grupo control (maltodextrina) (Tabla III). Como era de esperar, también se observan diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,001$ ), tanto en la semana 5 como en la semana 10, en la ingesta energética en forma de carbohidratos y de proteínas en los grupos de lactosuero y caseínas frente al grupo control. Estos resultados están de acuerdo con los de un estudio previo (10) que ha mostrado como la cantidad de energía ingerida en una comida buffet *ad libitum* es significativamente menor 90 minutos después de ingerir un suplemento líquido en forma de bebida conteniendo proteínas séricas frente a un equivalente elaborado con caseínas. Así, la ingesta energética

total fue 3.676 KJ en el caso de las proteínas séricas frente a los 4.537 KJ con caseínas. No obstante, los resultados de estos dos estudios contrastan con los encontrados por Bowen y cols. (20) en los que se observa una ingesta energética similar (alrededor de 4.700 KJ) a las 4 horas de consumir diferentes tipos de bebidas (lactosuero, fructosa, glucosa o una combinación lactosuero-fructosa). También, otro factor que puede condicionar el efecto de las proteínas séricas en la reducción de la ingesta energética, es el peso inicial de los individuos ya que mientras que una dosis entre 45-50 g es suficiente para individuos con normopeso, esta cantidad no es efectiva en el caso de individuos obesos o con sobrepeso (19,29).

En relación con la evaluación del efecto de saciedad mediante EVA (Tabla IV), se puede observar como la sensación de satisfacción y plenitud antes del almuerzo fue mucho mayor a partir de la semana 5 en el grupo que consumió las proteínas del lactosuero frente a los grupos de caseínas y control encontrándose diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ). No obstante para el caso de la cena no se encontraron estas diferencias estadísticamente significativas ( $p < 0,05$ ) entre los tres grupos estudiados. Algunos autores (21) señalan que las diferencias en las propiedades físicas de caseínas y proteínas séricas pueden justificar sus diferentes efectos fisiológicos cuando son ingeridas. Así, mientras que las proteínas séricas son rápidamente digeridas, las caseínas se digieren más lentamente. Es decir, las caseínas, debido a que coagulan en el estómago, exhiben una menor tasa de digestión enzimática y las concentraciones postprandiales de aminoácidos en plasma son considerablemente menores frente a proteínas no coagulantes como el lactosuero (22). Por otro lado, hay también bastantes evidencias de que el efecto de las proteínas séricas en la sacie-

**Tabla III.** Cambios en la ingesta dietética de los sujetos a lo largo del estudio

	<b>Inicio</b>	<b>Semana 5</b>	<b>Semana 10</b>
<i>Energía total ingerida (kcal/día)</i>			
Control	1.801 ± 94	1.766 ± 286	1.732 ± 81
Caseinato	1.750 ± 51	1.569 ± 63	1.607 ± 56
Lactosuero	1.857 ± 99	1.707 ± 107	1.474 ± 92
<i>Carbohidratos (% de ingesta energética)</i>			
Control	45,7 ± 1,3	50,5 ± 0,9	51,5 ± 1,1
Caseinato	41,6 ± 1,5	37,2 ± 1,2	35,3 ± 1,3
Lactosuero	43,7 ± 1,1	37,5 ± 0,9	37,9 ± 1,3
<i>Proteínas (% de ingesta energética)</i>			
Control	18,3 ± 0,7	16,4 ± 0,6	15,8 ± 0,7
Caseinato	20,5 ± 0,8	33,4 ± 1,1	32,9 ± 0,8
Lactosuero	19,9 ± 0,8	31,3 ± 0,9	31,9 ± 0,8
<i>Grasa (% de ingesta energética)</i>			
Control	33,0 ± 1,0	31,0 ± 0,9	30,1 ± 0,9
Caseinato	34,9 ± 1,1	30,4 ± 1,1	29,3 ± 1,0
Lactosuero	33,7 ± 1,1	31,4 ± 1,0	29,7 ± 0,9

