

See discussions, stats, and author profiles for this publication at: <https://www.researchgate.net/publication/306433744>

Empleo de inulina en matrices alimentarias

Article · August 2016

CITATIONS

0

READS

2,367

5 authors, including:



Karina Murillo

Universidad del Valle (Colombia)

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Dario Ortega

Universidad del Valle (Colombia)

1 PUBLICATION 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Isabel Velasquez Orozco

Universidad del Valle (Colombia)

3 PUBLICATIONS 0 CITATIONS

SEE PROFILE



Juan Sebastián Ramírez-Navas

Universidad del Valle (Colombia)

85 PUBLICATIONS 126 CITATIONS

SEE PROFILE

Some of the authors of this publication are also working on these related projects:



Natural Ingredients [View project](#)



Lácteos concentrados azucarados: de la tradición a la ciencia [View project](#)

EMPLEO DE INULINA EN MATRICES ALIMENTARIAS



INTRODUCCIÓN

La inulina es un polisacárido de tipo fructano de gran importancia en el mercado, con una función prebiótica totalmente demostrada. Este compuesto se extrae de la raíz de achicoria y se puede encontrar también en diferentes especies vegetales alrededor del mundo. Ofrece múltiples aplicaciones para la industria de alimentos y la industria farmacéutica, ya que ayuda en varias funciones metabólicas del organismo humano. Se produce industrialmente a partir de la extracción de la raíz de la achicoria y se utiliza como ingrediente en productos

Castellanos Luis; Murillo Karina; Ortega Darío; Velásquez Isabel; Ramírez-Navas Juan Sebastián

Escuela de Ingeniería de Alimentos -
Universidad del Valle. Cali, Colombia

tales como derivados lácteos y postres congelados, en los cuales aporta cuerpo y palatabilidad. La inulina tiene la capacidad de formar gel y de actuar como emulsificante, es útil como sustituto de azúcares y grasas, presenta sinergismo con edulcorantes, aporta textura y permite la depresión del punto de congelación. También se la conoce como ingrediente prebiótico, ya que por su configuración química no puede ser hidrolizada por las enzimas digestivas del hombre, por lo que permanece intacta hasta llegar a la parte inferior del tracto gastrointestinal, donde es fermentada por las bacterias benéficas. De esta manera, la inulina se comporta como fibra dietética, aportando un valor calórico reducido (máximo de 1,5 kcal/g)⁽¹⁾.

Se han mencionado varios beneficios que aporta la inulina en la salud, entre ellos la estimulación del crecimiento de bacterias benéficas^(2,4); el refuerzo del sistema inmunológico⁽⁵⁾; la regulación del tránsito intestinal⁽³⁾; la reducción del riesgo de cáncer de colon⁽⁶⁾; el aumento de la absorción de calcio y de magnesio^(3,7); la disminución del colesterol sanguíneo⁽⁶⁾; la disminución de triglicéridos en sangre^(3,7); el mejoramiento de la respuesta glucémica^(3,5); y el aporte de un bajo valor calórico, con un máximo de 1,5 Kcal/g⁽⁸⁾.

Esta revisión se centra en el estado del arte de la aplicación de la inulina en la industria alimentaria, como los derivados lácteos.

CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS Y FÍSICAS DE LA INULINA

La inulina está constituida por moléculas de fructosa unidas por enlaces β -(2-1) fructosil-fructosa que terminan con una unidad de glucosa vinculada por un enlace α -(1-2) conocido como residuo β -D-glucopiranosil⁽⁹⁾ como se observa en la Figura 1(a). Por otro lado, el monómero terminal de la cadena puede corresponder a un residuo de D-fructopiranosil, ilustrado en la Figura 1(b)⁽¹⁰⁾.



