



NUTRICIÓN Y DIETÉTICA
FACULTAD DE FARMACIA
UNIVERSIDAD DE VALPARAISO



**“ÍNDICE GLICÉMICO, ACEPTABILIDAD Y TOLERANCIA DE BARRAS DE
CEREAL ELABORADAS CON BETAGLUCANOS COMO COMPUESTO
BIOACTIVO”**

CAMILA ARANCIBIA RIVEROS

LORENA CORNEJO TOBAR

Tesis para optar al Título de Nutricionista

Grado Académico De Licenciado En Nutrición y Dietética

DIRECTOR: Msc. MARCELA ALVIÑA WALKER

INFORMANTES: Msc. CLAUDIA VEGA SOTO

Msc. VILMA QUITRAL ROBLES

Valparaíso. 2015

ÍNDICE

RESUMEN	4
ABSTRACT.....	5
1. MARCO TEÓRICO.....	7
1.1 Respuesta glicémica y absorción de la glucosa	7
1.2 Índice Glicémico (IG) e implicancia nutricional	9
1.3 Sobrepeso y obesidad juvenil	10
1.4 La Fibra dietética.....	13
1.5 Componentes de la fibra dietética.....	14
1.6 Propiedades de la Fibra Dietética	16
1.7 Los Betaglucanos:	17
1.8 Pruebas de evaluación sensorial:	20
2. HIPÓTESIS.....	22
3. OBJETIVO GENERAL	23
4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	23
5. METODOLOGÍA	24
5.1 Características de la barra de cereal con adición de β -glucanos y barra cereal control	24
5.2 Evaluación de aceptabilidad de las barras de cereal	24
5.3 Evaluación de tolerancia aguda de las barras de cereal.....	25
5.4 Estudio del índice y respuesta glicémica.	26
- Convocatoria y Criterios de Selección.	26
- Diseño Prueba de respuesta glicémica y determinación de índice glicémico (IG).....	27
5.5 Calculo de Índice Glicémico	28
5.6 Expresión de resultados y Estadística.....	29
6. RESULTADOS.....	30
7. DISCUSIÓN	37
8. CONCLUSIONES	46
9. ANEXOS	47
9.1 Anexo n° 1: Evaluación Sensorial de Aceptabilidad	47

9.2 Anexo nº 2: Consentimiento Informado	48
9.3 Anexo nº 3: Consentimiento Informado	49
9.4 Anexo nº 4: Pauta de evaluación de Tolerancia Aguda	50
9.5 Anexo nº 5: Consentimiento Informado	51
10. REFERENCIAS	52

RESUMEN

En la actualidad la alimentación no saludable ha dado lugar a la aparición de enfermedades relacionadas con el metabolismo, principalmente de los hidratos de carbono (CHO), a edades cada vez más tempranas, ante lo cual, resulta esencial el desarrollo de nuevos productos que comercialice la industria alimentaria, de mayor calidad nutricional y que otorguen propiedades saludables a sus consumidores. El presente estudio tiene como objetivo evaluar la respuesta y el índice glicémico de una barra de cereal adicionada de β -glucanos como compuesto bioactivo. La barra de cereal analizada se presentó en formato de 30g con adición de 0,75g efectivos de β -glucanos, la cual fue elaborada por el Consorcio de Cereales Funcionales SA., en dos versiones: sabor manzana y sabor frutos rojos, al igual que la barra cereal control. Se realizó una prueba de evaluación de aceptabilidad general de las barras de cereal, utilizando el test de escala hedónica de 7 puntos a un total de 39 jueces no entrenados. Posteriormente se aplicó una prueba de tolerancia aguda, donde se registraron síntomas gastrointestinales antes y luego de 2 horas del consumo de barra de cereal en estudio. El índice y respuesta glicémica se determinó en un total de 10 sujetos a los cuales se entregó una barra cereal en estudio y barra control, midiendo glicemia en los tiempos 0, 30, 60, 90 y 120 minutos siguientes a su ingesta. Los resultados obtenidos indicaron que ambas barras presentaron alta aceptabilidad. No se detectaron síntomas gastrointestinales asociados a la barra de cereal adicionada con β -glucanos. La respuesta glicémica generada por la barra cereal con adición de β -glucanos a los 60 minutos, fue significativamente menor a la generada por el alimento de referencia ($P < 0,05$), sin embargo, no se obtuvo significativa estadística entre la respuesta glicémica generada por la barra con β -glucanos y la barra control. Respecto al IG de la barra adicionada con β -

glucanos ($98,7 \pm 29,5$) fue igual a la barra control ($110,5 \pm 41,7$), aunque se evidenció una tendencia a presentar un valor más bajo.

ABSTRACT

Today unhealthy food has led to the emergence of related metabolism, primarily carbohydrates (CHO), at ever younger ages, whereupon, the development of new products is critical illnesses who markets the food industry, higher nutritional quality and that give consumers healthy properties. The present study aims to assess the response and the glycemic index of a cereal bar added to β -glucans as bioactive compound. Analyzed cereal bar was introduced in 30g format with the addition of 0.75 g of β -glucans effective, which was developed by the Consortium for Functional Grain SA, in two versions. Apple red fruit flavor and taste, like the cereal bar control. An Assessment of general acceptability of cereal bars was performed using the test hedonic scale of 7 points to a total of 39 judges untrained. Then a test of acute tolerance, where gastrointestinal symptoms were recorded before and 2 hours after consumption of cereal bar studio was applied. Glycemic response rate, and was determined in a total 10 individuals to which a rod cereal is delivered under study and monitoring rod, measuring glucose in times 0 30 60 90 and following ingestion 120 minutes. The results indicated that both bars showed high acceptability. No gastrointestinal symptoms associated with cereal bar supplemented with β -glucans were detected. The glycemic response generated by the cereal bar with addition of β -glucans at 60 minutes was significantly lower than that generated by the reference food ($P < 0.05$), but no statistically significant was obtained between the glycemic response generated by the bar with β -glucans and Control bar. Regarding IG bar with added β -glucans (98.7 ± 29.5) was similar to controls (110.5 ± 41.7) bar, although a trend to a lower value was evident.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 Respuesta glicémica y absorción de la glucosa

Durante el ayuno la concentración plasmática de glucosa tiene un valor dado (basal), al consumir un alimento que contiene hidratos de carbono (CHO) esta concentración plasmática sube hasta un máximo, para luego bajar y llegar a su valor de origen. Esta respuesta de la concentración plasmática de glucosa a la ingesta de alimentos es lo que se denomina respuesta glicémica.

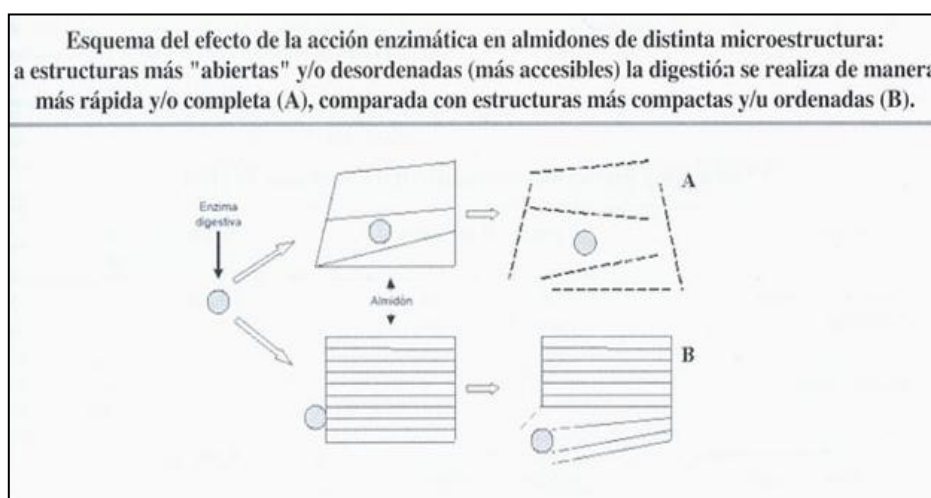
Uno de los factores que más afecta la respuesta glicémica de un alimento es la mayor o menor susceptibilidad de sus CHO a ser digeridos y absorbidos en el tracto digestivo. Es decir, se puede modificar la respuesta glicémica de un alimento si se logra variar el grado de digestión y absorción de los CHO que contiene (1).

Los CHO de la dieta son digeridos para obtener glucosa, fructosa y galactosa mediante las acciones de la amilasa pancreática y las enzimas del borde en cepillo del tracto digestivo superior.

La amilasa pancreática tiene una función importante en la digestión de los almidones a nivel del intestino delgado, la cual rompe los enlaces alfa 1,4 que contiene el almidón obteniendo como productos resultantes glucosa, maltosa, maltotriosa y dextrina límite. La glucosa no necesita ser hidrolizada, pero el resto de moléculas si lo necesitan, mediante enzimas presentes en el borde en cepillo (2).

La capacidad de digerir CHO depende de la disponibilidad relativa del almidón (CHO complejo) a la acción enzimática, la actividad de las enzimas digestivas en el borde en cepillo de la mucosa y la presencia de otros factores dietéticos (como alimentos ricos en

lípidos, que retrasan el vaciamiento gástrico). Los oligosacáridos no absorbibles y las fibras dietéticas viscosas (como pectinas, β -glucanos y gomas), modifican la microestructura física del almidón, determinando la accesibilidad de las enzimas digestivas y limitando el grado y velocidad en que éstas serían capaces de digerir los almidones (3). Debido a esto, la fibra dietética impide la interacción enzima- sustrato, con la amilasa pancreática, generando una disminución de la absorción de glucosa al quedar atrapada por la viscosidad de la fibra, siendo entonces menos accesible a la acción de la amilasa pancreática (4).



Extraída de: Parada J. Rozowski J. Relación entre la respuesta glicémica del almidón y su estado microestructural. Rev Chil Nutr 2008; 35 (2):84-92.

Por tanto, una dieta rica en alimentos enteros como frutas, verduras, legumbres, frutos secos y granos mínimamente procesados retrasa la velocidad de la absorción de la glucosa, generando una respuesta glicémica postprandial más reducida y gradual (5).

Sin embargo, para estandarizar un procedimiento y obtener un valor numérico de la respuesta glicémica (siendo así comparable los efectos de distintos alimentos), surge el concepto de Índice Glicémico.

1.2 Índice Glicémico (IG) e implicancia nutricional

El IG se define como “la superficie de incremento bajo la curva de respuesta de la glucosa sanguínea expresada como porcentaje de la respuesta a la misma cantidad de CHO procedentes de un alimento estándar tomado por la misma persona” (FAO/OMS, 1998). El alimento estándar suele ser pan blanco o glucosa. Sin embargo, hay acuerdo en que es preferible el pan blanco debido a que la carga de glucosa se puede vaciar lentamente del estómago por efecto osmótico (6). Como protocolo se requiere para su determinación que la cantidad de CHO disponibles suministrados a la persona sean las mismas (50g), tanto en la dosis del alimento experimental como en el alimento estándar, utilizando generalmente en la determinación un tiempo postprandial de medición determinado y constante de 180 minutos, tomando muestras de plasma a intervalos determinados.

El IG constituye un indicador que permite distinguir el efecto fisiológico de los CHO contenidos en los alimentos, independientemente de su estructura química (simple o compleja) (7). La literatura refiere valores de IG iguales o superiores a 70 como poco saludables y los de IG bajo 55 como saludables y, por lo tanto, recomendables (8).

