



**FACULTAD DE FARMACIA  
QUIMICA Y FARMACIA  
CIDAF**

**DETERMINACION DE FIBRA DIETETICA EN MINUTAS  
ENTREGADAS POR JUNAEB A ESCOLARES DE PRIMER  
AÑO BASICO DE LA COMUNA DE QUILLOTA EN  
2013**

Internado para optar al título de Químico Farmacéutico

**AYLIHN ZENTENO CARNEIRO**

**Directora de Internado: MarianeLutz Riquelme  
Co-Directora de Internado: Carolina HenríquezLang**

## DEDICATORIA

*Cuando te inspira algún propósito, algún proyecto extraordinario, tus pensamientos rompen todas sus barreras.*

*Tu mente trasciende sus límites y se expande en todas las direcciones.*

*Fuerzas, facultades y talentos latentes, cobran vida y te encuentras alcanzando alturas que jamás soñabas.*

**AGRADECIMIENTOS:**

*A mi directora de internado, profesora MarianeLutz Riquelme y a mi codirectora, profesora Carolina HenriquezLang, que me otorgaron la posibilidad de trabajar en el Centro de Investigación y Desarrollo de Alimentos Funcionales, CIDAF.*

*Al personal del laboratorio CIDAF, en especial a Catherine Ramos y Nadia Correa quienes colaboraron durante mi estadía, y que junto a mi directora y codirectora me entregaron herramientas para mi crecimiento profesional y personal.*

*A las secretarias de la facultad de farmacia que siempre tuvieron muy buena disposición para atender mis dudas y consultas durante mis años de estudio.*

*A mis padres, Gloria y Luis por su apoyo incondicional durante todos estos años de estudio, por el amor y los consejos entregados cada vez que lo necesite.*

*A mi sobrino, que a pesar de su juventud muchas veces fue capaz de entregarme sabios consejos, darme ánimo, y mucho cariño para continuar este proceso profesional.*

*A mi gran amiga Leslie Acevedo Tolosa, que no encuentro palabras de agradecimiento para ella, solo decirle que admiro su fortaleza, su empuje, garra y tenacidad. Que nada es demasiado para ella, que desde su perspectiva la vida se hizo para disfrutarla, y eso es algo que he aprendido de ella y de Gloria mi madre, que agradezco cada día porque ambas están presentes en mi vida.*

*Leslie pasaste de ser mi amiga a ser mi hermana, mi partner. Pasamos penas y alegrías juntas y si te falte en algún momento, fue solo mi tiempo de inmadurez, eres una grande Leslie.*

*A mis amigas, en especial a Catalina Solis y Alejandra Vozmediano que tuvieron la paciencia suficiente de acompañarme en cada momento del internado y que compartieron todas mis alegrías y también aquellos momentos complicados, y que gracias a este proceso nuestra amistad creció.*

*A mi hermana, abuelitos y tíos, que siempre estuvieron en aquellos momentos donde necesitaba una sonrisa*

**INDICE**

RESUMEN .....	v
ABSTRACT .....	vi
INTRODUCCION .....	1
OBJETIVOS .....	27
MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
RESULTADOS.....	36
DISCUSION .....	45
CONCLUSION .....	51
REFERENCIAS .....	52

Este estudio se enmarca en el proyecto FONDEF D09I1222 "Optimización de las características saludables de la dieta de escolares de primer año básico de la comuna de Quillota con el objetivo de disminuir el riesgo cardiovascular

