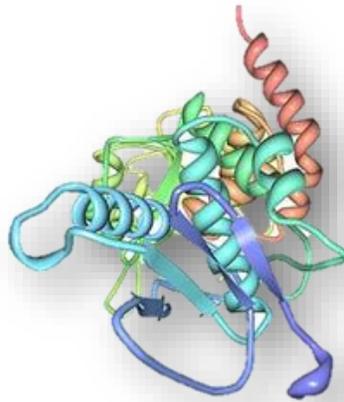


Tesis Doctoral
Nadía Yra Reyna Villasmil
EFEECTO SOBRE



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

**EL APETITO, LA SACIEDAD Y LA RESPUESTA GLICÉMICA
DEL CONSUMO DE MERIENDAS DE PREDOMINIO PROTEICO
EN INDIVIDUOS SANOS Y OBESOS**



2015



TITULO: *Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos*

AUTOR: *Nadia Yra Reyna Villasmil*

© Edita: Servicio de Publicaciones de la Universidad de Córdoba. 2016
Campus de Rabanales
Ctra. Nacional IV, Km. 396 A
14071 Córdoba

www.uco.es/publicaciones
publicaciones@uco.es



UNIVERSIDAD DE CORDOBA

DEPARTAMENTO DE BROMATOLOGÍA Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas
con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Memoria presentada por la Magister Scientiarum Nadia Yra Reyna Villasmil para optar
al Grado de Doctora por la Universidad de Córdoba

Directores

Dr. Rafael Moreno Rojas

Fernando Cámara Martos

Córdoba, 25 de noviembre de 2015



TÍTULO DE LA TESIS:

EFFECTO SOBRE EL APETITO, LA SACIEDAD Y LA RESPUESTA GLICÉMICA DEL CONSUMO DE MERIENDAS CON PREDOMINIO PROTEICO EN INDIVIDUOS SANOS Y OBESOS

DOCTORANDO/A:

Nadia Yra Reyna Villasmil

INFORME RAZONADO DEL/DE LOS DIRECTOR/ES DE LA TESIS

Que la memoria presentada por D^a. Nadia Yra Reyna Villasmil, para optar al grado de doctor, se ha desarrollado bajo nuestra dirección y asesoramiento en el Departamentos de Bromatología y Tecnología de los Alimentos y en parte en la Universidad Zulia (Venezuela). Todos los desarrollos experimentales, análisis de datos, estudio estadístico y obtención de resultados y discusión, han estado en todo momento supervisados por nosotros.

A través de la investigación desarrollada, se generaron tres publicaciones en la revista indexada Nutrición Hospitalaria. Una de ellas ya publicada "*La merienda con elevada proteína de lactosuero mejora el nivel de saciedad y disminuye el apetito en mujeres sanas*" Nutr. Hosp. Vol. 32, núm. Nº 4 (2015); y otras dos aceptadas para su publicación en la misma revista: "*Utilización de las proteínas séricas y caseínas como suplementos dietéticos para la prolongación del efecto de saciedad en mujeres obesas*" y "*Formulación de barras nutricionales con proteínas lácteas: índice glucémico y efecto de saciedad*".

Por todo ello, autorizamos su presentación a las comisiones y tribunales pertinentes.

Córdoba, 25 de Noviembre de 2015

Firma del/de los director/es

Fdo.: Rafael Moreno Rojas

Fdo.: Fernando Cámara Martos

“El mejor científico está abierto a la experiencia, y ésta empieza con un romance, es decir, la idea de que todo es posible.”

Ray Bradbury

“La ciencia no es perfecta, con frecuencia se utiliza mal, no es más que una herramienta, pero es la mejor herramienta que tenemos, se corrige a sí misma, está siempre evolucionando y se puede aplicar a todo. Con esta herramienta conquistamos lo imposible.”

Carl Sagan

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Contenido

AGRADECIMIENTOS.....	7
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	11
ORGANIZACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL	13
INTRODUCCIÓN	14
Control de apetito y saciedad	14
Modo en que se regula la ingesta energética	15
Métodos de valoración de la conducta alimentaria	16
Influencia dietética en la conducta alimentaria.....	18
El papel de los macronutrientes.....	18
Características físicas de la dieta.....	21
Sobrepeso y obesidad	23
Diferencias en la regulación de la ingesta energética entre individuos obesos y delgados	24
Índice glicémico y obesidad	25
OBJETIVOS	27
Objetivo general.....	27
Objetivo específico	27
CAPITULO I Merienda alta en proteína de lactosuero mejora el nivel de saciedad y disminuye apetito en mujeres sanas.....	28
Resumen.....	28
Abstract	29
Introducción	29
Material y Métodos.....	30
Sujetos	30
Diseño del estudio.....	31
Valoración del apetito por escala analógica visual (EAV)	32
Registro de la calorías consumidas	32
Análisis estadístico	33
Resultados	33
Discusión	35
Conclusión	36
Literatura citada	37

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

CAPITULO II Utilización de las proteínas séricas y caseínas como suplementos dietéticos para la prolongación del efecto de saciedad en mujeres obesas	39
Resumen:.....	39
Abstract:.....	39
Introducción	40
Materiales y Métodos	42
Sujetos.....	42
Diseño del estudio.....	42
Registro dietético y evaluación antropométrica.....	44
Valoración del apetito mediante escala analógica visual (EVA).....	44
Análisis estadístico	45
Resultados y Discusión.....	45
Conclusiones	50
Literatura citada	51
CAPITULO III Formulación de barras nutricionales con proteínas lácteas: índice glucémico y efecto de saciedad.....	53
Resumen.....	53
Abstract	53
Introducción	54
Metodología	55
Sujetos.....	55
Diseño del estudio.....	55
Índice y carga glicémica.....	56
Valoración de la saciedad.....	56
Análisis estadístico	58
Resultados y Discusión.....	58
Conclusiones	62
Literatura citada	63
CONCLUSIONES GENERALES	65
LITERATURA CITADA GENERAL.....	66
ANEXO	71

AGRADECIMIENTOS

A Dios que me ha permitido aprender y darme la voluntad para lograr mis objetivos

Al Dr. D. Rafael Moreno, amigo que ha confiado en el proyecto de los Doctorados conjuntos entre la Universidad del Zulia y la Universidad de Córdoba. Quien me ha dado su apoyo entre sus múltiples ocupaciones Gracias por toda su dedicación, por el compromiso hasta ver concretado el aprendizaje y buen desarrollo.

Al Dr. D. Fernando Cámara – Martos a quien le agradezco la dedicación y todo su esfuerzo.

Al Dr. D. Rogelio Corbacho que han creído en el Programa de Doctorados Conjuntos y quien ha sido un estímulo para alcanzar los logros

A la Dra. Dñ. Rosa Nava quien fue fundamental para concretar el Programa de Doctorados Conjuntos y han dado tanto por ellos.

A la Dra. Dñ. Judith Aular de Durán, Vice-rectora Académica de nuestra Universidad (LUZ) por su apoyo a todos los profesores involucrados en los doctorados conjuntos.

Al personal del Centro de Investigaciones Endocrino – Metabólicas, pues sin su apoyo este proyecto no hubiese sido posible.

Al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad del Zulia (CONDES-LUZ) por el apoyo financiero otorgado para la ejecución de los proyectos de investigación.

A mi familia, mis guías y fuentes de inspiración

A TODOS, mis más profundo y sincero agradecimiento.

RESUMEN

La obesidad es una patología crónica, compleja y multifactorial, que tiene su origen en una interacción genética y ambiental. Clásicamente se la puede definir como una acumulación anormal o excesiva de grasa en el cuerpo humano que puede afectar la salud, razón por la cual fue definida como enfermedad por la Organización Mundial de la Salud (OMS). En la última década se ha relacionado de forma directa un menor control del apetito y un incremento en la ingesta energética como la principal causa de desequilibrio y ganancia gradual de peso. Por otro lado, estudios previos han mostrado como el metabolismo de los principios inmediatos puede estar correlacionado con el apetito y saciedad. Esto impulso la presente investigación acerca de la utilidad de incorporar determinados tipos de proteínas en meriendas con la finalidad de mejorar el control del peso corporal en adultos.

El estudio se inició con la evaluación del efecto de distintos tipos de meriendas (yogur con adición de proteína de suero lácteo, galletas y chocolate) en mujeres sanas, con edades entre 20 y 30 años y un IMC de normopeso. El consumo de yogur con proteínas lactoséricas ocasionó tras su ingesta una mayor reducción del apetito así como un aumento de la saciedad hasta la cena, respecto a la merienda de chocolate y galletas, no existiendo diferencias significativas entre estas últimas. La merienda de yogur con proteínas lactoséricas ocasionó una reducción significativa de la ingesta calórica en la cena, en comparación a las otras meriendas y una solicitud más tardía de alimentos de hasta 45 minutos. Esto puede ser una solución eficaz para mejorar el control del apetito y reducir la ingesta de alimentos en mujeres sanas.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Posteriormente se estudió la influencia del 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 mujeres obesas. Después de 10 semanas, la reducción del peso corporal, IMC, % de grasa corporal y circunferencia de la cintura fue significativamente mayor en el grupo que consumió las proteínas lactoséricas frente a los otros dos grupos (control y caseínas). 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.

Finalmente se formularon tres tipos de barritas energéticas (barritas formuladas con proteínas lactoséricas, caseínas o hidratos de carbono frente a un control) con el objetivo de estudiar el índice glicémico, la carga glicémica y el efecto de saciedad producido en adultos jóvenes (12 hombres y 8 mujeres) por su consumo. En este estudio, la utilización de proteínas lácteas, y en especial de proteínas del suero lácteo, como ingredientes para la formulación de barritas energéticas tiene un marcado efecto hipoglucemiante, con valores de índice y carga glucémica significativamente menores que los que presentan las barritas elaboradas con hidratos de carbono. Así mismo, las barritas elaboradas con proteínas lácteas (caseínas y del suero) promueven una sensación del efecto de saciedad mucho mayor y durante más tiempo que las elaboradas con carbohidratos, lo que pone de manifiesto el potencial de estos ingredientes para la elaboración de alimentos con un alto valor dietético y nutricional.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

La inclusión de proteínas lácteas durante la merienda puede ser una herramienta bastante efectiva para mejorar la adherencia de pacientes a un régimen dietético sano, prolongando la sensación de saciedad y facilitando la pérdida de peso corporal. En particular, las proteínas lactoséricas evidencian los mejores resultados, dentro de los objetivos plateados de formular alimentos con un carácter funcional, de bajo índice glicémico que puedan ser utilizados en la prevención y control de la obesidad.

Palabras claves: Obesidad, proteína, saciedad, índice glucémico

ABSTRACT

Obesity is a chronic, complex and multifactorial disease caused by genetic and lifestyle factors. Typically it can be defined as abnormal or excessive fat accumulation in the human body that can affect health. For that reason World Health Organization (WHO) defined it as disease. In the last decade, obesity has been related that a lower control appetite and increase energy intake. For that reason, this study is focused on the effect of some kind of proteins on the regulation of satiety effect and obesity control in humans.

The study began with the evaluation of the effect of different types of snacks (yogurt with whey proteins, cookies and chocolate) in healthy women, aged between 20 – 30 years, and a BMI considered as normal weight. The consumption of yogurt with whey proteins produced a higher satiety and appetite reduction than cookies and chocolate. Furthermore, it has also found a significant reduction in calorie intake to dinner with yogurt against other supplements. This can be an effective solution to improve to appetite control and reduce the food intake in healthy women.

Then, 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 overweight women. After 10 weeks, it was found significant differences on reduction of weight, IMC, % fat and waist circumference in the whey group against casein and control groups. Although caseins also promote a slight reduction of the energy intake and other anthropometric parameters, this effect is lower than whey proteins. On the other hand, the use of carbohydrates supplements such as maltodextrin shows to be ineffective.

Finally, it has been studied in young adults (12 men and 8 women) the glycemic index, glycemic load and satiety effect produced by three types of nutritional bars formulated with whey proteins, caseins or carbohydrates against a control group. In this study, the use of dairy proteins as ingredients for the formulation of energy bars has a marked effect hypoglycemic, with values of glycemic index significantly lower than those presented sticks made with carbohydrates. On the other hand, nutritional bars formulated with dairy proteins (whey and caseins) showed a satiety effect more heavy and prolonged than carbohydrate bar. The results reveal that dairy proteins may be used as functional ingredients to develop diabetic and dietary supplies.

Inclusion of dairy proteins as snacks can be a very effective tool to improve the adherence of patients to a healthy diet, prolonging the satiety effect and improving body weight loss. In particular whey proteins show the best results within the supplements studied, attributing them a functional character in the prevention and control of obesity

ORGANIZACIÓN DE LA TESIS DOCTORAL

La Tesis Doctoral está organizada en tres capítulos, todos relacionados al efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas de predominio proteico en individuos sanos y obesos

La introducción corresponde a la presentación de generalidades relacionadas con el control del apetito y la saciedad en personas sanas y obesas, y a la incorporación de suplementos proteicos en las meriendas de su alimentación habitual. Se plantea la oportunidad usar alimentos funcionales como coadyuvantes de la prevención y tratamiento de la obesidad.

El artículo publicado se colocó en el formato utilizado en la revista y en los manuscrito en revisión se utilizó un formato común, con el fin de facilitar la comprensión lectora y homogeneizar la presentación.

El capítulo I corresponde al primer protocolo de la investigación, que resultó en la publicación titulada “**Merienda alta en proteína de lactosuero mejora el nivel de saciedad y disminuye apetito en mujeres sanas**”, publicada en la revista Nutrición Hospitalaria.

El capítulo II corresponde al segundo protocolo de la investigación, que resultó en el manuscrito titulado “**Utilización de las proteínas séricas y caseínas como suplementos dietéticos para la prolongación del efecto de saciedad en mujeres obesas**”, publicada en la revista Nutrición Hospitalaria.

El capítulo III corresponde al tercer protocolo de la investigación, que resultó en el manuscrito titulado “**Formulación de barras nutricionales con proteínas lácteas: índice glucémico y efecto de saciedad**”, publicada en la revista Nutrición Hospitalaria.

INTRODUCCIÓN

Control de apetito y saciedad

La alimentación ha ido variando a través de los tiempos y, hasta la fecha, no existe ninguna sociedad que organice sus comidas teniendo en cuenta sólo el contenido de nutrientes o la disponibilidad de los mismos en los alimentos¹. A pesar de ello, la importancia de llevar una dieta variada y equilibrada se viene recomendando por décadas. Habitualmente comemos varias veces al día, si existe la disponibilidad alimentaria para ello y a partir de estas ingestas alimentarias aportamos energía, elementos plásticos y reguladores para el buen funcionamiento de nuestro organismo. Por tanto en buena medida es el cierta la conocida frase “somos lo que comemos”².

En general, la conducta alimentaria es también el resultado de una serie de factores que, desde el punto de vista social y psicológico, va cambiando con el correr del tiempo la mentalidad y la modalidad con que esta conducta se lleva a cabo³. Pero su determinación depende de la integración de dos factores fundamentales: el hambre y el apetito⁴.

El hambre es el instinto producido por un estado de alerta con relación a la necesidad global biológica de nutrientes energéticos, estando regulados por mecanismos homeostáticos situados en el hipotálamo. Una alteración en esos mecanismos podría causar, de forma preferencial, malnutrición por exceso o por defecto⁵. Por otro lado, el apetito es la intelectualización del instinto del hambre, que está influenciado por el medio social (hábitos, modas, tabúes, religión, prejuicios). Su alteración desencadenaría un posible cuadro de obesidad. El sabor y la presentación de los alimentos serían determinantes mayores en la provocación del estímulo del apetito⁶.

Cada alimento consumido tiene diferentes grados de capacidad de suprimir el hambre e inhibir el momento de inicio de una nueva ingesta. En función a esto, se consideran otros dos conceptos: la saciedad y la saciación⁷. La saciedad es la inhibición del hambre que ocurre después de la ingesta y que determina el tiempo entre las comidas⁸. Controla los períodos inter ingestas: comer – volver a comer; y a medida que se va desarrollando, el hambre va disminuyendo. La capacidad que un alimento tiene de

producir saciedad es conocida como eficacia saciadora, la cual está marcadamente influenciada por la energía calórica total y la composición específica de los alimentos consumidos. A su vez, la saciación, también conocida por plenitud, es el control del tamaño o cantidad de cada comida, así como la duración de su tiempo. Controla las ingestas: comer – parar de comer^{4,6,8}.

Modo en que se regula la ingesta energética

Los modelos de regulación de la ingesta energética indican que el consumo de alimentos se modifica para conservar el equilibrio entre la energía ingerida y el gasto energético⁹. Según estos modelos, se comienza a comer como respuesta al hambre, que puede ser desencadenada por la depleción de los depósitos internos de energía, y se finaliza cuando se satisfacen las necesidades fisiológicas de energía¹⁰. Los factores fisiológicos tienen una importancia clave en la iniciación y la finalización del acto de comer, pero no debe pasarse por alto la influencia de factores no regulados biológicamente¹¹.

La regulación de la ingesta energética involucra una interacción de varios factores, entre ellos, biológica, ambiental y señales cognitivas¹¹. En la selección y el consumo de determinados alimentos, así como en el apetito, intervienen variables como la disponibilidad y el costo de la comida, el momento del día y las influencias socioculturales^{5,9}. Durante las comidas, el acto de comer es básicamente controlado por los efectos cognitivos, orosensoriales y postingestivos que produce la comida consumida⁴. Se come hasta que se detectan señales fisiológicas de saciedad (procesos que llevan a terminar de comer). Una vez que se ha terminado de comer, las señales cognitivas, orosensoriales y postingestivas, así como los efectos postabsortivos del alimento (una vez ingerida la comida), intervienen en la saciedad. Entre una comida y otra, persiste el control de las señales relacionadas con las necesidades energéticas y de nutrientes. Se vuelve a comer en respuesta a la detección de señales de hambre¹¹.

Este modelo proporciona una base para investigar la regulación de la ingesta energética en los seres humanos, pero no explica todos los factores que inciden en ella. Asimismo, la superposición de factores tiene lugar tanto entre las comidas como durante el acto mismo de comer. Además, la alta prevalencia de la obesidad hace evidente que

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

algunos individuos no logran un equilibrio exacto entre el consumo y el gasto de energía. Por lo tanto, es importante considerar cómo influye la ingesta de energía en el mantenimiento del equilibrio energético y en la estabilidad ponderal a largo plazo¹².

La regulación de la conducta alimentaria está marcada por cuatro fases o señales, cada una de las cuales ejerce diferentes funciones sobre la regulación del apetito y la conducta alimentaria¹³.