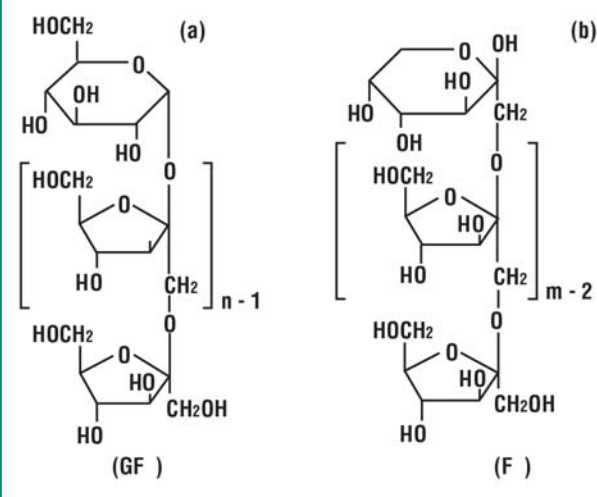
La inulina presenta una estructura polimérica y dispersa, de forma lineal, conformada por una combinación de oligo y/o polisacáridos lineales⁽¹¹⁻¹³⁾. La inulina de alto rendimiento (HP) es obtenida removiendo monómeros de pequeño peso molecular. Por otra parte, a través de una hidrólisis parcial de la inulina se obtiene oligofruktosa (fructo-oligosacáridos), con mejor solubilidad en agua que la propia inulina y con funcionalidades semejantes al azúcar o jarabe de glucosa^(11,14,15). Además Kaur y Gupta⁽¹⁴⁾ afirman que la oligofruktosa tiene la capacidad de formar microcristales en el momento que ocurre un cizallamiento en agua o en leche. La inulina y la oligofruktosa se conocen como fructanos.

Algunas de las características diferenciales entre inulina y oligofruktosa son:

- El grado de polimerización promedio (GP) para la inulina es de 12, para la inulina HP es de 25 y para la oligofruktosa es de 4.
- Al tener una mayor longitud de cadena, en la inulinasa tiene un menor dulzor.
- La inulina solubilizada en agua no hidroliza en fructosa a 90°C, por otro lado la solubilidad en agua a 25°C para la inulina es de 120 g/L, para la inulina HP es de 25 g/L y para la oligofruktosa es >750 g/L^(11,16,17).

La inulina se utiliza para incrementar el contenido de fibra dietética en los alimentos, habitualmente se utilizan intervalos de 3 a 6 g por porción, en otros casos se usa arriba de 10 g⁽¹⁸⁾. La cantidad mínima de inulina como fuente de fibra en los alimentos depende directamente de la legislación en cada país. La norma colombiana especifica que los productos adicionados con fibra son aquellos en los que el contenido de fibra es igual o mayor de 2,5 g por porción con relación al contenido del alimento original o de su similar⁽¹⁹⁾. El uso de inulina no se limita

FIGURA 1 - Estructura química de la inulina. (a) con una molécula terminal de glucosa (β -D-glucopiranosil). (b) con una molécula terminal de fructosa (β -D-fructopiranosil). Fuente: Madrigal y Sangronis⁽¹⁰⁾



a sus propiedades como un sustituto de la grasa, investigaciones recientes han indicado sus propiedades prebióticas, por lo que la inulina se considera actualmente como un ingrediente funcional⁽²⁰⁾.

Carbofarma

Calcio

Calcio

- Carbonato de Calcio Pesado USP
- Carbonato de Calcio Liviano USP

Calcio para compresión directa:
- Carbonato de Calcio CD
- Citrato de Calcio CD

Molinos y Panificados – Alfajores y Galletitas
Leches y Yogures - Dulces y Postres - Productos Dietéticos
Fármacos y Cosméticos - Uso veterinario – Alimento balanceado

- **Certificación GMP:** Good Manufacturing Practice
- **Certificación ANMAT:** Ingredientes Farmacéuticos Activos

CAFUNE S.A.: (54 11) 4918-2677 / 2680
carbofarma@carbofarma.com.ar

www.carbofarma.com.ar

CAPACIDAD DE FORMACIÓN DE GEL

El gel de inulina es una red tridimensional de partículas submicrónicas insolubles con gran cantidad de agua inmovilizada, la cual asegura la estabilidad física. La inulina muestra propiedades gelificantes de alto nivel (para inulina de achicoria estándar >25% y para la inulina de cadena larga >15%) y hace una estructura de gelificación después del cizallamiento. Cuando la inulina está totalmente disuelta en agua u otro medio acuoso, la utilización de un instrumento de corte como un mezclador u homogeneizador da como resultado la formación de una estructura de color blanco cremoso que se pueden añadir fácilmente en los alimentos como un sustituto de grasa hasta en un 100%⁽²¹⁾.