**Tabla IV. Sensación de satisfacción y plenitud medidas por escala visual analógica en los sujetos estudiados**

	Antes del almuerzo			Antes de la cena		
	Inicio	Semana 5	Semana 10	Inicio	Semana 5	Semana 10
<i>Satisfacción</i>						
Control	55,0 ± 3,3	50,1 ± 4,0	54,6 ± 4,3 <sup>a</sup>	61,3 ± 3,7	57,6 ± 4,6	52,4 ± 4,4
Caseinato	55,5 ± 3,3	53,9 ± 4,6	52,3 ± 3,7 <sup>a</sup>	53,2 ± 4,0	52,0 ± 4,1	51,3 ± 4,1
Lactosuero	53,4 ± 3,2	64,7 ± 3,5	62,8 ± 3,0 <sup>b</sup>	57,0 ± 3,3	56,2 ± 4,0	56,9 ± 3,2
<i>Plenitud</i>						
Control	57,0 ± 3,3	51,4 ± 4,6	56,7 ± 3,9 <sup>a</sup>	62,3 ± 3,7	59,5 ± 4,9	53,6 ± 4,7
Caseinato	54,7 ± 3,7	58,8 ± 4,0	52,3 ± 3,6 <sup>a</sup>	53,7 ± 4,4	51,8 ± 4,2	50,3 ± 4,4
Lactosuero	49,2 ± 4,8	66,5 ± 2,9	62,8 ± 3,2 <sup>b</sup>	51,3 ± 3,8	58,7 ± 4,4	57,3 ± 2,9

Los datos son medias ± s.e.m. (control n = 20; caseína n = 20; lactosuero n = 20) de varias preguntas de los valores absolutos (mm) de la EAV (escala visual analógica) al inicio del estudio, 5 semanas y la semana 10. <sup>ab</sup> La significación estadística entre los grupos se indica mediante letras diferentes para p < 0,05.

dad y regulación de la ingesta de alimentos pueda estar producido por una liberación mayor de diferentes hormonas como colecistoquinina (CCK), péptido similar al glucagón (GLP-1), péptido YY (PYY) y grelina (19,21,23). Es bien conocido que todas estas hormonas actúan como moduladoras de la sensación de hambre (24). En el estudio de Hall y cols. (10) anteriormente comentado también se han encontrado unos niveles significativamente más altos ( $p < 0,05$ ) de las concentraciones plasmáticas de CCK y GLP-1 a partir de la ingesta del suplemento líquido con 762 g/Kg de proteínas en forma de lactosuero frente al elaborado con 850 g/Kg de proteínas con caseínas. No obstante, en ese estudio no se encontraron diferencias en los niveles de insulina en plasma entre ambos suplementos. Otro estudio (12) realizado en hombres con sobrepeso también observa un mayor incremento en los niveles de CCK en plasma después del consumo de suplementos dietéticos con proteínas séricas o caseínas (6 veces mayor a los 15 minutos de su consumo), mientras que este efecto no se observa con el consumo de suplementos elaborados con carbohidratos (lactosa o glucosa). Sin embargo debe matizarse que en este último estudio no se encontraron diferencias entre los dos tipos de proteínas lácteas ingeridas (*whey and caseins*).

La ingesta de un yogur con adición de proteína de lactosuero durante una merienda también produce una mayor sensación de saciedad en comparación con otras meriendas habituales como galletas o chocolate en un estudio previo realizado por nosotros (25). El efecto del tipo de proteína también va a estar también condicionado por otros factores como dosis, forma (sólida versus líquida), tiempo que va hasta la siguiente comida, presencia o ausencia de otros macronutrientes y en el caso de las proteínas séricas, la cantidad de glicomacropéptidos (GMP) (21). Por ejemplo, 45 g de proteína lactosérica proporcionada de forma aislada bajo la forma de una bebida azucarada (15% GMP) disminuye más efectivamente la cantidad de una pizza consumida 60 minutos más tarde que la albúmina de huevo o la proteína de soja (13). Sin embargo, cuando la cantidad de GMP es inferior al 5%, la reducción en la ingesta de pizza después de 90 minutos

