

Vilma Quitral<sup>1\*</sup>; Martín Torres<sup>2</sup>; Maximiliano Velásquez<sup>3</sup>; Marcelo Bobadilla<sup>4</sup>

### Resumen

**Antecedentes:** actualmente, existe un creciente interés en investigar los componentes de los alimentos que tengan la característica de la saciedad. Algunos constituyentes de la fibra dietética presentan esta característica, como la inulina, que corresponde a un prebiótico. **Objetivo:** analizar y discutir el efecto de la inulina en la saciedad en humanos. **Materiales y métodos:** se hizo una búsqueda bibliográfica en las bases Scielo, Science Direct, Pubmed, Oxford Journals, revisando artículos de nutrición y alimentos. **Resultados:** se revisaron estudios en diversos grupos poblacionales, con diferentes métodos de evaluación de la saciedad y diversas dosis de inulina. Los resultados obtenidos fueron controversiales, en algunos casos se demostró efecto en la saciedad; y en otros, no; por lo tanto, no es posible afirmar que la inulina tenga el efecto de generar saciedad en humanos; se observa un efecto potenciador de la saciedad al ser añadido a algunas preparaciones que producen saciedad individualmente. **Conclusiones:** no es posible afirmar que la inulina tenga el efecto de generar saciedad en humanos.

**Palabras clave:** inulina, saciedad, prebiótico, fructanos.

1\* Autor de correspondencia. Magister en Ciencia de los Alimentos. Ingeniera de alimentos. Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Santiago-Chile. vilmaquitral@santotomas.cl

2 Nutricionista. Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Santiago-Chile. martin-tm10@hotmail.com

3 Nutricionista. Escuela de Nutrición y Dietética, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Santiago-Chile. maxi.vel1991@gmail.com

4 Doctor en Ciencias Biológicas. Licenciado en Ciencias Biológicas. Escuela de Kinesiología, Facultad de Salud, Universidad Santo Tomás. Santiago-Chile. mbobadilla1965@gmail.com

**Cómo citar este artículo:** Quitral V, Torres M, Velásquez M, Bobadilla M. Efecto de inulina en la saciedad en humanos. *Perspect Nutr Humana*. 2018;20:79-89. DOI: 10.17533/udea.penh.v20n1a07



## Abstract

**Background:** There is currently a growing interest in researching components of foods that have satiety power. Some constituents of dietary fiber have this characteristic, like the inulin that corresponds to a prebiotic. **Objective:** Analyze and discuss the effect of inulin on satiety in humans. **Materials and Methods:** A bibliographic search was done using Scielo, Science Direct, Pubmed, and Oxford Journals databases, reviewing nutrition and food items. **Results:** Studies were reviewed in different population groups, with different methods of evaluation of satiety and various doses of inulin. Controversial results were obtained, some cases showed an effect on satiety and others did not, therefore it is not possible to affirm that inulin has the effect of satiety in humans; an increase in satiety effect is observed when inulin is added to some individual preparations that already produce satiety. **Conclusion:** It is not possible to affirm that inulin has the effect of generating satiety in humans.

**Keywords:** Inulin, satiety, prebiotic, fructans.

## INTRODUCCIÓN

Al finalizar la ingesta alimentaria se produce una sensación de saciedad (1,2), lo que implica ciertos eventos posteriores al acto de comer que suprimen el hambre y mantienen una inhibición hacia el consumo de alimentos durante un período de tiempo determinado; mientras que el hambre puede considerarse como la necesidad de comer o un período en el que las señales de saciedad están ausentes. Entre el hambre y la saciedad se produce la *saciación*, un grupo de procesos que indican la terminación de comidas. Los efectos coordinados de la *saciación* y la saciedad controlan el tamaño y la frecuencia de los episodios de ingesta de alimentos, definiendo así el patrón de alimentación (3).

La saciedad está regulada por distintas hormonas que proceden del sistema gastrointestinal, del sistema endocrino, del tejido adiposo y del sistema nervioso (4). La iniciación de la alimentación sucede si el sistema nervioso central recibe señales que dan cuenta de una disminución generalizada de la utilización de los macronutrientes que producen energía a nivel celular; una de las hormonas

que detecta estados de déficit a corto plazo es la grelina. Esta hormona estimula el consumo de alimentos, y sus niveles plasmáticos disminuyen después de una comida (5). Al consumir altos volúmenes de alimento (400 a 500 ml), se produce distensión abdominal y supresión del apetito por la acción de la hormona colecistoquinina (CCK). Frente al estímulo de hidratos de carbono y grasa, en el íleon se sintetiza el péptido similar al glucagón (GLP-1). Las células L del intestino delgado distal y del colon producen el péptido YY (PYY), cuyos niveles son bajos en ayuno y suben rápidamente después de una comida, para establecerse después de una o dos horas después de la comida. Estas hormonas (CCK y GLP-1) y PYY actúan en la supresión del apetito y la reducción del consumo energético en el corto plazo (2,6,7).