La propiedad de gelificación de la inulina está fuertemente influenciada por la concentración, la cantidad total de materia seca, factores de cizallamiento (por ejemplo, temperatura, tiempo, velocidad o presión) y por el tipo de instrumento de corte utilizado. Sin embargo, no se ve afectada por el pH (pH entre 4 y 9). Además, la criomicroscopía electrónica reveló que los geles de inulina están compuestos por una estructura tridimensional de fragmentos submicrónicos insolubles en agua⁽¹⁷⁾.

Chiavaro y Vittadini⁽²²⁾ estudiaron la capacidad de inulinas comerciales, principalmente sacáridos de cadena larga (SCL), en el rango de 20 a 40% p/p en solución con diferente composición (perfil oligo-polisacáridos) para formar gel a 25 y 50°C. La inulina constituida principalmente por oligosacáridos gelatiniza a concentraciones de



30 a 60% p/p y la inulina constituida por SCL gelatiniza en el rango de 20 a 40% p/p. Las propiedades de textura y las propiedades térmicas de los geles fueron evaluadas durante el almacenamiento a 4°C. Los geles de inulina predominante en SCL (en fresco y durante el almacenamiento) mostraron ser más duros, más adhesivos y tener menor cohesividad que los geles de inulina constituidos principalmente por oligosacáridos a un 40% p/p. Los geles de inulina ricos en SCL, a una concentración del 40% p/p, tienen una mayor cantidad de agua que la inulina conformada principalmente por oligosacáridos. También se ha indicado que, de acuerdo con un termograma de escaneo diferencial calorimétrico (DSC), el punto de congelación es más uniforme y puede ocurrir a temperaturas más elevadas en inulina de SCL que en geles de inulina conformados principalmente por oligosacáridos.

INULINA EN ALIMENTOS

La adición de la inulina o de sus derivados a cualquier alimento es una razón para que éste pueda ser considerado un alimento funcional, entendiéndose por alimento funcional aquel que cumple con una actividad selectiva beneficiosa⁽²⁰⁾, la cual confiere un efecto fisiológico adicional al valor nutricional que ya contiene⁽²³⁾. Esto puede referirse a un efecto beneficioso sobre las funciones del organismo o a la disminución del riesgo de contraer una enfermedad, entre otros⁽²⁴⁾.

La inulina y sus derivados ofrecen múltiples usos como ingredientes en la formulación de productos (Tabla 1). Wood⁽²⁵⁾ señala que la inulina es utilizada como ingrediente en la industria alimentaria por sus propiedades tecnológicas, tales como la de sustitución de grasa, azúcares, estabilizante y agente texturizador.

CONTROL DE PLAGAS EN LA INDUSTRIA

Nos especializamos en (MIP) para la Industria Alimenticia

Reportes de visita, Diagrama de planta c/cebaderas, tramp. de Luz, Informe de tendencias, Trat. de silos, Normas HACCP BPM, Limp de tanques de Agua



HABILITACION NACIONAL, PROVINCIAL Y MUNICIPALES
 Dir. Tec. Ing. Agr. Gustavo Iván Adamec
Master en Control de Plagas - USAM