es similar para caseínas y lactosuero e incluso 150 minutos más tarde la reducción es mucho mayor si se ingieren las caseínas (26). Por otro lado, en relación a la dosis y la presencia de otros macronutrientes, un estudio (11) realizado con 30 voluntarios sanos, hombres y mujeres, (IMC = 22-30 kg/m<sup>2</sup>; 18-40 años) observa un mayor descenso del apetito a partir de un desayuno con lactosuero como única fuente de proteínas frente a otros con caseína o soja como única proteína, cuando los porcentajes proteína-carbohidratos-grasa son del 10%-55%-35%. Sin embargo, cuando este porcentaje de proteína aumenta hasta una relación del 25%-55%-20% respectivamente, ya no se observa ninguna diferencia en los niveles de apetito y saciedad entre caseínas, soja y lactosuero. Por tanto, de acuerdo con los resultados encontrados en el presente estudio y en comparación con los hallados en la bibliografía podemos decir que, aunque las dos fuentes de proteínas lácteas (lactosuero y caseínas) parecen tener un efecto modulador de la sensación de hambre mucho mayor que con otro tipo de suplementos, este efecto es mucho más elevado en la mayoría de los casos para las proteínas del lactosuero.

## CONCLUSIONES

El creciente interés en utilizar algunos subproductos de la industria láctea—como las proteínas del lactosuero— como ingredientes bioactivos está orientando muchas investigaciones hacia su recuperación, utilización y estabilización en matrices alimentarias. La utilización de estas proteínas lactoséricas e incluso de las caseínas para la formulación de productos dietéticos con el objetivo tanto de aumentar la sensación de saciedad como de evitar el sobrepeso y la obesidad puede ser una de estas aplicaciones. No obstante la efectividad de los tratamientos depende del peso inicial del individuo ya que se ha demostrado que los resultados no son los mismos en individuos con normopeso que con sobrepeso. En el presente estudio, realizado con mujeres obesas, la ingesta de proteínas del lactosuero en forma de suplementos para fomentar la sensación de saciedad y conseguir una importante reduc-

ción de peso ha mostrado ser mucho más efectiva que los otros dos suplementos estudiados (caseínas y maltodextrina). Aunque las caseínas también pueden conseguir una ligera reducción de la ingesta energética y de algunas variables antropométricas, este efecto es mucho menor que para las proteínas del lactosuero. Por contra la utilización de suplementos en forma de hidratos de carbono como maltodextrina muestra ser poco efectiva. Deben realizarse futuras investigaciones para seguir profundizando en las propiedades y utilización de este tipo de sustancias en el desarrollo de alimentos y productos saludables.