Para evaluar la saciedad que producen los alimentos en los individuos, se utiliza la escala visual análoga (EVA o VAS en inglés), que consiste en una escala de apreciación en la que el valor mínimo corresponde a ausencia de saciedad (tener mucha hambre) y el máximo es su mayor intensidad. Se puede presentar como una línea recta de diferente longitud o puntos (0 a 100 mm, por

ejemplo) (2) y se evalúa en distintos tiempos: antes de comer, inmediatamente después de comer, y luego de 2 o 3 horas (8,9); o pueden realizarse mediciones cada 30 minutos hasta completar 3 horas (10). Otra medición de la saciedad corresponde al “cociente de saciedad” (SQ), que relaciona la sensación de apetito (medida con EVA) y la energía del alimento consumido (11,12); se calcula con la siguiente ecuación:

$$SQ = \left( \frac{\text{apetito en ayuno (mm)} - \text{apetito 60 min después de la comida (mm)}}{\text{Contenido energético de la comida (kcal)}} \right) \times 100$$

Karaluz et al. (13) aplican un cuestionario de cinco factores de saciedad, en el que consideran: factor mental y físico de hambre, factor mental y físico de plenitud y factor de gusto de comida; en cada factor hay de 3 a 20 preguntas y se presentan en escalas de magnitud de 150 mm. Otra metodología para evaluar saciedad consiste en administrar alimentos y permitir su consumo *ad libitum*, registrando la cantidad de alimentos y energía consumidos (14).

Existen indicadores bioquímicos asociados con metabolismo, saciación y saciedad, estos incluyen glucosa, insulina, grelina, leptina, CCK, GLP-1, PYY, que se pueden medir en sangre y permiten evaluar la saciedad (15,16).

En la actualidad, existe un creciente interés en la búsqueda de componentes nutritivos con elevado poder de saciedad, para ser utilizados en formulación de alimentos para personas con sobrepeso u obesidad con la finalidad de que el consumo de alimentos disminuya (17).

La evidencia científica ha demostrado que el consumo de alimentos con alto contenido de fibra dietética produce saciedad y pérdida de peso (18-21). Dentro de los componentes de la fibra dietética, existe un grupo denominado “prebióticos”, que corresponde a todos los ingredientes que posee

un alimento que no pueden ser digeridos por las enzimas digestivas y que, además, incitan el desarrollo de bacterias beneficiosas (22-24). De acuerdo con el documento de expertos, *Consensus*, los prebióticos tienen el potencial de mejorar la salud humana y animal, y reducir el riesgo de enfermedades mediadas por problemas en la microbiota; además, el uso de prebióticos para mejorar la salud no puede ser aislado, sino que debe estar contemplado dentro de una dieta y estilo de vida saludables (25). Si un componente alimenticio resiste la digestión en el intestino delgado, se fermenta parcialmente en el intestino grueso por bacterias propias del medio e induce a ciertas bacterias beneficiosas a desarrollarse, se trata de un prebiótico (24,26-33). Los prebióticos se han calificado como compuestos bioactivos, debido a que modifican positivamente la funcionalidad de procesos fisiológicos del organismo (34).

Dentro de los prebióticos se encuentra la inulina, que, de acuerdo con lo que definen Álvarez-Barroto et al. (35), “es el nombre genérico para designar a una familia de glúcidos complejos (polisacáridos) formados por cadenas moleculares de fructosa” (p. 132). Estas cadenas de fructosas están unidas por enlaces  $\beta$ -(2-1) fructosil-fructosa con residuo D-glucopiranosil o de  $\alpha$ -D-fructopiranosil (32,36).

El objetivo de este artículo de actualización fue evaluar la relación entre el consumo de inulina, ya sea como alimento o como ingrediente de alguna preparación, con la regulación de la saciedad en humanos.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La búsqueda de información se realizó consultando recursos bibliográficos, como las bases de datos Scielo, Science Direct, Pubmed, Oxford Journals. Se utilizaron las siguientes palabras clave: *inulin*, *satiety*, *prebiotic*, VAS. Se realizó una

## Inulina saciedad

búsqueda de revistas hasta el año 2010, y en los casos en que en dichos artículos se hacía referencia a artículos de años anteriores, también se incluyeron, dada su relevancia. Las revistas consultadas fueron del área de nutrición y alimentos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La inulina corresponde a un hidrato de carbono de origen vegetal que resiste la digestión en el tracto gastrointestinal superior y es fermentada en el colon. Aumenta la biomasa fecal y el contenido de agua en las heces, mejorando así los hábitos intestinales. Gracias a su propiedad de fermentar, afecta distintas funciones involucradas en la protección y reparación de la mucosa del colon, lo que puede contribuir a reducir el riesgo de enfermedades intestinales (37). Tiene efecto prebiótico, es capaz de mejorar la absorción gastrointestinal de minerales, disminuye el riesgo de aterosclerosis y aumenta la saciedad (38).