La Roche 839, Morón (1708)
Buenos Aires. Tel. 4627-1313



www.fumigadorasaba.com.ar

Tabla 1 - Propiedades funcionales de la inulina y derivados

Aplicación	Funcionalidad
Aderezos de ensaladas	Cuerpo y palatabilidad, sustituto de grasas.
Cereales de desayuno	Crujencia, capacidad de expansión.
Chocolate	Sustituto de azúcares, humectante.
Postres congelados	Textura, depresión en el punto de congelación, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Preparación con frutas (no ácidas)	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, estabilidad de emulsión, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Productos cárnicos	Textura, estabilidad de emulsión, sustituto de grasas.
Productos horneados	Disminución de actividad de agua, sustituto de azúcares.
Productos lácteos	Cuerpo y palatabilidad, capacidad de formar gel, emulsificantes, sustituto de azúcares y grasas, sinergismo con edulcorantes.
Productos untables	Estabilidad de emulsión, textura y capacidad de ser untado, sustituto de grasas.

La inulina posee un sabor neutro suave, es moderadamente soluble en agua y otorga cuerpo y palatabilidad. Tiene diversas aplicaciones en la industria de alimentos, puede ser utilizada como sustituto del azúcar, reemplazante de las grasas, agente texturizante o estabilizador de espuma y emulsiones. Por este motivo son incorporados a los productos lácteos, productos fermentados, jaleas, postres aireados, mousses, helados y productos de panadería⁽¹⁸⁾.

La dosis máxima permitida para adicionar a un alimento formulado con inulina es para dosis simple hasta 10 g/día y en dosis múltiples hasta 20 g/día. En dosis mayores a las permitidas puede provocar intolerancias luego de su consumo, como efectos osmóticos (diarrea), ruidos intestinales y flatulencia como consecuencia del proceso de fermentación⁽⁶⁾.

En los postres congelados, la inulina puede sustituir el 100% de las grasas, obteniéndose estabili-



MAGIAR
www.magiar.com.ar

**SOLUCIONES EN
DIAGNÓSTICO PARA LA
INDUSTRIA ALIMENTARIA**

DETECCIÓN DE PATÓGENOS
Tests por Elisa, Detección molecular y PCR

- :: *Salmonella* sp
- :: *E. coli* O157
- :: STECs
- :: *Listeria* sp
- :: *Listeria Monocytogenes*
- :: *Campylobacter*



DETERMINACIÓN DE ALÉRGENOS
Alert, Veratox y Reveal 3-D

- :: Gliadina
- :: Huevo
- :: Leche
- :: Almendra
- :: Maní
- :: Avellana
- :: Soja
- :: Nuez
- :: Mostaza
- :: Sésamo
- :: Crustáceos



PRODUCTOS QUÍMICOS MAGIAR S.A.
J. A. Cabrera 3288 (1186) Capital Federal - Argentina
Tel./Fax: (54 11) 4963-1525

magiar@magiar.com.ar
magiar@magiar.cl
magiar@magiar.uy

dad, sabor cremoso, suave y similar a las mismas^(26,27). Además produce una textura idéntica al producto tradicional, excelentes propiedades fundentes y estabilidad durante el proceso de congelado-descongelado⁽²⁶⁾; asimismo, disminuye el punto de congelación y no obstaculiza el proceso de overrun⁽²⁷⁾. En el momento de contacto con edulcorantes de alta intensidad se alcanza un efecto sinérgico, permitiendo reemplazar el azúcar en alimentos y bebidas manteniendo el mismo dulzor^(28,29).

EMPLEO DE LA INULINA

COMO SUSTITUTO DE GRASA

La fracción de cadena larga es menos soluble, más viscosa y más termoestable que la inulina nativa y puede actuar en las propiedades reológicas y sensoriales de los productos lácteos como un sustituto de grasa en productos bajos o reducidos en grasa, en estos casos la inulina actúa como un agente de relleno o como interruptor de la estructura, en la misma manera que los glóbulos de grasa⁽³⁰⁾. López-Molina y Navarro-Martínez⁽³¹⁾ reportaron que la inulina de cadena larga, cuando es diluida en agua o leche, tiene la capacidad de formar microcristales que pueden interactuar para formar una textura cremosa suave y proporcionar una sensación bucal similar a la grasa.