1. Fase preingesta: señales psicológicas dadas por la visión y el olfato antes que el alimento llegue a boca. La función de esta fase es anticiparse a la ingesta.
2. Fase prandial: es la fase que produce el mayor control del apetito. Las señales generadas por la comida en cada sector del aparato digestivo son estimulantes o inhibitorias de la ingesta en distintos grados. Cuando el alimento llega a la boca es cuando más deseos de comer se sienten. En cambio, al llegar al intestino delgado, es cuando más se inhibe este deseo.
3. Fase post-ingestiva: el control post-ingesta del apetito está dado por señales de saciedad, enviadas por vía aferente al cerebro a través de los quimiorreceptores del tracto gastrointestinal. Está estrechamente relacionado con la fase anterior.
4. Fase post-absortiva: está marcada por los nutrientes digeridos y absorbidos, una vez que pasan al torrente sanguíneo.

Métodos de valoración de la conducta alimentaria

Saber reconocer las sensaciones fisiológicas de hambre es fundamental para diferenciar la necesidad real de una comida o de una merienda¹⁴. Pero el hecho de que la conducta alimentaria está compuesta de la integración de diferentes factores multidireccionales no lo hace tan sencillo. Tanto es así que para evaluar el comportamiento hacia la comida es necesario utilizar varios métodos de medidas indirectas, generalmente basados en la ingesta alimentaria, cuestionarios de apetito y saciedad, así como biomarcadores fisiológicos¹⁵.

Asimismo, medir y valorar la ingesta individual depende mucho de la percepción que cada uno tiene acerca de la cantidad de alimentos que consume. De hecho la

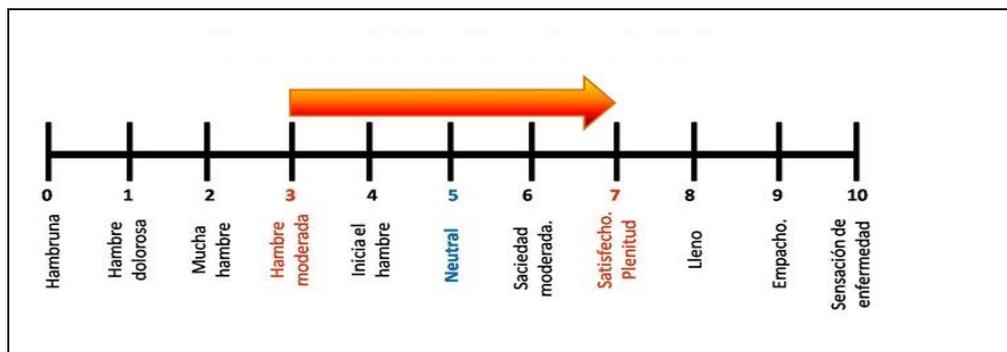
Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

estrategia de la entrevista dietética a los individuos es hacerles asumir lo que es una cantidad pequeña, moderada o grande de alimento¹⁶⁻¹⁸. Está claro que el control de los alimentos consumidos es un factor determinante en el tratamiento de los trastornos de la alimentación, donde la precisión de las estimaciones de una porción es clave para controlar la cantidad de alimentos ingeridos. Sin embargo, hace poco se ha desarrollado una manera de valorar si la estimación de la cantidad de comida ingerida por una persona varía en función de sus características personales (ej.: el género, comer solo o acompañado, en casa en restaurante...) información muy útil en investigación básica¹⁴.

A pesar de la existencia de diferentes métodos para valorar la ingesta alimentaria, muchos no han sido completamente aceptados como índices válidos para una evaluación precisa de la manera de comer. Es cierto que acceder a informaciones de la conducta alimentaria no es tarea simple, pero, actualmente, se viene utilizando con éxito una Escala Analógica Visual (VAS) como indicador del apetito, cuya puntuación se correlaciona de forma significativa con la ingesta alimentaria. De hecho, muchos de los cuestionarios que se han desarrollado en esta área son variaciones de la VAS¹⁹.

La VAS es un método que utiliza una serie de preguntas estándares para el abordaje de diferentes facetas del hambre, plenitud y saciedad, y que permite, además de conocer la motivación a comer, predecir la ingesta que sigue a su aplicación. No obstante, su utilización como método único de valoración de la conducta alimentaria debe ser interpretada con precaución^{19,20}.

Figura 1. Espectro del hambre y la saciedad



Influencia dietética en la conducta alimentaria

El contenido de la comida, respecto a la naturaleza (tipos de alimentos, tipo de cocción, consistencia, volumen,...) y cantidad de macronutrientes, representa un factor fundamental en la determinación del comportamiento alimentario²¹. El volumen de alimentos ingeridos guarda relación directa con la velocidad de vaciamiento gástrico, siendo que, cuanto más rápido lo es, más acelerada puede ser la absorción de los nutrientes, aunque también puede contribuir con la mayor motilidad del tránsito intestinal. No obstante, es importante considerar el papel que juega la insulina en el comportamiento alimentario, puesto que la velocidad de su liberación es fundamental para comprender algunas sensaciones y conductas individuales²². Cuanto más intensa y rápida es su liberación tras una comida, más lenta y moderada será la utilización de los lípidos almacenados en el organismo, haciendo que los depósitos de estos últimos queden menos disponibles para servir de energía inmediata cuando los niveles de glucosa disminuyan, lo que va a generar una percepción más temprana de hambre^{23,24}.

En este sentido, un individuo que consume una dieta de alta densidad calórica o rica en carbohidratos de alto índice glucémico, como la ingestión de bebidas azucaradas que producen un rápido vaciamiento gástrico, es capaz de comer más de lo que necesita a lo largo del día debido a que percibirá más prontamente el hambre, ya que este tipo de dieta es capaz de producir una acelerada absorción de los nutrientes tras la ingesta y, por consiguiente, una intensa y rápida liberación de insulina. En realidad, no solo la composición global de una comida y su volumen conllevar a esta situación de sobreconsumo; existen también otros factores tales como: la naturaleza y textura de los alimentos, y el grado de gelatinización de los carbohidratos ²⁵.

El papel de los macronutrientes

Como ya se ha comentado, conceptos como hambre, apetito y saciedad delimitan la ingesta alimentaria. Es innegable que tanto factores genéticos como la dieta influyen en la constitución corporal de cada individuo, pero parece no existir demasiada evidencia científica en cuanto a que el apetito selectivo, en relación con el tipo de macronutrientes o alimentos específicos, provoquen una alteración en el patrón de ingesta habitual como la sobre ingesta, característica de personas con exceso de peso²⁶. Sujetos obesos o

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

delgados parecen comer cantidades similares de alimentos, sin embargo, lo que se puede afirmar es que la dieta habitual de hombres y mujeres obesas es más rica en grasas²⁵.

Es conocido que la conducta alimentaria puede estar determinada por algunas señales que se originan antes de la absorción de los nutrientes, por interacción con los quimiorreceptores gastrointestinales, y que son conducidas al sistema nervioso central por vía vagal. Por otro lado, existen señales que se originan después de la absorción, como es la presencia de los aminoácidos tirosina y triptófano, precursores de la síntesis de catecolaminas y de serotonina, respectivamente²⁷⁻²⁹.

Proteínas: En general es considerado como el nutriente más saciante, pero no siempre es válida la idea de que las dietas hiperproteicas mejoran la saciedad, pues esta respuesta puede no ser tan percibida en individuos acostumbrados a dietas con alto contenido proteico³⁰. Además, su efecto varía en función del origen y variación de las diferentes proteínas en la digestión y absorción³¹.

La caseína, por ejemplo, es una proteína coagulante que presenta una tasa de vaciamiento gástrico más lento que una proteína no-coagulante del suero, aumentando así el valor de saciedad a nivel mecánico (sensación de plenitud), pero tardando más en transferir los aminoácidos al plasma³²⁻³⁴. Por otro lado, la propia presencia de las proteínas estimula la liberación de hormonas gastrointestinales con una función todavía más potente que la distensión gástrica para la saciedad, como la colecistoquinina (CCK) y GLP-1, en que la primera es estimulada por la llegada de la proteína al duodeno y, la segunda, por la tasa de vaciamiento gástrico. En este caso, se puede decir que las proteínas del suero producen mayor saciedad, una vez que llegan más deprisa al intestino y son absorbidos más rápidamente, resultando en una liberación más temprana y en mayor cantidad de estas hormonas³⁵.

En cuanto al papel que juega el tipo de aminoácido en la saciedad, cabe destacar la relevancia del triptófano³⁶. Precursor de la serotonina, se le asocia con la regulación de la ingesta de glúcidos, la concentración de serotonina cerebral y la conducta alimentaria. De hecho, en situaciones clínicas de anorexia, parece existir una mayor permeabilidad cerebral al triptófano³⁷. Su llegada al SNC depende de la relación

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

plasmática triptófano/aminoácidos-neutros (3 de ellos ramificados: valina, leucina e isoleucina; y 2 aromáticos: tirosina y fenilalanina)³⁸. Todos son vehiculizados por el mismo transportador para atravesar la barrera hematoencefálica y por lo tanto compiten entre sí para ingresar al SNC, de tal forma que las circunstancias que tienden a elevar esta relación favorecerán el paso del triptófano, mientras que aquellas que la disminuyen lo enlentecerán³⁹.

La principal causa de una elevación en la relación triptófano/aminoácidos-neutros y, por consiguiente, de una optimización de la entrada de triptófano en el SNC, es la ingesta de glúcidos, capaz de aumentar la serotonina cerebral tras 1 a 2 horas de iniciada su ingesta. Algunos alimentos como las carnes, en las que el contenido en estos aminoácidos neutros es superior al de triptófano, reducen la serotonina cerebral, de tal forma que inducen a la ingesta de glúcidos en la próxima comida para la recuperación de sus niveles³⁵⁻³⁸.

Hidratos de carbono: Su cantidad no debe ser muy escasa en la dieta para evitar la cetosis (se considera que el sistema nervioso necesita por lo menos 2 gramos de glucosa por kilogramo de peso ideal para evitar esta situación). Se aconseja no manejar cifras inferiores a 100g/día (con 60g/día ya se habla de régimen cetogénico)⁴⁰. Este principio nutritivo prácticamente no actúa sobre la saciedad pero, al contrario, muchos estudios demuestran una fuerte e inversa asociación entre el índice glucémico de los alimentos y la saciedad⁴¹. Además, el contenido de fibra de los alimentos juega importante papel en esta sensación, mientras que el refinamiento de los alimentos aumenta la respuesta insulínica y reduce la saciedad⁴¹⁻⁴³.

En general, se supone que cuanto más digerible es el alimento, en términos de hidrato de carbono, menor es su tiempo de permanencia en el estómago y más reducida puede hacerse la sensación de saciedad. Por supuesto esta es una situación que va a depender de la proporción global de los macronutrientes del alimento ingerido. Por ello, el proceso de cocción puede influenciar de forma substancial en la digestibilidad de los hidratos de carbono, ya que favorece su dextrinización (hidrólisis del almidón) ⁴⁴.

Grasas: Debido al retardo de la evacuación gástrica que producen, este principio nutritivo induce consistentemente la saciedad⁴⁵. Sin embargo, existen evidencias de que

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

las respuestas de saciedad siguiendo la ingesta de grasa podrían ser insuficientes o tardías para producir una saciedad considerable en proporción al ingreso energético⁴⁶. Un ejemplo fue observado en un estudio en que la ingesta de un alimento dulce, tomado 30-60 minutos antes de una comida, redujo la ingesta posterior, pero no se observó el mismo efecto cuando el alimento fue de composición predominantemente grasa⁴⁷.

De esta manera, las grasas podrían considerarse como más obesogénicas que otros macronutrientes, debido a que no existen mecanismos de control para su ingesta tan precisos como para los hidratos de carbono⁴⁴. Los alimentos con alto contenido en grasa, probablemente debido a su alta densidad calórica, contribuyen a una sobre ingesta pasiva, que no es capaz de generar una sensación de saciedad tan eficaz ⁴¹.

Características físicas de la dieta

La saciedad tiene relación directa con la digestibilidad de los alimentos, tiempo de permanencia y secreción de enzimas a nivel gástrico⁴⁶. Tanto es así que, para gran parte de los investigadores, los alimentos con menor índice glucémico y con altos contenidos en fibras y proteínas, producen los mejores efectos de saciedad⁴⁷. Sin embargo, el mismo alimento puede tener su grado de digestibilidad alterado cuando tiene alterada algunas de sus características físicas, como temperatura, volumen y tipo de preparación utilizada⁴⁸. La temperatura caliente de los alimentos es capaz de retardar la evacuación gástrica debido al aumento de la secreción de enzimas, incrementando el valor de la saciedad¹⁰.

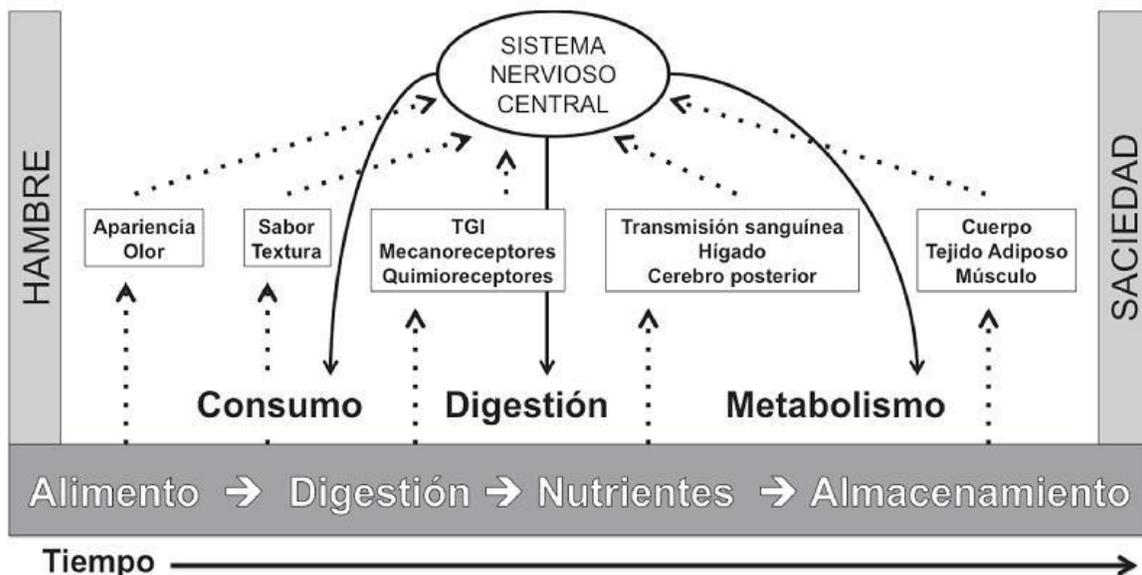
En cuanto a la consistencia, cuando está aumentada exige masticación y dificulta la disgregación gástrica. Por otro lado, el contenido de agua presente en los alimentos aumenta su volumen y, a pesar de tener reducida su densidad energética, promueve mayor distensión gástrica⁴⁹. En ambos casos, el tiempo de evacuación gástrica se puede ver incrementado y generar tanto una mayor sensación de saciedad como de saciación, puesto que los alimentos que requieren mayor trabajo gástrico permanecen más tiempo en el estómago y, cuando su volumen se ve aumentado, se produce mayor secreción de enzimas, incluyendo liberación de neuropeptidos y también generación de señales vagales hacia el SNC ⁵⁰⁻⁵³.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Sin embargo, ni siempre el aumento de volumen tiene una relación proporcional con la secreción gástrica⁵⁴. Las fibras representan un importante factor en la dieta, ya sea en aumentar el volumen del estómago o en aumentar el tiempo de permanencia de los alimentos en la cavidad gástrica, produciendo un aumento en la sensación de saciedad⁵⁵. Fundamentalmente, el aporte de fibra en la dieta proviene del consumo de alimentos como frutas, verduras, legumbres, productos de granos integrales y salvado de trigo⁵⁶.

Cuando se fraccionan las necesidades energéticas diarias en pequeñas comidas, hay una tendencia a disminuir la secreción de insulina estimulada por la absorción de los nutrientes, que ocurre de una forma más lenta debido a la reducida presión intragástrica producida por el bajo volumen de los alimentos⁵⁷. Así, los lípidos, cuya utilización varía de forma inversamente proporcional con la secreción de insulina, estarán más disponibles para ser utilizados como sustrato en la neoglucogénesis, permitiendo una reducción en la ingesta total, ya que se impiden valores muy bajos de la glucemia entre las comidas. A la larga, la reducción de liberación de insulina postprandial derivada del tamaño reducidos de las tomas, propiciaría un nuevo y, probablemente más adecuado, equilibrio y composición corporal⁵⁸.

Figura 2. Cascada de la saciedad.



Las flechas punteadas indican el flujo de información al sistema nervioso central, de cómo está siendo identificado el alimento en el ambiente y los nutrientes almacenados en el cuerpo. Adaptado de Forbes 1999.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Todo lo antes mencionado sugiere la posibilidad que una correcta selección de macronutrientes puede favorecer a un mejor control del apetito, la saciedad y la sensación de hambre, relacionados directamente con cambios en la respuesta metabólica. Pudiendo ser dirigidos como una herramienta útil en aquellos regímenes dietéticos destinados al control del peso corporal y como prevención del desarrollo de la obesidad⁵⁹. Con la finalidad de promover la inclusión de meriendas con características funcionales en la alimentación cotidiana como un elemento de ayuda para el control del apetito y del peso corporal⁶⁰.

Sobrepeso y obesidad

La obesidad es una enfermedad crónica, compleja y multifactorial, que tiene su origen en una interacción genética y ambiental⁶¹. Clásicamente se la puede definir como una acumulación anormal o excesiva de grasa que puede afectar la salud, razón por la que fue definida como una enfermedad por la Organización Mundial de la Salud (OMS), siendo la primera patología crónica no transmisible de curso epidémico, global y progresivo⁶².

Se ha convertido en un grave problema de salud en el ámbito mundial y su prevalencia sigue incrementándose, incluso en países en vías en desarrollo⁵⁰. En Venezuela, la obesidad emerge como un punto de importancia en la agenda de salud particularmente en áreas urbanas donde coexiste con sus comorbilidades clásicas (hipertensión arterial, síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2 y enfermedad cardiovascular) y paradójicamente, con la desnutrición⁶³.

El creciente aumento en la prevalencia de la obesidad y el sobrepeso y su influencia sobre la salud global se ha venido aceptando como un fenómeno pandémico, ya que para el año 2010 ambas condiciones estuvieron involucradas en 3,4 millones de muertes en el ámbito mundial⁶⁴. Datos derivados de estudios realizados en los Estados Unidos de América (EUA) han sugerido que si la prevalencia de obesidad sigue en ascenso podría llevar a una caída importante en la expectativa de vida. De hecho, hay una preocupación casi universal sobre los riesgos asociados a la obesidad, de forma que la Organización Mundial de la Salud (OMS) introdujo una iniciativa para detener el

crecimiento de esta condición para el año 2025, recomendando un monitoreo global de los posibles cambios en su prevalencia en todos los países del orbe⁶⁵.