Los alimentos que tienen un IG alto, se digieren rápidamente y dan lugar a mayores elevaciones de glucosa en la sangre, contribuyendo al desarrollo de enfermedades crónicas no transmisibles, como son enfermedades cardiovasculares, diabetes mellitus y obesidad. Mientras que, los alimentos con menor IG se digieren más lentamente, dando por resultado un aumento gradual en los niveles de glucosa y de insulina en la sangre, favoreciendo la saciedad (9).

Cabe mencionar, que en la actualidad la alimentación no saludable ha dado lugar a la aparición de enfermedades relacionadas con el metabolismo, principalmente de los CHO, donde las más conocidas en este aspecto son: la diabetes mellitus tipo I y II, cuya etiología abarca factores genéticos y ambientales como son el consumo de azúcares refinados, el sedentarismo y la obesidad (10). Por lo que en este contexto se propone incentivar la ingesta de alimentos con bajo índice glicémico.

Diversos estudios apuntan hacia el consumo de alimentos con alto IG y elevaciones de glicemia más altas, en relación con el incremento del sobrepeso y la obesidad en la actualidad, y se ha sugerido que las dietas con un IG reducido y con respuestas glicémicas bajas, pueden contribuir favorablemente en la reducción del peso corporal (11).

En Chile la obesidad infantil ha ido en aumento, en especial desde el año 2009. Los últimos datos disponibles del Ministerio de Salud (MINSAL), muestra que en los menores de 6 años la obesidad en el año 2009 era 9,4 % llegando a un 10,3% el año 2012. Según datos otorgados por la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), existe una prevalencia de 23,1 % de obesidad, en niños de 6 años, asistentes a 1° año básico, durante el año 2010 , alcanzando un 25,3 % en el año 2013 (12).

1.3 Sobrepeso y obesidad juvenil

El sobrepeso y la obesidad se definen como una acumulación anormal o excesiva de grasa que supone un riesgo para la salud. La obesidad es un importante problema de la salud pública en la mayor parte de los países, disminuyendo la esperanza de vida hasta en 10 años y generando altos costos sociales y económicos. La tendencia ha sido creciente a nivel

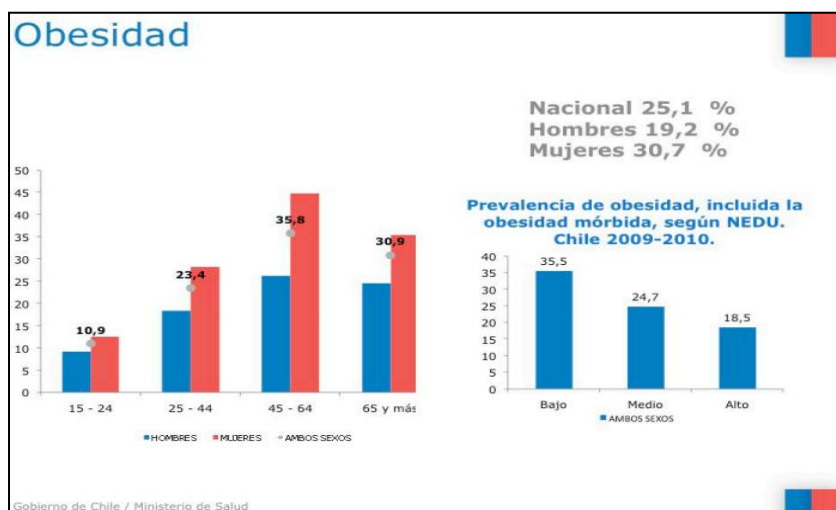
mundial, con un aumento superior al 75% en los últimos 30 años, estimándose que en el 2015 habrá más de 700 millones de personas con obesidad (13).

La obesidad infantil es uno de los problemas de salud pública más graves del siglo XXI, a nivel mundial y está afectando progresivamente a muchos países de bajos y medianos ingresos, sobre todo en el medio urbano. La prevalencia ha aumentado considerablemente, asociándose a una mayor probabilidad de muerte y discapacidad prematura en la edad adulta. Los niños con sobrepeso u obesos tienen mayores probabilidades de seguir siendo obesos en la edad adulta y de padecer a edades más tempranas enfermedades crónicas no transmisibles.

El riesgo de la mayoría de enfermedades no transmisibles resultantes de la obesidad depende en parte de la edad de inicio y de la duración de la obesidad. La obesidad en la infancia y la adolescencia tienen consecuencias para la salud tanto a corto como a largo plazo. Las consecuencias más importantes, que a menudo no se manifiestan hasta la edad adulta, son: enfermedades cardiovasculares (principalmente cardiopatías y los accidentes vasculares cerebrales); la diabetes; los trastornos del aparato locomotor, en particular la artrosis y ciertos tipos de cáncer (endometrio, mama y colon) (14).

Chile no escapa a esta realidad, con una alta y creciente prevalencia en todas las etapas del ciclo vital, que determina la existencia de aproximadamente 4 millones de personas obesas en el país. Estudios del Ministerio de Salud demuestran que representa la segunda causa de años de vida perdidos por muerte o por discapacidad prematura y la sexta causa de muerte a nivel nacional (15).

Según lo obtenido en la Encuesta Nacional de Salud 2010, El índice de masa corporal (IMC) aumenta con la edad, llegando al máximo entre los 45 y 64 años, para luego decrecer levemente. Las mujeres tienen un índice de masa corporal significativamente mayor que el de los hombres, alcanzando la mayor diferencia en el grupo de 45 a 64 años.



Extraída de: Encuesta Nacional de salud (ENS). Ministerio de Salud. Gobierno de Chile. 2009-2010.

El grupo etario con menor índice de obesidad, es el juvenil, comprendido entre los 17-24 años. Es de gran importancia la intervención nutricional temprana en el ciclo vital, lo que resulta esencial para minimizar su contribución al incremento estadístico dado en edades superiores, y permitir una reducción del riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles en la vida adulta, a través de una adecuada selección de alimentos consumidos diariamente.

La mayoría de los estudios comunicados en la literatura científica han determinado que una dieta alta en fibra dietética, está ligada a un menor riesgo de aparición de ECNT en la vida adulta, en comparación a una dieta baja en fibra dietética y rica en alimentos de alto IG (16).

1.4 La Fibra dietética

Durante los últimos años se ha incrementado el interés por el uso de fibra dietética en productos alimentarios, debido a los diversos beneficios que trae sobre el organismo humano. Sin embargo, en la actualidad no existe una definición universal y única que englobe los distintos componentes de la fibra dietética, ni tampoco un método analítico que mida todos los efectos fisiológicos que ejerce en el organismo.

La *American Association of Cereal Chemist (AACC)* en el 2001, la define como: “La fibra dietética es la parte comestible de las plantas o CHO análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. La fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas de la planta. Las fibras dietéticas promueven efectos beneficiosos fisiológicos como el laxante, y/o atenúa los niveles de colesterol en sangre y/o atenúa la glucosa en sangre” (17).

El concepto de fibra ha ido evolucionado y han surgido controversias al respecto, por este motivo el *Codex Committee on Nutrition and Foods for Special Dietary Uses (CCNFSDU)* en el año 2009, generó la siguiente definición fibra dietética: “Polímeros de CHO con 10 o más unidades monoméricas, los cuales no son hidrolizados por enzimas endógenas en el intestino delgado de humanos y pertenecen a las siguientes categorías: los polímeros de CHO comestibles presentes naturalmente en el alimento; los polímeros de CHO, que han sido obtenidos de los alimentos por medios físicos, enzimáticos o químicos; y los polímeros de CHO sintéticos, los cuales han mostrado tener un efecto fisiológico benéfico para la

salud, demostrado por evidencia científica generalmente aceptada por autoridades competentes” (18).

Una definición más reciente, añade a la definición previa un concepto nuevo de fibra funcional que incluye otros CHO absorbibles como el almidón resistente, la inulina, diversos oligosacáridos y disacáridos como la lactulosa. Refiriéndose entonces a fibra total como la suma de fibra dietética más fibra funcional (17).

1.5 Componentes de la fibra dietética

Dentro de los principales componentes de la fibra dietética se encuentran: polisacáridos no amiláceos, oligosacáridos resistentes, almidones resistentes, lignina, sustancias asociadas a polisacáridos no amiláceos y fibras de origen animal (19) (Figura N° 1).

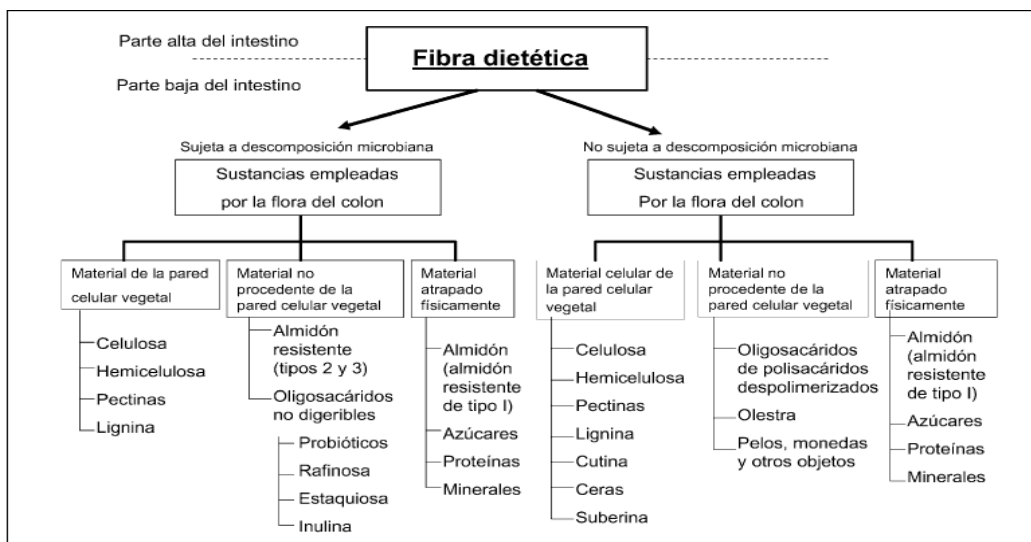


Figura: Componentes de la fibra dietética. **Extraída de:** Escudero E. González L. La fibra dietética. Nutr. Hosp 2006; 21 (2): 61-72.

Polisacáridos no amiláceos: Los polisacáridos son todos los polímeros de CHO que contienen al menos veinte unidades de monosacáridos. Se clasifican en: celulosa, β -glucanos, hemicelulosas, pectinas y análogos, gomas y mucílagos.

Oligosacáridos resistentes: CHO con un nivel de polimerización menor, tienen de tres a diez moléculas de monosacáridos. Se dividen en fructooligosacáridos (FOS) e inulina, galactooligosacáridos (GOS), xilooligosacáridos (XOS), isomaltooligosacáridos (IMOS).

Ligninas: Son polímeros que resultan de la unión de varios alcoholes fenilpropílicos; contribuyen a dar rigidez a la pared celular, otorgándole mayor protección frente al ataque de los microorganismos. Ésta no se digiere ni se absorbe ni tampoco es atacada por la microflora bacteriana del colon. Una de sus propiedades es su capacidad de unirse a los ácidos biliares y al colesterol retrasando o disminuyendo su absorción en el intestino delgado.