## RESUMEN

La fibra dietética (FD) está contenida en los alimentos vegetales y corresponde a polímeros de hidratos de carbono y otros compuestos asociados que no son hidrolizados por las enzimas del intestino delgado humano. Los efectos beneficiosos de la FD se deben a sus propiedades mecánicas y bioquímicas, ejercidas fundamentalmente en el tracto digestivo. Entre los efectos beneficiosos destaca la mejora del tránsito intestinal y la disminución de los niveles de colesterol y glucosa en sangre. Una baja ingesta de FD se ha asociado con la patogénesis de enfermedades crónicas no transmisibles, tales como diabetes, hipercolesterolemia, obesidad, entre otras. El nivel de consumo de FD en escolares chilenos ha sido escasamente documentado, y los antecedentes de consumo de frutas y verduras indican que no se ajusta a las recomendaciones. El objetivo de este estudio es determinar la cantidad de FD total, soluble e insoluble contenida en las raciones entregadas por el Programa de Alimentación Escolar (PAE) de JUNAEB durante 2011 a escolares de primero básico de escuelas municipales de la comuna de Quillota.

Los resultados muestran que el contenido de FD en las minutas del PAE para los escolares de primer año básico es deficiente, la variedad de frutas en postres es escasa y lo mismo sucede con ensaladas y guisos. Esta información puede contribuir a mejorar el aporte de fibra de las minutas del PAE.

## ABSTRACT

Dietary fiber (DF) is contained in plant foods and corresponds to carbohydrate polymers and other related compounds which are not hydrolyzed by enzymes in the human small intestine. The beneficial effects of DF are due to the mechanical and biochemical properties exerted primarily in the digestive tract. Beneficial effects include a marked improvement in intestinal transit and decrease of intestinal of serum cholesterol and blood glucose levels. A low intake of DF has been associated with the pathogenesis of chronic non-communicable diseases such as diabetes, hypercholesterolemia, obesity, among others. DF intake in Chilean basic scholars has been poorly documented, and reports of fruits and vegetables intake indicate that it does not conform to the recommendations. The objective of this project is to determine the amount of total, soluble and insoluble DF contained in food rations provided by the School Feeding Program (PAE) of JUNAEB in 2011 in basic first year scholars attending municipal schools in Quillota.

The results show that DF consumption in scholars is low, the variety of fruits and vegetables in desserts, or salads and stews is scarce. The results may contribute to improve fiber intake in scholars receiving the PAE feeding program

## INTRODUCCION

En la actualidad, tanto los adultos como los niños chilenos presentan un alto riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles (ECNT), debido fundamentalmente a los malos hábitos alimentarios y el sedentarismo (Vio y cols 2008). La dieta chilena característica aporta un alto contenido de calorías, grasas saturadas, azúcar refinada y sal, con escaso consumo de frutas y verduras (MINSAL 2009). Esto se traduce en un bajo aporte de componentes saludables, entre los cuales destaca la fibra dietética (FD), constituyente de las estructuras de los vegetales.

La FD no es un nutriente y es considerada por el Reglamento Sanitario de Alimentos (RSA) como un factor alimentario y bioactivo. Este documento señala que el contenido de FD debe estar presente en el etiquetado nutricional, indicándose la cantidad de fibra dietética insoluble (FDI), soluble (FDS) y total (FDT), expresada en g/100 g, que contiene cada alimento envasado (RSA 1996).

La dosis diaria recomendada corresponde a la cantidad promedio diaria para cubrir la necesidades nutricionales de una persona (DDR) este valor es equivalente a 25-30 g/ diarios para un adulto. Para promover su consumo se pueden utilizar los mensajes saludables o declaraciones de propiedades saludables ("*HealthClaims*"), que detallan las propiedades de nutrientes y factores alimentarios asociados a uno o más efectos en la salud (Lutz 2012). Los mensajes saludables asociados a la FD se pueden aplicar a alimentos que son "buena fuente de fibra" o que "contienen fibra", para aquellos que contienen desde un 10 hasta un 19,9% (2,5 a 5,0 g) de la DDR, "alto en fibra" para los que contienen un 20% o más (5,0 g o más) de la DDR, "enriquecido o fortificado en

fibra” si el alimento ha sido modificado agregando un 10% ó más (2,5 g o más) de la DDR, por porción de consumo habitual(MINSAL 2009).