La inulina tiene bajo valor calórico, es hipoglicemian-te y tiene la capacidad de mejorar la biodisponibilidad de calcio y magnesio (32,39). Regula parámetros lipídicos, además fortalece el sistema inmune y puede reducir el riesgo de cáncer (32,36,38-41).

Sus funciones como prebiótico descritas en la literatura están vinculadas principalmente a lo largo del intestino, aumentando la producción de ácidos grasos de cadena corta por la microbiota intestinal (26,29,42), reduciendo el pH intraluminal (26,41,42), disminuyendo los productos nitrogenados (42), modulando el sistema inmune (39,40,41) y generando una alteración hormonal y peptídica sobre la saciedad de las personas (40,42).

La inulina se encuentra contenida en más de 36 000 plantas de diferentes géneros, está presente en la cebolla, en el ajo, en el plátano y en la raíz de achicoria principalmente (43). En la tabla 1 se presenta el contenido de inulina en diferentes vegetales (44).

Muchos de los alimentos contenidos en la tabla en mención se consumen directamente (cebolla, ajo, diente de león), aunque en baja cantidad; otros sirven para extraer la inulina e incorporarla como ingrediente en productos alimenticios. Debido al alto contenido de la misma (>10 %), la raíz de achicoria representa la fuente más importante usada en la producción industrial de inulina (38).

**Tabla 1.** Alimentos fuente de inulina

Fuente de inulina	Parte de la planta	Contenido de inulina (g/100 g)
Yacon ( <i>Smallanthus sonchifolius</i> )	Raíz	35
Ajo ( <i>Allium sativum</i> )	Bulbo	14 - 23
Cebada ( <i>Hordeum vulgare</i> )	Grano	18 - 20
Achicoria ( <i>Cichorium intybus</i> )	Raíz	11 - 20
Topinambur, Topinambo o petaca ( <i>Helianthus tuberosus</i> )	Tubérculo	12 - 19
Espárrago ( <i>Asparagus sp.</i> )	Raíz	15
Agave ( <i>Agave sp.</i> )	Tallo	12 - 15
Achicoria amarga o diente de león ( <i>Taraxacum officinale</i> )	Raíz	12 - 15
Dalia ( <i>Dahlia pinata cav.</i> )	Tubérculo	10 - 12
Ginseng Brasileiro ( <i>Pfalia glomerate</i> )	Raíz	11,45
Cebolla ( <i>Allium cepa, Allium sp.</i> )	Bulbo	5 - 9

Fuente: Shoaib et al. (44)

La inulina obtenida de achicoria es un polvo blanco de finas partículas de sabor neutro. Se disuelve en agua (aproximadamente 10 % a 25 °C) lo que permite adicionarla en medio acuoso sin que se precipite y presenta baja viscosidad, además de propiedades de gelificación (44). Las moléculas de inulina pueden interactuar con otros constituyentes de los alimentos, tales como almidón e hidrocoloides, produciendo importantes modificaciones que permiten mejorar la textura de los alimentos (38).

La inulina se incorpora como ingrediente en barras de cereal, yogurt, galletas, entre otros. Se han realizado investigaciones para evaluar el efecto de la incorporación de inulina en alimentos y bebidas sobre la saciedad, los resultados de dichas investigaciones se presentan en la tabla 2.

Los estudios mencionados en la tabla 2 muestran resultados controversiales; en algunos casos se observó disminución parcial o total en la saciedad (9,44-48,50), en estos estudios la saciedad se evaluó por diferentes métodos, como escala visual análoga, consumo de energía, nivel de grelina y otros indicadores bioquímicos en sangre. Mientras que en otros estudios no se observaron cambios significativos en el aumento de la misma (13,49,50). La dosis de inulina no parece tener relación directa con la saciedad, puesto que en los estudios en que se detectó saciedad la dosis administrada fue de 2 a 8 g; sin embargo, en los otros estudios la dosis fue de 8 hasta 24 g.

El hecho de que no se haya comprobado una función reguladora de la saciedad por parte de la inulina se pudo ver afectado por diferentes motivos, como el vehículo que se utilizó para suministrar la inulina, el tiempo de consumo o alguna interacción fisiológica del estado nutricional que pudiera alterar sus características.