En la última década, se han realizado cambios en el régimen alimentario, la salud y la nutrición, los que en conjunto se presentan con el sedentarismo y la disminución de actividad física⁶⁶. Estos cambios han producido una modificación mundial de la dieta, denominada transición nutricional y que en parte pueden ser responsables de la prevalencia de obesidad actual⁶⁷. Una elevada ganancia de peso se considera como un fallo crónico en el equilibrio de la ingestión de nutrientes con su eliminación u oxidación⁵⁵, sumado al componente genético, indiscutible en el origen de la enfermedad⁶⁸.

El menor control del apetito y del ingreso energético es la principal causa de desequilibrio y de ganancia gradual de peso⁶⁹. El desequilibrio que se produce está en relación con el balance de energía y los macronutrientes ingeridos. Así, el metabolismo de los diferentes nutrientes a corto y mediano plazo, se correlaciona con el apetito y saciedad⁷⁰. Los glúcidos y proteínas se usan para cubrir sus funciones y un limitado depósito, oxidándose el resto de ellos. La conversión a lípidos es rara, salvo consumos excesivos de glúcidos. En cambio, los lípidos pueden almacenarse en gran cantidad. Un exceso de consumo de lípidos y kilocalorías no lleva a la oxidación de lípidos, sino que aumenta sus depósitos, lo que contribuye al desarrollo de la obesidad⁷¹⁻⁷⁴.

Diferencias en la regulación de la ingesta energética entre individuos obesos y delgados

A causa de la alta prevalencia de obesidad es importante considerar si existe alguna diferencia en la regulación de la ingesta energética entre los individuos obesos y los delgados⁷⁵. La mayor parte de la información sobre la regulación del consumo de energía en los seres humanos se basa en datos provenientes de estudios realizados con individuos delgados y de solo unos pocos estudios con obesos. Algunos resultados indican que las personas obesas no ajustan la ingesta energética en función del contenido energético de los alimentos del modo en que lo hacen las delgadas⁷⁶.

La imposibilidad de hallar alteraciones concretas de la regulación de la ingesta en individuos obesos quizá se deba a la naturaleza multifactorial de la obesidad⁷⁷. En efecto, las personas obesas representan una población heterogénea, y si bien la mayoría de los

experimentos sobre ingesta y peso corporal han controlado la edad y el sexo de los participantes, existen, indudablemente, otras características fundamentales que varían de una persona obesa a otra. Por ejemplo, el grado de sobrepeso, los antecedentes familiares, la edad de aparición de la obesidad, la distribución de la grasa corporal y las fluctuaciones ponderales son todas características importantes, pero rara vez han sido controladas en estudios sobre la ingesta⁷⁸⁻⁷⁹.

Ciertos aspectos comportamentales, como la abstención alimentaria (control consciente de lo que se come), la desinhibición (pérdida del control de lo que se come), las comilonas y el condicionamiento por el gusto pueden también confundir los resultados de los estudios sobre regulación energética⁸⁰. Más aún, la mayoría de los estudios han sido llevados a cabo con individuos obesos que mantienen su peso elevado en un nivel constante. Es probable que la pérdida de regulación de la ingesta sea más común durante la fase activa de aumento de peso⁸¹. Por lo tanto, para conocer mejor qué factores contribuyen al consumo excesivo de energía, se requieren estudios que consideren la naturaleza multifactorial de la obesidad⁸². Además, un mejor conocimiento de los controles fisiológicos y extra fisiológicos de la ingesta llevará a que en el futuro los estudios estén mejor enfocados

Índice glicémico y obesidad

En los últimos años se estudió si los alimentos que se absorben rápidamente, y que provocan elevaciones agudas de la glucemia (alimentos con alto índice glicémico), ejercen diferentes efectos sobre el apetito y la ingesta respecto de los alimentos de absorción más lenta y que generan un aumento bajo pero sostenido de la glucemia (alimentos con bajo índice glicémico)⁸³.

La mayoría de los estudios indica que los alimentos con alto índice glicémico provocaron menos saciedad que los que tenían un índice glicémico más bajo⁸³. Sin embargo, en muchas investigaciones el índice glicémico de los alimentos variaba en forma inversamente proporcional al contenido de fibra y a la densidad energética, lo que también podría influir en la saciedad. Hay que señalar además que el modo más fácil de disminuir la respuesta glicémica consiste en incrementar el contenido graso o proteico

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

de la dieta, pero la eficacia de este régimen alimenticio para adelgazar y sus efectos a largo plazo sobre la salud son cuestionables⁸⁴.

Las variaciones de la glucemia se acompañan de alteraciones de la concentración de insulina, que es la principal hormona responsable de mantener la glucemia mediante el desplazamiento de glucosa desde el torrente sanguíneo hacia las células. Después de una comida, la insulinemia se eleva y luego declina gradualmente a medida que desciende la absorción de carbohidratos. La insulina también estimula el peristaltismo intestinal, promoviendo así la digestión⁸³. Debido a la estrecha relación entre la insulina plasmática y la glucemia, así como a la función de la insulina de facilitar la digestión, algunos investigadores han planteado que esta hormona —más que la glucosa— sería esencial en los procesos de hambre y saciedad⁵⁰

Finalmente, y considerando la trascendencia que adquiere la obesidad como fuente de graves problemas asociados a las principales causas de muerte y discapacidad, genera el interés de desarrollar conocimientos que puedan ayudar a la prevención y al control, utilizando las proteínas en las meriendas como una herramienta para la disminución del apetito y una prolongada saciedad tanto en personas sanas como obesas que les permita una mejor adaptación a un régimen dietético con un mínimo esfuerzo acortando el tiempo de intervención y una efectiva disminución del peso corporal basado en los depósitos grasos

OBJETIVOS

Objetivo general

Evaluar el efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Objetivo específico

- Comparar el la variaciones en el apetito, la saciedad con la inclusión de 2 tipos de proteínas en las meriendas en individuos sanos, analizando las variaciones en el consumo de alimentos en la comida posterior a la merienda (Capítulo I)
- Contrastar la ingesta de meriendas proteicas vs hidratos de carbono sobre la saciedad en individuos obesos (Capítulo II)
- Determinar el índice y respuesta glicémica de barras con diferente composición de macronutrientes correlacionándolo al nivel de saciedad. (Capítulo III)

CAPITULO I

MERIENDA ALTA EN PROTEÍNA DE LACTOSUERO MEJORA EL NIVEL DE SACIEDAD Y DISMINUYE APETITO EN MUJERES SANAS

Nadia Reyna, Rafael Moreno-Rojas, Laura Mendoza, Andrés Urdaneta, Carlos Artigas y Eduardo Reyna y Fernando Cámara Martos

Publicada en la Revista de Nutrición Hospitalaria: Órgano oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (NUTR HOSP) 2015 (Vol 32, nº4):1624-1628. Factor de Impacto de 1.040 y posición 64/77 (cuarto cuartil) de la categoría “nutrition & dietetic” del Journal Citation Reports (Science Edition, año 2014).

Resumen

ANTECEDENTES: El contenido nutricional y la densidad energética de los alimentos, está relacionado con un mayor control del apetito, la saciedad, y la reducción de la ingesta de alimentos. **MATERIAL Y METODOS:** el estudio consistió en un diseño cruzado aleatorizado incluyó 20 mujeres sanas, con edades entre 20 y 30 años con un IMC de 20 y 24,9 kg / m² que se sometieron a durante 3 días de prueba de 8 horas comparando meriendas de 130 kcal consumidas por la tarde: yogur con adición de proteína de suero de leche (PSL), galletas y chocolate. Consumieron un menú estandarizado; la merienda se consumía 3 horas después del almuerzo. El hambre percibida y la plenitud se evaluaron durante la tarde hasta consumo el voluntario de la cena ad libitum. **RESULTADOS:** El consumo del yogur con PSL ocasionó a una mayor reducción en el apetito y aumento de la saciedad tras su ingesta y hasta la cena, respecto a la merienda de chocolate y galletas ($p < 0,001$), no existiendo diferencias entre estas últimas. La merienda de yogur con PSL ocasionó una reducción significativa de la ingesta calórica en la cena, en comparación a las otras meriendas ($p < 0,001$) y una solicitud más tardía de alimentos de hasta 45 minutos. **CONCLUSIONES:** Las meriendas con baja densidad energética y ricas en proteína (y concretamente el yogur con PSL), pueden ser una solución eficaz para mejorar el control del apetito y reducir la ingesta de alimentos en mujeres sanas.

PALABRAS CLAVE: Merienda, apetito, saciedad, proteína, densidad de energía.

Abstract

BACKGROUND The nutritional content and energy density of foods is related to greater control of appetite, satiety and reducing food intake.

METHODS / SUBJECTS the randomized crossover study included 20 healthy women, aged 20 and 30 years with a BMI of 20 to 24.9 kg / m² and who completed that included 3 day trial comparing 8 hours 130 kcal snacks consumed afternoon: yoghurt with added whey protein (PSL), biscuits and chocolate. Participants consumed a standardized menu; snack was consumed 3 hours after lunch. Perceived hunger and fullness were evaluated during the afternoon until dinner voluntary intake ad libitum. They repeat the same snack 3 times

RESULTS: Consumption of yogurt with PSL led to a further reduction of appetite in the afternoon in front of the snack of chocolate and biscuits (p <0.001). No differences of appetite in the afternoon between chocolate vs cookies but significant difference between yogurt with PSL and other treatments (p <0.001) were detected. At snack, yogurt there was a significant reduction in caloric intake compared to other snacks (p <0.001) and a later request for dinner with about 45 minutes apart.

CONCLUSIONS: Snacks with less energy density and rich in protein (yogurt with PSL) improve the control of appetite, satiety and reduces food intake in healthy women later.

KEYWORDS: Snack, appetite, satiety, protein, energy density.

Introducción

Meriendas de alto contenido energético de hasta 1/3 de la ingesta diaria se ha asociado con sobrepeso y obesidad, lo que afecta en sociedades desarrolladas un elevado porcentaje tanto de adultos como de niños^{1,2}. Muchos de los alimentos que se consumen entre las comidas (snacks) como galletas, dulces de pastelería, croissants, hojaldres, tortas, helados, donuts, papas o patatas fritas (chips) y chocolate tienen un alto contenido de grasas y azúcar, los que aportan una cantidad de calorías, que en la mayoría de los casos no se necesitan, lo cual hace de ese tipo de meriendas una verdadera amenaza para nuestra salud, al igual que el consumo de bebidas gaseosas azucaradas y jugos endulzados con jarabe de maíz³⁻⁵.

Sin embargo, podemos hacer de la merienda una aliada si sustituimos esos alimentos habituales por otros más saludables, de menor contenido calórico y más nutritivos⁶. El desarrollo de productos alimenticios funcionales que mejoran la saciedad, suprimiendo el apetito y reducen la ingesta de alimentos posteriores, constituyen una opción mejor que los productos alimenticios habituales de energía similar, lo que puede ser útil para ayudar a los consumidores para que se adhieran a las dietas de energía restringida y optimizar la gestión de peso corporal con éxito. Existe una serie de alimentos y componentes de los alimentos que se han identificado por tener el potencial para producir cambios a corto plazo en la saciedad⁷. Dos factores dietéticos, bien establecidos, que mejoran habitualmente el control del apetito, la saciedad, y/o reducen la ingesta diaria de alimentos, que son el consumo de alimentos de baja densidad energética⁴ y el aumento de proteínas en la dieta⁵. Estudios recientes han demostrado que el consumo de alimentos con menor densidad energética, producen la reducción del hambre posterior a la merienda, aumenta la plenitud y retrasa el deseo de volver a comer, en comparación con otros alimentos que eran de menor contenido en proteína y mayor en la densidad de energía⁶.

Nuestro estudio trata de evaluar si el consumo de alimentos con menor densidad energética y mayor contenido proteico usado en la merienda, en este caso yogur con adición de lacto suero, conduce a un mayor control del apetito, mantiene la saciedad, y ocasiona la el retraso y la reducción de la ingesta de alimentos posterior comparación con otras meriendas de consumo habitual que presentan mayor densidad energética y elevado contenido en grasa.

Material y Métodos

Sujetos

En el estudio participaron veinte mujeres con edades comprendidas entre 20 y 30 años, con un índice de masa corporal entre 20 y 24,9 kg/m² y fueron reclutadas de los pacientes que acudieron al Centro de Endocrinología y Metabólica de Investigación "Dr. Félix Gómez" en la Escuela de Medicina de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Todas las participantes habían realizado actividad física durante 3 meses antes de iniciar el estudio (caminar durante 60 minutos por la tarde). Para la obtención del consentimiento

informado por escrito, se les explicó a cada sujeto los detalles del estudio. Los criterios de exclusión fueron: tabaquismo; medicación hipolipemiente; uso de esteroides y otros agentes que pueden influir en el metabolismo de lípidos; diabetes mellitus; hipo e hipertiroidismo; trastornos de la alimentación; recientes y rápidos cambios de peso (pérdida/ganancia); medicación que pueda alterar el apetito; y eventos cardiovasculares en los últimos 6 meses.

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

Diseño del estudio

El estudio incorporó un diseño cruzado aleatorizado que comparó tres meriendas isocalóricas, comúnmente consumidos por la tarde: yogur, galletas y chocolate, que fueron adquiridos en el comercio. El yogur se seleccionó bajo grasa y sin azúcar, por tanto con baja densidad energética, y se le adicionaron 12 gramos de proteína de suero de leche (PSL); en tanto que las galletas y el chocolate presentaban ambos una mayor densidad energética, menor contenido en proteínas y elevada cantidad de grasas y azúcares simples (Tabla 1). A los participantes se les proporcionó una merienda para consumir, en el hogar/trabajo, durante 3 días consecutivos. El cuarto día, se les indicó que debían tomar un desayuno a las 8 am en el hogar, estandarizado en 300 kcal (proteína 18%, carbohidratos 61% y grasa 22%), confirmándose su ejecución telefónicamente. Una hora antes el almuerzo se les citó para iniciar el control durante las 8 horas siguientes, para lo cual se les ubico en una cómoda habitación donde no tenían ninguna referencia horaria y se inició con el consumo de 600 kcal de un almuerzo estandarizado (proteína 14%; 69% de carbohidratos; 30% de grasa). Se les proporcionó la merienda 3 horas después del almuerzo. Los participantes tenían 15 minutos para consumir la merienda y disponible 236 ml (8 oz) de agua.

No se fijó una hora concreta de cena, sino que cada participante solicitó cuando estimó oportuno la misma. La cena fue ad libitum, es decir se instruyó para que consumieran alimento hasta sentirse 'confortablemente lleno', en un periodo de tiempo de 30 min desde

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

el inicio de la misma. Dicha cena consistió en sándwiches de jamón y queso (398 kcal/unidad, 14% de proteína, 63% de carbohidratos, 22% de grasa) con 236 ml (8 oz) de agua. Independientemente del momento de la solicitud de la cena, se mantuvo a los participantes en el centro hasta que se completaron las 8-h de la prueba. Se proporcionó agua ad libitum durante todo el día. Cada merienda fue consumida en 3 días diferentes.

Tabla 1. Composición nutricional de las meriendas utilizadas

	Yogur con PSL	Galletas	Chocolate
porción	140 gr	27 gr	25 gr
Contenido energético (kcal)	130	130	130
Proteína (g)	20	1,3	3
Carbohidratos (g)	10	19	13
Azúcares simples	0	10,3	11
Grasa Total (g)	1	6	8

Valoración del apetito por escala analógica visual (EAV)

Inmediatamente después de la finalización de la merienda, se completó un cuestionario de palatabilidad utilizando escala analógica visual 100 mm, para conocer la evaluación de la aceptación general de la merienda. Además, tras la merienda, cada 30 minutos, durante toda la tarde hasta que los participantes solicitaban voluntariamente la cena, se utilizó un cuestionario de escala analógica visual 100 mm, automatizado, que evaluaba las sensaciones de apetito⁷.

El EAV consistía en líneas de 100 mm anclados en cada extremo con declaraciones opuestas. Los participantes colocaron una 'x' en la línea para indicar su valoración en ese momento y la puntuación se calculó midiendo la distancia en milímetros desde el principio de la línea de la posición de la "x" (de izquierda a derecha). Se evaluó tanto la sensación de apetito como la de saciedad.

Registro de la calorías consumidas

Se registró el peso en gramos de los alimentos consumidos en la cena, lo que permitió determinar el número de calorías consumidas. También se registró la hora a la que fue solicitada la cena.