En la actualidad, las enfermedades del corazón están en aumento, al igual que el cáncer y la obesidad, lo cual ha provocado que en los países desarrollados se tienda a buscar dietas saludables, disminuyendo entre otras cosas el consumo de grasa. En busca de satisfacer estas necesidades se han desarrollado ciertos productos, tales como los "alimentos light", con un bajo contenido de grasa o incluso sin grasa⁽³²⁾. En los helados, la materia grasa constituye entre el 10 y 16% de la masa total, donde se la encuentra en forma de glóbulos, por sus características de palatabilidad, esta grasa se convierte en un factor determinante a la hora del consumo del helado⁽³³⁾. Por lo tanto, en busca de una solución se han reportado una variedad de sustitutos de grasa en los helados. Estos sustitutos contribuyen con menos calorías y menos materia grasa, sin alterar el sabor ni sus propiedades organolépticas⁽³⁴⁾.

Los sustitutos de grasa se pueden dividir en tres grupos: los basados en proteínas, en carbohidratos, y los artificiales o sintéticos. Cada uno de estos grupos se usa según el tipo de alimento al cual se va adicionar, el nivel de sustitución y el contenido de grasa inicial del alimento⁽³⁵⁾. Devereux y Jones⁽³⁶⁾ llevaron a cabo experimentos donde utilizaron inulina y oligofructosa como sustitutos de grasa en algunos alimentos, entre ellos el helado. Los resultados lograron alcanzar una reducción significativa de la grasa, obteniéndose una disminución de entre el 60 al 80%.

Akalin y Karagözlü⁽³³⁾ utilizaron la inulina y la proteína de suero como sustitutos y, aunque obtuvieron resultados positivos, también se obtuvo un aumento en la dureza del helado. Aun así, la inulina es un sustituto de la grasa prometedor en la producción de helados, debido además a que es un prebiótico, lo cual tiene beneficios positivos para la salud del consumidor.

COMO SUSTITUTO DE AZÚCAR

Según la Organización Mundial de la Salud en el 2012 murieron cerca de 1,5 millones de personas a causa de diabetes, y se proyecta que para el año 2030 sea la séptima causa de muerte más común, por esta razón se buscan sustancias que puedan ser utilizados como sustitutos del azúcar, la cual es la mayor causante de la diabetes (<http://goo.gl/OivFNw>).

Una de las opciones es la inulina, la cual entre sus principales beneficios presenta su función como fibra dietética, con los efectos fisiológicos saludables atribuibles a este tipo de compuestos, tales como la disminución de los niveles de glucosa y de lípidos en la sangre, además de su acción laxante⁽³⁷⁾. Otro beneficio comprobado es la capacidad de la inulina para modular la flora intestinal, el cual se debe al efecto prebiótico asociado a su función de fibra dietética⁽³⁸⁾. Cuando se pretende utilizarla como sustituto del azúcar, se usa inulina de cadena corta, debido a que presenta un sabor dulce y simula las propiedades del azúcar⁽³⁹⁾.

Gao y Brennan⁽⁴⁰⁾ realizaron experimentos en muffins donde se reemplazó el azúcar por inulina y estevia. Cuando se realizó esta sustitución en un 100% por inulina, la dureza fue significativamente más alta, en comparación con la prueba control. Por su parte cuando se sustituyó el 50% del azúcar por inulina, la dureza en los muffins fue similar con la muestra control.

COMO MODIFICADOR DE LA TEXTURA Y A NIVEL SENSORIAL

Villegas⁽⁴¹⁾ evaluó la influencia de la inulina en bebidas lácteas, los resultados indicaron que el efecto de la concentración de inulina en el comportamiento de flujo y en la viscosidad y cremosidad de las bebidas fue diferente en función del grado de polimerización y del tipo de leche utilizado. Se comprobó que la inulina de cadena larga proporcionó los mayores incrementos en la viscosidad, tanto instrumental como sensorial. La inulina modifica la dureza de los alimentos, incrementándola según la dosis en la que se aplique. García, Cáceres *et al.*⁽⁴²⁾ evaluaron el efecto de la inulina sobre salchichas y comprobaron que el cambio en la dureza es significativo incluso a concentraciones de sólo el 2,5%.