Sustancias asociadas a polisacáridos no amiláceos: Poliésteres de ácidos grasos e hidroxiácidos de cadena larga y fenoles. Los más importantes son la suberina y la cutina. Se encuentran en la parte externa de los vegetales, como cubierta hidrófoba (20).

Almidones resistentes. Son la suma del almidón y de sus productos de degradación que no son absorbidos en el intestino delgado de los individuos sanos (21). Se dividen en cuatro tipos: Tipo 1 o AR1 (atrapado), Tipo 2 o AR2 (cristalizado), Tipo 3 o AR3 (retrogradado), Tipo 4 o AR4 (modificado).

Fibras de origen animal: Sustancias análogas a los CHO que se encuentran principalmente en alimentos de origen animal. Como son; quitina y quitosano, colágeno, condroitina.

1.6 Propiedades de la Fibra Dietética

Existen diversas propiedades y cualidades de la fibra dietética, siendo las principales solubilidad y viscosidad (22).

Fibra	Lignina		Insoluble en agua ("fibra insoluble")
	Polisacáridos no almidónicos	Celulosa	
Hemicelulosa (tipo B)			
Hemicelulosa (tipo A) Pectinas Gomas Mucilagos Otros Polisacáridos		Soluble en agua ("fibra soluble")	
Sustancias análogas a la fibra	Inulina Fructooligosacáridos		En su mayoría soluble en agua
	Almidón resistente		
	Azúcares no digeribles		

Figura: Clasificación de la fibra según grado de solubilidad. **Extraída de:** Escudero E. González L. La fibra dietética. Nutr. Hosp 2006; 21 (2): 61-72.

Según solubilidad es posible clasificar en fibra soluble y fibra insoluble lo cual, guarda directa relación con el índice glicémico de un alimento. Las fibras solubles en contacto con el agua forman un retículo donde queda atrapada, originándose soluciones viscosas. En este grupo están las pectinas, algunas hemicelulosas, las gomas, los mucílagos, los β -glucanos y los polisacáridos procedentes de las algas. Los efectos derivados de la viscosidad de la fibra son los responsables de sus acciones sobre el metabolismo de CHO y lípidos. A diferencia de éstas, las fibras insolubles retienen agua en su matriz estructural formando mezclas de baja viscosidad; esto produce un aumento de la masa fecal que acelera el tránsito intestinal, ejemplos de fibras poco solubles son la celulosa, diversas hemicelulosas y la lignina (23).

Hay evidencias de que la fibra dietética soluble contribuye a disminuir la concentración sérica postprandial de glucosa y de insulina, tanto en los individuos sanos como en los que

padecen de diabetes mellitus (24). Entre los mecanismos propuestos para explicar el efecto beneficioso se encuentran: el aumento de la viscosidad del contenido de nutrientes en el intestino delgado, lo cual retarda la difusión de la glucosa hacia el borde ciliado de la mucosa intestinal; la unión de la glucosa a la FD y disminución de su disponibilidad para la absorción; y la inhibición de la acción de la alfa amilasa sobre el almidón.

Las recomendaciones de fibra dietética para los adultos sugieren un aporte entre 20 – 35g/día o 10-14g de fibra dietética por cada 1000kcal. En niños se recomienda el consumo de la cantidad que resulte de sumar 5g/día a su edad. De forma general la fibra consumida debe tener una proporción de 3:1 entre insoluble y soluble (4); dentro de esta última se encuentran los β -glucanos.

1.7 Los Betaglucanos:

Los β -glucanos son polímeros de glucosa y constituyen el principal componente estructural de la pared celular de algunas plantas, algas marinas, bacterias, hongos y levaduras. Están unidos entre sí por enlaces β -glucosídico y poseen diferentes estructuras, tamaños, frecuencias de ramificación, modificación estructural y solubilidad, los que pueden influir en sus efectos fisiológicos.

Sus principales fuentes en la dieta humana son la avena, la cebada, el centeno y el trigo; pero también pueden encontrarse en el maíz, levaduras y algas (25).

Su consumo está asociado con beneficios para la salud humana, se han descrito propiedades tales como efectos antitumorales, prevención del síndrome metabólico, efecto reductor del colesterol, inmunomoduladores, anti-aterogénico y en la modulación del metabolismo de la glucosa, otorgándole la denominación de compuesto bioactivo (26).

Uno de los mecanismos propuestos en el efecto anti-cancerígeno de los β glucanos presentes en la fibra dietética, se explica mediante la acción del butirato (obtenido de la fermentación de la fibra) como regulador de la expresión de genes involucrados en la proliferación y diferenciación del colonocito, siendo distinta esta estimulación según sean células normales o neoplásicas. El butirato inhibe específicamente la proliferación del compartimiento superficial de las criptas colónicas, que es considerado un fenómeno paraneoplásico. Por tanto, el butirato podría ejercer un papel importante en los mecanismos de defensa en contra de la carcinogénesis en el intestino grueso (4).

En cuanto a la modulación del metabolismo de la glucosa, el efecto de los β glucanos contenidos en la fibra dietética, se relaciona con el retraso del vaciamiento gástrico, la disminución de la absorción de la glucosa al quedar atrapada por la viscosidad de la fibra, siendo menos accesible a la acción de la amilasa pancreática y la producción de AGCC, donde el propionato influiría en la neoglucogénesis reduciendo la producción hepática de glucosa y el butirato actuaría reduciendo la resistencia periférica a la insulina, al reducir la producción de TNF- alfa (4).

Los mecanismos propuestos para explicar los beneficios de los betglucanos en la disminución del colesterol, estarían en relación con la capacidad de la fibra dietética de disminuir la absorción de ácidos biliares ya que estos se unen a los residuos fenólicos y urónicos en la matriz de los polisacáridos. Esto puede alterar la formación de micelas y la absorción de las grasas. Como consecuencia de la depleción de ácidos biliares, se genera la disminución de los niveles de colesterol, al utilizarse éste en la síntesis de novo de nuevos ácidos biliares. Así mismo, se ha visto que el propionato, tras ser absorbido desde el colon a

la circulación porta, puede actuar inhibiendo la HMG-CoA reductasa, disminuyendo así la síntesis endógena de colesterol y por tanto el riesgo de enfermedad cardiovascular (4).

La FDA (Food and Drug Administration) sostiene que, el consumo de 4 raciones diarias (0,75 g/ración: 3 g/día) de betaglucanos, disminuye en un 5% los niveles de colesterol plasmático, contribuyendo positivamente en la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares (27).

Diversos autores han comprobado que la ingesta de β glucanos tiene efectos fisiológicos similares a otros tipos de fibra soluble (28), además se ha encontrado una relación entre el consumo de β -glucano y reducción de los niveles glucosa plasmática en seres humanos (29). Por lo que también es posible que modifiquen la estructura de los alimentos, afectando su degradación y susceptibilidad a la digestión enzimática, que podría traducirse a un impacto sobre el índice glicémico de éstos.

La capacidad para detectar un efecto significativo sobre la respuesta glicémica implica la dosis de β -glucanos adicionada al producto alimenticio. Un estudio realizado por Tappy et al., 1996, demostró que la adición de 7,3g β -glucanos en un cereal de desayuno generó una respuesta glicémica postprandial significativamente menor en sujetos con diabetes mellitus no insulino requirente, que un cereal de desayuno de salvado de avena que proporciona 3,7g, β -glucanos y además, el índice glicémico se redujo en 4 unidades por cada gramo de β -glucanos, considerando 50 gramos de CHO ingeridos (30).

Mientras que, la incorporación de β -glucanos de salvado de avena en fettucini en dosis de 5,2 g no redujo significativamente la glucosa plasmática postprandial en relación a la muestra control, sólo en sujetos sanos hizo disminuir la respuesta de la insulina (31).

No obstante, los resultados provenientes de diversos trabajos aun no son concluyentes respecto del efecto de los β -glucanos sobre la respuesta y el índice glicémico, por lo que se genera una nueva oportunidad de investigación.

1.8 Pruebas de evaluación sensorial:

Para conseguir los efectos que causa un alimento, evidentemente éste debe ser consumido, y si su aceptabilidad es alta se proyecta un mejor impacto en la salud de los consumidores, asumiendo mayor adherencia. Para evaluar la aceptabilidad de los alimentos, se pueden aplicar pruebas de respuesta subjetiva, las cuales no requieren entrenamiento del juez, debido que este, utiliza su emocionalidad para expresar opinión del alimento evaluado, a través de la evaluación espontánea. Dentro de estos se encuentran: los test de preferencia y los test de aceptabilidad. Por otra parte, existen pruebas de respuesta objetiva, las cuales si requieren de un entrenamiento previo del juez, quien para evaluar un producto utiliza su facultad de discriminar lo analizado. Dentro de estos se encuentran: el test de valoración, el test de diferencia y los test analíticos, que evalúan; conocimientos, capacidades, rendimiento, aptitudes, actitudes, entre otras características, sin embargo este tipo de pruebas no permiten evaluar aceptabilidad de un producto alimenticio.

Los test sensoriales de respuesta subjetiva, resultan de gran utilidad dentro del marco de una investigación, ya que permiten conocer la preferencia y la aceptabilidad de un producto determinado dentro del mercado, lo que resulta esencial para el desarrollo de nuevos productos de comercialización por parte de la industria alimentaria, de mayor calidad nutricional, que otorguen propiedades saludables a sus consumidores.

El estudio de los alimentos cobra cada día más importancia, dada la alta incidencia de enfermedades crónicas y cáncer, y el reconocimiento de que la dieta, como parte de un estilo de vida saludable, tiene un papel preponderante en la prevención y cura de enfermedades.

Hoy en día el consumidor se encuentra más informado acerca del papel que juegan ciertos componentes dietéticos en la prevención de enfermedades. Esto se traduce en un mayor interés por adquirir productos con determinadas características, como buena presentación, características sensoriales atractivas y propiedades benéficas.

Actualmente surgen nuevas corrientes en el procesamiento de alimentos, las cuales vienen a dar respuesta a las necesidades de los consumidores por adquirir productos procesados más "saludables", por lo cual es importante un aumento de la oferta de estos alimentos en el mercado. De este modo, resulta de gran utilidad estudiar la respuesta y el índice glicémico de una barra de cereal, debido a su alta frecuencia de consumo en escolares y adultos jóvenes chilenos, como una alternativa que favorezca el control de los niveles de glucosa e insulina plasmática e incremente la saciedad, y por consiguiente contribuya a la reducción del riesgo de aparición de enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT) durante la adultez.

2. HIPÓTESIS

- La incorporación de β -glucanos a una barra de cereal como fuente de fibra soluble, mejora el índice y la respuesta glicémica en comparación a una barra de cereal sin adición de este compuesto bioactivo.
- La barra de cereal adicionada de β -glucanos presenta alta aceptabilidad y tolerancia aguda.

3. OBJETIVO GENERAL

Evaluar la respuesta y el índice glicémico de una barra de cereal adicionada de β -glucanos como compuesto bioactivo, su aceptabilidad y tolerancia.

4. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Comparar la barra con adición de β -glucanos y barra cereal control en términos nutricionales y saludables.
2. Evaluar la aceptabilidad de la barra con adición de β -glucanos en comparación a la barra de cereal control en adultos jóvenes.
3. Determinar tolerancia aguda de la barra con adición de β -glucanos.
4. Evaluar el efecto de la respuesta glicémica generada por la barra con adición de β -glucanos en comparación a la barra control.
5. Comparar el índice glicémico de la barra de cereal con adición de β -glucanos con la barra control.