Análisis estadístico

Se calcularon como estadísticos descriptivos valores medios y su desviación estándar, así como la zona incremental neta bajo la curva (AUC). A las mediciones repetidas se aplicó ANOVA para comparar los principales efectos de las meriendas sobre: las sensaciones percibidas, el tiempo transcurrido hasta la solicitud de la cena, y el consumo energético de la cena. 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

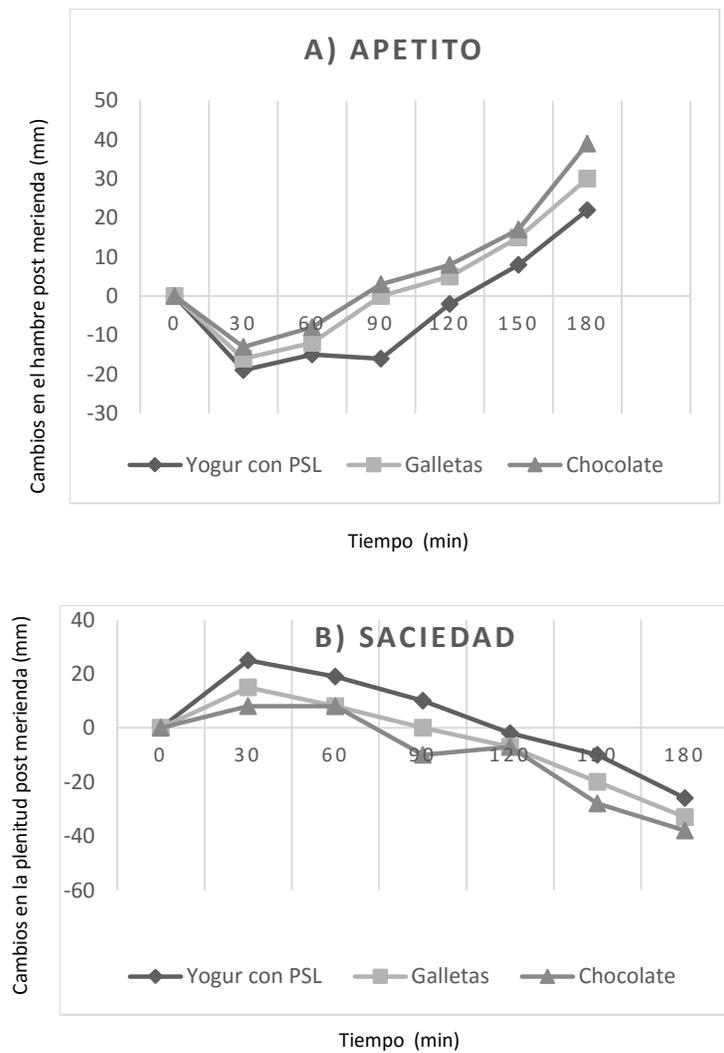
En la figura 1 se muestra la evolución de la percepción de apetito y la sensación de saciedad desde la merienda hasta tres horas después, donde se puede observar que las diferentes meriendas consumidas promovieron una disminución de hambre inmediata y un aumento de la plenitud, y al pasar el tiempo posterior a la merienda se van invirtiendo las sensaciones antes nombradas. Se puede comprobar como la merienda de yogurt con PLS mantiene los efectos iniciales durante más tiempo, a la vez que provocó a una mayor reducción del apetito estimado (mediante el AUC), en comparación con la merienda de chocolate y la galleta ($p < 0,01$). No se detectaron diferencias en el AUC de apetito entre la merienda de galletas vs a la de chocolate. Comprobando las inflexiones de las curvas (figura 1), podemos comprobar como la merienda de yogur mantuvo el apetito bajo hasta los 90 minutos después de la merienda en comparación con el chocolate y galleta que se inicia el ascenso antes ($p < 0,05$). No se observaron mediante el AUC, diferencias en la saciedad entre la merienda de galletas y la de chocolate ($p > 0,05$), aunque analizando por tiempos concretos, en el minuto 90 dicha diferencia sí fue significativa ($p < 0,05$), siendo mayor la saciedad de la merienda de galletas que la de chocolate. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en la saciedad del yogur con PSL con respecto a las otras meriendas ($p < 0,001$, siendo máxima dicha diferencia de saciedad a los 90 minutos.

Las ingesta calórica de la cena ad libitum se muestra en la Figura 2. El consumo de la merienda de yogur con PSL llevó a una reducción de 211 ± 30 kcal en la ingesta calórica de la cena en comparación con las galletas ($p < 0,001$) y con el chocolate de $239,6 \pm 38$

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

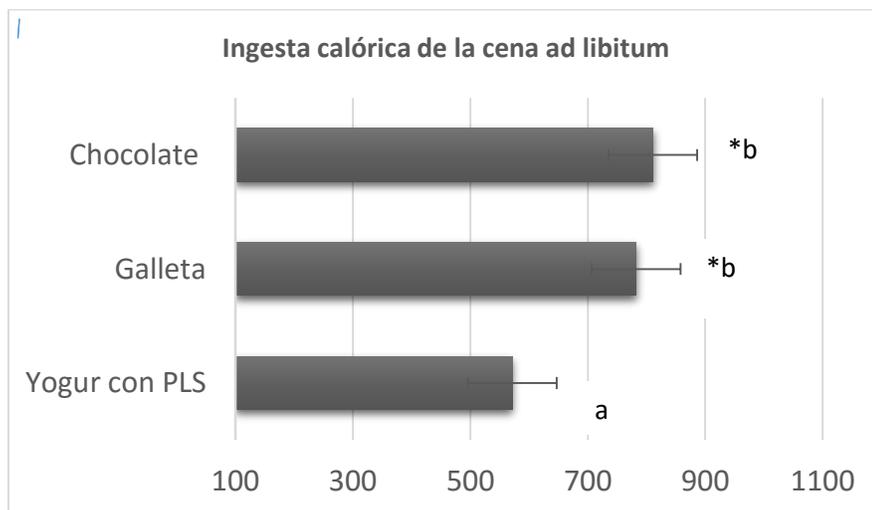
kcal ($p < 0,001$). No se observaron diferencias en el consumo de la cena entre las galletas y el chocolate ($p > 0,05$). Se pudo observar un retardo en la hora de solicitud de la cena en los que individuos que consumieron el yogur con PSL, de 45 min en comparación con el chocolate ($p < 0,01$) y de aproximadamente 30 min en comparación con las galletas ($p < 0,05$). En cambio no se aprecian diferencias significativas ($p > 0,05$) en la solicitud de la cena entre los individuos que tomaron las meriendas de galletas respecto a las de chocolate.

Figura 1.- Evolución del Apetito percibido (A) y Saciedad (B) desde el momento del consumo de la merienda, durante tres horas.



Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Figura 2. Calorías de la cena Ad libitum tras el consumo de cada merienda. Los datos se representan como medias \pm DE.



Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$).
Misma letra indica que no existen dichas diferencias ($p > 0,05$)

Discusión

La ingesta de alimentos entre comidas principales es una práctica común¹⁸, que se ha relacionado popularmente con un aumento del riesgo de desarrollar obesidad debido a la correlación positiva entre dicha práctica y un incremento de la ingesta energética diaria. Los resultados del presente estudio contradicen esta hipótesis y estudios previos que indican que dichas ingestas no afectan a la saciedad en los periodos entre comidas principales²². Obviamente, la composición de dichas tomas de alimentos deben influir tanto sobre el apetito como sobre la ingesta energética posterior, lo cual ha sido abordado por varios estudios que han examinado los efectos tanto de la reducción de la densidad de energía, como el aumento de proteínas en la dieta^{6,13,14}. Específicamente, en un estudio¹⁸ en hombres de peso normal a los que proporcionó 240 kcal en aperitivos, que variaron en el contenido de macronutrientes y densidad de energía comprobó que aunque el apetito y la saciedad de la tarde, ni el consumo energético en la cena no fueron diferentes entre las meriendas estudiadas, el consumo de aperitivos de baja densidad energética y elevado contenido proteico retrasó en 35 minutos la necesidad de comer, en comparación los aperitivos de alta densidad energética y rica en grasa ($p < 0,05$) y 25 min en comparación con los de una densidad energética moderada y alta en carbohidratos (p

<0,05)¹⁶. Por otra parte, diversos estudios indican una relación jerárquica de los macronutrientes, sobre los efectos de saciedad de los alimentos, que en el caso del consumo de grasa en la dieta tiene el efecto de saciedad más bajo y las proteínas tienen un efecto mayor⁷⁻¹¹. El efecto de la densidad energética sobre la saciedad también ha sido estudiado¹⁰ comprobándose en diversos estudios^{4,12,13} que se incrementa la saciedad y se reduce la ingesta de alimento cuando se consumen alimentos de una mayor densidad energética comparados a los alimentos de baja densidad energética. Puesto que los alimentos ricos en proteínas son típicamente de menor densidad energética que alimentos altos en grasa, es difícil predecir los efectos independientes de contenido de macronutrientes y densidad de energía¹⁴⁻¹⁶. Sin embargo, con nuestro estudio queda probado que, cuando se combinaba una baja densidad de energía con alto contenido de proteínas en la comida, permite mejorar el control del apetito y la saciedad en comparación con ingestas normales de proteína¹⁷.

Por nuestra parte, la selección de la fuente de proteína a partir del lactosuero se basa en que se ha señalado que el tipo de aminoácidos de la proteína de suero lácteo puede tener un papel importante sobre el efecto saciante en relación a otras proteínas o estudios realizados con maltodextrina^{18,19}. En primer lugar, la proteína de suero lácteo tiene una concentración relativamente alta de isoleucina, leucina y valina²⁰⁻²² que pueden ser detectadas en los análisis plasmáticos²². Con ello ha sido posible detectar una elevada concentración de aminoácidos plasmáticos desde los 15 min de consumo de la proteína de suero de leche que se ha relacionado con el mecanismo por el cual la proteína de suero induce la saciedad²⁰.

Conclusión

Las meriendas de baja densidad energética y alto contenido en proteína y en concreto el yogur con adición de proteína de suero lácteo, conllevó a una mayor saciedad y a la reducción de la ingesta de alimentos posterior en comparación con otras meriendas de consumo habitual, como son galletas, o chocolate, ricos en grasas y azúcares simples. Estos resultados muestran que este tipo de merienda podría constituir una estrategia dietética eficaz para mejorar el control del apetito y de la posterior ingesta energética, que podrían utilizarse en dietas para la reducción del peso corporal.

Agradecimientos

Al Centro de investigación Endocrino Metabólicas “Dr. Félix Gómez” adscrito a la Universidad del Zulia, Venezuela, por su colaboración financiera y uso de sus instalaciones.

Literatura citada

1. Van Kleef E, Van Trijp JCM, Van D en Borne JJGC, Zonder van C. Successful development of satiety enhancing food products: towards a multidisciplinary agenda of research challenges. *Crit Rev Food Sci Nutr* 2012; 52: 611–628.
2. Veldhorst MA, Westerterp KR, van Vught AJ, Westerterp-Plantenga MS. Presence or absence of carbohydrates and the proportion of fat in a high-protein diet affect appetite suppression but not energy expenditure in normal weight human subjects fed in energy balance. *Br J Nutr* 2010; 104: 1395–1405..
3. Piernas C, Popkin BM: Increased portion sizes from energy-dense foods affect total energy intake at eating occasions in US children and adolescents: patterns and trends by age group and sociodemographic characteristics, 1977–2006. *Am J Clin Nutr* 2011, 94:1324–1332.
4. Duffey KJ, Popkin BM: Energy density, portion size, and eating occasions: contributions to increased energy intake in the United States, 1977–2006. *PLoS Med* 2011, 8:e1001050.
5. Rolls BJ: The relationship between dietary energy density and energy intake. *Physiol Behav* 2009, 97:609–615.
6. Leidy HJ: Increased dietary protein as a dietary strategy to prevent and/or treat obesity. *Mo Med* 2014, 111:54–58.
7. Douglas SM, Ortinau LC, Hoertel HA, Leidy HJ: Low, moderate, or high protein yogurt snacks on appetite control and subsequent eating in healthy women. *Appetite* 2013, 60:117–122.
8. Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A: Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *Int J Obes Relat Metab Disord* 2000, 24:38–48.
9. Ortinau LC, Culp JM, Hoertel HA, Douglas SM, Leidy HJ: The effects of increased dietary protein yogurt snack in the afternoon on appetite control and eating initiation in healthy women. *Nutr J* 2013, 12:71.
10. Holt SH, Miller JC, Petocz P, Farmakalidis E: A satiety index of common foods. *Eur J Clin Nutr* 1995, 49:675–690.
11. Stubbs RJ, van Wyk MC, Johnstone AM, Harbron CG: Breakfasts high in protein, fat or carbohydrate: effect on within-day appetite and energy balance. *Eur J Clin Nutr* 1996, 50:409–417.
12. Westerterp-Plantenga MS, Rolland V, Wilson SA, Westerterp KR: Satiety related to 24 h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. *Eur J Clin Nutr* 1999, 53:495–502.

13. Blatt AD, Williams RA, Roe LS, Rolls BJ: Effects of energy content and energy density of pre-portioned entrees on energy intake. *Obesity (Silver Spring)* 2012, 20:2010–2018.
14. Williams RA, Roe LS, Rolls BJ: Assessment of satiety depends on the energy density and portion size of the test meal. *Obesity (Silver Spring)* 2014, 22:318–324.
15. Leidy HJ, Ortinau LC, Douglas SM, Hoertel HA: Beneficial effects of a higher-protein breakfast on the appetitive, hormonal, and neural signals controlling energy intake regulation in overweight/obese, “breakfastskipping,” late-adolescent girls. *Am J Clin Nutr* 2013, 97:677–688.
16. 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; 8 9: 239–248.
17. Pal S, Ellis V. The acute effects of four protein meals on insulin, glucose, appetite and energy intake in lean men. *Br J Nutr* 2010; 1 0 4: 1241 –1248.
18. Marmonier C, Chapelot D, Louis-Sylvestre J: Effects of macronutrient content and energy density of snacks consumed in a satiety state on the onset of the next meal. *Appetite* 2000, 34:161 –168.
19. Zafar TA, Waslien C, AlRaefaei A, Alrashidi N, AlMahmoud E. Whey protein sweetened beverages reduce glycemic and appetite responses and food intake in young females. *Nutr Res* 2013; 3 3: 303–310.
20. Berteus Forslund H, Torgerson JS, Sjostrom L, Lindroos AK. Snacking frequency in relation to energy intake and food choices in obese men and women compared to a reference population. *Int J Obes* 2005;29:711–9.
21. De Graaf C. Effects of snacks on energy intake: an evolutionary perspective. *Appetite* 2006;47:18–23
22. Diepvens K, Haberer D, Westerterp-Plantenga M. Different proteins and biopeptides differently affect satiety and anorexigenic/orexigenic hormones in healthy humans. *Int J Obes* 2008; 3 2: 510–518.

CAPITULO II

UTILIZACIÓN DE LAS PROTEÍNAS SÉRICAS Y CASEÍNAS COMO SUPLEMENTOS DIETÉTICOS PARA LA PROLONGACIÓN DEL EFECTO DE SACIEDAD EN MUJERES OBESAS

Nadia Reyna, Rafael Moreno–Rojas, Laura Mendoza, Karla Parra, Sergia Linares , Eduardo Reyna y Fernando Cámara Martos

Aceptado para publicación en la Revista de Nutrición Hospitalaria: Órgano oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (NUTR HOSP). Factor de Impacto de 1.040 y posición 64/77 (cuarto cuartil) de la categoría “nutrition & dietetic” del Journal Citation Reports (Science Edition, año 2014).

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, it was found significant differences ($p < 0.001$) on reduction of weight, IMC, % fat and waist circumference in the whey group against casein and control

groups. It has also found a higher decrease of energy intake (- 383 Kcal/day) in women who ate whey supplements, while in the casein and control group the decrease were only - 144 and - 70 Kcal/day respectively. Finally, satiety effect was more efficiently promote by whey against casein and maltodextrines.

Keywords: Whey protein, casein, overweight women, satiety effect.

Introducción

La prevalencia de la obesidad así como el desarrollo de patologías relacionadas con la misma, como diabetes tipo II, 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 mundo¹. 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 fructosa². 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 hambre³⁻⁵. 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

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

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 (β - lactoglobulina, α - 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 alimentos⁸. Un reciente estudio⁹ 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 et al¹⁰ también ha mostrado este mayor efecto de saciedad de las proteínas séricas frente a las caseínas, así como unos más elevados niveles circulantes postprandiales de colecistoquinina 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 saciente 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 efecto¹³, 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.

Materiales y Métodos

Sujetos

Se evaluaron 60 mujeres, con edades comprendidas entre 20 – 40 años, seleccionadas de forma aleatoria dentro de 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 /m². 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 duro 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. 3 tipos de suplementos comerciales que aportaban un contenido energético de 116 Kcal fueron utilizados, caseinato de calcio (44 g), lactosuero (26 g) y maltodextrina como control (38 g) (Tabla 1). 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

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

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

Tabla 1. 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
Perfil de aminoácidos % w/w			
Alanina	4.8	2.8	
asparagina	2.0	3.8	
Acido aspártico	9.3	6.8	
Cisteína	1.8	0.3	
Acido glutámico	17.5	21.0	
glicina	1.1	1.9	
Histidina ^b	1.1	2.9	
Isoleucina ^b	6.8	4.8	
Leucina ^b	9.5	8.2	
lisina ^b	8.5	7.1	
Metionina ^a	2.3	3.0	
Fenilalanina ^a	2.5	4.9	
Prolina	2.5	1.0	
Serina	4.1	5.7	
Treonina ^a	6.6	4.0	
Triptophano ^a	2.1	0.9	
Tirosina	2.6	5.5	
Valina ^b	5.8	6.0	
Carbohidratos (g)	3	1,82	29
Grasa Total (g)	0,92	0,57	0

Abreviatura :nitrógeno total NT ^a Aminoácidos esenciales. ^b aminoácidos esenciales de cadena ramificada

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

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

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 les pidió a los participantes guardar los empaques vacíos para supervisar su cumplimiento.

Registro dietético y evaluación antropométrica

A cada participante se le instruyó para que completaran un diario de alimentos donde anotar diariamente los alimentos que consumían 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 5 y 10 semana, se realizaron a los sujetos participantes una valoración antropométrica en estado de ayuno. 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.

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 utilizó 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. 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? ¿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 2). En la 5 semana, 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 fue de 3 kg y el grupo control tan solo 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 2). 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, si se pueden observar diferencias estadísticamente

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

significativas en la pérdida de grasa local y en la presión sanguínea frente a un grupo control¹⁷. Finalmente un estudio control aleatorizado, realizado en mujeres postmenopausicas, obesas o con sobrepeso¹⁸, ha observado el efecto de dos tipos de suplementos (25 g/día de proteínas séricas frente a maltodextrinas) acompañado de una dieta hipocalórica. Después 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 proteínas¹⁹.

Tabla 2. Modificaciones antropométricas de los sujetos evaluados

	Inicio	Semana 5	Semana 10
Peso corporal (kg)			
Control	84.1 ± 1.8	83.9 ± 1.8	83.8 ± 1.9 ^a
Caseinato	83.9 ± 3.1	82.1 ± 3.1	80.0 ± 3.1 ^a
Lactosuero	91.5 ± 3.4	85.1 ± 3.5	79.5 ± 2.8 ^b
IMC (kg/m²)			
Control	30.6 ± 0.9	30.6 ± 1.5	30.5 ± 1.5 ^a
Caseinato	31.3 ± 0.9	31.0 ± 0.9	29.5 ± 0.8 ^a
Lactosuero	32.0 ± 0.8	30.2 ± 0.7	28.2 ± 0.7 ^b
Circunferencia de Cintura (cm)			
Control	93.7 ± 1.5	95.1 ± 1.7	93.7 ± 1.6 ^a
Caseinato	92.1 ± 2.1	93.7 ± 2.6	91.2 ± 2.1 ^a
Lactosuero	95.9 ± 1.7	91.6 ± 2.0	85.5 ± 1.9 ^b
Grasa corporal (%)			
Control	35.4 ± 1.1	35.3 ± 1.1	35.1 ± 1.1 ^a
Caseinato	35.1 ± 2.1	34.9 ± 2.1	33.1 ± 2.1 ^a
Lactosuero	37.6 ± 1.9	34.9 ± 1.8	29.2 ± 1.5 ^b

Sujetos evaluados: Control (n: 20), Caseinato (n = 20), Lactosuero (n = 20) (Total n = 60)

Los datos se representan como medias ± desviación estandar. Supraíndices: diferencias índices significativas (p <0,001).