Se reporta en la literatura que los alimentos sólidos provocan un mayor efecto de saciedad posingesta y una mayor sensación de plenitud en las horas subsiguientes, en comparación con los alimentos líquidos (51,52). El formato del alimento al que se le agrega inulina puede ser un factor importante en el impacto que tiene sobre la saciedad, confundiendo los efectos reportados del consumo de inulina. Al comparar un alimento sólido con inulina y uno líquido con inulina, puede haber un mayor potencial para que la inulina aumente la saciedad cuando se añade al líquido (47). Esto se debe particularmente a la propiedad de la inulina que le permite retener agua; por lo tanto, si la fibra se dejó hidratar, o no, un tiempo antes del consumo, influirá en el nivel de saciedad que pueda provocar (53). De acuerdo con los estudios presentados en la tabla 2, existen alimentos que por su consistencia y componentes pueden afectar directamente la saciedad por sí solos, como por ejemplo el yogurt (47), la yerba mate, el guaraná y la damiana (YGD) (45), el café (9) y un alto contenido de proteína (46), pudiendo influir en los resultados.

En los estudios analizados se encontró que se produjo aumento aislado de algunas hormonas anorexígenas, como la leptina, PYY y GLP-1 y una disminución en la hormona orexígena, grelina (9,48,50). Sin embargo, estos resultados siguen siendo controversiales, porque no se puede asegurar que el aumento aislado de dichas hormonas anorexígenas tengan un efecto directo en la regulación en la sensación de saciedad, independiente de la dosis de inulina que se administre, debido a que el mecanismo hambre-saciedad es regulado por un variado número de hormonas y señales gastrointestinales (2,4).

Según Heap et al., no se demostró un efecto de saciedad provocado por la inulina en el primer día de su estudio; a pesar de ello, al octavo día se

**Tabla 2.** Estudios que investigan los efectos de inulina sobre saciedad

N.º de voluntarios y estado nutricional	Tiempo del estudio	Tipo de muestras	Dosis inulina	Resultados	Evaluación de saciedad	Fuente
<b>Inulina saciedad</b>						
22 mujeres Normal Sobrepeso	24 horas	5 barras de cereales con: 1) oligofructosa 2) inulina 3) fibra de maíz soluble 4) almidón resistente 5) barra control	10 g	No hubo diferencia significativa en la saciedad producida entre las barras.	Cuestionario de 5 factores de saciedad	13
30 mujeres Obesidad	3 meses	1) prebióticos (mezcla de inulina y fructooligosacáridos (FOS) en 50/50) 2) muestra placebo (malto-dextrina)	8 g	Aumento de bifidobacterias con la muestra de inulina.	-	60
58 mujeres Normal Sobrepeso	24 horas	1) YGD (yerba mate, guaraná y damiana) con agua 2) inulina con agua	5 g	YGD produce un efecto regulador a corto plazo sobre ingesta calórica, el que se ve aumentado en consumo mixto con inulina. La inulina produce efectos más leves sobre la regulación del apetito.	Escala visual análoga. Consumo de energía	45
33 hombres Normal Sobrepeso Obesidad	3 semanas	Empanadas de desayuno: 1) con grasa 2) con inulina 3) con grano de lupino (leguminosa)	24 g	El desayuno de empanada con inulina proporcionó menos energía. No hay diferencia significativa entre empanada de inulina y alta en grasa en la percepción de saciedad.	Escala visual análoga	49
60 hombres Sobrepeso	24 semanas	Suplementación con: 1) éster de inulina - propionato 2) inulina	10 g	La ingestión aguda del inulina-propionato estimuló significativamente la liberación posprandial de PYY y GLP-1 y redujo el consumo de energía. Después de 24 semanas, con la suplementación de inulina-propionato se reduce significativamente la ganancia de peso. Se atribuye el efecto al propionato.	Nivel de glucosa, insulina, PYY, GLP-1 en sangre	50
30 mujeres Obesidad	3 meses	Suplemento 1) inulina con oligofructosa 2) placebo (malto-dextrina)	8 g	Incremento de bifidobacterias en personas que consumieron suplemento de inulina. Disminuyó la concentración de ácidos grasos de cadena corta fecal en sujetos que consumieron suplemento de inulina.	---	61
52 mujeres Normal	24 horas	Comidas rápidas hiperprotéicas 1) con inulina 2) control	8 g	Aumento en la saciedad en el grupo que consumió inulina, lo que generó una disminución en la ingesta de energía.	Escala visual análoga. Consumo de energía	46
19 mujeres Normal	8 días	Yogurt: 1) con inulina 2) control	6 g	El primer día no afectó la regulación del apetito o la ingesta de energía. En el octavo día disminuyó el apetito después de un consumo de yogurt con inulina, pero no hubo una disminución en la ingesta de energía.	Escala visual análoga. Consumo de energía	47
11 hombres y mujeres Normal	7 días	Café: 1) grupo control (solo café) 2) café + proteína de suero + dextrina + inulina (2 g) 3) café + inulina (5 g)	2g 5g	Mayor saciedad produce [café + proteína de suero + dextrina + inulina (2 g)]. Mayor diferencia en niveles de leptina con [café + 5g de inulina], pre y posconsumo.	Escala visual análoga. Niveles de grelina, leptina, GLP-1 en sangre	9
269 hombres y mujeres Normal Sobrepeso	24 horas	Galletas 1) de avena 2) de avena + inulina	3,24g	Disminución significativa de los niveles de grelina en sangre a partir del minuto 30 en comparación con la galleta de avena.	Niveles de grelina e insulina en sangre.	48