5. METODOLOGÍA

El siguiente estudio corresponde a un ensayo clínico, experimental, transversal y analítico.

5.1 Características de la barra de cereal con adición de β -glucanos y barra cereal control

Se utilizó una barra de cereal control y una con adición de β -glucanos, elaboradas por el Consorcio de Cereales Funcionales SA., ambas barras se formularon en base a una mezcla de granos integrales, con adición de Vitaminas C, A y D, sin azúcar añadida, baja en Sodio y con un concentración de Calcio equivalente al aporte de un vaso de leche (200ml), formuladas en dos versiones: sabor manzana y sabor frutos rojos. La barra de cereal experimental, además fue adicionada de 0,75 g efectivos de β -glucanos por porción (barra de 30 g). Dicha barra, es elaborada con el fin de promover su consumo en la población escolar.

5.2 Evaluación de aceptabilidad de las barras de cereal

Se realizó una evaluación de aceptabilidad general de la barra cereal con β -glucanos y de la barra control, utilizando la prueba de escala hedónica de 7 puntos (ANEXO N°1), donde 1 corresponde a “me disgusta extremadamente” y 7 “me gusta extremadamente”.

Se consultó a una muestra de 39 voluntarios pertenecientes a la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso, a los cuales se les informó previamente sobre los objetivos y procedimientos del estudio a realizar. Los participantes fueron evaluadores no entrenados, y cumplieron con los siguientes criterios de selección: rango de edad entre 18 y 35 años, ambos sexos, sin antecedentes de patologías gastrointestinales u otras que afecten el

consumo del producto a evaluar. Se excluyeron adultos jóvenes con patologías que afecten el sentido del gusto y/o del olfato, quienes tomaban alguna medicación que pudiera alterar el apetito o los sentidos, a los fumadores y a los que habitualmente no les agraden las barra de cereales.

La prueba de aceptabilidad se llevó a cabo durante una sesión para evaluar las 4 formulaciones de barra de cereal propuestas. A cada participante se le entregaron 2 versiones de barra, (una con adición de β -glucanos y otra control, de sabor manzana o frutos rojos) aleatoriamente, las cuales se presentaron en formatos de 30g, en envases idénticos sin rotulación, junto con un vaso de agua de 200 ml como limpiador de paladar y neutralizante del sabor, entre una muestra y otra.

La prueba se desarrolló en el Centro de Nutrición de la Universidad de Valparaíso (CENUVAL) de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso, en un horario cercano a las 11:00 AM. Los sujetos llegaron al laboratorio habiendo consumido 3 horas antes un desayuno estándar. Cada participante llenó una ficha de ingreso y un consentimiento informado de la prueba a realizar (ANEXO N°2).

5.3 Evaluación de tolerancia aguda de las barras de cereal

La tolerancia aguda fue medida en los mismos sujetos que se realizó la prueba de aceptabilidad, considerando los mismos criterios de inclusión y exclusión. Cada participante firmó un consentimiento informado de la prueba a realizar (ANEXO N°3).

Se citó a los participantes a una sesión, en la cual se les entregó una porción de consumo habitual (30g) de la muestra experimental sabor manzana. Se registraron síntomas antes y

después del consumo por un periodo de 2 horas, según un cuestionario de evaluación para tolerancia aguda (ANEXO N°4).

La prueba se realizó en el Centro de Nutrición de la Universidad de Valparaíso (CENUVAL) de la Facultad de Farmacia de la Universidad de Valparaíso.

5.4 Estudio del índice y respuesta glicémica.

– Convocatoria y Criterios de Selección.

Para contactar a los participantes, se difundió por distintos medios la invitación a participar del estudio, junto con los criterios de inclusión y exclusión, los objetivos de la tesis y la metodología.

Los participantes debieron cumplir con los siguientes criterios:

- ✓ Disponibilidad para realizar la prueba.
- ✓ Edad entre 18 y 35 años.
- ✓ Ambos sexos.
- ✓ Estado nutricional normal según IMC
- ✓ Consumo habitual de barras de cereal.

Se excluyó del estudio a cualquier sujeto que presente una o más de las siguientes condiciones:

- ✓ Medicación que afecte el apetito o la ingesta de alimentos
- ✓ Dieta restrictiva.

- ✓ Individuos con insulinoresistencia, intolerancia a la glucosa, diabetes mellitus II, patologías gastrointestinales u otras que se vea afectada por el consumo del producto a evaluar.
- ✓ Alergias e intolerancias alimentarias (a los ingredientes de la barra de cereal).

A cada uno de los adultos jóvenes voluntarios, se le realizó una entrevista personal para corroborar el cumplimiento de los criterios de selección y evaluar su estado nutricional según antropometría.

Se evaluó peso y talla, utilizando una balanza portátil marca SECA y cinta métrica. El Índice de Masa Corporal (IMC) se calculó dividiendo el peso de la persona en kilos por el cuadrado de su talla en metros (kg/m^2), seleccionándose a los participantes con estado nutricional normal si el IMC resultante se encontraba entre $18,5 \text{ kg}/\text{m}^2$ y $24,9 \text{ kg}/\text{m}^2$ (32).

Los sujetos seleccionados firmaron un consentimiento informado para registrar su aprobación y conocimiento de las pruebas de respuesta y de IG en las que participaron (ANEXO N°5).

Se seleccionaron un total aproximado de 20 sujetos a los cuales se les midió la respuesta glicémica y se calculó el IG de la barra cereal con adición de β -glucanos y de la barra control.

– **Diseño Prueba de respuesta glicémica y determinación de índice glicémico (IG)**

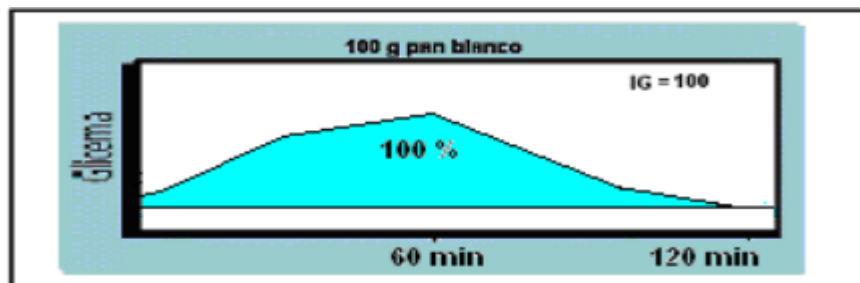
En la presente prueba se utilizó un diseño de tipo randomizado cruzado ciego, realizado en 3 sesiones. En las sesiones se les entregó una porción de alimento equivalente a 50 g de CHO disponibles de la barra cereal adicionada con β -glucanos sabor manzana y de la barra cereal control de manera aleatoria y se evaluó la respuesta glicémica de los sujetos en los

tiempos 0, 30, 60, 90 y 120 minutos siguientes a su ingesta, mediante una muestra de sangre capilar.

La toma de muestra de sangre capilar se realizó mediante un Hemoglucotest marca u-right, a través de una punción cutánea con una lanceta o aguja de uno de los dedos de la mano, previamente desinfectados con alcohol gel al 70%, donde se depositó una gota de sangre sobre una tira reactiva, la cual se introdujo en el Hemoglucotest, hasta la obtención del resultado.

5.5 Cálculo de Índice Glicémico

Para la obtención del IG se determinó en cada sujeto la curva glicémica que produce la ingesta de 50 g de CHO disponibles provenientes de la barra de cereal control y la barra cereal adicionada con β -glucanos, en comparación a la producida por 50g de CHO disponibles provenientes de pan de molde blanco, utilizado como referencia. El IG de las barras de cereal se obtuvo desde el promedio construido con los resultados de los sujetos en estudio, siendo el mínimo recomendado de 10 sujetos (33).



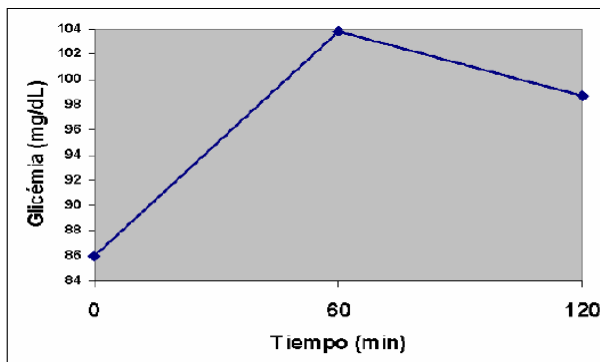
Curva de Índice Glicémico del Pan Blanco (Brand- Miller et al., 1999)

El cálculo del Índice Glicémico se determinó mediante la siguiente fórmula;

$$\text{Índice glicémico} = \frac{\text{Área bajo la curva del producto analizado} \times 100}{\text{Área bajo la curva del pan blanco}}$$

Las áreas bajo la curva se determinaron mediante el método tradicional de triangulación, excluyendo aquellas áreas obtenidas bajo el eje x, considerándose como referencia la ingesta de 50 g de CHO disponibles de pan blanco.

$$\text{Área} = \frac{(\text{Base}) (\text{Altura})}{2} = 1559 \text{ (mg min /dL)}$$



Área bajo la curva del pan blanco.

5.6 Expresión de resultados y Estadística

Los resultados de la prueba de aceptabilidad se expresaron como promedio \pm DS, y se aplicó ANOVA para establecer diferencias significativas al 5% seguida de la prueba de Duncan.

Los resultados de tolerancia aguda se analizaron por Chi-Cuadrado (X^2) aceptando una significancia estadística del 5%.

Los resultados de respuesta e índice glicémico se expresaron como promedio \pm DS, aplicando ANOVA de medidas repetidas para establecer diferencias significativas al 5% en el caso de los resultados de respuesta glicémica, y T-Student para IG.

6. RESULTADOS

6.1. Caracterización de las barras de cereal con y sin adición de β -glucanos en términos nutricionales y saludables.

La Tabla 1 muestra el aporte de nutrientes de acuerdo al análisis químico proximal realizado por el Consorcio de Cereales Funcionales SA. Se puede observar que las barras de cereal sabor frutos rojos poseen un aporte levemente superior de energía, proteínas y lípidos en comparación a las barras sabor manzana. En relación al contenido de fibra dietética total, es posible distinguir un mayor contenido en las barras con adición de β -glucanos respecto a las barras control en ambos sabores, las cuales además se destacan por poseer una mayor cantidad de fibra dietética soluble en su composición. El aporte total de β -glucanos de las barras adicionadas con este compuesto fue alrededor de 0,8g/porción.

Tabla 1: Aporte nutricional de barra de cereal con adición de β -glucanos y de barra control, en sus dos versiones de sabor.

Porción (30g)	Barra Sabor Manzana		Barra Sabor Frutos Rojos	
	Con Betaglucanos	Control	Con Betaglucanos	Control
Energía (Kcal)	121	121	123	124
Lípidos (g)	1,20	1,26	1,46	1,41
CHO disponibles (g)	22,25	22,27	22,16	22,34
Proteínas (g)	1,97	1,99	2,12	2,34
Fibra dietética total (g)	5,28	4,70	5,02	4,91
Fibra dietética insoluble (g)	1,09	1,12	1,08	1,24
Fibra dietética soluble (g)	4,19	3,58	3,95	3,68
β -glucanos (g)	0,78	0,26	0,82	0,31

*Datos aportados por el Consorcio de Cereales Funcionales SA.