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Tabla 3. Cambios en la ingesta dietética de los sujetos a lo largo del estudio

	Inicio	Semana 5	Semana 10
Energía total ingerida (kcal/día)			
Control	1801± 94	1766 ± 286	1732 ± 81
Caseinato	1750 ± 51	1569 ± 63	1607 ± 56
Lactosuero	1857 ± 99	1707 ± 107	1474 ± 92
Carbohidratos (% de ingesta energética)			
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
Proteínas (% de ingesta energética)			
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
Grasa (% de ingesta energética)			
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

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 3). 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 previo¹⁰ que ha mostrado como la cantidad de energía ingerida en una comida buffet *ad libitum* es significativamente menor 90 min 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 3676 KJ en el caso de las proteínas séricas frente a los 4537 KJ con caseínas. No obstante, los resultados de estos dos estudios contrastan con los encontrados por Bowen et al.²⁰ en

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

los se observa una ingesta energética similar (alrededor de 4700 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 - 20}

En relación a la evaluación del efecto de saciedad mediante EVA (Tabla 4) 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 autores²¹ 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 la concentración postprandial de aminoácidos en plasma son considerablemente menores frente a las proteínas no coagulantes como el lactosuero²². Por otro lado, hay también bastantes evidencias de que el efecto de las proteínas séricas en la saciedad 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) and ghrelin.^{19,21,23} Es bien conocido que todas estas hormonas actúan como moduladoras de la sensación de hambre²⁴. En el estudio de Hall et al¹⁰ 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 estudio¹² realizado en hombres con sobrepeso también observa un mayor incremento en los

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

niveles de CCK en plasma después del consumo de suplementos dietéticos con proteínas séricas o caseínas (6 veces mayor a los 15 min 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 nosotros²⁵. 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 min más tarde que la albúmina de huevo o la proteína de soja¹³. Sin embargo, cuando la cantidad de GMP es inferior al 5%, la reducción en la ingesta de pizza después de 90 min es similar para caseínas y lactosuero e incluso 150 min más tarde la reducción es mucho mayor si se ingieren las caseínas²⁶. Por otro lado, en relación a la dosis y la presencia de otros macronutrientes, un estudio¹¹ realizado con 30 voluntarios sanos, hombres y mujeres, (IMC = 22 – 30 Kg/m²; 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 unas relaciones 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 a 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.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Tabla 4. Sensación de satisfacción y plenitud medida 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
SATISFACCIÓN						
Control	55.0 ± 3.3	50.1 ± 4.0	54.6 ± 4.3 ^a	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 ^a	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 ^b	57.0 ± 3.3	56.2 ± 4.0	56.9 ± 3.2
PLENITUD						
Control	57.0 ± 3.3	51.4 ± 4.6	56.7 ± 3.9 ^a	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 ^a	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 ^b	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, 6 semanas y la semana 12. La significación estadística entre los grupos se indica mediante letras diferentes a P <0,05. * Indica dentro del grupo de diferencia significativa respecto al valor inicial.

Conclusiones

El creciente interés en utilizar algunos subproductos de la industria láctea como las proteínas del lactosuero como ingredientes bioactivos está orientando muchas investigaciones para 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 de aumentar la sensación de saciedad, y 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 reducción 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. Futuras investigaciones deben realizarse para seguir profundizando en las propiedades y utilización de este tipo de sustancias en el desarrollo de alimentos y productos saludables.

Literatura citada

1. Gillman MW, Ludwig DS. How early should obesity prevention start? *N Engl J Med.* 2013; 369: 2173–2175.
2. McAllister EJ, Dhurandhar NV, Keith SW, et al. Ten putative contributors to the obesity epidemic. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2009; 49: 868–913.
3. Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, WesterterpPlantenga M. Protein, weight management, and satiety. *Am J Clin Nutr.* 2008; 87: 1558S–1561S.
4. 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: 41–48.
5. Anderson GH, Moore SE. Dietary proteins in the regulation of food intake and body weight in humans. *J Nutr.* 2004; 134: 974S–979S.
6. Westman EC, Feinman RD, Mavropoulos JC, et al. Low-carbohydrate nutrition and metabolism. *Am J Clin Nutr.* 2007; 86: 276–84.
7. Yancy WS Jr, Olsen MK, Guyton JR, Bakst RP, Westman EC. A lowcarbohydrate, ketogenic diet versus a low-fat diet to treat obesity and hyperlipidemia: a randomized, controlled trial. *Ann Intern Med.* 2004; 140: 769 –77.
8. 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. Handbook of cheese: production, chemistry and sensory properties. 1st edition. New York : Nova Science Publishers; 2013. p 341 – 370.
9. Veldhorst MAB, Nieuwenhuizen AG, Hochstenbach – Waelen A, van Vught AJA, Westerterp KR, Engelen MPKJ, Brummer RJ, Deutz NEP, Westerterp – Plantenga MS. Dose – dependent satiating effect of whey relative to casein or soy. *Physiology & Behavior.* 2009a; 96: 675 - 682
10. 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: 239–248.
11. Veldhorst MAB, Nieuwenhuizen AG, Hochstenbach – Waelen A, Westerterp KR, Engelen MPKJ, Brummer RJ, Deutz NEP, Westerterp – Plantenga MS. 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; 28:147-155.
12. Bowen J, Noakes M, Trenerry C, Clifton PM. Energy intake, ghrelin, and cholecystokinin after different carbohydrate and protein preloads in overweight men. *J Clin Endocrinol Metab.* 2006; 91: 1477–1483.
13. 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 – 3015.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

14. 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.
15. 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.
16. 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: 1454–1458.
17. 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: 104–112.
18. 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: 1218–1225.
19. Pal S, Radavelli – Bagatini S. The effects of whey protein on cardiometabolic risk factors. *Obes Rev.* 2012; 14: 324 – 343.
20. 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: 1696–1703.
21. 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.
22. 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: 14930–14935.
23. Fridd 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.
24. 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.
25. 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 – 1627.
26. 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.

CAPITULO III

FORMULACIÓN DE BARRAS NUTRICIONALES CON PROTEÍNAS

LÁCTEAS: ÍNDICE GLUCÉMICO Y EFECTO DE SACIEDAD

Nadia Reyna, Rafael Moreno–Rojas, Laura Mendoza, Karla Parra, Sergia Linares, Eduardo Reyna y Fernando Cámara-Martos

Aceptado para publicación en la Revista de Nutrición Hospitalaria: Órgano oficial de la Sociedad Española de Nutrición Parenteral y Enteral (NUTR HOSP). Factor de Impacto de 1.040 y posición 64/77 (cuarto cuartil) de la categoría “nutrition & dietetic” del Journal Citation Reports (Science Edition, año 2014).

Resumen

Se ha estudiado el índice glicémico, la carga glicémica y el efecto de saciedad producido en adultos jóvenes (12 hombres y 8 mujeres) por el consumo de 3 tipos de barras nutricionales formuladas con proteínas lactoséricas (LS), caseínas (CS) o hidratos de carbono (HC) frente a un control (C). Los valores de glucemia en sangre a los 30 min fueron significativamente mayores ($p < 0.05$) para la barra HC (129 ± 8 mg/dL) frente a las barras CS (103 ± 6 mg/dL) y LS (86 ± 8 mg/dL). Asimismo también se encontraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los índices glicémicos de los tres tipos de barras estudiadas (LS = 11.5 ± 3.9 ; CS = 40.7 ± 6.5 ; HC = 68.8 ± 13.0). Por otro lado las barras nutricionales formuladas con proteínas lácteas (LS y CS) muestran un efecto de saciedad mucho más intenso y prolongado que la formulada con hidratos de carbono (HC) lo que pone de manifiesto el potencial de estas proteínas para ser utilizadas en la formulación de productos para diabéticos y dietéticos.

Abstract

It has been studied in young adults (12 men and 8 women) the glycemic index, glycemic load and satiety effect produced by three types of nutritional bars formulated with whey proteins (LS), caseins (CS) or carbohydrates (HC) against a control group (C). It has been found significant differences ($p < 0.05$) in relation to blood sugar levels for HC bar (129 ± 8 mg/dL) against CS bar (103 ± 6 mg/dL) and LS bar (86 ± 8 mg/dL) after 30 min of its intake. Furthermore, it has also been found significant differences ($p < 0.05$) between

glycemic index of three types of studied bars (LS = 11.5 ± 3.9 ; CS = 40.7 ± 6.5 ; HC = 68.8 ± 13.0). On the other hand, nutritional bars formulated with dairy proteins (LS y CS) showed a satiety effect more heavy and prolonged than carbohydrate bar (HC). The results reveal that dairy proteins may be used as functional ingredients to develop diabetic and dietary supplies.

Introducción

Las barras energéticas son un suplemento dietético especialmente indicado para deportistas o personas que practican una actividad física intensa, y están compuestas de carbohidratos complejos, glucosa y/o fructosa, que permiten recargar rápidamente los depósitos de glucógeno, además de contener fibra, vitaminas y minerales esenciales para el organismo. En general las barras de cereales proporcionan una ingesta energética que oscila entre 110 y 154 kilocalorías (para 25 – 30 g)¹. Distintas estrategias se han llevado a cabo para incorporar ingredientes funcionales en la elaboración de este tipo de barras, tales como, isoflavonas, ácidos grasos poli-insaturados $\omega - 3$, oligofructosa y goma acacia^{2 - 4}. Sin embargo en los últimos años también están apareciendo barras de naturaleza principalmente proteica, que pueden variar en el tipo de proteína contenida, y entre las que se encuentran las proteínas lactoséricas y las caseínas⁵. En relación a este otro tipo de ingredientes, determinados estudios 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 hambre⁶⁻⁷.

El consumo de estas barras energéticas está siendo bastante popular dentro una parte considerable de la población debido a la creencia de los efectos beneficiosos asociados a su consumo⁸. Además desde el punto de vista de sus dimensiones podrían considerarse un alimento portátil y de proporciones controladas, ideal para una comida como la merienda en cualquier tratamiento nutricional. En este sentido, resulta de gran interés conocer la respuesta glicémica de este tipo suplementos dietéticos ya que el consumo de alimentos con un índice glucémico bajo puede mejorar el control glucémico en personas con diabetes, reducir los niveles de lípidos séricos en personas con hipertrigliceridemia, e incluso reducir el riesgo de padecer cáncer de colon.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Así como el efecto de la adición de distintos tipos de ingredientes, sobre las propiedades organolépticas, reológicas y texturales de este tipo de alimentos, ha sido estudiado por diferentes autores^{5,9}, no ocurre lo mismo con los efectos metabólicos y nutricionales que producen en las personas que los consumen. Por tanto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar en sujetos jóvenes, los efectos que la ingesta de este tipo de barras energéticas realizadas con proteínas lácteas, producen sobre la sensación de saciedad, la respuesta glicémica y el perfil metabólico.

Metodología

Sujetos

20 adultos jóvenes (12 hombres y 8 mujeres), con edades comprendidas entre los 18 – 28 años, e índices de masa corporal (IMC) entre 20 y 24,9 kg/m² fueron reclutados de la Escuela de Medicina de la Universidad del Zulia, (Maracaibo, Venezuela). Para la obtención de un consentimiento informado por escrito, se les explicó previamente a cada sujeto los detalles del estudio. Los criterios de exclusión fueron: tabaquismo, medicación hipolipemiente, uso de esteroides y otros agentes que puedan influir en el metabolismo de lípidos, diabetes mellitus, hipo e hipertiroidismo, trastornos de la alimentación recientes y/o rápidos cambios de peso corporal (pérdida/ganancia), medicación que pueda alterar el apetito y eventos cardiovasculares sufridos en los últimos 6 meses.

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

Diseño del estudio

El estudio consistió en un diseño cruzado aleatorizado donde se evaluaron los efectos del consumo de 4 tipos de muestras: barra nutricional a base de proteína de lacto suero (LS), barra nutricional a base de caseína (CS), barra nutricional a base de hidratos de carbono (HC), y bebida de glucosa (Glicolab, con sabor a mandarina) que sirvió como control (C). Cada uno de los tratamientos se desarrolló con una diferencia de 7 días entre ellos. Todas las barras tenían sabor a chocolate y fueron adquiridas de marcas comercialmente conocidas, en base a su similitud en la composición de macronutrientes

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

(proporción de energía a partir de carbohidratos, proteínas y grasas, 40:30:30 para las barras LS y CS; 65:15:20 para la barra HC). Todos los tratamientos se consumieron en un periodo de tiempo comprendido entre 5 – 10 min. Las cantidades suministradas para los distintos tipos de tratamiento así como una composición nutricional más detallada aparecen registradas en la Tabla 1. Tanto los sujetos como el personal que participó en el estudio fueron cegados al tipo de barra que estaban consumiendo.

Índice y carga glicémica

Para la determinación del índice glicémico de las barras estudiadas, se extrajeron muestras de sangre a través de un catéter intravenoso colocado en la parte superior del brazo en una vena antecubital antes del consumo de la comida a probar y a los 15, 30, 45, 60, 90, y 120 minutos después de comenzar a comer. La concentración de glucosa en sangre venosa (plasma con oxalato de potasio / fluoruro de sodio anticoagulante) se midió utilizando el método de glucosa hexoquinasa 6-fosfato deshidrogenasa (Olympus America, Inc, Melville, NY)¹⁰.

El incremento del área bajo la curva respuesta de glucosa en sangre (AUC) en relación al nivel de ayuno se calculó utilizando una regla trapezoidal. El índice glicémico de cada barra se expresa como AUC para cada barra / AUC bebida con glucosa x 100. La carga glicémica se calcula realizando el producto del índice glicémico por los gramos de carbohidratos por porción dividido entre 100¹¹⁻¹².

Valoración de la saciedad

La valoración del efecto de saciedad se realizó en días diferentes a los que se valoró el índice glicémico. Para ello, a los sujetos participantes se les indicó que debían tomar un desayuno a las 8:00 AM en el hogar, estandarizado en 300 kcal (con la siguiente composición en macronutrientes: proteína 18%, carbohidratos 61% y grasa 22%), confirmándose su ejecución telefónicamente. Una hora antes del almuerzo se les citó para iniciar el control durante las 8 horas siguientes, ubicándolos en una cómoda habitación donde no tenían ninguna referencia horaria. Se les proporcionó un almuerzo estandarizado (14% proteína; 69% de carbohidratos; 30% de grasa) de 800 kcal y 3 horas más tarde una merienda con la barra energética a estudiar y 236 mL de agua. Los participantes tenían que consumir la merienda en un plazo de 15 min.

Tabla 1. Composición nutricional de las barras nutricionales y de la solución glicosada

	Porción para prueba de carga e índice glicémico				Porción para prueba de saciedad		
	Glicolab	Barra de lactosuero	Barra de caseína	Barra hidratos de carbono	Barra de lactosuero	Barra de caseína	Barra hidratos de carbono
Peso/porción (g)	50	132	156	70	50	50	50
Calorías (cal)	200	502	624	308	190	200	220
Grasa (g)	0	16	16	7	6	5	5
Proteína (g)	0	53	62	6	20	20	4
Carbohidratos (g)	50	58	56	56	22	18	40
Carbohidratos disponibles (g)	50	50	50	50	19	16	36
Fibra dietética (g)	0	8	6	6	3	2	4
Azúcares (g)	50	8	10	14	3	3	10

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Para la realización de la cena, no se fijó una hora concreta sino que cada participante la solicitó cuando estimó oportuno. La cena fue ad libitum, es decir se instruyó para que consumieran alimento hasta sentirse 'confortablemente lleno', en un periodo de tiempo de 30 min desde el inicio de la misma. Dicha cena consistió en sándwiches de jamón y queso (398 kcal/unidad, 14% proteína, 63% carbohidratos, 22% grasa) con 236 ml de agua. Independientemente del momento de la solicitud de la cena, se mantuvo a los participantes en el centro hasta que se completaron las 8 h de la prueba. Se proporcionó agua ad libitum durante todo el día.

Desde el final de la merienda hasta el inicio de la cena, cada 30 min se valoró la sensación de apetito de los sujetos participantes mediante escala visual analógica (EVA). Esta EVA consistía de líneas de 100 mm ancladas en cada extremo con declaraciones opuestas. Los participantes colocaron una 'x' en la línea para indicar su valoración hasta ese momento y la puntuación se calculó midiendo la distancia en milímetros desde el principio de la línea a la posición de la "x" (de izquierda a derecha).

Análisis estadístico

Se calcularon como estadísticos descriptivos valores medios y su desviación estándar. Para estudiar la presencia de diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los distintos tipos de tratamientos estudiados se realizaron análisis post hoc de Tukey. Todos los análisis se realizaron utilizando el paquete estadístico para las Ciencias Sociales (SPSS; versión 21; Chicago, IL).

Resultados y Discusión

El índice glicémico es una relación entre la respuesta glicémica de una cantidad fija de un determinado carbohidrato biodisponible procedente de una comida – test, y la misma cantidad de carbohidrato procedente de un alimento estándar (glucosa o pan blanco) consumida por el mismo sujeto. El área bajo la curva glucosa en sangre después de la ingesta de la comida que se testa se expresa como porcentaje en relación al estándar¹³. De acuerdo con esto, los alimentos según su índice glicémico se pueden clasificar en bajo (55), medio (56 - 69) o alto (70); el índice glucémico de la glucosa es 100.

En la Tabla 2 se muestra la respuesta en forma de glucosa plasmática (mg/dL), índice glicémico y carga glicémica para los tres tipos de barras estudiadas. Podemos observar como a partir de los 30 min existe un aumento de la glucemia en sangre significativamente mayor ($p < 0.05$) para la barra HC en relación a las barras de contenido proteico (LS y CS) (ver también Figura 1). También existen diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) entre los índices glicémicos para los tres tipos de barras estudiados. Mientras los índices glicémicos de las barras LS y CS se pueden considerar bajos, la barra HC tiene un índice glicémico medio.