COMO PREBIÓTICO

En la actualidad, los consumidores y las organizaciones internacionales están adoptando estrategias con el fin de cambiar costumbres alimentarias poco saludables. Debido a ello, las tecnologías alimentarias se están enfocando en involucrar valores agregados a los alimentos, aplicables a alimentos funcionales⁽⁴³⁾. En esta categoría se encuentran los prebióticos, que son ingredientes no digeribles que traen beneficios al huésped al estimular selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o de un número limitado de bacterias en el colon, por lo que mejoran la salud del huésped⁽⁴⁴⁾. Uno de los prebióticos es la inulina, que posee propiedades nutricionales y tecnológicas, y que se puede adicionar en alimentos como los helados⁽⁴⁵⁾.

Por otro lado, la inulina y los fructo-oligosacáridos (también conocidos como fructanos) no pueden ser hidrolizados por las enzimas digestivas del cuerpo humano debido a su estructura química, permaneciendo sin modificación alguna hasta llegar al intestino grueso, donde son hidrolizados y fermentados en su totalidad^(46,47). Esta función prebiótica sucede por medio de un proceso anaerobio producido por la microflora, estimulándose así el crecimiento de las bifidobacterias. Por consiguiente, los fructanos pueden ser empleados en formulaciones de alimentos funcionales⁽¹¹⁾.

CONCLUSIONES

La información analizada en este trabajo muestra que se ha incrementado el número de las investigaciones sobre la aplicación de la inulina para la evaluación de las propiedades prebióticas y tecnológicas en matrices alimentarias durante los últimos diez años.

La inulina no es sólo una molécula, sino una mezcla de oligo y/o polisacáridos lineales que posee características prebióticas y hace un aporte bajo de calorías; posee un sabor neutro suave, es moderadamente soluble en agua y otorga cuerpo y palatabilidad. El efecto más importante de la adición de inulina en alimentos bajos en grasa es el aumento en los atributos sensoriales al afectar positivamente la sensación cremosa en la boca. Por otro lado, la formación de gel y su firmeza se ve afectada por la concentración de inulina, la temperatura de calentamiento, el tiempo de calentamiento, el disolvente usado y el pH.

La inulina es utilizada como sustituto de grasa para causar efecto en la dureza, cohesividad y la elasticidad. La diversidad de productos que pueden ser fortificados con este ingrediente muestra las múltiples aplicaciones que tiene en la industria de alimentos, al cumplir funciones de potenciador de sabor y textura, entre otros, permitiéndole cubrir algunas de las necesidades del consumidor actual por sus características prebióticas benéficas para la salud.