Tabla 2: Indicadores de calidad nutricional y saludable de barra de cereal con adición de β -glucanos y barra control, en sus dos versiones de sabor.

	Barra Sabor Manzana		Barra Sabor Frutos Rojos	
	Con Betaglucanos	Control	Con Betaglucanos	Control
CHO%	73,80	73,50	71,90	72,30
P%	6,52	6,57	6,88	7,57
G%	8,95	9,35	10,64	10,29
Densidad Energética (DE)	4,02	4,04	4,11	4,12
Tipos de ácidos grasos (Porción 30g):				
Saturados (S)	0,13	0,14	0,23	0,27
Monoinsaturados (M)	0,57	0,50	0,66	0,56
Poliinsaturados (P)	0,44	0,56	0,50	0,52
Relación S : M : P	1,0 : 4,4 : 3,4	1,0 : 3,6 : 4,0	1,0 : 2,9 : 2,2	1,0 : 2,1 : 1,9

*Datos aportados por el Consorcio de Cereales Funcionales SA.

En la Tabla 2 se observa que la DE de las 4 preparaciones de barra de cereal es alta ($X: 4,07 \pm 0,05$). En relación al contenido de ácidos grasos en su composición se destaca un mayor aporte de grasas monoinsaturados y poliinsaturados, presentando menor contenido de grasas saturadas en la totalidad de las barras en estudio, datos obtenidos tras el análisis de los tipos de ácidos grasos presentes en 1 porción (30g) de barra de cereal.

6.2. Evaluación de aceptabilidad de las barras de cereal

La Tabla 3 detalla los resultados de aceptabilidad general de las barras cereales con adición de β -glucanos y las barras cereales control, obtenido al aplicar el test de escala hedónica a un total de 39 jueces no entrenados, con el fin de identificar el grado en que cada formulación gusta o disgusta.

Tabla 3: Aceptabilidad (Promedio \pm DS) de barra de cereal con adición de β -glucanos y sus respectivos controles, según escala hedónica de 7 puntos.

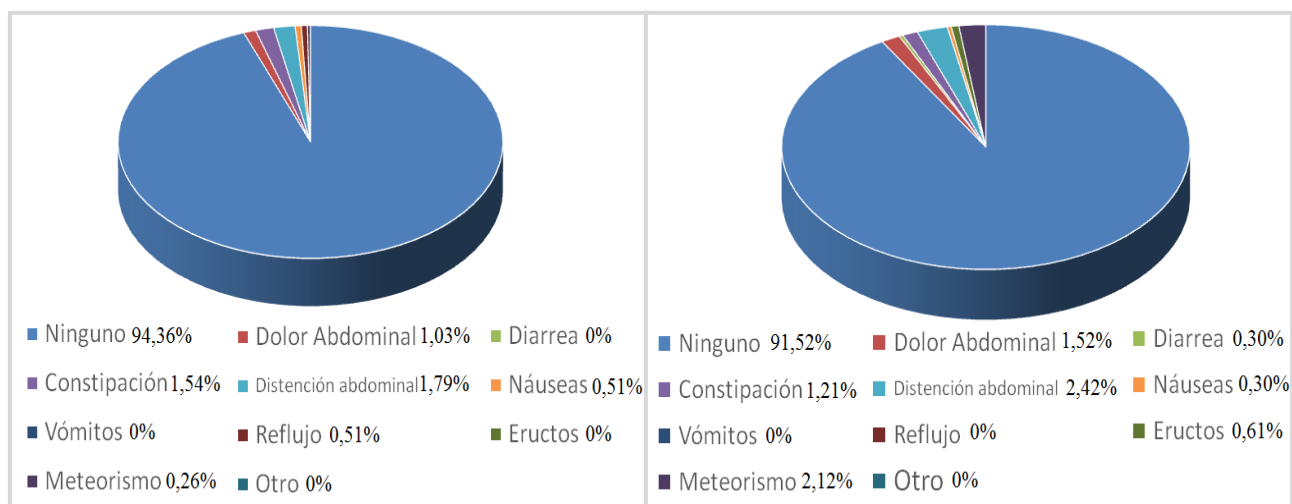
Barra sabor manzana		Barra sabor frutos rojos		ANOVA
Con adición de β -glucanos	Control	Con adición de β -glucanos	Control	
6,0 \pm 0,9	5,5 \pm 0,8	6,1 \pm 0,9	5,8 \pm 0,9	NS

Como muestra la Tabla 3, no se evidenciaron diferencia significativa entre las barras de cereal ensayadas, lo que demuestra que todas las barras de cereales fueron aceptadas de igual manera por parte de los evaluadores. Destacándose una alta calificación en la prueba de aceptabilidad, tanto entre las barras evaluadas, como entre los sabores, siendo aproximadamente de 6 en escala de 7 puntos.

6.3 Evaluación de tolerancia aguda de la barra con adición de β -glucanos.

En su mayoría los jueces declararon no presentar ningún tipo de síntoma gastrointestinal previo (94,36%) y posterior a 2 horas (91,52%) del consumo de la barra cereal con adición de β -glucanos. Los síntomas más frecuentes, fueron distensión abdominal, constipación y dolor abdominal. La variación que presentaron estos síntomas en cuanto a su porcentaje previo y posterior al consumo de las barras fue mínima. Existe una excepción, que se da en el caso del síntoma denominado meteorismo, el cual aumenta su porcentaje de 0,26 % a 2,12 % luego del consumo de las barras.

Gráfico 1: Distribución porcentual de personas con síntomas gastrointestinales, durante la evaluación de tolerancia a la barra cereal con adición de β -glucanos antes de su consumo (izquierda) y después de dos horas de su consumo (derecha).



No hubo diferencias estadísticas para afirmar que el consumo de barra de cereal con adición de β -glucanos generó los problemas gastrointestinales manifestados en los participantes, según análisis estadístico de Chi-cuadrado (X^2).

6.4 Medición índice y respuesta glicémica.

Los resultados obtenidos de la determinación de índice y respuesta glicémica de las barras de cereal en estudio respecto al pan, se presentan en las siguientes tablas y gráficos.

Tabla 4: Características de los sujetos.

	Grupo intervenido
Tamaño de muestra	10
Edad (años)*	23,1 \pm 3,03
Sexo (Hombres/Mujeres)	2/8
Peso (kg)*	53,6 \pm 4,75
Talla (m)*	1,59 \pm 0,06
IMC (kg/m ²)*	21,3 \pm 1,41

*Valores presentados como promedio \pm DE.

La Tabla 4 muestra las características de los sujetos que participaron en el estudio. Como se puede apreciar el tamaño de la muestra utilizada fue de 10 personas, con una edad promedio de 23 años, de los cuales 2 eran hombres y 8 mujeres, teniendo como IMC promedio 21,3 kg/m²

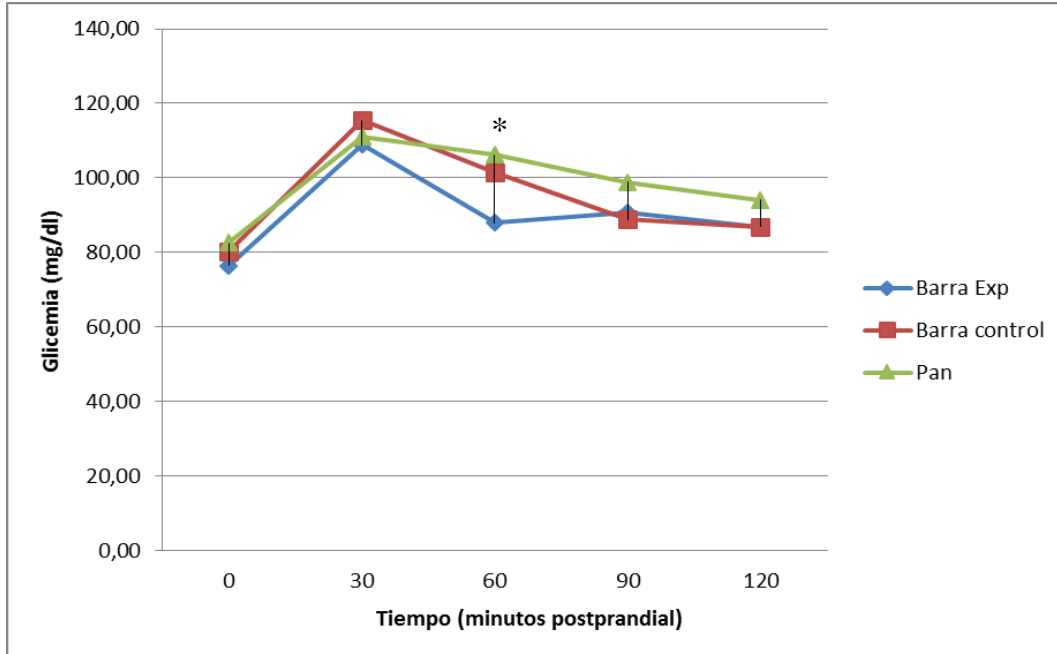
Tabla 5: Respuesta glicémica (mg/dl) promedio \pm DS en cada tiempo de prueba en los diferentes alimentos analizados.

Tiempo (minutos)	Barra cereal con adición de β -glucanos	Barra cereal control	Pan	ANOVA medidas repetidas
0	76,4 \pm 10,9	80,2 \pm 10,9	82,6 \pm 10,6	NS
30	108,9 \pm 14,0	115,5 \pm 13,4	111,1 \pm 12,6	NS
60	87,9 \pm 23,8 ^a	101,5 \pm 11,2 ^{a,b}	106,2 \pm 9,3 ^b	P <0,05
90	90,6 \pm 8,0	88,8 \pm 11,0	98,8 \pm 12,4	NS
120	86,9 \pm 13,2	86,9 \pm 11,4	94,1 \pm 10,0	NS

ANOVA medidas repetidas: letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas al 5%.

La Tabla 5 muestra la respuesta glicémica promedio de las barras de cereal evaluadas y el alimento de referencia en los tiempos estimados para 10 sujetos participantes del estudio. Se observa que el valor máximo de glicemia de todas las muestras ensayadas se alcanza a los 30 minutos (108,9 mg/dl para la barra de cereal con adición de β -glucanos, 115,5mg/dl para la barra control y 111,1mg/dl para el alimento de referencia). El único tiempo al cual la respuesta glicémica a la barra cereal con adición de β -glucanos fue significativamente menor a la provocada por el consumo del alimento de referencia, fue obtenida al minuto 60, según ANOVA de medidas repetidas.

Gráfico 2: Respuesta glicémica en cada tiempo de prueba en los diferentes alimentos analizados.



* Diferencia estadísticamente significativa ($p < 0,05$) entre barra de cereal con adición de β -glucanos y alimento de referencia a los 60 min. postprandiales (ANOVA medidas repetidas).

El gráfico 2 muestra el comportamiento de las respuestas glicémicas de cada uno de los alimentos evaluados, respecto a los tiempos postprandiales determinados para su estudio. Se puede apreciar que las respuestas glicemias en promedio de la barra con adición de β -glucanos tienden a ser menores que las generadas por la barra cereal control y el alimento de referencia, no siendo estadísticamente significativas en los resultados obtenidos a los minutos 0, 30, 90 y 120 ($p > 0,05$).