Los aminoácidos estimulan la secreción de insulina¹⁴ y este hecho se considera como la base del efecto de las proteínas en la respuesta glucémica. Sin embargo, la relación entre los cambios en la respuesta de insulina en plasma y los cambios en las concentraciones de glucosa en plasma inducidos por la adición de proteína a los hidratos de carbono no es muy estrecha, lo que indica que otros mecanismos como velocidad de digestión de las proteínas y absorción – metabolismo de aminoácidos individuales, están influyendo en la respuesta glucémica¹⁵. Un estudio previo¹⁶ ha mostrado como la adición de diferentes fuentes de proteínas a la glucosa, incrementan entre 2 y 3 veces la respuesta de la insulina plasmática en comparación con la glucosa sola. Sin embargo, los efectos sobre la respuesta de glucosa en plasma variaron entre el ningún efecto (para las proteínas del huevo) a una reducción de aproximadamente el 40% (para el queso fresco). En esta misma línea, otro estudio¹⁷ también observa como la respuesta de insulina por la presencia de proteínas está correlacionada positivamente con las concentraciones plasmáticas de leucina, fenilalanina y tiroxina. También se ha observado en sujetos normales como la disminución de los niveles de glucosa en sangre tras la ingesta de proteínas es tanto mayor cuanto mayor es la sensibilidad de los sujetos a la insulina¹⁸. Este efecto no se observa en nuestro estudio en el que no existen grandes variaciones interindividuales para los diferentes tipos de alimentos estudiados. Sin embargo si podemos apreciar que aunque la regulación de los niveles de glucemia por parte de las proteínas depende entre otros factores de la naturaleza y tipo de proteínas, en el caso de las proteínas lácteas, y de forma muy especial para las proteínas lactoséricas, este tipo de nutrientes tienen un marcado efecto hipoglucemiante.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

En la Figura 2 se muestra la evolución del efecto de saciedad producido por las tres barras estudiadas desde los 30 min en los que se concluyó la merienda hasta 3 h. después. Se puede observar como la sensación de saciedad a los 60 min fue significativamente mayor ($p < 0.01$) para las barras elaboradas con proteínas lácteas LS y CS frente a la barra elaborada con hidratos de carbono HC. Incluso a los 90 min también se encuentran diferencias estadísticamente significativas entre las barras LS y CS ($p < 0.05$), observándose una mayor sensación de saciedad para la barra elaborada con proteínas lactoséricas. El efecto en la disminución de la sensación de hambre producido por las proteínas de la leche y especial por las proteínas del lactosuero ha sido previamente documentado. Un estudio anterior realizado por nosotros con mujeres jóvenes (20 – 30 años) durante una merienda, ha encontrado como la ingesta de un yogur al que se le añadieron proteínas lactoséricas produce una mayor sensación de saciedad que la que originan otras meriendas habituales como galletas o chocolate¹⁹. También Hall et al.²⁰ ha mostrado como la cantidad de energía ingerida durante una comida buffet *ad libitum* es significativamente menor a los 90 min de suministrar un suplemento líquido en forma de bebida conteniendo proteínas lactoséricas frente a un equivalente elaborado con caseínas. Así, la ingesta energética total fue 3676 KJ en el caso de las proteínas séricas frente a los 4537 KJ de la bebida con caseínas.

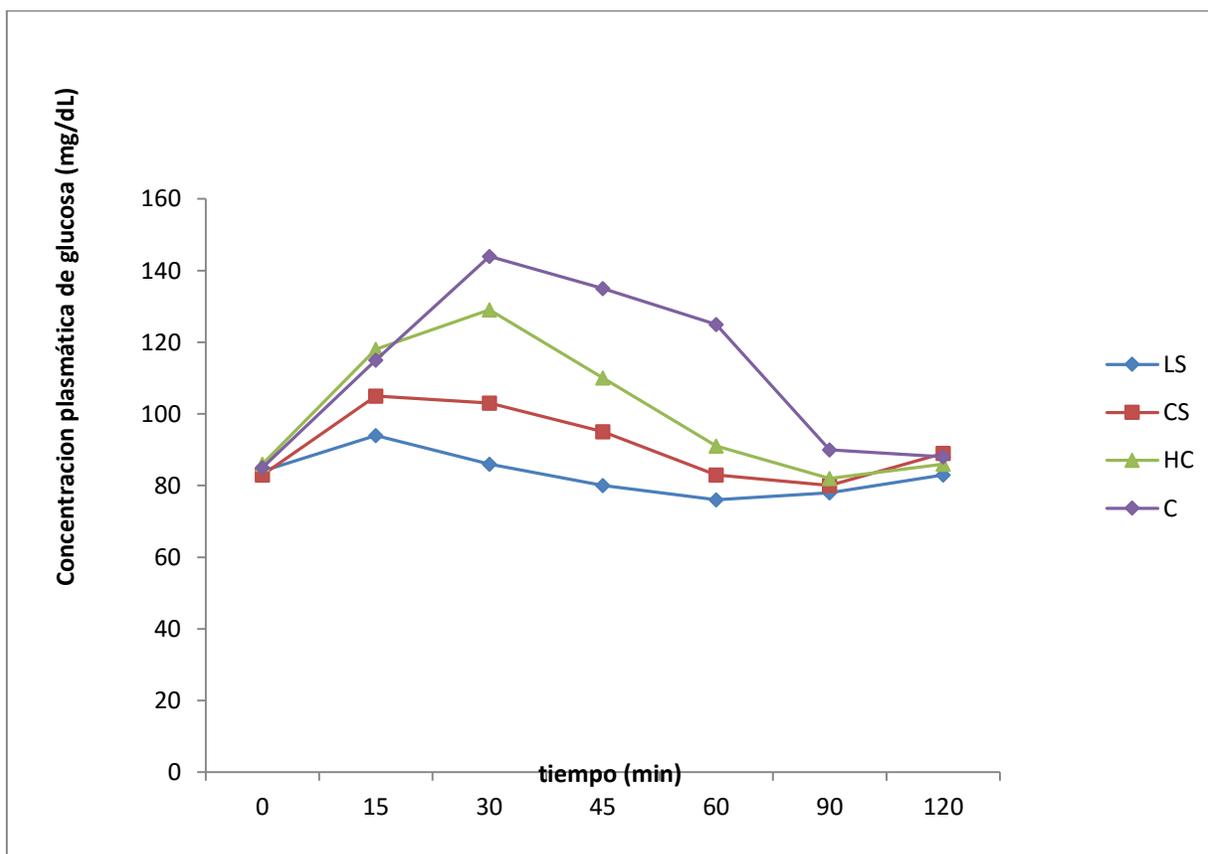
Para algunos autores el efecto regulador de la ingesta energética producido por las proteínas del suero lácteo viene producido porque estimulan la producción de hormonas moduladoras de la sensación de hambre como colecistoquinina (CCK), péptido similar al glucagón (GLP – 1), péptido YY (PYY) and ghrelin.^{21 -23} De acuerdo con esto, en el estudio de Hall et al¹⁹ ya comentado, las concentraciones plasmáticas de CCK y GLP – 1 son significativamente más altas ($p < 0.05$) cuando se ingiere el 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.

Otros estudios²⁴⁻²⁵ no encuentran sin embargo tantas diferencias en la reducción de la sensación de hambre entre proteínas séricas y caseínas. Así, la ingesta de suplementos dietéticos elaborados tanto con caseínas como con proteínas de lactosuero,

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

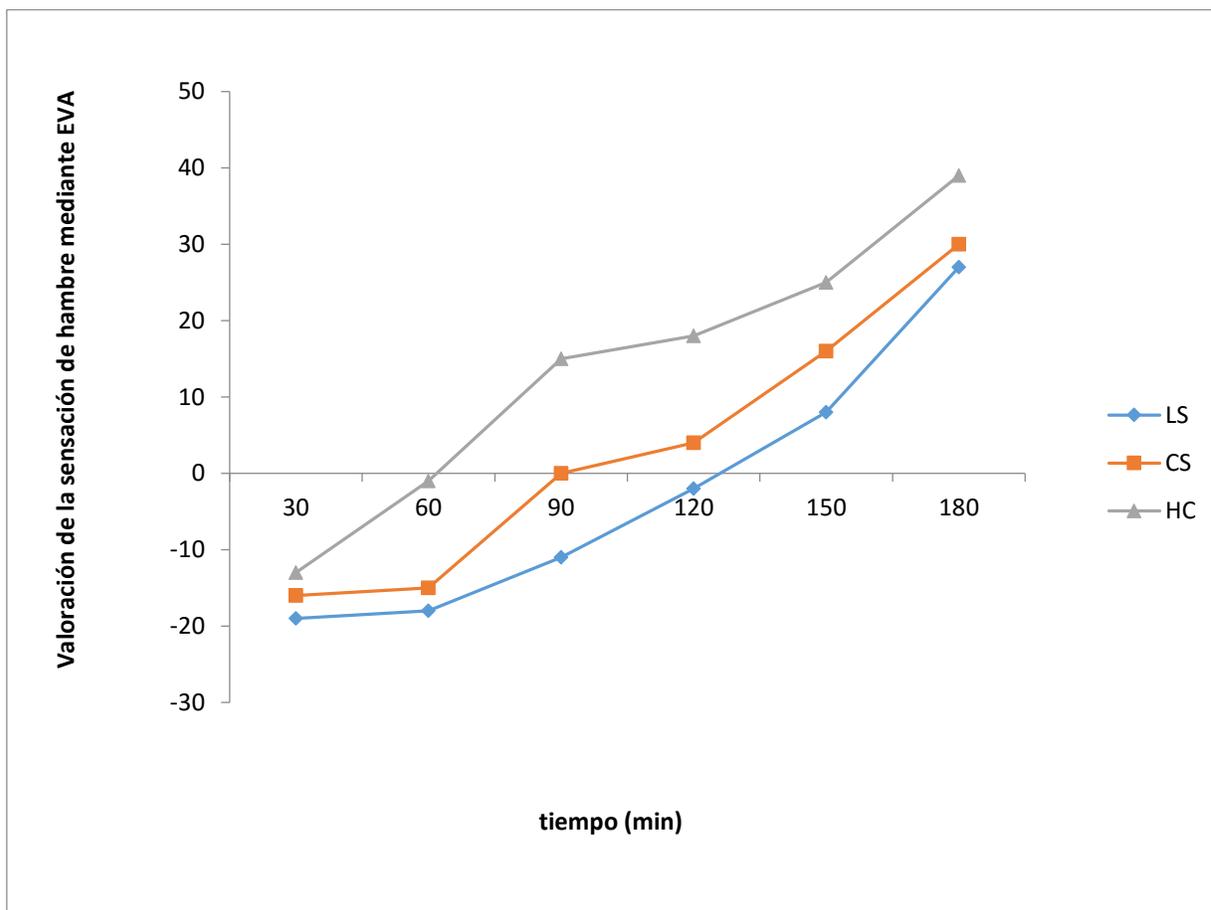
si bien no muestran diferencias entre ellos, sí producen un incremento en los niveles de CCK a los 15 min de ingerirse, 6 veces mayor frente a los que originan el consumo de suplementos elaborados con carbohidratos como lactosa o glucosa²⁴. Esto también podría justificar como a los 180 min, en los que nuestro ensayo fue concluido, la sensación de hambre sea muy similar entre los dos alimentos elaborados con proteínas lácteas, LS y CS, aunque marcadamente inferior al elaborado con hidratos de carbono HC. Para el caso de ésta última (HC) se puede observar (Figura 2) como la sensación de hambre comienza a aparecer desde los 60 min, agudizándose a los 90 min lo que produciría la ingesta de nuevos alimentos, disminuyendo la oxidación de carbohidratos y el que estos se acumulen en forma de lípidos de reserva. Esto justificaría el mayor efecto promotor de la sensación de saciedad de las proteínas lácteas frente a otros macrocomponentes de la dieta y su posibilidad de utilizarlas en regímenes adelgazantes.

Figura 1. Respuesta de la glucosa plasmática (mg/dL) para los tres tipos de barras estudiados y el control.



LS: Lactosuero; CS: Caseínas; HC: Carbohidratos; C: Control

Figura 2. Valoración de la sensación de saciedad mediante escala visual analógica (EVA) para los tres tipos de barras estudiados



LS: Lactosuero; CS: Caseínas; HC: Carbohidratos

Conclusiones

El creciente interés en la búsqueda de componentes nutritivos con un elevado poder de saciedad y un bajo índice glucémico, con el objetivo de ser utilizados en la formulación de alimentos para diabéticos y/o personas obesas, es una de las líneas de investigación actuales de la industria alimentaria. En este sentido, investigaciones previas han documentado como la utilización de proteínas facilita una disminución de la ingesta energética y promueve una pérdida de peso del tejido adiposo mucho mayor que la que producen carbohidratos o grasas. En el presente estudio, la utilización de proteínas lácteas, y en especial de proteínas del suero lácteo, como ingredientes para la formulación de barras energéticas tiene un marcado efecto hipoglucemiante, con valores de índice y carga glucémica significativamente menores que los que presentan las

barritas elaboradas con hidratos de carbono. Así mismo, estas barritas elaboradas con proteínas lácteas (caseínas y del suero) promueven una sensación del efecto de saciedad mucho mayor y durante más tiempo que las elaboradas con carbohidratos, lo que pone de manifiesto el potencial de estos ingredientes para la elaboración de alimentos con un alto valor dietético y nutricional.

Literatura citada

1. Astbury NM, Taylor MA, French SJ, Macdonald IA. Snacks containing whey protein and polydextrose induce a sustained reduction in daily energy intake over 2 wk under free-living conditions. *Am J Clin Nutr.* 2014; 99(5): 1131-40.
2. Lobato LP, Pereira AEC, Lazaretti MM, Barbosa DS, Carreira CM, Mandarino JMG, Grossmann MVE. Snack bars with high soy protein and isoflavone content for use in diets to control dyslipidemia. *Int J Food Sci Nutri.* 2012; 63:1–10.
3. Nielsen NS, Jacobsen C. Methods for reducing lipid oxidation in fish-oil-enriched energy bars. *Int J Food Sci Technol.* 2009; 44: 1536–1546.
4. Dutcosky SD, Grossmann MVE, Silva RSSF, Welsch AK Combined sensory optimization of a prebiotic cereal product using multicomponent mixture experiments. *Food Chem.* 2006; 98:630–638.
5. Hogan SA, Chaurin V, Brendan TO'K, Kelly PM. Influence of dairy proteins on textural changes in high-protein bars. *Int Dairy J.* 2012; 26:1–8.
6. Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, WesterterpPlantenga M. Protein, weight management, and satiety. *Am J Clin Nutr.* 2008; 87: 1558S–1561S.
7. 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: 41–48.
8. Boustani P, Mitchell VW. Cereal bars: a perceptual, chemical and sensory analysis. *Brit Food J.* 1990; 92: 17–22.
9. Rawat N, Darappal. Effect of ingredients on rheological, nutritional and quality characteristics of fibre and protein enriched baked energy bars. *J Food Sci Technol.* 2015; 52(5):3006-13.
10. Díaz Portillo J, Fernández MT, Parede Saldo F. Aspectos básicos de bioquímica clínica. 1997. Editorial Díaz de Santos, Madrid (España).
11. Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 1997; 20: 545–50.
12. Liu S, Willett WC, Stampfer MJ, et al. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 1455–61.
13. Jenkins DJA, Kendall CWC, Augustin LSA, Franceschi S, Hamidi M, Marchie A, Jenkins AL, Axelsen M. Glycemic index: Overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr.* 2002; 76: S266- S273.

14. Floyd JC Jr, Fajans SS, Conn JW, Thiffault C, Knopf RF, Guntsche E. Secretion of insulin induced by amino acids and glucose in diabetes mellitus. *J Clin Endoc.* 1968; 28: 266 – 276.
15. Wolever TMS. The glycaemic index: a physiological classification of dietary carbohydrate. CAB International. Wallingford, Oxon (United Kingdom).
16. Gannon MC, Nuttal FQ, Westphal SA, Neil BJ, Westphal SA. The insulin and glucose responses to meals of glucose plus various proteins in type II diabetic subjects. *Metab Clin Exp.* 1988; 37: 1081 – 1088.
17. Van Loon LJC, Saris WHM, Verhagen H, Wagenmakers AJM. Plasma insulin responses after ingestion of different amino acid or protein mixtures with carbohydrate. *Am J Clin Nutr.* 2000; 72: 96 – 105.
18. Brand – Miller JC, Colagiuri S, Gan ST. Insulin sensitivity predicts glycemia after a protein load. *Metab Clin Exp.* 2000; 49: 1 – 5.
19. 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 – 1627.
20. 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: 239–248.
21. Pal S, Radavelli – Bagatini S. The effects of whey protein on cardiometabolic risk factors. *Obes Rev.* 2012; 14: 324 – 343.
22. 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.
23. Fridd 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.
24. 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: 1477–1483.
25. Veldhorst MAB, Nieuwenhuizen AG, Hochstenbach – Waelen A, Westerterp KR, Engelen MPKJ, Brummer RJ, Deutz NEP, Westerterp – Plantenga MS. 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.* 2009; 28:147-155.

CONCLUSIONES GENERALES

Primera. Las meriendas de baja densidad energética y alto contenido en proteína y en concreto el yogur con adición de proteína de suero lácteo, conllevó a una mayor saciedad y a la reducción de la ingesta de alimentos posterior en comparación con otras meriendas de consumo habitual, como son galletas, o chocolate, ricos en grasas y azúcares simples. Estos resultados muestran que este tipo de merienda podría constituir una estrategia dietética eficaz para mejorar el control del apetito y de la posterior ingesta energética, que podrían utilizarse en dietas para la reducción del peso corporal. (Capítulo I)

Segunda. En mujeres obesas, la ingesta de proteínas del lactosuero en forma de suplementos para fomentar la sensación de saciedad y conseguir una importante reducción 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. (Capítulo II)

Tercera. La utilización de proteínas lácteas, y en especial de proteínas del suero lácteo, como ingredientes para la formulación de barras energéticas tiene un marcado efecto hipoglucemiante, con valores de índice y carga glucémica significativamente menores que los que presentan las barras elaboradas con hidratos de carbono. Así mismo, estas barras elaboradas con proteínas lácteas (caseínas y del suero) promueven una sensación del efecto de saciedad mucho mayor y durante más tiempo que las elaboradas con carbohidratos, lo que pone de manifiesto el potencial de estos ingredientes para la elaboración de alimentos con un alto valor dietético y nutricional. (Capítulo III)

LITERATURA CITADA GENERAL

1. Tremblay, A.; Bellisle, F. Nutrients, satiety, and control of energy intake. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*. 2015. 40(10):971-9.
2. Torresani MS, MI Lineamiento para el cuidado nutricional. 2ª ed. Buenos Aires Editorial Universitaria de Buenos Aires; 2005.
3. Garcia Gabarra A. [Nutrient intake: concepts and international recommendations (first part)]. *Nutr Hosp*. 2006 May-Jun;21(3):291-9.
4. Garcia Gabarra A. [Nutrient intakes: concepts and international recommendations (part two)]. *Nutr Hosp*. 2006 Jul-Aug;21(4):437-47.
5. Escobar Jiménez L, Espinosa Rosso J.R. Regulación de la ingesta. Control del apetito. In: Monereo Megias S, Moreno Esteban B, Alvarez Hernandez J editor. *Obesidad, La Epidemia del Siglo XXI*. Madrid; 2000. p. 493.
6. Chapelot D, Aubert R, Marmonier C, Chabert M, Louis-Sylvestre J. An endocrine and metabolic definition of the intermeal interval in humans: evidence for a role of leptin on the prandial pattern through fatty acid disposal. *Am J Clin Nutr*. 2000 Aug;72(2):421-31.
7. Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, WesterterpPlantenga M. Protein, weight management, and satiety. *Am J Clin Nutr*. 2008; 87: 1558S–1561S.
8. Lauderdale DS, Rathouz PJ. Body mass index in a US national sample of Asian Americans: effects of nativity, years since immigration and socioeconomic status. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000 Sep;24(9):1188-94.
9. Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A. Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000 Jan;24(1):38-48.
10. Wang Y. Cross-national comparison of childhood obesity: the epidemic and the relationship between obesity and socioeconomic status. *Int J Epidemiol*. 2001 Oct;30(5):1129-36.
11. Zegman MA. Errors in food recording and calorie estimation: clinical and theoretical implications for obesity. *Addict Behav*. 1984;9(4):347-50.
12. Dohm FA, Striegel-Moore RH. The food amount rating scale: development, reliability, and validity. *Obes Res*. 2002 Nov;10(11):1173-9.
13. Parker BA, Sturm K, MacIntosh CG, Feinle C, Horowitz M, Chapman IM. Relation between food intake and visual analogue scale ratings of appetite and other sensations in healthy older and young subjects. *Eur J Clin Nutr*. 2004 Feb;58(2):212-8.
14. Duffey KJ, Popkin BM: Energy density, portion size, and eating occasions: contributions to increased energy intake in the United States, 1977–2006.
15. Cornell CE, Rodin J, Weingarten H. Stimulus-induced eating when satiated. *Physiol Behav*. 1989 Apr;45(4):695-704.