COTNYL S.A.
COMPROMISO CON LA CALIDAD

EL ESPECIALISTA EN TERMOFORMADO



Conozca al distribuidor de su zona

0-800-555-0175

www.cotnyl.com

info@cotnyl.com

BIBLIOGRAFÍA

1. Roberfroid MB. Prebiotics: preferential substrates for specific germs? *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2001;73(2):406s-9s.
2. Colli C, Sardinha F, Filisetti T. Capítulo 4: Alimentos Funcionais. In: Cuppari L, editor. *Guías de Medicina Ambulatorial e Hospitalar*. UNIFESP/Escola Paulista de Medicina. Nutrição Clínica no Adulto. Brasil: Editora Manole Ltda.; 2003.
3. Donnelly B. NAS definitions relating to food fiber only add confusion. *Cereal Foods World*. 2003;48(3):132-3.
4. Zuleta A. Efectos Nutricionales y Fisiológicos de las Fibras. *Reseña sobre Fibras Insolubles*. Primer Simposio Internacional sobre Alimentos Funcionales; Buenos Aires, Argentina: Granotec Argentina Group; 2005.
5. Davy BM, Melby CL. The effect of fiber-rich carbohydrates on features of Syndrome X. *Journal of the American Dietetic Association*. 2003;103(1):86-96.
6. Micronutrients IoMPO. Dietary Reference Intakes for Energy, Carbohydrate, Fiber, Fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein and Amino Acids. Panel on Macronutrients Panel on the Definition of Dietary Fiber, Subcommittee on Upper Reference Levels of Nutrients, Subcommittee on Interpretation and Uses of Dietary Reference Intakes, and the Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes, Food and Nutrition Board: National Academies Press; 2005.
7. Roberfroid MB. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*. 2002;87(S2):S139-S43.
8. CCA. Capítulo V: Normas para la rotulación y publicidad de los alimentos. Resolución GMC n° 47/03-"Reglamento Técnico Mercosur de porciones de alimentos envasados a los fines del rotulado nutricional". Buenos Aires, Argentina: Código Alimentario Argentino; 2013.
9. Stephen AM. *Food polysaccharides and their applications*. New York, USA: Taylor and Francis, CRC Press; 1995. 733 p.
10. Madrigal L, Sangronis E. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*. 2007;57(4):387-96.
11. Muñoz Ohmen SÁ, Restrepo Molina DA, Sepúlveda Valencia JU. Revisión: Inulina en Algunos Derivados Cárnicos. *RevFacNaIAgr Medellín*. 2012;65(2):6789-98.
12. Ronkart SN, Deroanne C, Paquot M, Fougny C, Lambrechts J-C, Blecker CS. Characterization of the physical state of spray-dried inulin. *Food Biophysics*. 2007;2(2-3):83-92.
13. Blecker C, Fougny C, Van Herck J-C, Chevalier J-P, Paquot M. Kinetic Study of the Acid Hydrolysis of Various Oligofructose Samples. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2002;50(6):1602-7.
14. Kaur N, Gupta AK. Applications of inulin and oligofructose in health and nutrition. *Journal of Biosciences*. 2002;27(7):703-14.
15. Niness KR. Inulin and oligofructose: what are they? *The Journal of Nutrition*. 1999;129(7):1402S-6s.
16. Franck A. Technological functionality of inulin and oligofructose. *British Journal of Nutrition*. 2002;87(S2):S287-S91.
17. Zimeri J, Kokini J. The effect of moisture content on the crystallinity and glass transition temperature of inulin. *Carbohydrate Polymers*. 2002;48(3):299-304.
18. Coussement P. A new generation of dietary fibres. *European Dairy Magazine*. 1995;3:22-4.
19. Resolución Número 333 de 2011- "Reglamento técnico sobre los requisitos de rotulado o etiquetado nutricional que deben cumplir los alimentos envasados para consumo humano", (2011).
20. Roberfroid M. Functional food concept and its application to prebiotics. *Digestive and Liver Disease*. 2002;34:S105-S10.
21. Imeson A. *Food stabilisers, thickeners and gelling agents*: John Wiley & Sons; 2011.
22. Chiavaro E, Vittadini E, Corradini C. Physicochemical characterization and stability of inulin gels. *European Food Research and Technology*. 2007;225(1):85-94.
23. Silveira Rodríguez MB, Monereo Megías S, Molina Baena B. Alimentos funcionales y nutrición óptima: ¿Cerca o lejos? *Revista Española de Salud Pública*. 2003;77(3):317-31.