mostró una disminución en el apetito (47). Con respecto a los demás estudios de la tabla 2, no se puede asegurar que el consumo repetido de inulina provoque saciedad en todos los individuos, siendo poco claro el mecanismo por el cual actúa la inulina, porque cada microbiota intestinal actúa de manera diferente en cada individuo (54).

De acuerdo con los resultados de la tabla 2, la inulina produciría saciedad en individuos de peso normal principalmente, aunque no se encontró en la literatura que el estado nutricional de los voluntarios interfiriera en los resultados de la regulación de la saciedad. No obstante, faltan pruebas concluyentes para determinar si en realidad la efectividad de la inulina no se ve alterada por las diferencias en el estado nutricional de las personas (46).

Aun cuando no se ha demostrado completamente el efecto regulador de la saciedad de la inulina por sí sola, se ha sugerido el siguiente mecanismo de acción que puede ayudar a complementar la sensación de saciedad de otras preparaciones. A través de la fermentación producida por las bifidobacterias y lactobacilos, la inulina produce ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (24). Meléndez et al. (30) declaran que

el acetato, el propionato y el butirato son los ácidos grasos de cadena corta más importantes y su producción depende del tipo de prebiótico que llega al colon; por ejemplo, la inulina genera la formación de más butirato porque, al parecer, su fermentación es más lenta; en cambio, cuando la fermentación es más rápida, se forma de preferencia más propionato y acetato. (p. 3)

El butirato interactúa con los receptores FFAR3 (*Free Fatty Acid Receptor 3*), estimulando la producción de péptidos anorexígenicos como PYY y GLP-1 (55). La inulina también logra una importante fermentación a acetato y lactato, actuando a través de FFAR2 para influir en las vías de diferenciación celular y promover una mayor liberación del PYY (46). El aumento de la densidad de las células L proporciona al colon un mayor potencial para la liberación de PYY, reduciendo la ingesta de alimentos (56,57). El mecanismo por el cual PYY produce su efecto anorexígeno es la inhibición de la actividad eléctrica de las terminales sinápticas de neuronas productoras de neuropéptido Y (NPY) y, finalmente, por la activación de las neuronas productoras de proopiomelanocortina (POMC), las cuales son anorexígenicas (58). El GLP-1 estimula la liberación de insulina, disminuye la secreción ácida del estómago y lentifica el llenado gástrico, produciendo sensación de saciedad al activar las células del área postrema y los receptores hipotalámicos de la saciedad (59).

## CONCLUSIONES

Los estudios revisados en el presente artículo no son suficientes para afirmar que la inulina por sí sola genera un efecto de saciedad en humanos. Sin embargo, se ve un efecto potenciador de la saciedad al ser añadido a algunas preparaciones que producen saciedad individualmente. Es necesario realizar mayores investigaciones. No obstante, tan solo un consumo diario de inulina en dosis entre 6-10 g permite generar diversos efectos beneficiosos para el organismo.