Tabla 6: Índice glicémico (Promedio \pm DS) de la barra cereal con β -glucanos y de la barra cereal control

	Barra cereal con adición de β -glucanos	Barra cereal control	t-Student
IG	98,7 \pm 29,5	110,5 \pm 41,7	NS

Como se detalla en la Tabla 6, no hubo diferencia significativa entre el IG de la barra cereal con adición de β -glucanos y el de la barra cereal sin adición de este compuesto bioactivo. Aunque, se aprecia una tendencia a tener un IG más bajo en el caso de la barra cereal experimental. Además cabe destacar que el IG obtenido de la barra cereal con adición de β -glucanos se asemeja al del alimento de referencia (IG 100%).

7. DISCUSIÓN

Desde hace 20 años se viene observando una prevalencia creciente de obesidad, alcanzando cifras preocupantes en la mayoría de los países. Chile no escapa de esta realidad, datos entregados por la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), muestran que niños de 1° año básico del país, presentan una prevalencia de obesidad del 25,3 % en el año 2013. De acuerdo a esta información es que resulta importante tener en conocimiento que tipos de alimentos son de mayor preferencia desde preescolares hasta jóvenes estudiantes (12).

En Chile estudios muestran una marcada preferencia, de parte de la población escolar, por el consumo de barras cereales como colación. Un estudio que observó alumnos de 4° a 7° año básico, de dos escuelas básicas municipalizadas de la comuna de Macul, Santiago de Chile, un 12,8 % de los alumnos prefirió el consumo de barras cereales (34). Otro estudio observó el consumo de Snacks o bocadillos en los escolares de la región metropolitana, obteniendo también que un 12,8 % de la población escolar optaba por barras de cereales como un Snacks para la satisfacción del apetito en un corto plazo (35).

En la actualidad, el mercado nacional cuenta con una variada oferta de cereales, para el desayuno y barras de cereales, dirigidas principalmente a niños que se caracterizan por ser poco saludables, producto de su alto contenido energético y bajo valor nutricional, sin embargo son identificados por la población en general como una opción de alimentación saludable incrementando el riesgo de abuso de su consumo y contribuyendo negativamente al desequilibrio en la alimentación.

Según un estudio realizado por la Organización de Consumidores y Usuarios de Chile (ODECU), en abril 2010 cuyo objetivo consistió en evaluar la calidad nutricional de los cereales al desayuno y barras de cereales comercializadas en el mercado nacional, se determinó que gran parte de estos productos contenían exceso de azúcar, grasas y sal adicionados a su composición (36). Sin embargo, respecto al consumo de barras de cereal en los últimos años, se ha observado que su difusión y aceptación en la población ha sido amplia, incrementando notoriamente su consumo en la última década, tanto a nivel nacional como mundial (37). Por lo tanto, al tomar como ejemplo marcas de barras de cereal más consumidas, disponibles en el mercado nacional, correspondientes a Gran Cereal® (Costa) y Quaker® es posible detectar un mayor contenido de CHO en su composición, en comparación a la barra con adición de β -glucanos en el presente estudio. Esta diferencia resulta importante, puesto que el exceso de este macronutriente generalmente se debe al azúcar añadido a la preparación, cuya ingesta prolongada en el tiempo puede conllevar al desarrollo de diversas enfermedades tales como; diabetes mellitus, obesidad, hipertrigliceridemia, hígado graso, carencia de múltiples micronutrientes, entre otras comorbilidades.

Respecto al contenido de fibra dietética de las barras de cereal disponibles en el mercado analizadas, su aporte fue bajo, alcanzando 1,8g en barra cereal Quaker®, y 0,3g en barra Gran Cereal®, en comparación a las barras con adición de β -glucanos en estudio (5,28g Manzana, 5,02g Frutos Rojos). La inclusión de un mayor aporte de fibra dietética en un alimento, otorga propiedades de importante beneficio para la salud, necesarias para el buen funcionamiento del tracto gastrointestinal y el control metabólico de la glucosa, siendo recomendable su consumo desde los primeros años de vida (4). La fibra insoluble ayuda a

mantener un adecuado tránsito intestinal y la soluble tiene efectos beneficiosos sobre el óptimo crecimiento y mantención de la microflora del colon (38), además este tipo de fibra dietética posee la propiedad de atrapar agua formando una solución viscosa en el intestino, cuya acción disminuye la absorción intestinal de algunos nutrientes como glucosa y colesterol, contribuyendo así a la prevención de enfermedades cardiovasculares (39).

En general respecto al aporte de proteínas de las barras de cereales analizadas en el comercio nacional, como también las barras de cereal en estudio es bajo, sin embargo, investigaciones a corto plazo sugieren que para una misma cantidad de energía, las proteínas provocan más saciedad que la grasa o los CHO (40). Mientras que un estudio publicado en *The Journal Cell* en el año 2012, demuestra el mecanismo por el cual se produce la saciedad tras una comida rica en proteínas, el cual consiste principalmente en la inhibición de los receptores mu opioides (MORs) reguladores de la sensación de hambre, presentes en las paredes de la vena porta (41) . Ante lo cual, el análisis de la inclusión de altas cantidad de proteínas en una preparación podría ser favorable derivada de su efecto saciador en el organismo, sin embargo es importante considerar el mayor costo que podría significar la inclusión de este macronutriente en un producto alimenticio.

En relación a los lípidos, la cantidad presente en las barras de cereales disponibles en el mercado, Gran Cereal ® (COSTA) y Quaker ®, es considerablemente mayor a la de las barras cereales en estudio, alcanzando 2,25 g en barra cereal Quaker ®, y 4,8 g en barra Gran Cereal ®, en comparación a las barras con adición de β -glucanos (1,2 g Manzana, 1,46 g Frutos Rojos). En cuanto a la calidad, las barras cereales ofrecidas en el mercado se caracterizan por presentar un alto contenido de grasas saturadas, las cuales representan más de la mitad del total de lípidos aportados, con un 53% en el caso de la barra Quaker ® y un

56% en la Gran Cereal ®. Mientras que las barras de cereal con adición de Betaglucanos sabor manzana y frutos rojos, se destacan por poseer mayor aporte de grasas monoinsaturados y poliinsaturadas, siendo su contenido de grasas saturadas menor, con un 10,8 % del total de lípidos aportados en la barra sabor manzana, y un 15,7 % en la sabor a frutos rojos. Esto constituye una característica beneficiosa para la salud, debido que el consumo de alimentos con mayor aporte de grasa saturada, colesterol y ácidos grasos Trans se asocia directamente con el riesgo de padecer una enfermedad cardiovascular, mientras que la incorporación en la alimentación habitual de ácidos grasos cis, mono y poliinsaturados tienden a relacionarse de manera inversa con el riesgo de sufrir este tipo de enfermedades (42).

El análisis sensorial de las barras de cereal se inició a través de una prueba de aceptabilidad que consistió en entregar 2 versiones (30g) de barra de cereal en forma aleatoria en envases idénticos. Esto, con el fin de detectar la aceptabilidad existente entre cada una de las preparaciones en estudio, correspondientes a ambas formulaciones de barra de cereal control y con adición de β -glucanos sabor manzana y frutos rojos, por jueces no entrenados (n: 39). El análisis estadístico evidenció que no existieron diferencias significativas entre las barras de cereales analizadas, quedando demostrado que todas fueron aceptadas de igual manera por los jueces evaluadores, lo que hace suponer que la inclusión de β -glucanos no afectó las características organolépticas de las barras experimentales en comparación a las barras control.

Debido a los beneficios del mayor consumo de fibra y en busca de mejorar el estado nutricional y por ende la calidad de vida de la población, es que el mercado entrega cada

vez mayores opciones de productos formulados con un importante aporte de fibra dietética. Estudios demuestran que dichos productos han logrado buena aceptabilidad por parte de distintos grupos etarios de individuos (43-44), siendo la incorporación de β -glucanos una buena alternativa en su composición, debido a los innumerables beneficios para la salud este compuesto bioactivo posee. Se ha comprobado que el consumo de una dosis diaria de 4g de β -glucanos, derivados de la avena o cebada, por cada 30g de CHO presentes en una porción cuantificada como parte de la comida, genera una reducción de la respuesta glicémica post-prandial, relacionada con el “metabolismo de los CHO y la sensibilidad a la insulina”, los cuales son críticos en el control a la intolerancia de la glucosa que comúnmente se da en casos de obesidad (45). También se han descrito propiedades de los β -glucanos sobre el control del colesterol plasmático, la mejora de la función intestinal y el control del peso, aprobados por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA).

Según datos obtenidos de la prueba de tolerancia aguda antes y posterior a 2 horas del consumo de la barra de cereal con β -glucanos considerando análisis estadístico Chi-cuadrado, es posible afirmar que un bajo número de sujetos presentó síntomas gastrointestinales y que éstos no se debieron al consumo de la barra de cereal con adición de β -glucanos. Datos similares se observan en estudios previos donde se administraron bebidas enriquecidas con 5 y 10g de β -glucanos de avena o cebada, durante 8 semanas, no observándose síntomas gastrointestinales significativos tras su consumo, a pesar que algunos participantes refirieron presentar hinchazón, flatulencia y diarrea, síntomas que fueron disminuyendo progresivamente después de 1-2 semanas de su ingesta (46).

Los CHO corresponden a la fracción mayoritaria de las barras de cereal. Por lo tanto su calidad incide directamente en el grado saludable de la barra. Siendo este macronutriente el principal componentes de la dieta que afectan a la secreción de insulina y a la glicemia postprandial y están implicados en la etiología de numerosas enfermedades crónicas. Tanto la cantidad como el tipo de CHO consumidos tienen efecto sobre la secreción de insulina y la glicemia postprandial.

La elección cuidadosa de alimentos de bajo IG ofrece una alta protección en la diabetes tipo 2, la enfermedad coronaria o el cáncer colorrectal, comparable o superior a la conseguida con ingestas elevadas de cereales integrales o de fibra en la prevención de dichas enfermedades (47).

El índice glicémico cuantifica la respuesta glicémica e insulinémica a los CHO ingeridos en los diferentes alimentos comparándola con la respuesta de un alimento de referencia. El IG representa la calidad del CHO consumido.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los índices glicémicos de las barras de cereales en estudio, si bien la barra con adición de β -glucanos obtuvo un IG cercano al del alimento de referencia, éste tendió a ser menor al obtenido por la barra cereal control, aunque las diferencias no fueron significativas. Estudios han demostrado, que la inclusión de β -glucanos en algunos alimentos que incluso presentan un alto índice glicémico, como el pan, logran alcanzar una disminución de este indicador (48).

En el caso de la respuesta glicémica, existió una diferencia significativa a los 60 minutos entre la barra de cereal con adición de β -glucanos y el alimento referencia, en donde la barra presentó la menor respuesta glicémica. Sin embargo no hubo diferencia significativa

entre la respuesta glicémica de la barra experimental en relación a la barra control. Un estudio realizado con la adición de 5 a 10 g de β -glucanos provenientes de la avena, en una bebida, en comparación con la misma cantidad de β -glucanos pero provenientes de la cebada, demostró que la bebida con adición de 5g de β -glucanos proveniente de la avena, generó una disminución significativa de las glicemias postprandiales al minuto 30, en comparación con la bebida control, mientras que aquella adicionada con 10 g de β -glucanos también provenientes de la avena no logró una diferencia significativa en la disminución de las glicemias postprandiales. En el caso de los β -glucanos provenientes de la cebada, no existió en ningún momento diferencia significativa con la bebida control. Esto permitiría inferir que el efecto de los β -glucanos no depende de la cantidad añadida, si no, de la fuente alimentaria de la cual provengan, teniendo la avena un mayor efecto sobre la respuesta glicémica (46).