24. Ashwell M. *Conceptos sobre los alimentos funcionales*: ILSI Europe; 2004.
25. Wood JM. *Sensory evaluation of ice cream made with prebiotic ingredients substituted for sugar*. Nebraska, USA: Universidad de Nebraska; 2011.
26. Nawirska A, Kwañiewska M. Dietary fibre fractions from fruit and vegetable processing waste. *Food Chemistry*. 2005;91(2):221-5.
27. FAO/WHO. Diet, nutrition, and the prevention of chronic diseases: report of a joint WHO/FAO expert consultation: World Health Organization, Diamond Pocket Books (P) Ltd.; 2003.
28. Lajolo FM, Saura-Calixto F, Penna EWd, Menezes EWd. Fibra dietética en Iberoamérica: Tecnología y Salud: Obtención, caracterización, efecto fisiológico y aplicación en alimentos: Editorial Varela; 2001.
29. Sandstead HH. Fiber, phytates, and mineral nutrition. *Nutrition Reviews*. 1992;50(1):30-1.
30. Guggisberg D, Cuthbert-Steven J, Piccinali P, Büttikofer U, Eberhard P. Rheological, microstructural and sensory characterization of low-fat and whole milk set yoghurt as influenced by inulin addition. *International Dairy Journal*. 2009;19(2):107-15.
31. López-Molina D, Navarro-Martínez MD, Rojas-Melgarejo F, Hiner AN, Chazarra S, Rodríguez-López JN. Molecular properties and prebiotic effect of inulin obtained from artichoke (*Cynarascolymus L.*). *Phytochemistry*. 2005;66(12):1476-84.
32. González Ramírez JE, de la Cruz Martínez A, Moscosa Santillan M, Castillo Huerta L. Estado del arte y elaboración del helado. España: TLA-TEMOANI; 2012.
33. Akalın AS, Karagözü C, Ünal G. Rheological properties of reduced-fat and low-fat ice cream containing whey protein isolate and inulin. *European Food Research and Technology*. 2008;227(3):889-95.
34. Yilsay TÖ, Yılmaz L, Bayazit AA. The effect of using a whey protein fat replacer on textural and sensory characteristics of low-fat vanilla ice cream. *European Food Research and Technology*. 2006;222(1-2):171-5.
35. Lima J, Nassu R. Fat substitutes: Characteristics and applications. *Química Nova*. 1996;19(2):127-34.
36. Devereux H, Jones G, McCormack L, Hunter W. Consumer acceptability of low fat foods containing inulin and oligofructose. *Journal of food science*. 2003;68(5):1850-4.
37. Camire M, Cho S, Craig S, Devrie J, Gordon D, Jones J, et al. The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*. 2001;46(3):112-24.
38. Roberfroid MB, Van Loo JA, Gibson GR. The bifidogenic nature of chicory inulin and its hydrolysis products. *The Journal of Nutrition*. 1998;128(1):11-9.
39. Zahn S, Forker A, Krügel L, Rohm H. Combined use of rebaudioside A and fibres for partial sucrose replacement in muffins. *LWT - Food Science and Technology*. 2013;50(2):695-701.
40. Gao J, Brennan MA, Mason SL, Brennan CS. Effect of sugar replacement with stevia and inulin on the texture and predictive glycaemic response of muffins. *International Journal of Food Science & Technology*. 2016:1-9.
41. Villegas B. Efecto de la adición de inulina en las características físicas y sensoriales de batidos lácteos. Valencia, España: Universidad Politécnica de Valencia; 2008.
42. García ML, Cáceres E, Selgas MD. Effect of inulin on the textural and sensory properties of mortadella, a Spanish cooked meat product. *International Journal of Food Science & Technology*. 2006;41(10):1207-15.
43. Britos S. Transición nutricional, obesidad y desafíos de las políticas públicas y los agronegocios. *Nutrinfo*. 2007.
44. Gibson G, Roberfroid M. Dietary modulation of the human colonic microbiota: introducing the concept of prebiotics. *The Journal of Nutrition*. 1995;125(6):1401-12.
45. Barrionuevo M, Carrasco J, Cravero B, Ramón A. Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas. *Dieta*. 2011;29(134):23-8.
46. Slavin J. Impact of the proposed definition of dietary fiber on nutrient databases. *Journal of Food Composition and Analysis*. 2003;16(3):287-91.
47. Flamm G, Glinsmann W, Kritchevsky D, Prosky L, Roberfroid M. Inulin and oligofructose as dietary fiber: a review of the evidence. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2001;41(5):353-62.