## BIBLIOGRAFÍA

- Gillman MW, Ludwig DS. How early should obesity prevention start? *N Engl J Med* 2013;369:2173-5.
- McAllister EJ, Dhurandhar NV, Keith SW, et al. Ten putative contributors to the obesity epidemic. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2009;49:868-913.
- Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, Westerterp-Plantenga M. Protein, weight management, and satiety. *Am J Clin Nutr* 2008;87:1558S-61S.
- Weigle DS, Breen PA, Matthys 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;82:41-8.
- Anderson GH, Moore SE. Dietary proteins in the regulation of food intake and body weight in humans. *J Nutr* 2004;134:974S-9S.
- Westman EC, Feinman RD, Mavropoulos JC, et al. Low-carbohydrate nutrition and metabolism. *Am J Clin Nutr* 2007;86:276-84.
- Yancy WS Jr, Olsen MK, Guyton JR, Bakst RP, Westman EC. A low-carbohydrate, ketogenic diet versus a low-fat diet to treat obesity and hyperlipidemia: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med* 2004;140:769-77.
- 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*. 1<sup>st</sup> ed. New York: Nova Science Publishers; 2013. p. 341-70.
- Veldhorst MAB, Nieuwenhuizen AG, Hochstenbach-Waelen A, van Vught AJA, Westerterp KR, Engelen MPKJ, et al. Dose-dependent satiating effect of whey relative to casein or soy. *Physiology & Behavior* 2009a;96:675-82.
- 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;89:239-48.
- Veldhorst MAB, Nieuwenhuizen AG, Hochstenbach-Waelen A, Westerterp KR, Engelen MPKJ, Brummer RJ, et al. A breakfast with alpha-lactalbumin, gelatin, or gelatin + TRP lowers energy intake at lunch compared with a breakfast with casein, soy, whey, or whey-GMP. *Clin Nutr* 2009b;28:147-55.
- Bowen J, Noakes M, Trenergy C, Clifton PM. Energy intake, ghrelin, and cholecystokinin after different carbohydrate and protein preloads in overweight men. *J Clin Endocrinol Metab* 2006;91:1477-83.
- Anderson GH, Tecimer SN, Shah D, Zafar T. Protein source, quantity, and time of consumption determine the effect of proteins on short-term food intake in young men. *J Nut* 2004;134:3011-5.
- Lang V, Bellisle F, Oppert JM, Craplet C, Bornet FR, Slama G, et al. Satiating effect of proteins in healthy subjects: a comparison of egg albumin, casein, gelatin, soy protein, pea protein, and wheat gluten. *Am J Clin Nutr* 1998;67:1197-204.
- Lang V, Bellisle F, Alamowitch C, Craplet C, Bornet FR, Slama G, et al. Varying the protein source in mixed meal modifies glucose, insulin and glucagon kinetics in healthy men, has weak effects on subjective satiety and fails to affect food intake. *Eur J Clin Nutr* 1999;53:959-65.
- Belobrajdic DP, McIntosh GH, Owens JA. A high-whey-protein diet reduces body weight gain and alters insulin sensitivity relative to red meat in wistar rats. *J Nutr* 2004;134:1454-8.
- Aldrich ND, Reicks MM, Sibley SD, Redmon JB, Thomas W, Raatz SK. Varying protein source and quantity do not significantly improve weight loss, fat loss, or satiety in reduced energy diets among midlife adults. *Nutr Res* 2011;31:104-12.
- Mojtahedi MC, Thorpe MP, Karampinos DC et al. The effects of a higher protein intake during energy restriction on changes in body composition and physical function in older women. *J Gerontol A Biol Sci Med Sci* 2011;66:1218-25.
- Pal S, Radavelli-Bagatini S. The effects of whey protein on cardiometabolic risk factors. *Obes Rev* 2012;14:324-43.
- Bowen J, Noakes M, Clifton PM. Appetite hormones and energy intake in obese men after consumption of fructose, glucose and whey protein beverages. *Int J Obes* 2007;31:1696-703.
- Luhovyy BL, Akhavan T, Anderson H. Whey proteins in the regulation of food intake and satiety. *J Am Col Nutr* 2007;26(6):704S-712S.
- Boirie Y, Dangin M, Gachon P, Vasson MP, Maubois JL, Beaufrere B. Slow and fast dietary proteins differently modulate postprandial protein accretion. *Proc Natl Acad Sci* 1997;94:14930-5.
- Fridt AH, Nilsson M, Holst JJ, Bjorck IM. Effect of whey on blood glucose and insulin responses to composite breakfast and lunch meals in type 2 diabetic subjects. *Am J Clin Nutr* 2005;82:69-75.
- Woods SC. Gastrointestinal satiety signals I. An overview of gastrointestinal signals that influence food intake. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol* 2004;286:G7-13.
- Reyna N, Moreno-Rojas R, Mendoza L, Urdaneta A, Artigas C, Reyna E, Cámara-Martos F. La merienda con elevada proteína de lactosuero mejora el nivel de saciedad y disminuye el apetito en mujeres sanas. *Nutr Hosp* 2015;32(4):1623-7.
- Moore SE. The effects of milk proteins on the regulation of short-term food intake and appetite in young men. Thesis (M.Sc.):University of Toronto; 2004.