Sin embargo, otro estudio en el cual se adicionaron Arabinosilanos como fuente de fibra soluble al pan, demostró que existe una relación inversa entre la cantidad de fibra adicionada y las respuestas glicémicas post- prandiales, en donde panes adicionados con 12 gramos de fibra obtuvieron resultados mayormente significativos en las glicemias, en comparación con aquellos con adición de 6 gramos de fibra (49).

Se ha comprobado que la reducción de los niveles de glucosa en sangre consiste en la viscosidad que proporcionan los polisacáridos, ocasionando un aumento en la resistencia de la difusión de los nutrientes al lumen del intestino delgado y, por tanto, una menor absorción a través de las paredes intestinales, lo que reduce la cantidad y velocidad de entrada del azúcar en el torrente circulatorio (50).

Dado lo anterior, el mecanismo propuesto en la acción de los β -glucanos presentes en la avena, tiene relación con la reducción de glucosa y de la respuesta a la insulina en adultos, formando geles de alta viscosidad, retrasando el vaciado gástrico y/o la absorción intestinal, lo que resulta en respuestas glicémicas más bajas (51).

Existen diversos factores que pueden haber influido en haber obtenido IG y respuesta glicémica a los distintos tiempos evaluados sin diferencias significativas entre la barra experimental y la barra control, en el presente estudio. Algunos autores declaran que el estrés que puede existir por parte de los individuos el día de la medición puede ser un factor que interfiere en los resultados. (52). Como también el tipo de alimentación que haya realizado el sujeto el día anterior, comidas que contienen fibras y grasas disminuyen el IG, lo cual puede explicar el motivo por el cual en algunos individuos la barra de cereal control arrojó IG considerablemente bajos (53).

Por otra parte, existe bibliografía que indica que los resultados también pueden diferir dependiendo del tipo de medición utilizada, en donde el uso de sangre capilar ha demostrado arrojar menores variaciones significativas intra-sujetos en comparación con el uso de sangre venosa (54).

Es importante considerar, como otro factor influyente en los resultados, que la dosis de β -glucanos añadidos a la barra en estudio, correspondiente a 0,75 g, es bastante más baja que lo encontrado en la bibliografía existente.

Sin embargo, tanto la respuesta glicémica como el IG obtenido por la barra de cereal con adición de β -glucanos fueron menores, aunque no significativos, a la obtenida por la barra control, por lo que se cree que es preferible priorizar el consumo de barras cereales que

contengan agregados de β -glucanos como fuente de fibra soluble (55) sobre aquellas barras cereales comunes existentes hoy en el comercio, para así controlar la velocidad con la que incrementa la concentración de azúcar en sangre, en beneficio de la salud.

8. CONCLUSIONES

- Las barras de cereal presentaron alta aceptabilidad por parte de los evaluadores y no se detectaron diferencias significativas entre las barras ensayadas: con y sin adición de β -glucanos, ni entre los sabores de manzana y frutos rojos
- La prueba de tolerancia aguda reflejó una baja frecuencia de síntomas gastrointestinales los cuales no se debieron al consumo de la barra de cereal adicionada de β -glucanos, de acuerdo a la prueba de significancia de chi-cuadrado.
- De acuerdo a lo anterior, la hipótesis “la barra de cereal adicionada de β -glucanos presenta alta aceptabilidad y tolerancia aguda”, es aceptada.
- No hubo diferencia significativa entre la respuesta glicémica generada por la barra con β -glucanos en relación a la barra control, aunque los valores tendieron a ser más bajos.
- La respuesta glicémica generada por la barra cereal con adición de β -glucanos fue significativamente menor a la generada por el alimento de referencia a los 60 minutos postprandiales.
- El IG de la barra adicionada de 0,75 g de β -glucanos fue igual a la barra control, aunque se evidenció una tendencia a presentar un valor más bajo.
- Por lo tanto, la hipótesis “la incorporación de β -glucanos a la barra de cereal como fuente de fibra soluble, mejoró su índice y respuesta glicémica en comparación a la barra control”, no fue aceptada.

9. ANEXOS

9.1 Anexo n° 1:

Evaluación Sensorial de Aceptabilidad

Escala hedónica

Nombre:.....

Fecha:.....

Producto:

Deguste la muestra de barra de cereal, e indique con una X en el casillero correspondiente su grado de aceptabilidad de 1 a 7 según escala verbal-numérica.

1	Me disgusta extremadamente	
2	Me disgusta moderadamente	
3	Me disgusta levemente	
4	No me gusta ni me disgusta	
5	Me gusta levemente	
6	Me gusta moderadamente	
7	Me gusta extremadamente	

9.2 Anexo n° 2:

Consentimiento Informado

PARTICIPARÁ EN EL ESTUDIO DE “ÍNDICE Y RESPUESTA GLICÉMICA DE BARRAS DE CEREAL ELABORADAS CON BETAGLUCANOS COMO COMPUESTO BIOACTIVO”

En Valparaíso, a.....de..... del 2014.

Yo,..... (Nombre del participante), RUT....., certifico que Camila Arancibia Riveros RUT 17,474.842-Ky Lorena Cornejo Tobar, RUT 16.843.177-5.

Me han informado que:

- 1) Está en curso un proyecto de investigación de tesis, en una de sus fases de experimentación, que requiere determinar ACEPTABILIDAD SENSORIAL tras el consumo de un alimento control y un alimento en experimentación que consiste en una barra de cereal con adición de Betaglucanos.
- 2) Se procederá con todas las condiciones de seguridad alimentaria necesarias para el procedimiento, reduciendo al máximo todo tipo de riesgos para los participantes. No obstante, se podrían generar efectos secundarios adversos tales como malestar gastrointestinal.
- 3) Los resultados de este estudio pueden ser publicados sin embargo, mi nombre o identidad se mantendrá bajo reserva.

ACUERDO:

Se me ha explicado el estudio y he aclarado mis dudas. Voluntariamente doy mi consentimiento para participar en el estudio, renunciando a toda forma de compensación por esta decisión voluntaria.

Firma Responsable Investigación

Firma Voluntario

9.3 Anexo nº 3

Consentimiento Informado

PARTICIPARÁ EN EL ESTUDIO DE “ÍNDICE Y RESPUESTA GLICÉMICA DE BARRAS DE CEREAL ELABORADAS CON BETAGLUCANOS COMO COMPUESTO BIOACTIVO”

En Valparaíso, a.....de..... del 2014.

Yo,..... (Nombre del participante), RUT....., certifico que Camila Arancibia Riveros RUT 17,474.842-Ky Lorena Cornejo Tobar, RUT 16.843.177-5.

Me han informado que:

- 1) Está en curso un proyecto de investigación de tesis, en una de sus fases de experimentación, que requiere determinar la TOLERANCIA AGUDA tras el consumo de un alimento control y un alimento en experimentación que consiste en una barra de cereal con adición de Betaglucanos.
- 2) Se procederá con todas las condiciones de seguridad alimentaria necesarias para el procedimiento, reduciendo al máximo todo tipo de riesgos para los participantes. No obstante, se podrían generar efectos secundarios adversos tales como malestar gastrointestinal.
- 3) Los resultados de este estudio pueden ser publicados sin embargo, mi nombre o identidad se mantendrá bajo reserva.

ACUERDO:

Se me ha explicado el estudio y he aclarado mis dudas. Voluntariamente doy mi consentimiento para participar en el estudio, renunciando a toda forma de compensación por esta decisión voluntaria.

Firma Responsable Investigación

Firma Voluntario

9.4 Anexo nº 4

Pauta de evaluación de Tolerancia Aguda

NOMBRE:.....

FECHA:.....

PRODUCTO:

Por favor, encerrar en un círculo según corresponda:

ANTES DE CONSUMIR

DESPUES DE CONSUMIR

Luego indique con una X La puntuación que mejor describa cada síntoma presentado

Síntomas	Ninguno 1	Leve 2	Moderado 3	Intenso 4	Muy intenso 5
Dolor Abdominal					
Diarrea					
Constipación					
Distención abdominal					
Náuseas					
Vómitos					
Reflujo					
Eructos					
Meteorismo					
Otro					

En caso de presentar otro síntoma especifique cuál:

.....
.....

Gracias por su participacion

9.5 Anexo nº 5

Consentimiento Informado

PARTICIPARÁ EN EL ESTUDIO DE“ÍNDICE Y RESPUESTA GLICÉMICA DE BARRAS DE CEREAL ELABORADAS CON BETAGLUCANOS COMO COMPUESTO BIOACTIVO”

En Valparaíso, a.....de..... del 2014.

Yo,..... (Nombre del participante), RUT....., certifico que Camila Arancibia Riveros RUT 17,474.842-K y Lorena Cornejo Tobar, RUT 16.843.177-5).

Me han informado que:

- 1) Está en curso un proyecto de investigación de tesis, en una de sus fases de experimentación, que requiere determinar RESPUESTA E INDICE GLICEMICO tras el consumo de un alimento control y un alimento en experimentación que consiste en una barra de cereal enriquecido con la adición de Betaglucanos.
- 2) Se procederá con todas las condiciones de seguridad alimentaria necesarias para el procedimiento, reduciendo al máximo todo tipo de riesgos para los participantes. No obstante, se podrían generar efectos secundarios adversos tales como malestar gastrointestinal.
- 3) Los resultados de este estudio pueden ser publicados sin embargo, mi nombre o identidad se mantendrá bajo reserva.

ACUERDO:

Se me ha explicado el estudio y he aclarado mis dudas. Voluntariamente doy mi consentimiento para participar en el estudio, renunciando a toda forma de compensación por esta decisión voluntaria.

Firma Responsable Investigación

Firma voluntario

10. REFERENCIAS

- (1) Granfeldt Y. Wu X. Björck I. Determination of glycaemic index; some methodological aspects related to the analysis of carbohydrate load and characteristics of the previous evening meal. *Eur J Clin Nutr.* 2006. Vol. 60, págs. 104-112.
- (2) García P. López G. Evaluación de la absorción y metabolismo intestinal. *Nutrición Hospitalaria.* 2007. Vol. 22 (2), págs. 5-13.
- (3) Parada J. Rozowski J. Relación entre la respuesta glicémica del almidón y su estado microestructural. *Rev Chil Nutr.* 2008. Vol. 35 (2), págs. 84-92.
- (4) Escudero E. González L. La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria. Unidad de Dietética y Nutrición. Hospital La Fuenfría. Madrid.* 2006. Vol. 21 (2), págs. 61-72.
- (5) Lee M. Ingesta: los nutrientes y su metabolismo. En: Kathleen Mahan, L, Escott-Stump, L. Raymond, J. Krause dietoterapia, 13 ed. 2013, pág 49.
- (6) Jenkins D. Kendall C. Augustin L. Franceschi S. Hamidi M. Marchie A. Jenkins A. Axelsen M. Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr.* 2002. Vol. 76 (1), págs. 266-273.
- (7) Alviña M. Indicadores de calidad nutricional. En: Lutz M. León A. Aspectos Nutricionales y saludables de los productos de panificación. Universidad de Valparaíso. Chile. 2009, pág. 32.
- (8) Greenfield H. Southgate D. Datos de composición de alimentos. 2º ed. Roma. 2003. Cap. 7, Examen de los métodos de análisis, pág. 129.