El MINSALha aprobado 18 mensajes saludables, 2 de los cuales asocian el consumo de fibra con la disminución de riesgos de ECNT: es el caso de cáncer y enfermedades cardiovasculares (ECV).

El consumo de cantidades adecuadas de FD ejerce roles importantes en el organismo, contribuyendo al control de la glicemia, la reducción de riesgo de cáncer, ECV,obesidad, entre otros (Howlett y cols 2010). Debidoa estas propiedades saludables y su asociación inversa al riesgo de desarrollodiversas enfermedades degenerativas, se considera indispensable conocer su contenido en los alimentos (Sotelo y cols 2008).

### **DEFINICION DE FIBRA DIETETICA**

La FD se define por primera vez en 1953 como “hidratos de carbono(CHO) derivados de plantas disponibles en los alimentos, carentes de valor nutricional” (Hipsley 1953).

En 1972,Trowell (1972)definió FD como “aquella estructura que forma parte de las paredes celulares vegetales, incluidas en la dieta humana, que resistela acción de las secreciones del tracto gastrointestinal”.

Posteriormente, Trowell y Burkitt (1986)la definen como “polisacáridos vegetales y lignina que no son digeridos, debido a la ausencia o incapacidad de las enzimas que se encuentran en el tracto gastrointestinal para completar su digestión, a pesar de los cambios en su estructura química y/o física”.

Las definiciones más actuales de FD apuntan a tener en cuenta el grado de polimerización (GP) de los CHO que la constituyen, como monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos y polisacáridos que no son almidón (FAO/OMS 1998). La AACC (American Association of Cereal Chemists) estableció en 2001 la definición: "FD es la parte comestible de las plantas o CHO análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano, que fermentan en el intestino grueso. La FD incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas. La FD promueve efectos fisiológicos beneficiosos, que incluyen la laxación, disminución de la colesterolemia y /o glicemia, entre otros. Esta definición amplía el concepto de FD e incluye a los CHO análogos, es decir, aquellos que se obtienen por procesos químicos, físicos o enzimáticos, otorgando un énfasis a los beneficios fisiológicos que deben aportar para ser considerados como FD" (AACC 2001).

El establecimiento de una definición de FD continúa siendo la búsqueda de un equilibrio entre los conocimientos actuales de nutrición y la capacidad y eficiencia de los métodos analíticos para su determinación. Actualmente, el consenso está dirigido a una definición basada en los efectos fisiológicos y en los procedimientos analíticos. Las nuevas definiciones de FD han sido aceptadas o rechazadas por la comunidad científica de acuerdo a los intereses particulares de cada grupo, en función de los componentes vegetales que pueden incluirse en la definición (García y cols 2008).

El Programa Conjunto sobre Normas Alimentarias de FAO/OMS – Codex Alimentarius presentó, en 2004, la siguiente propuesta de definición: "La FD consiste en materias comestibles no digeribles que se encuentran naturalmente en los alimentos, y se compone de polímeros CHO con un grado de polimerización (GP) no inferior a 3, obtenidos de materia prima alimentaria por medios físicos, enzimáticos o químicos u obtenidos por síntesis" (Codex 2004).

En 2009, durante la 30<sup>a</sup> reunión del Comité del Codex Alimentarius sobre Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales, se reconoció la necesidad de llegar a un acuerdo sobre la definición, considerando los siguientes aspectos:

1. “Resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano”: la digestibilidad señalada en la definición no se encuentra del todo clara, debido a las dificultades metodológicas que se presentan en su cuantificación, especialmente en el intestino delgado humano.
2. “Polímeros de CHO obtenidos de materia prima alimentaria por medios físicos, enzimáticos o químicos u obtenidos por síntesis”. A partir de esta frase el panel de expertos sugiere que la definición debiese estar asociada a la salud, más que a una descripción química.
3. No incluir en la definición a los oligosacáridos no  $\alpha$ -glucanos fermentables y no digeribles en el intestino delgado humano, con GP 3 a 9, puesto que no existe evidencia científica concluyente que demuestre los efectos fisiológicos beneficiosos para la salud (Codex 2009).