16. Marcelino AS, Adam AS, Couronne T, Koster EP, Sieffermann JM. Internal and external determinants of eating initiation in humans. *Appetite*. 2001 Feb;36(1):9-14.
17. Pedrazzi P, Cattaneo L, Valeriani L, Boschi S, Cocchi D, Zoli M. Hypothalamic neuropeptide Y and galanin in overweight rats fed a cafeteria diet. *Peptides*. 1998;19(1):157-65.
18. Blundell JE, Rogers PJ. Hunger, hedonics, and the control of satiation and satiety. In: Friedman MI, Tordoff MG, Kare MR, eds. *Chemical senses*, vol 4. *Appetite and nutrition*. New York: Marcel Dekker, Inc, 1991:127–48
19. Barkeling B, Linne Y, Melin E, Rooth P. Vision and eating behavior in obese subjects. *Obes Res*. 2003 Jan;11(1):130-4.
20. Linne Y, Barkeling B, Rossner S, Rooth P. Vision and eating behavior. *Obes Res*. 2002 Feb;10(2):92-5.
21. 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: 1477–1483.
22. Salbe AD, DelParigi A, Pratley RE, Drewnowski A, Tataranni PA. Taste preferences and body weight changes in an obesity-prone population. *Am J Clin Nutr*. 2004. 79(3):372-8.
23. Astbury NM, Taylor MA, French SJ, Macdonald IA. Snacks containing whey protein and polydextrose induce a sustained reduction in daily energy intake over 2 wk under free-living conditions. *Am J Clin Nutr*. 2014; 99(5): 1131-40.
24. Rolls B, Rowe E, Rolls ET, Kingston B, Megson A, Gunary R. Variety in a meal enhances food intake in man. *Physiol Behav*. 1981;26(2):215-21.
25. Ello-Martin JA, Ledikwe JH, Rolls BJ. The influence of food portion size and energy density on energy intake: implications for weight management. *Am J Clin Nutr*. 2005 Jul;82(1 Suppl):236S-41S.
26. Stroebele N, De Castro JM. Effect of ambience on food intake and food choice. *Nutrition*. 2004 Sep;20(9):821-38.
27. Gómez Candela C, Mateo Lobo R, González Fernández B. Minerales. In: Vázquez C DCA, López-Nondedeu C. , editor. *Alimentación y Nutrición: Manual teórico-práctico*. Madrid; 2005. p. 45-62.
28. 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 Feb;89(2):239-48.
29. Burley VJ, Paul AW, Blundell JE. Influence of a high-fibre food (myco-protein) on appetite: effects on satiation (within meals) and satiety (following meals). *Eur J Clin Nutr*. 1993 Jun;47(6):409-18.
30. Jimenez-Cruz A, Manuel Loustaunau-Lopez V, Bacardi-Gascon M. The use of low glycemic and high satiety index food dishes in Mexico: a low cost approach to prevent and control obesity and diabetes. *Nutr Hosp*. 2006 May-Jun;21(3):353-6.
31. Mattes RD, Hollis J, Hayes D, Stunkard AJ. Appetite: measurement and manipulation misgivings. *J Am Diet Assoc*. 2005 May;105(5 Suppl 1):S87-97.

32. Blundell JE, Green S, Burley V. Carbohydrates and human appetite. *Am J Clin Nutr.* 1994 Mar;59(3 Suppl):728S-34S.
33. Vázquez Martínez C, Calañas Contente, A J Grasa alimentaria y su papel en la regulación de peso corporal. *Rev Esp Obes* 2004;1:5-25.
34. De Cos A, Gómez Candela C, González Fernández B. Lípidos. In: Vázquez C DCA, López-Nondedeu C. eds., editor. *Alimentación y Nutrición: Manual teórico-práctico.* Madrid; 2005. p. 13-23.
35. Organización Mundial de la Salud. Documento final de la Conferencia: Declaración de Roma sobre la Nutrición. Segunda Conferencia Internacional sobre Nutrición. Roma, 19-21 de noviembre de 2014. Disponible en <http://www.fao.org/3/a/ml542s.pdf>
36. Ng M, Fleming T, Robinson M, Thomson B, et al. Global, regional, and national prevalence of overweight and obesity in children and adults during 1980–2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. *The Lancet*, 2014; 384, (9945): 766 – 781.
37. Burley VJ GD, Cade J. Characteristics of women with high and low eating frequency: dietary analysis of the UK Women's Cohort Study. *Proc Nutr Soc.* 2002;61:140A.
38. Farshchi HR, Taylor MA, Macdonald IA. Beneficial metabolic effects of regular meal frequency on dietary thermogenesis, insulin sensitivity, and fasting lipid profiles in healthy obese women. *Am J Clin Nutr.* 2005 Jan;81(1):16-24.
39. Marmonier C, Chapelot D, Louis-Sylvestre J. Effects of macronutrient content and energy density of snacks consumed in a satiety state on the onset of the next meal. *Appetite.* 2000 Apr;34(2):161-8.
40. Marmonier C, Chapelot D, Louis-Sylvestre J. Metabolic and behavioral consequences of a snack consumed in a satiety state. *Am J Clin Nutr.* 1999 Nov;70(5):854-66.
41. Chapelot D, Marmonier C, Aubert R, Allegre C, Gausseres N, Fantino M, et al. Consequence of omitting or adding a meal in man on body composition, food intake, and metabolism. *Obesity (Silver Spring).* 2006 Feb;14(2):215-27.
42. Ruidavets JB B, Bataille V, Gourdy P, Ferrieres J. . Eating frequency and body fatness in middle-age men. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 2002;26:1476-83.
43. Basdevant A CC, Guy-Grand B. Snacking patterns in obese french women. *Appetite.* 1993;21:17-23.
44. Díaz Portillo J, Fernández MT, Parede Saldo F. Aspectos básicos de bioquímica clínica. 1997. Editorial Díaz de Santos, Madrid (España).
45. Summerbell CD, Moody RC, Shanks J, Stock MJ, Geissler C. Sources of energy from meals versus snacks in 220 people in four age groups. *Eur J Clin Nutr.* 1995 Jan;49(1):33-41.
46. Hill AJ, Rogers PJ, Blundell JE. Techniques for the experimental measurement of human eating behaviour and food intake: a practical guide. *Int J Obes Relat Metab Disord.* 1995 Jun;19(6):361-75.

47. Abdul G. Dulloo, Yves Schutz, Adaptive Thermogenesis in Resistance to Obesity Therapies: Issues in Quantifying Thrifty Energy Expenditure Phenotypes in Humans, *Current Obesity Reports*, 2015, **4**, 2, 230
48. Jia Li, Cheryl Armstrong, and Wayne Campbell. Effects of Dietary Protein Quantity and Source in Appetite Responses in Energy-Restricted Overweight and Obese Adults. *FASEB J* April 2015 29:594.8
49. Brand-Miller, J.C., Holt, S.H., Pawlak, D.B., and McMillan, J. 2002. Glycemic index and obesity. *Am. J. Clin. Nutr.* 76: 281S–285S.
50. Brunstrom, J.M. 2011. The control of meal size in human subjects: a role for expected satiety, expected satiation and premeal planning. *Proc. Nutr. Soc.* 70: 155–161. doi:10.1017/S002966511000491X. PMID:21275082.
51. Dodd, H., Williams, S., Brown, R., and Venn, B. 2011. Calculating meal glycemic index by using measured and published food values compared with directly measured meal glycemic index. *Am. J. Clin. Nutr.* 94: 992–996. doi:10.3945/ajcn.111.012138. PMID:21831990.
52. Doucet, E., Imbeault, P., St-Pierre, S., Alméras, N., Mauriège, P., Richard, D., and Tremblay, A. 2000. Appetite after weight loss by energy restriction and a low-fat diet-exercise follow-up. *Int. J. Obes. Relat. Metab. Disord.* 24: 906–914.
53. Keller, K.L., Kral, T.V.E., and Rolls, B.J. 2013. Impacts of energy density and portion size on satiation and satiety. In *Satiation, Satiety and the Control of Food Intake*. Edited by J. Blundell, and F. Bellisle. Woodhead Publishing, Oxford, UK. pp. 116–127.
54. Kennedy, G.C. 1953. The role of depot fat in the hypothalamic control of food intake in the rat. *Proc. R. Soc. B Biol. Sci.* 140: 578–596. doi:10.1098/rspb.1953. 0009.
55. Byrne, C.S.; Chambers, E.S.; Morrison, D.J.; Frost, G. The role of short chain fatty acids in appetite regulation and energy homeostasis. *International Journal of Obesity*. 2015. 39(9)1331 - 8
56. World Health Organization Obesity, preventing and managing the global epidemic (2000) Report of a WHO Consultation WHO Technical Report Series 894. Geneva: WHO.
57. Devlin MJ: Is there a place for obesity in DSM-V? *Int J Eat Disord*, 2007;40:S83-S88
58. Wiltink J, Dippel A, Szczepanski M, Thiede R, Alt C, Beutel ME. Longterm weight loss maintenance after inpatient psychotherapy of severely obese patients based on a randomized study: predictors and maintaining factors of health behavior. *J Psychosom Res* 2007;62(6):691-698.
59. Wadden TA. What characterizes successful weight maintainers? In: Allison D, Pi-Sunyer F, eds. *Obesity Treatment: Establishing Goals, Improving Outcomes, and Reviewing the Research Agenda*. New York, NY: Plenum Publishing Corp, 1995:103-111.
60. Krummel DA, Semmens E, Boury J, Gordon PM, Larkin KT. Stages of change for weight management in postpartum women. *J Am Diet Assoc* 2004;104(7):1102-1108.

61. Teixeira PJ, Palmeira AL, Branco TL, Matins SS, Minderico CS, Barata JT et al. Who will lose weight? A reexamination of predictors of weight loss in women. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2004;2(1):12.
62. Texeira PJ, Going SB, Houtkooper LB, Cussler EC et al. Exercise motivation, eating and body image variables as predictors of weight control. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38:179-188.
63. 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.
64. 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 – 1627.
65. 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.
66. Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 1997; 20: 545–50.
67. Rolls BJ: The relationship between dietary energy density and energy intake. *Physiol Behav* 2009, 97:609–615.
68. Leidy HJ: Increased dietary protein as a dietary strategy to prevent and/or treat obesity. *Mo Med* 2014, 111:54–58.
69. Douglas SM, Ortinau LC, Hoertel HA, Leidy HJ: Low, moderate, or high protein yogurt snacks on appetite control and subsequent eating in healthy women. *Appetite* 2013, 60:117–122.
70. Gillman MW, Ludwig DS. How early should obesity prevention start? *N Engl J Med*. 2013; 369: 2173–2175.
71. McAllister EJ, Dhurandhar NV, Keith SW, et al. Ten putative contributors to the obesity epidemic. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2009; 49: 868–913.
72. Paddon-Jones D, Westman E, Mattes RD, Wolfe RR, Astrup A, WesterterpPlantenga M. Protein, weight management, and satiety. *Am J Clin Nutr*. 2008; 87: 1558S–1561S.
73. Larsen, T.M., Dalskov, S.M., van Baak, M., Jebb, S.A., Papadaki, A., Pfeiffer, A.F., et al. 2010. Diets with high or low protein content and glycemic index for weight-loss maintenance. *N. Engl. J. Med*. 363: 2102–2113.
74. Liu S, Willett WC, Stampfer MJ, et al. A prospective study of dietary glycemic load, carbohydrate intake, and risk of coronary heart disease in US women. *Am J Clin Nutr* 2000; 71: 1455–61.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

ANEXO



Original/Alimentos funcionales

La merienda con elevada proteína de lactosuero mejora el nivel de saciedad y disminuye el apetito en mujeres sanas

Nadia Reyna^{1,2}, Rafael Moreno-Rojas³, Laura Mendoza², Andrés Urdaneta¹, Carlos Artigas¹, Eduardo Reyna⁴ y Fernando Cámara Martos³

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

Resumen

Antecedentes: el contenido nutricional y la densidad energética de los alimentos están relacionados con un mayor control del apetito, la saciedad y la reducción de la ingesta de alimentos.

Material y métodos: el estudio consistió en un diseño cruzado aleatorizado que incluyó 20 mujeres sanas, con edades entre 20 y 30 años y con un IMC de 20 y 24,9 kg/m² que se sometieron durante tres días a una prueba de ocho horas comparando meriendas de 130 kcal consumidas por la tarde: yogur con adición de proteína de suero de leche (PSL), galletas y chocolate. Consumieron un menú estandarizado; la merienda se consumía tres horas después del almuerzo. El hambre percibida y la plenitud se evaluaron durante la tarde hasta el consumo voluntario de la cena *ad libitum*.

Resultados: el consumo de yogur con PSL ocasionó una mayor reducción del apetito y un aumento de la saciedad tras su ingesta y hasta la cena, respecto a la merienda de chocolate y galletas ($p < 0,001$), no existiendo diferencias entre estas últimas. La merienda de yogur con PSL ocasionó una reducción significativa de la ingesta calórica en la cena, en comparación con las otras meriendas ($p < 0,001$) y una solicitud más tardía de alimentos de hasta 45 minutos.

Conclusiones: las meriendas con baja densidad energética y ricas en proteína (y concretamente el yogur con PSL), pueden ser una solución eficaz para mejorar el control del apetito y reducir la ingesta de alimentos en mujeres sanas.

(Nutr Hosp. 2015;32:1624-1628)

DOI:10.3305/nh.2015.32.4.9405

Palabras clave: Merienda. Apetito. Saciedad. Proteína. Densidad de energía.

Correspondencia: Rafael Moreno Rojas.
Número ORCID: 0000-0003-3134-7392.
Universidad de Córdoba, Campus de Rabanales
Ctra. N-IV, km. 396.
Departamento de Bromatología y Tecnología de los Alimentos,
Ed. Darwin – anexo. 14014 Córdoba, España.
E-mail: rafael.moreno@uco.es

Recibido: 12-VI-2015.

Aceptado: 26-VII-2015.

SNACK HIGH WHEY PROTEIN IMPROVES THE LEVEL OF SATIETY AND REDUCES APPETITE HEALTHY WOMEN

Abstract

Background: the nutritional content and energy density of foods is related to greater control of appetite, satiety and reducing food intake.

Methods/Subjects: the randomized crossover study included 20 healthy women, aged 20 and 30 years with a BMI of 20 to 24.9 kg/m² and who completed that included 3 day trial comparing 8 hours 130 kcal snacks consumed afternoon: yoghurt with added whey protein (PSL), biscuits and chocolate. Participants consumed a standardized menu; snack was consumed 3 hours after lunch. Perceived hunger and fullness were evaluated during the afternoon until dinner voluntary intake *ad libitum*. They repeat the same snack 3 times.

Results: consumption of yogurt with PSL led to a further reduction of appetite in the afternoon in front of the snack of chocolate and biscuits ($p < 0.001$). No differences of appetite in the afternoon between chocolate vs cookies but significant difference between yogurt with PSL and other treatments ($p < 0.001$) were detected. At snack, yogurt there was a significant reduction in caloric intake compared to other snacks ($p < 0.001$) and a later request for dinner with about 45 minutes apart.

Conclusions: snacks with less energy density and rich in protein (yogurt with PSL) improve the control of appetite, satiety and reduces food intake in healthy women later.

(Nutr Hosp. 2015;32:1624-1628)

DOI:10.3305/nh.2015.32.4.9405

Key words: Snack. Appetite. Satiety. Protein. Energy density.

Abreviaturas

PSL: Proteína de Suero de Leche.

EAV: Escala Analógica Visual.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Introducción

Meriendas de alto contenido energético de hasta 1/3 de la ingesta diaria se ha asociado con sobrepeso y obesidad, lo que afecta en sociedades desarrolladas un elevado porcentaje tanto de adultos como de niños^{1,2}. Muchos de los alimentos que se consumen entre las comidas (snacks) como galletas, dulces de pastelería, croissants, hojaldres, tortas, helados, donuts, papas o patatas fritas (chips) y chocolate tienen un alto contenido de grasas y azúcar, los que aportan una cantidad de calorías, que en la mayoría de los casos no se necesitan, lo cual hace de ese tipo de meriendas una verdadera amenaza para nuestra salud, al igual que el consumo de bebidas gaseosas azucaradas y jugos endulzados con jarabe de maíz³⁻⁵.

Sin embargo, podemos hacer de la merienda una aliada si sustituimos esos alimentos habituales por otros más saludables, de menor contenido calórico y más nutritivos⁶. El desarrollo de productos alimenticios funcionales que mejoran la saciedad, suprimiendo el apetito y reducen la ingesta de alimentos posteriores, constituyen una opción mejor que los productos alimenticios habituales de energía similar, lo que puede ser útil para ayudar a los consumidores para que se adhieran a las dietas de energía restringida y optimizar la gestión de peso corporal con éxito. Existe una serie de alimentos y componentes de los alimentos que se han identificado por tener el potencial para producir cambios a corto plazo en la saciedad⁷. Dos factores dietéticos, bien establecidos, que mejoran habitualmente el control del apetito, la saciedad, y/o reducen la ingesta diaria de alimentos, que son el consumo de alimentos de baja densidad energética⁴ y el aumento de proteínas en la dieta⁵. Estudios recientes han demostrado que el consumo de alimentos con menor densidad energética, producen la reducción del hambre posterior a la merienda, aumenta la plenitud y retrasa el deseo de volver a comer, en comparación con otros alimentos que eran de menor contenido en proteína y mayor en la densidad de energía⁶.