- (9) Soto M. Estudio del Efecto del Espesor de Laminado en un Cereal de Avena con Almidón Retrogradado, sobre su Índice Glicémico. Universidad Austral de Chile. Escuela de Ingeniería en Alimentos. 2007, págs. 15-16.
- (10) López J. Ariza C. Rodríguez J. Construcción y validación inicial de un instrumento para medir el estilo de vida en pacientes con diabetes mellitus tipo 2. Salud pública de México. 2003. Vol. 45 (4), págs. 259-268.
- (11) Brand-Miller J. Foster Powell K. McMillan P. The Low GI Diet revolution: The Definitive Science-Based Weight Loss Plan. EE. UU. 2005.
- (12) Lira M. Informe mapa nutricional 2013. Situación nutricional de los preescolares y escolares de establecimientos municipalizados y particulares subvencionados del país. Departamento de planificación y estudios. JUNAEB. Gobierno de Chile. 2014.
- (13) Atalah E. Epidemiología de la obesidad en Chile. Rev.Med.Clin. 2012. Vol. 23 (2), págs. 117-123
- (14) Organización Mundial de la Salud. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. 2014.
- (15) Vio F. Albala C. Kain J. Nutrition transition in Chile revisited: mid-term evaluation of obesity goals for the period 2000-2010. Public Health Nutrition. 2008. Vol 11, págs. 405–412.
- (16) Cabrera J. Cardenas M. Importancia de la fibra dietética para la nutrición humana. Rev Cubana Salud Pública [online]. 2006. Vol.32 (4) [citado2014-07-04]. Disponible

en:http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662006000400015&lng=es&nrm=iso

(17) Report of the Dietary Fiber Definition Committee to the Board of Directors of the American Association of Cereal Chemists. Submitted January 10. 2001. Vol. 46 (3), págs. 112-126.

(18) Programa Conjunto FAO/OMS Sobre Normas Alimentarias. Comisión del Codex Alimentarius. “Informe de la 30ª Reunión del Comité Del Codex sobre Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales” Ciudad del Cabo, Sudáfrica. 2008.

(19) Ha M. Jarvis M. Mann J. A definition for dietary fibre. Eur J Clin Nutr. Human Nutrition Department, University of Otago, Dunedin, New Zealand. 2000. Vol 54, págs. 861-864.

(20) Mateu de Antonio X. La fibra en la alimentación. Farmacia hospitalaria. Servicio de Farmacia. Hospital del Mar. Barcelona. 2004.

(21) Englyst N. Cummings H. Non-starch polysacharides (dietary fibre) and resistant starch. Advances in Experimental Medicine and Biology. 1990. Vol. 270, págs. 205-225.

(22) García P. Álvarez V. Fibra y salud. Nutrición y obesidad. 2000. Vol. 3, págs.127-135.

(23) Hernaez L. Estudio del consumo de fibra dietética en Adolescentes de Capital federal, Buenos Aires. Universidad ISALUD. 2010.

(24) Lesbia G. Rodríguez M. Camejo M. Izquierdo M. Respuesta de glucosa e insulina: Comparación entre dos tipos de desayunos y prueba de tolerancia oral con 75g. de glucosa. Rev. Venez. Endocrinol. Metab. 2011. Vol. 9 (9), págs. 20-26. Disponible en:

[http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102011000100004&lng=pt&nrm=iso)

[31102011000100004&lng=pt&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1690-31102011000100004&lng=pt&nrm=iso)>. ISSN 1690-3110.

(25) Havrlentová M. Petrulaková Z. Burfarová A. Gago F. Hllinková A. Sturdik E. Cereal b-glucans and their Significance for the Preparation – A review. CJFS. 2011. Vol. 29, n° 1, págs. 1-14.

(26) Caruffo M. López P. Navarrete N. Díaz A. Navarrete P. Uso de beta-glucanos. Como Inmunoestimulantes en la Acuicultura. Indualimentos. 2013. Págs. 118-121.

Disponible en: <http://www.dinta.cl/wp-dintacl/wp-content/uploads/Betaglucanos.pdf>

(27) Food Labeling: Health Claims; Oats and Coronary Heart Disease, Food and Drug Administration. 1997. Vol 62 (15), págs. 3584-3601. Disponible en: <file:///C:/Users/User/Desktop/97-1598.pdf>

(28) Braaten J. Scott F. Wood P. Riedel K. Wolynetz M. Brulé D. Collins M. High β -glucan oat bran and oat gum reduce postprandial blood glucose and insulin in subjects with an without type 2 diabetes. Medicina de la Diabetes. 1994. Vol. 11 (3), págs. 312-318.

(29) Pick M. Hawrish Z. Gee M. Toth E. Garg M. Hardin, R. Oat bran concentrate bread products improve long-term control of diabetes; a pilot study. Journal of American Dietetic Association. 1996. Vol. 96 (12), págs. 1254-1261.

Disponible en: [http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/yjada/article/S0002-8223\(96\)00329-X/fulltext](http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/yjada/article/S0002-8223(96)00329-X/fulltext)

- (30) Jenkins A. Jenkins D. Zdravkovic U. Würsch P. Vuksan V. Depression of the glycemic index by high levels of β -glucan fiber in two functional foods tested in type 2 diabetes. *European Journal of Clinical Nutrition*. 2002. Vol 56, págs. 622-628.
- (31) Holm J. Koellreutter B. Würsch P. Influence of sterilization, drying and oat bran enrichment of pasta on glucose and insulin responses in healthy subjects and on the rate and extent of *in vitro* starch digestion. *European Journal of Clinical Nutrition*. 1992. Vol 46, págs. 629-640.
- (32) Organización Mundial de la Salud, Comité de Expertos de la OMS sobre la obesidad: Obesity: preventing and managing the global epidemic. Report of a WHO consultation on obesity. WHO technical report series, 894. Ginebra (Suiza), 2000.
- (33) Brand-Muller. Curva de Índice glicémico del pan blanco. 2003. Disponible en: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/y4705s/y4705s.pdf>
- (34) Bustos N. Kain J. Leyton B. Olivares S. Vio F. Colaciones habitualmente consumidas por los niños de escuelas municipalizadas: Motivaciones para su elección. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile. *Rev Chil Nutr*. 2010. Vol. 37 (2), págs. 178-183.
- (35) Zamorano M. Guzmán E. Ibáñez J. Estudio del consumo y aporte nutricional de bocadillos en escolares de la región metropolitana de Chile. Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA). Universidad de Chile. *Rev Chil Nutr*. 2010. Vol. 37 (4), págs. 439-445.

- (36) Zapata L. Espinoza A. Estudio comparativo de cereales para el desayuno y barras de cereales, productos especialmente dirigidos a niños que presentan alto contenido de grasa, azúcar y sodio. Organización de consumidores y usuarios de Chile. 2010, págs. 1-40.
- (37) Winter J. Energy bars. Fuctional Ingredients, Aplications, Strategies and Science for Health and Nutrition. 2008, págs. 38-42.
- (38) Valenzuela A. Maiz A. El Rol de la fibra dietética en la nutrición enteral. Rev Chil Nutr. 2006. Vol. 33 (2), págs. 342-351.
- (39) Fundación Hipercolesterolemia Familiar. Fibra alimentaria. Madrid (Spain). 2014.
- (40) Stubbs R. Nutrition Society Medal Lecture. Appetite, feeding behaviour and energy balance in human subjects. Proceedings of the Nutrition Society. 1998. Vol. 57, págs. 341-356.
- (41) Duraffourd C. Vadder F. Goncalves D. Delaere F. Penhoat A. Brusset B. Rajas F. Chassard D. Duchampt A. Stefanutti A. Gautier-Stein A. Mithieux G. Mu-Opioid Receptors and Dietary Protein Stimulate a Gut-Brain Neural Circuitry Limiting Food Intake. The Journal Cell. 2012. Vol. 150, págs. 377-388.
- (42) Ortega R. Pérez L. Bultó E. Quesada M. Prejuicios y verdades sobre las grasas y otros alimentos. Importancia de las grasas en la alimentación. Departamento de Nutrición, Facultad de Farmacia. Universidad Complutense. Madrid, España. 2005, págs. 1-17.
- (43) Marroquín C. Formulación y aceptabilidad de barra de amaranto para la población escolar. Universidad Rafael Landívar. Facultad de Ciencias de la Salud, Guatemala. 2012, págs. 1-83.

- (44) Wittig E. Avendaño P. Soto D. Bungler A. Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano. Arch. Latin. Nutr. 2003. Vol. 53, págs. 74-83.
- (45) Comisión de la Unión Europea. Reglamentos. Lista de declaraciones de propiedades saludables autorizadas. Diario oficial de la Unión Europea. España. 2012. L 136/7.
- (46) Biörklund M. Van Rens A. Mensink P. Önnings G. Changes in serum lipids and postprandial glucose and insulin concentrations after consumption of beverages with *B*-glucans from oats or barley: a randomised dose-controlled trial. European Journal of Clinical Nutrition. 2005. Vol. 59, págs. 1272-1281.
- (47) Roman L. Guerrero B. García P. Dietoterapia, nutrición clínica y metabolismo. Capítulo 1, bases científicas de una alimentación saludable. Sociedad Española de endocrinología y nutrición. 2010. Vol 2, pág. 18.
- (48) Cavallero A. Empilli S. Brighenti F. Stanca A. M. High (1→3,1→4)- β -Glucan Barley Fractions in Bread Making and their Effects on Human Glycemic Response. Journal of Cereal Science. 2002. Vol. 36 (1), págs. 59-66.
- (49) X Lu Z. Walker Z. K. Muir J.G. Mascara T. O' Dea K. Arabinoxylan fiber, a byproduct of wheat flour processing, reduces the postprandial glucose response in normoglycemic subjects. Am J Clin Nutr. 2000. Vol. 71 (5), págs. 1123-1128.
- (50) Torres N. Palacios B. Noriega L. Tovar A. Índice glicémico, índice insulínico y carga glicémica de bebidas de soya con un contenido alto y bajo en hidratos de carbono. Revista de Investigación Clínica. 2006. Vol. 58 (5), págs. 487- 497.

- (51) Hallfrisch J. Behall K. Mechanisms of the Effects of Grains on Insulin and Glucose Responses. *The Journal of the American College of Nutrition*. 2000. Vol. 19 (3), págs. 320-325.
- (52) Hirsch S. Barrera G. Leiva L. De la Maza M. Bunout D. Glycemic and insulinemic index of two types of pasta of short and long presentation in healthy subjects. *Rev Chil Nutr*. 2010. Vol. 37, págs. 474-478.
- (53) Arteaga A. El índice glicémico una controversia actual. *Nutr Hosp*. 2006. Vol. 21, págs. 55-60.
- (54) Foster Powell K, Holt SH, Brand-Miller JC. International table of glycemic index and glycemic load values: 2002. *Am J Clin Nutr*. 2002. Vol. 76, págs. 5-56.
- (55) Blair R. Henley E. Tabor A. Soy foods have low glycemic and insulin response índices in normal weight subjects. *Nutr J*. 2006. Vol. 5, págs. 1-35.