## Referencias

1. Osorio J, Weisstaub G, Castillo C. Desarrollo de la conducta alimentaria en la infancia y sus alteraciones. *Rev Chil Nutr.* 2002;29(3):280-5.
2. Blundell J, de Graaf C, Hulshof T, Jebb S, Livingstone B, Luch A, et al. Appetite control: methodological aspects of the evaluation of foods. *Obes Rev.* 2010;11(3):251-70. DOI: 10.1111/j.1467-789X.2010.00714.x
3. Oliveira L, Souza S, Manhães-de-Castro R. Behavioral satiety sequence: an experimental model for studying feeding behavior. *Rev. Nutr. Campinas.* 2011;24(4):619-28. DOI: 10.1590/S1415-52732011000400010
4. Calzada R, Altamirano N, Ruiz M de la L. Reguladores neuroendocrinos y gastrointestinales del apetito y la saciedad. *Bol Med Hosp Infant Mex.* 2008;65(6):468-87.
5. De Graaf C, Blom WA, Smeets PA, Stafleu A, Hendriks HF. Biomarkers of satiation and satiety. *Am J Clin Nutr.* 2004;79(6):946-61. DOI: 10.1093/ajcn/79.6.946
6. Cummings DE, Overduin J. Gastrointestinal regulation of food intake. *J Clin Invest.* 2007;117(1):13-23. DOI: 10.1172/JCI30227
7. Svendsen B, Pedersen J, Albrechtsen NJ, Hartmann B, Torång S, Rehfeld JF, et al. An analysis of cosecretion and coexpression of gut hormones from male rat proximal and distal small intestine. *Endocrinology.* 2015;156(3):847-57. DOI: 10.1210/en.2014-1710
8. Quitral V, Atalah E, Jara MF, Echeverría F, Vivanco JP, López X. Estudio de aceptabilidad y saciedad de barras de cereal altas en fibra dietética en escolares de una escuela rural de Chile. *Rev Chil Nutr.* 2016;43(1):68-74. DOI: 10.4067/S0717-75182016000100010
9. Singer J, Grinev M, Silva V, Cohen J, Singer P. Safety and efficacy of coffee enriched with inulin and dextrin on satiety and hunger in normal volunteers. *Nutrition.* 2016;32(7-8):754-60. DOI: 10.1016/j.nut.2015.12.040
10. Gomes da Silva MF, Dionísio AP, Ferreira Carioca AA, Silveira AL, Pinto CO, Pinto de Abreu FA, et al. Yacon syrup: Food applications and impact on satiety in healthy volunteers. *Food Res Int.* 2017;100(1):460-7. DOI: 10.1016/j.foodres.2017.07.035
11. Drapeau V, King N, Hetherington M, Doucet E, Blundell J, Tremblay A. Appetite sensations and satiety quotient: Predictors of energy intake and weight loss. *Appetite.* 2007;48(2):159-66. DOI: 10.1016/j.appet.2006.08.002
12. Drapeau V, Blundell J, Gallant AR, Arguin H, Després JP, Lamarche B, et al. Behavioural and metabolic characterisation of the low satiety phenotype. *Appetite.* 2013;70:67-2. DOI: 10.1016/j.appet.2013.05.022
13. Karalus M, Clark M, Greaves KA, Thomas W, Vickers Z, Kuyama M, et al. Fermentable Fibers Do Not Affect Satiety or Food Intake by Women Who Do Not Practice Restrained Eating. *J Acad Nutr Diet.* 2012;112(9):1356-62. DOI: 10.1016/j.jand.2012.05.022
14. Cioffi I, Ibrugger S, Bache J, Thomassen MT, Contaldo F, Pasanisi F, et al. Effects on satiation, satiety and food intake of wholegrain and refined grain pasta. *Appetite.* 2016;107:152-8. DOI: 10.1016/j.appet.2016.08.002
15. Blundell JE, Gibbons C, Caudwell P, Finlayson G, Hopkins M. Appetite control and energy balance: Impact of exercise. *Obes Rev.* 2015;16(S1):67-76. DOI: 10.1111/obr.12257
16. Campbell C, Wagoner TB, Foegeding EA. Designing foods for satiety: The roles of food structure and oral processing in satiation and satiety. *Food Structure.* 2017;13:1-12. DOI: 10.1016/j.foostr.2016.08.002
17. ReynaN, Moreno R, Mendoza L, Parra K, Linares S, Reyna E, et al. Formulación de barras nutricionales con proteínas lácteas: índice glucémico y efecto de saciedad. *Nutr Hosp.* 2016; 33(2):395-400. DOI: 10.20960/nh.122