La definición otorgada por el Codex Alimentarius en conjunto con la FAO/OMS en 2009 (Codex 2009) describe a la FD como “polímeros de CHO (incluye lignina y otros componentes cuantificados por la metodología AOAC 991.43) con 10 o más unidades monoméricas, que no son hidrolizadas por las enzimas digestivas del intestino delgado humano” y pertenecen a las siguientes categorías:

1. Polímeros comestibles que se encuentren de manera natural en los alimentos.
2. Polímeros obtenidos de materia prima cruda, por medios físicos, enzimáticos o químicos.

### 3. Polímeros sintéticos.

Se entiende que el efecto fisiológico beneficioso para las categorías 2 y 3 debe demostrarse mediante evidencia científica aceptada por las autoridades competentes.

La decisión si deben incluirse en la definición CHO con un GP de 3 a 9 debe dejarse a las autoridades nacionales (Lupton y cols 2009;Howllet y cols 2010).

En Chile se acepta la definición entregada por el Codex 2009, que se encuentra disponible en la Resolución Exenta N° 764/09 del Ministerio de Salud (MINSAL 2009).

### **COMPONENTES DE LA FD**

La FD está conformada por una mezcla de sustancias químicas, entre las cuales se pueden distinguir celulosa, hemicelulosa, pectinas, gomas, oligosacáridos resistentes, almidón resistente (AR) y lignina.

- 1. Celulosa:** es un polisacárido lineal formado por unidades de D-glucosa (hasta 10.000)unidas por enlaces  $\beta$ -1,4. Presenta puentes de hidrógeno intra e intercatenariamente, formando estructuras cristalinas muy estables. Esta disposición estructural, junto a su composición química, explica sus propiedades físico-químicas, destacando la insolubilidad en agua (Zarzuelo y Galvez 2005).

Es el compuesto más abundante de las paredes celulares de las plantas, de ahí su importancia cuantitativa en la FD. Dada su alta hidrofiliidad, es capaz de captar agua desde el intestino (aproximadamente 0,4 mL/g), formando soluciones muy viscosas (Sastre 2003).

- 2. Hemicelulosas:** son polímeros más pequeños que la celulosa (50-2.000 residuos), formados por diversos tipos de azúcares con estructura ramificada. Aunque son muy heterogéneas, se clasifican en dos grandes categorías: a) neutras, formadas por arabinosa, xilosa, galactosa, manosa y glucosa, y b) ácidas, formadas por ácidos galacturónico y glucurónico. Las diferencias químicas entre ellas se deben a la presencia de grupos ácido en su estructura que implica diversas propiedades físico-químicas y efectos fisiológicos. Son capaces de captar agua a nivel intestinal, formando geles viscosos. Esta capacidad gelificante se utiliza con fines terapéuticos y también en la incorporación de alimentos, dentro de los que destacan los glucomanos y la goma guar (Johansson y cols 2004; Zarzuelo y Galvez 2005).
- 3. Sustancias pécticas:** están constituidas por unidades de ácido galacturónico, y pueden incluir moléculas de glucosa, xilosa y rabinosa. Se localizan en la laminilla media de la pared de las células vegetales, donde se asocian a la celulosa y a la hemicelulosa. Las sustancias pécticas se encuentran mayormente en frutos inmaduros, y en menor proporción en verduras. Durante la maduración se degradan a azúcares y ácidos, siendo este uno de los mecanismos por los que se produce el ablandamiento de los tejidos (Zarzuelo y Galves 2005). Por su elevada capacidad higroscópica, pueden formar coloides. Son digeridas por la flora bacteriana colónica, formando ácidos grasos de cadena corta (AGCC), pueden fijarse a los cationes, presentando una actividad detoxificadora de metales (Sastre 2003).
- 4. Gomas:** son polisacáridos complejos, ramificados, que contienen diversos azúcares neutros y ácidos urónicos. La mayoría de las gomas son solubles en agua, e insolubles en solventes orgánicos y solidifican por desecación. Las gomas no suelen ser consumidas de

manera natural, sino que son utilizadas en la industria como aditivos espesantes, estabilizantes y/o gelificantes (Zaruelo y Galvez 2005). En Chile, las gomas más utilizadas en la industria alimentaria son goma guar, goma tragacanto y goma arábica (RSA 1996).