Nuestro estudio trata de evaluar si el consumo de alimentos con menor densidad energética y mayor contenido proteico usado en la merienda, en este caso yogur con adición de lacto suero, conduce a un mayor control del apetito, mantiene la saciedad, y ocasiona la el retraso y la reducción de la ingesta de alimentos posterior comparación con otras meriendas de consumo habitual que presentan mayor densidad energética y elevado contenido en grasa.

Material y Métodos

Sujetos

En el estudio participaron veinte mujeres con edades comprendidas entre 20 y 30 años, con un índice de masa corporal entre 20 y 24,9 kg/m² y fueron re-

clutadas de los pacientes que acudieron al Centro de Endocrinología y Metabólica de Investigación "Dr. Félix Gómez" en la Escuela de Medicina de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. Todas las participantes habían realizado actividad física durante 3 meses antes de iniciar el estudio (caminar durante 60 minutos por la tarde). Para la obtención del consentimiento informado por escrito, se les explicó a cada sujeto los detalles del estudio. Los criterios de exclusión fueron: tabaquismo; medicación hipolipemiente; uso de esteroides y otros agentes que pueden influir en el metabolismo de lípidos; diabetes mellitus; hipo e hipertiroidismo; trastornos de la alimentación; recientes y rápidos cambios de peso (pérdida/ganancia); medicación que pueda alterar el apetito; y eventos cardiovasculares en los últimos 6 meses.

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

Diseño del estudio

El estudio incorporó un diseño cruzado aleatorizado que comparó tres meriendas isocalóricas, comúnmente consumidos por la tarde: yogur, galletas y chocolate, que fueron adquiridos en el comercio. El yogur se seleccionó bajo grasa y sin azúcar, por tanto con baja densidad energética, y se le adicionaron 12 gramos de proteína de suero de leche (PSL); en tanto que las galletas y el chocolate presentaban ambos una mayor densidad energética, menor contenido en proteínas y elevada cantidad de grasas y azúcares simples (Tabla I). A los participantes se les proporcionó una merienda para consumir, en el hogar/trabajo, durante 3 días consecutivos. El cuarto día, se les indicó que debían tomar un desayuno a las 8 am en el hogar, estandarizado en 300 kcal (proteína 18%, carbohidratos 61% y grasa 22%), confirmándose su ejecución telefónicamente. Una hora antes del almuerzo se les citó para iniciar el control durante las 8 horas siguientes, para lo cual se les ubicó en una cómoda habitación donde no tenían ninguna referencia horaria y se inició con el consumo de 600 kcal de un almuerzo estandarizado (proteína 14%; 69% de carbohidratos; 30% de grasa). Se les proporcionó la merienda 3 horas después del almuerzo. Los participantes tenían 15 minutos para consumir la merienda y disponible 236 ml (8 oz) de agua.

No se fijó una hora concreta de cena, sino que cada participante solicitó cuando estimó oportuno la misma. La cena fue ad libitum, es decir se instruyó para que consumieran alimento hasta sentirse 'confortablemente lleno', en un periodo de tiempo de 30 min desde el inicio de la misma. Dicha cena consistió en sándwiches de jamón y queso (398 kcal/unidad, 14% de pro-

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

teína, 63% de carbohidratos, 22% de grasa) con 236 ml (8 oz) de agua. Independientemente del momento de la solicitud de la cena, se mantuvo a los participantes en el centro hasta que se completaron las 8-h de la prueba. Se proporcionó agua ad libitum durante todo el día. Cada merienda fue consumida en 3 días diferentes.

Valoración del apetito por escala analógica visual (EAV)

Inmediatamente después de la finalización de la merienda, se completó un cuestionario de palatabilidad utilizando escala analógica visual 100 mm, para conocer la evaluación de la aceptación general de la merienda. Además, tras la merienda, cada 30 minutos, durante toda la tarde hasta que los participantes solicitaban voluntariamente la cena, se utilizó un cuestionario de escala analógica visual 100 mm, automatizado, que evaluaba las sensaciones de apetito⁷.

El EAV consistía en líneas de 100 mm anclados en cada extremo con declaraciones opuestas. Los participantes colocaron una 'x' en la línea para indicar su valoración en ese momento y la puntuación se calculó midiendo la distancia en milímetros desde el principio de la línea de la posición de la "x" (de izquierda a derecha).

Se evaluó tanto la sensación de apetito como la de saciedad.

Registro de la calorías consumidas

Se registró el peso en gramos de los alimentos consumidos en la cena, lo que permitió determinar el número de calorías consumidas. También se registró la hora a la que fue solicitada la cena.

Análisis estadístico

Se calcularon como estadísticos descriptivos valores medios y su desviación estándar, así como la zona incrementales neta bajo la curva (AUC). A las mediciones repetidas se aplicó ANOVA para comparar los principales efectos de las meriendas sobre: las sensaciones percibidas, el tiempo transcurrido hasta la solicitud de la cena, y el consumo energético de la cena. 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).

Tabla I
Composición nutricional de las meriendas utilizadas

	Yogur con PSL	Galletas	Chocolate
Porción	140 gr	27 gr	25 gr
Contenido energético (kcal)	130	130	130
Proteína (g)	20	1,3	3
Carbohidratos (g)	10	19	13
Azúcares simples	0	10,3	11
Grasa Total (g)	1	6	8

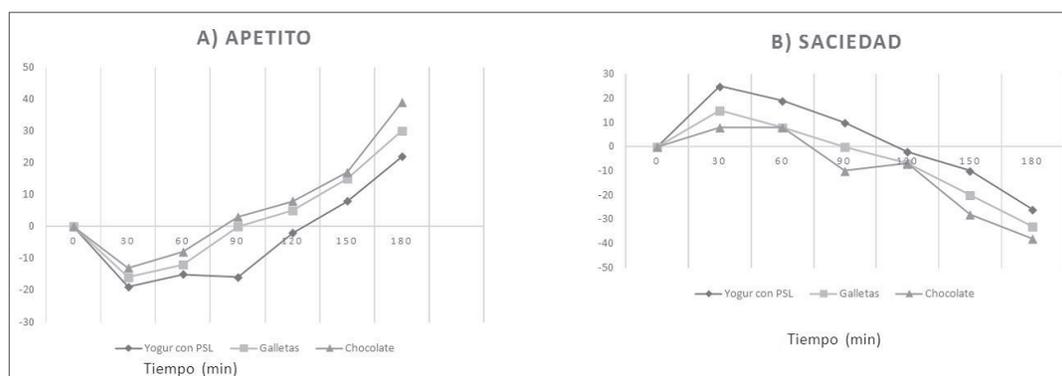


Fig. 1.—Evolución del Apetito percibido (A) y Saciedad (B) desde el momento del consumo de la merienda, durante tres horas.

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

Resultados

En la figura 1 se muestra la evolución de la percepción de apetito y la sensación de saciedad desde la merienda hasta tres horas después, donde se puede observar que las diferentes meriendas consumidas promovieron una disminución de hambre inmediata y un aumento de la plenitud, y al pasar el tiempo posterior a la merienda se van invirtiendo las sensaciones antes nombradas. Se puede comprobar como la merienda de yogurt con PLS mantiene los efectos iniciales durante más tiempo, a la vez que provocó a una mayor reducción del apetito estimado (mediante el AUC), en comparación con la merienda de chocolate y la galleta ($p < 0,01$). No se detectaron diferencias en el AUC de apetito entre la merienda de galletas vs a la de chocolate. Comprobando las inflexiones de las curvas (Fig. 1), podemos comprobar como la merienda de yogurt mantuvo el apetito bajo hasta los 90 minutos después de la merienda en comparación con el chocolate y galleta que se inicia el ascenso antes ($p < 0,05$). No se observaron mediante el AUC, diferencias en la saciedad entre la merienda de galletas y la de chocolate ($p > 0,05$), aunque analizando por tiempos concretos, en el minuto 90 dicha diferencia sí fue significativa ($p < 0,05$), siendo mayor la saciedad de la merienda de galletas que la de chocolate. Sin embargo, se observaron diferencias significativas en la saciedad del yogurt con PSL con respecto a las otras meriendas ($p < 0,001$, siendo máxima dicha diferencia de saciedad a los 90 minutos).

Las ingesta calórica de la cena ad libitum se muestra en la figura 2. El consumo de la merienda de yogurt con PSL llevó a una reducción de 211+30 kcal en la ingesta calórica de la cena en comparación con las galletas ($p < 0,001$) y con el chocolate de 239,6+38 kcal ($p < 0,001$). No se observaron diferencias en el consumo de la cena entre las galletas y el chocolate ($p > 0,05$). Se pudo observar un retardo en la hora de solicitud de la cena en los que individuos que consumieron el yogurt con PSL, de 45 min en comparación con el chocolate ($p < 0,01$) y de aproximadamente 30 min en comparación con las galletas ($p < 0,05$). En cambio no se apre-

cian diferencias significativas ($p > 0,05$) en la solicitud de la cena entre los individuos que tomaron las meriendas de galletas respecto a las de chocolate.

Discusión

La ingesta de alimentos entre comidas principales es una práctica común¹⁸, que se ha relacionado popularmente con un aumento el riesgo de desarrollar obesidad debido a la correlación positiva entre dicha práctica y un incremento de la ingesta energética diaria. Los resultados del presente estudio contradicen esta hipótesis y estudios previos que indican que dichas ingestas no afectan a la saciedad en los periodos entre comidas principales²². Obviamente, la composición de dichas tomas de alimentos deben influir tanto sobre el apetito como sobre la ingesta energética posterior, lo cual ha sido abordado por varios estudios que han examinado los efectos tanto de la reducción de la densidad de energía, como el aumento de proteínas en la dieta^{6,13,14}. Específicamente, en un estudio¹⁸ en hombres de peso normal a los que proporcionó 240 kcal en aperitivos, que variaron en el contenido de macronutrientes y densidad de energía comprobó que aunque el apetito y la saciedad de la tarde, ni el consumo energético en la cena no fueron diferentes entre las meriendas estudiadas, el consumo de aperitivos de baja densidad energética y elevado contenido proteico retrasó en 35 minutos la necesidad de comer, en comparación los aperitivos de alta densidad energética y rica en grasa ($p < 0,05$) y 25 min en comparación con los de una densidad energética moderada y alta en carbohidratos ($p < 0,05$)¹⁶. Por otra parte, diversos estudios indican una relación jerárquica de los macronutrientes, sobre los efectos de saciedad de los alimentos, que en el caso del consumo de grasa en la dieta tiene el efecto de saciedad más bajo y las proteínas tienen un efecto mayor⁷⁻¹¹. El efecto de la densidad energética sobre la saciedad también ha sido estudiado¹⁰ comprobándose en diversos estudios^{4,12,13} que se incrementa la saciedad y se reduce la ingesta de alimento cuando se consumen

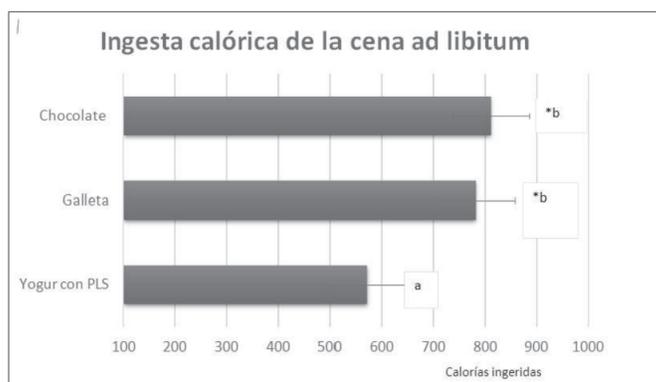


Fig. 2.—Calorías de la cena Ad libitum tras el consumo de cada merienda. Los datos se representan como medias \pm DE. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p < 0,05$). Misma letra indica que no existen dichas diferencias ($p > 0,05$)

Efecto sobre el apetito, la saciedad y la respuesta glicémica del consumo de meriendas con predominio proteico en individuos sanos y obesos

alimentos de una mayor densidad energética comparados a los alimentos de baja densidad energética. Puesto que los alimentos ricos en proteínas son típicamente de menor densidad energética que alimentos altos en grasa, es difícil predecir los efectos independientes de contenido de macronutrientes y densidad de energía¹⁴⁻¹⁶. Sin embargo, con nuestro estudio queda probado que, cuando se combinaba una baja densidad de energía con alto contenido de proteínas en la comida, permite mejorar el control del apetito y la saciedad en comparación con ingestas normales de proteína¹⁷.

Por nuestra parte, la selección de la fuente de proteína a partir del lactosuero se basa en que se ha señalado que el tipo de aminoácidos de la proteína de suero lácteo puede tener un papel importante sobre el efecto saciante en relación a otras proteínas o estudios realizados con maltodextrina^{18,19}. En primer lugar, la proteína de suero lácteo tiene una concentración relativamente alta de isoleucina, leucina y valina²⁰⁻²² que pueden ser detectadas en los análisis plasmáticos²². Con ello ha sido posible detectar una elevada concentración de aminoácidos plasmáticos desde los 15 min de consumo de la proteína de suero de leche que se ha relacionado con el mecanismo por el cual la proteína de suero induce la saciedad²⁰.

Conclusión

Las meriendas de baja densidad energética y alto contenido en proteína y en concreto el yogur con adición de proteína de suero lácteo, conllevó a una mayor saciedad y a la reducción de la ingesta de alimentos posterior en comparación con otras meriendas de consumo habitual, como son galletas, o chocolate, ricos en grasas y azúcares simples. Estos resultados muestran que este tipo de merienda podría constituir una estrategia dietética eficaz para mejorar el control del apetito y de la posterior ingesta energética, que podrían utilizarse en dietas para la reducción del peso corporal.

Agradecimientos

Al Centro de investigación Endocrino Metabólicas "Dr. Félix Gómez" adscrito a la Universidad del Zulia, Venezuela, por su colaboración financiera y uso de sus instalaciones.

Referencias

1. Van Kleef E, Van Trijp JCM, Van D en Borne JGC, Zonder van C. Successful development of satiety enhancing food products: towards a multidisciplinary agenda of research challenges. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2012; 52: 611-628.
2. Veldhorst MA, Westerterp KR, van Vught AJ, Westerterp-Plantenga MS. Presence or absence of carbohydrates and the proportion of fat in a high-protein diet affect appetite suppression

- but not energy expenditure in normal weight human subjects fed in energy balance. *Br J Nutr*. 2010; 104: 1395-1405.
3. Piernas C, Popkin BM: Increased portion sizes from energy-dense foods affect total energy intake at eating occasions in US children and adolescents: patterns and trends by age group and sociodemographic characteristics, 1977-2006. *Am J Clin Nutr*. 2011, 94:1324-1332.
4. Duffey KJ, Popkin BM: Energy density, portion size, and eating occasions: contributions to increased energy intake in the United States, 1977-2006. *PLoS Med*. 2011, 8:e1001050.
5. Rolls BJ: The relationship between dietary energy density and energy intake. *Physiol Behav*. 2009, 97: 609-615.
6. Leidy HJ: Increased dietary protein as a dietary strategy to prevent and/or treat obesity. *Mo Med*. 2014, 111: 54-58.
7. Douglas SM, Ortinau LC, Hoertel HA, Leidy HJ: Low, moderate, or high protein yogurt snacks on appetite control and subsequent eating in healthy women. *Appetite*. 2013, 60: 117-122.
8. Flint A, Raben A, Blundell JE, Astrup A: Reproducibility, power and validity of visual analogue scales in assessment of appetite sensations in single test meal studies. *Int J Obes Relat Metab Disord*. 2000, 24: 38-48.
9. Ortinau LC, Culp JM, Hoertel HA, Douglas SM, Leidy HJ: The effects of increased dietary protein yogurt snack in the afternoon on appetite control and eating initiation in healthy women. *Nutr J*. 2013, 12: 71.
10. Holt SH, Miller JC, Petocz P, Farmakalidis E: A satiety index of common foods. *Eur J Clin Nutr*. 1995, 49: 675-690.
11. Stubbs RJ, van Wyk MC, Johnstone AM, Harbrun CG: Breakfasts high in protein, fat or carbohydrate: effect on within-day appetite and energy balance. *Eur J Clin Nutr*. 1996, 50: 409-417.
12. Westerterp-Plantenga MS, Rolland V, Wilson SA, Westerterp KR: Satiety related to 24 h diet-induced thermogenesis during high protein/carbohydrate vs high fat diets measured in a respiration chamber. *Eur J Clin Nutr*. 1999, 53: 495-502.
13. Blatt AD, Williams RA, Roe LS, Rolls BJ: Effects of energy content and energy density of pre-portioned entrees on energy intake. *Obesity (Silver Spring)* 2012, 20: 2010-2018.
14. Williams RA, Roe LS, Rolls BJ: Assessment of satiety depends on the energy density and portion size of the test meal. *Obesity (Silver Spring)* 2014, 22: 318-324.
15. Leidy HJ, Ortinau LC, Douglas SM, Hoertel HA: Beneficial effects of a higher-protein breakfast on the appetitive, hormonal, and neural signals controlling energy intake regulation in overweight/obese, "breakfastskipping," late-adolescent girls. *Am J Clin Nutr*. 2013, 97: 677-688.
16. 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: 239-248.
17. Pal S, Ellis V: The acute effects of four protein meals on insulin, glucose, appetite and energy intake in lean men. *Br J Nutr*. 2010; 104: 1241-1248.
18. Marmonier C, Chapelot D, Louis-Sylvestre J: Effects of macronutrient content and energy density of snacks consumed in a satiety state on the onset of the next meal. *Appetite*. 2000, 34: 161-168.
19. Zafar TA, Waslien C, AlRaefaei A, Alrashidi N, AlMahmoud E: Whey protein sweetened beverages reduce glycemic and appetite responses and food intake in young females. *Nutr Res*. 2013; 33: 303-310.
20. Berteus Forslund H, Torgerson JS, Sjostrom L, Lindroos AK: Snacking frequency in relation to energy intake and food choices in obese men and women compared to a reference population. *Int J Obes*. 2005; 29: 711-9.
21. De Graaf C: Effects of snacks on energy intake: an evolutionary perspective. *Appetite*. 2006; 47: 18-23.
22. Diepvens K, Haberer D, Westerterp-Plantenga M: Different proteins and biopeptides differently affect satiety and anorexic/orexigenic hormones in healthy humans. *Int J Obes*. 2008; 32: 510-518.