18. Slavin J. Dietary fiber and body weight. *Nutrition*. 2005;21:411-8. DOI: 10.1016/j.nut.2004.08.018
19. Touyarou P, Sulmont-Rossé C, Gagnaire A, Issanchou S, Brondel L. Monotonous consumption of fibre-enriched bread at breakfast increases satiety and influences subsequent food intake. *Appetite* 2012;58:575-81. DOI: 10.1016/j.appet.2011.11.026
20. Fiszman S, Varela P. The satiating mechanisms of major food constituents - An aid to rational food design. *Trends Food Sci Tech*. 2013;32:43-50. DOI: 10.1016/j.tifs.2013.05.006
21. Ye Z, Arumugama V, Haugabrooksa E, Williamson P, Hendrich S. Soluble dietary fiber (Fibersol-2) decreased hunger and increased satiety hormones in humans when ingested with a meal. *Nutr Res*. 2015;35(5):393-400. DOI: 10.1016/j.nutres.2015.03.004
22. Oliveira G, González-Moreno I. Probióticos y prebióticos en la práctica clínica. *Nutr Hosp*. 2007;22:26-34.
23. De las Cagigas L, Blanco J. Prebióticos y probióticos, una relación beneficiosa. *Rev Cuba Aliment Nutr*. 2002;16(1):63-8.
24. Corzo N, Alonso JL, Azpiroz F, Calvo MA, Cirici M, Leis R, et al. Prebióticos; concepto, propiedades y efectos beneficiosos. *Nutr Hosp*. 2015;31:99-118. DOI: 10.3305/nh.2015.31.sup1.8715
25. Gibson G, Hutkins R, Sanders ME, Prescott S, Reimer R, Salminen S, et al. The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol*. 2017;14:491-502. DOI: 10.1038/nrgastro.2017.75
26. Lavanda I, Saad SMI, Lobo AR, Colli C. Prebióticos y su efecto en la biodisponibilidad del calcio. *Rev Nutr*. 2011;24(2):333-44. DOI: 10.1590/S1415-52732011000200014
27. Toyama G. Prebióticos, probióticos y simbióticos en la dietoterapia de los pacientes quemados. *Diaeta*. 2010;28(132):07-14.
28. Domínguez AM, Vázquez L, Ramos G. Revisión del papel de los oligosacáridos prebióticos en la prevención de infecciones gastrointestinales. *Arch Latinoam Nutr*. 2009;59(4):358-68.
29. Chirido F, Menéndez AM, Pita Martín de Portela M, Sosa P, Toca M del C, Trifone L, et al. Prebióticos en salud infantil. *Arch Argent Pediatr*. 2011;109(1):49-55.
30. Meléndez N, Aguilar C, Nevárez G, Rodríguez R. Compuestos prebióticos: de las moléculas al ser humano. *Rev la Soc Venez Microbiol*. 2011;31(1):6-12.
31. Roberfroid M. Prebiotics: The Concept Revisited. *J Nutr*. 2007;137(1):830S-7S.
32. Madrigal L, Sangronis E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Arch Latinoam Nutr*. 2007;57(4):387-96.
33. Ambalam P, Raman M, Purama RK, Doble M. Probiotics, Prebiotics and Colorectal Cancer Prevention. *Best Pract Res Clin Gastroenterol*. 2016;30(1):119-31. DOI: 10.1016/j.bpg.2016.02.009
34. Lopez A, Gavara R, Lagaron JM. Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials. *Trends Food Sci Technol*. 2006;17(10):567-75.
35. Álvarez-Borroto R, Ruano-Nieto AL, Calle-Miñaca MR, Lara-Fiallos MV. Extracción y determinación de inulina del ajo común autóctono (*Allium sativum*). *Rev Cuba Química*. 2015;27(2):131-46.
36. Peters MS, Timmerhaus KD. *Plant design and economics for chemical engineers*. McGraw-Hill; 1991.
37. Cherbut C. Inulin and oligofructose in the dietary fibre concept. *Brit J Nutr*. 2002; 87(Suppl.2):S159-62. DOI: 10.1079/BJN2002532