**5. Oligosacáridos resistentes:** son polímeros de CHO constituidos por 3 a 10 monosacáridos.

Entre ellos se encuentran:

- Fructooligosacáridos (FOS): son polímeros de fructosa formados por  $\beta$ -D fructanos, cuyas moléculas están unidas por enlaces  $\beta$  2-1 fructosil-fructosa. Debido a la ausencia de enzimas digestivas que hidrolicen este enlace, son fermentados en el colon por microorganismos tales como bifidobacterias y lactobacilos (Olagnero 2007).
- Inulina: está constituida por moléculas de fructosa unidas por enlaces  $\beta$  2-1 fructosil-fructosa. Son resistentes a la hidrólisis de las enzimas digestivas y son fermentados por la microflora del colon, específicamente por lactobacilos y bifidobacterias (Meier y Gasull 2004). Se encuentra en alimentos como achicoria, ajo, cebolla, alcachofa. Presenta un efecto prebiótico al modificar el número de bacterias benéficas de la flora intestinal; por otra parte, al disminuir los niveles de colesterol y glucosa en sangre, la inulina se recomienda en la dieta de individuos con diabetes (Madrigal y Sangronis 2007).
- Galactooligosacáridos (GOS): son CHO producidos por la acción de  $\beta$ -galactosidasa sobre la lactosa. No sufren digestión luminal ni de membrana, pero son metabolizados casi en su totalidad en el colon, preferentemente por las bifidobacterias y los lactobacilos. Se encuentran principalmente en legumbres (Holma y cols 2002).

6. **Lignina**: no es un CHO, sino que corresponde a un polímero de fenilpropano. Otorga soporte estructural, rigidez e impermeabilidad al agua a los polisacáridos presentes en la pared celular de los distintos vegetales (Zarzuelo y Galvez 2005).

7. **Almidones resistentes (AR)**: corresponden a la fracción del almidón que es resistente a la hidrólisis intestinal. Este es fermentado por las bacterias intestinales generando AGCCy disminuyendo el pH del colon (Fuentes y cols 2010);aumenta la masa fecal y reduce las concentraciones de colesterol y triglicéridos en suero.

Por otra parte, disminuye la atrofia epitelial del colon, y previene la formación de tumores intestinales(Slavin y cols 2009).La ingesta de AR se ha relacionado con la reducción de la glicemia postprandial y la respuesta insulinémica, obteniendo beneficios en el tratamiento de la diabetes (Torres y cols 2012).

### **CLASIFICACION DE LA FD**

La FD puede clasificarse, según su solubilidad en agua, en FD soluble (FDS) e insoluble (FDI). La solubilidad depende de la presencia de grupos hidroxilos, de los puentes de hidrógeno establecidos en su estructura, entre otros (Zarzuelo y Gálvez 2008;Fernando y cols 2010).

1. FDS: es viscosa y fermentable, cualidades que condicionan sus efectos fisiológicos (García y cols 2002). La FDS forma geles en el tracto gastrointestinal (TGI), debido a que es capaz de retener agua, formando una matriz de alta viscosidad. La capacidad gelificante se asocia las acciones sobre el metabolismo de lípidos, CHO, y de una parte de su potencial anticarcinogénico (Escudero y González 2006). Además, la viscosidad

depende del tamaño de las partículas, el procesamiento de alimentos, y la masticación (Mataix y cols 2002).

Al formar soluciones de consistencia viscosa en el intestino delgado, retarda la absorción de CHO, AG y colesterol (García y Velasco 2007). La FDS está compuesta por gomas, pectinas, oligosacáridos resistentes (Sastre 2003). Se ha observado que los alimentos altos en FDS, tales como avena, cebada, centeno, soya, porotos y lentejas, reducen la hiperglicemia e insulinemia postprandial, lo que permite un mayor control en el paciente diabético (Dovezka 2013).

2. FDI: es capaz de retener agua, formando una matriz de baja viscosidad. De esta manera incrementa el volumen de las heces, genera deposiciones más blandas, estimula la motilidad y el tránsito intestinal (Meier y Gassull 2004). Está constituida por celulosa, hemicelulosa y lignina (Zarzuelo y Gálvez 2005).

En la Tabla 1 se muestra la clasificación de la FD respecto de sus componentes asociados su solubilidad y las principales fuentes vegetales en las que se encuentra.

**Tabla 1. Clasificación, componentes y principales fuentes vegetales de FD.**

Clasificación de acuerdo a su solubilidad en agua	Componentes de FD	Fuentes vegetales de FD
Polisacáridos insolubles	Celulosa	Verduras en general Salvado de trigo
	Hemicelulosa	Semillas de cereales
	AR	Principalmente tubérculos
Polisacáridos solubles	Sustancias pécticas	Frutas y verduras en general Legumbres
	Gomas	Algas marinas Legumbres
	Oligosacáridos resistentes	Principalmente achicoria, ajo, cebolla, alcachofa Legumbres

(Tunland y Meyer 2002)

**ANÁLISIS DEL CONTENIDO DE FIBRA DIETÉTICA EN ALIMENTOS:**

El contenido y composición de la FD varía en los diferentes alimentos. Su contenido depende del tipo, grado de madurez del vegetal, tratamiento tecnológico y procesamiento al cual se ha sometido (Fermenta y cols 2009). Además, la proporción en que las sustancias que la componen se combinan entre sí originan distintas propiedades físico-químicas que influyen en la fisiología de los seres vivos (Savón 2002).

En la mayoría de las tablas de composición química de los alimentos tradicionales, los valores de fibra que aparecen tabulados corresponden a la fibra “cruda”, que representa las estructuras resistentes a la acción de ácidos y álcalis diluidos en condiciones estandarizadas (Schmidt-Hebbel y cols 1990). La determinación analítica del contenido de fibra cruda es un método que subvalora el contenido de FD, debido a que disuelve cantidades variables de celulosa, gran parte de las hemicelulosas, la lignina y toda la FD soluble. La fibra cruda carece de importancia fisiológica y no debe usarse para informar el contenido de fibra en los alimentos (Pak 1997). Con el fin de solventar las pérdidas de componentes fibrosos que se producen al aplicar este método, se diseñaron métodos alternativos, como el método de Fibra Acido Detergente (FDA), que determina principalmente celulosa y lignina (Van Soest 1963) y el método Fibra Neutro Detergente (FDN) (Van Soest y Wine 1967). En ambos se utilizan detergentes que solubilizan todo el material que no es fibra, quedando un residuo vegetal insoluble (García y cols 2008).

En la actualidad, para determinar el contenido de FD en los alimentos se utilizan los métodos oficiales de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC), que se han validado científicamente para ser métodos de referencia.

Los métodos AOAC 991.43 y AOAC 985.29, enzimático-gravimétricos, son muy utilizados. Se basan en la hidrólisis enzimática de los componentes que no son parte de la FD, y se caracterizan por cuantificar los polisacáridos insolubles y solubles de elevado peso molecular. La desventaja es que determinan solo parte del contenido total de AR, inulina, polidextrosa, FOS, maltodextrinas resistentes y oligosacáridos resistentes (AOAC 2006; Codex 2009).