## Inulina saciedad

38. Zhu Z, He J, Liu G, Barba F, Kouba M, Ding L, et al. Recent insights for the green recovery of inulin from plant food materials using non-conventional extraction technologies: A review. *Innov Food Sci Emerg Tech.* 2016;33:1-9. DOI: 10.1016/j.ifset.2015.12.023
39. Gotteland M, Brunser O. Efecto de un yogur con inulina sobre la función intestinal de sujetos sanos o constipados. *Rev Chil Nutr.* 2006;33(3):553-60. DOI: 10.4067/S0717-75182006000500012
40. Capriles VD, Arêas JAG. Frutanos do tipo inulina e aumento da absorção de cálcio: uma revisão sistemática. *Rev Nutr.* 2012;25(1):147-59. DOI: 10.1590/S1415-52732012000100013
41. Castor L. Inulina: Polisacárido con interesantes beneficios a la salud humana y con aplicación en la industria farmacéutica. *inFÁRMate.* 2011;27:1-5.
42. Morales D, Vélez JF. Prebióticos: su importancia en la salud humana y propiedades funcionales en tecnología de alimentos. *Univ las Américas Puebla.* 2013;1:12-24.
43. Balcázar B, Martínez E, González M. Efecto de la administración oral de inulina sobre el perfil de lípidos y la sensibilidad a la insulina en individuos con obesidad y dislipidemia. *Rev Med Chil.* 2003;131(6):597-604. DOI: 10.4067/S0034-98872003000600002
44. Shoaib M, Shehzada A, Omar M, Rakha A, Raza H, Sharif HR, et al. Inulin: Properties, health benefits and food applications. *Carbohydr Polym.* 2016;147:444-54. DOI: 10.1016/j.carbpol.2016.04.020
45. Harrold JA, Hughes GM, O'Shiel K, Quinn E, Boyland EJ, Williams NJ, et al. Acute effects of a herb extract formulation and inulin fibre on appetite, energy intake and food choice. *Appetite.* 2013;62:84-90. DOI: 10.1016/j.appet.2012.11.018
46. Giuntini E, Dan M, Lui MC, Lajolo F, Menezes E. Positive impact of a functional ingredient on hunger and satiety after ingestion of two meals with different characteristics. *Food Res Int.* 2015;76:395-401. DOI: 10.1016/j.foodres.2015.06.038
47. Heap S, Ingram J, Law M, Tucker AJ, Wright AJ. Eight-day consumption of inulin added to a yogurt breakfast lowers postprandial appetite ratings but not energy intakes in young healthy females: a randomised controlled trial. *Br J Nutr.* 2016;115(2):262-70. DOI: 10.1017/S0007114515004432
48. Stamatakis N, Nikolidakis E, Yanni A, Stoupaki M, Konstantopoulos P, Tsigkas A, et al. Evaluation of a high nutritional quality snack based on oat flakes and inulin: effects on postprandial glucose, insulin and ghrelin responses of healthy subjects. *Food Funct.* 2016;7(7):3295-303. DOI: 10.1039/c6fo00559d
49. Archer BJ, Johnson SK, Devereux HM, Baxter AL. Effect of fat replacement by inulin or lupin-kernel fibre on sausage patty acceptability, post-meal perceptions of satiety and food intake in men. *Br J Nutr.* 2004;91(4):591-9. DOI: 10.1079/BJN20031088
50. Chambers E, Viardot A, Psichas A, Morrison D, Murphy K, Zac-Varghese SEK, et al. Effects of targeted delivery of propionate to the human colon on appetite regulation, body weight maintenance and adiposity in overweight adults. *Gut.* 2015;64(11):1744-54. DOI: 10.1136/gutjnl-2014-307913
51. Tiekens S, Leidy H, Stull A, Mattes R, Schuster R, Campbell W. Effects of solid versus liquid meal-replacement products of similar energy content on hunger, satiety, and appetite-regulating hormones in older adults. *Horm Metab Res.* 2007;39(5):389-94. DOI: 10.1055/s-2007-976545
52. Stull A, Apolzan J, Thalacker-Mercer A, Iglay H, Campbell W. Liquid and solid meal replacement products differentially affect postprandial appetite and food intake in older adults. *J Am Diet Assoc.* 2008;108(7):1226-30. DOI: 10.1016/j.jada.2008.04.014
53. Slavin J. Fiber and prebiotics: mechanisms and health benefits. *Nutrients.* 2013;22;5(4):1417-35. DOI: 10.3390/nu5041417
54. Liber A, Szajewska H. Effects of inulin-type fructans on appetite, energy intake, and body weight in children and adults: systematic review of randomized controlled trials. *Ann Nutr Metab.* 2013;63(1-2):42-54. DOI: 10.1159/000350312

55. Lin H, Frassetto A, Kowalik Jr E, Nawrocki A, Lu M, Kosinski J, et al. Butyrate and Propionate Protect against Diet-Induced Obesity and Regulate Gut Hormones via Free Fatty Acid Receptor 3-Independent Mechanisms. *PLoS One*. 2012;7(4): e35240. DOI: 10.1371/journal.pone.0035240
56. Brooks L, Viardot A, Tsakmaki A, Stolarczyk E, Howard JK, Cani PD, et al. Fermentable carbohydrate stimulates FFAR2-dependent colonic PYY cell expansion to increase satiety. *Mol Metab*. 2016;1-13. DOI: 10.1016/j.molmet.2016.10.011
57. De Silva A, Salem V, Long CJ, Makwana A, Newbould R, Rabiner E, et al. The Gut Hormones PYY3-36 and GLP-17-36 amide Reduce Food Intake and Modulate Brain Activity in Appetite Centers in Humans. *Cell Metab*. 2011;14:700-6. DOI: 10.1016/j.cmet.2011.09.010
58. Gonzalez MEH, Ambrosio KG, Sanchez S. Regulación neuroendócrina del hambre, la saciedad y mantenimiento energético. *Investig en Salud*. 2006;7(3):191-200.
59. Burgos AM. Rol de las incrtinas. *Rev Hosp Clínico Univ Chile*. 2012;23:213-8.
60. Dewulf E, Cani P, Claus S, Fuentes S, Puylaert P, Neyrinck A, et al. Insight into the prebiotic concept: lessons from an exploratory, double blindintervention study with inulin-type fructans in obese women. *Gut*. 2013;62(8):1112-21. DOI: 10.1136/gutjnl-2012-303304
61. Salazar N, Dewulf E, Neyrinck A, Bindels L, Cani P, Mahillon J, et al. Inulin-type fructans modulate intestinal Bifidobacterium species populations and decrease fecal short-chain fatty acids in obese women. *Clin Nutr*. 2015;34(3):501-7. DOI: 10.1016/j.clnu.2014.06.001.