**FUNDAMENTO DE LAS METODOLOGIAS:**

- a) Método AOAC991.43: consiste en una hidrólisis enzimática secuencial de los componentes que no son parte de la FD. Para esto se utilizan enzimas termoestables ( $\alpha$ -amilasa, proteasa y amilogucosidasa) que hidrolizan el almidón y las proteínas de la muestra deshidratada y desgrasada (si contiene más de un 10% de lípidos en su matriz), simulando los cambios químicos que ocurren a los componentes de la FD en el tracto digestivo humano. Luego de la digestión enzimática, se filtra la muestra y se obtiene el residuo de FDI, para luego secar y pesar. El filtrado es tratado con etanol para precipitar la FDS, una vez obtenida se filtra, seca y pesa (AOAC 2006).
- b) Método AOAC 985.29: consiste en separar, por acción enzimática, los residuos de la FD de los azúcares neutros que forman parte de los polisacáridos, para medirlos posteriormente por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), por cromatografía de gases (GLC) o colorimétricamente. La muestra deshidratada y desgrasada (si contiene más de un 10% de lípidos en su matriz) se digiere con  $\alpha$ -amilasa termoestable, para hidrolizar el almidón. Luego el almidón remanente es hidrolizado por la acción de amilogucosidasa y las proteínas con proteasa. Posteriormente se agrega alcohol a la muestra digerida, para precipitar la FDS, el residuo soluble se filtra, seca y pesa (AOAC 2006).

Además, existen métodos que permiten la determinación de las distintas fracciones que componen la FD.

Los métodos enzimáticos-gravimétricos cuantifican de forma separada las fracciones de FDI y FDS, no se pierde material fibroso por solubilización, por lo cual el valor estimado y las carac-

terísticas de la FD probablemente sean muy similares al obtenido del proceso digestivo normal (García y cols 2008). En la Tabla 2 se comparan los métodos AOAC 985.29 y 991.43.

**Tabla 2. Comparación de los métodos AOAC 985.29 y 991.43**

<b>Método</b>	<b>Componentes Cuantificados</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Diferencias Metodológicas</b>
<b>AOAC 985.29</b>	Polisacáridos solubles e insolubles resistentes	No requiere equipo especial	No cuantifica oligosacáridos no digeribles, que no precipitan alcohol	Utiliza buffer fosfato como solución, y se ajusta pH después de cada aplicación enzimática.
	Lignina		No precipita fibras en función del GP, precipitan de acuerdo a su insolubilidad en solución	
	Casi todo el AR, parte de la inulina y la polidextrosa de alto PM	Tiempo de análisis app. 2 h		
<b>AOAC 991.43</b>	Polisacáridos solubles e insolubles resistentes	No requiere equipo especial	No cuantifica oligosacáridos no digeribles, que no precipitan alcohol	Utiliza buffer Mes-Tris como solución, sólo se ajusta pH después de la aplicación de proteasa.
	Lignina		No precipita fibras en función del GP, precipitan de acuerdo a su insolubilidad en solución	
	Casi todo el AR, parte de la inulina y la polidextrosa de alto PM	Tiempo de análisis app. 2 h		

(Codex 2009)

En la Tabla 3 se indican métodos alternativos aprobados por la AOAC (2006) para la determinación de distintas fracciones de la FD.

**Tabla 3. Métodos alternativos para la determinación de FD**

Método	Tipo	Componente Cuantificado
AOAC 992. 28 AOAC 995. 16	Enzimático Enzimático	β- D glucanos
AOAC 994. 13	Enzimático- químico	Azúcares neutrales, ácidos urónicos y lignina
AOAC 997. 08 AOAC 999. 03	Enzimático y cromatografía de intercambio aniónico de alta eficacia con detector amperométrico (HPAEC-PAD) Enzimático y colorimétrico	Fructosas, inulina e inulina hidrolizada y FOS
AOAC 2000.11	HPAEC-PAD	Polidextrosa
AOAC 2001.02	HPAEC-PAD	GOS Trans
AOAC 2001.03	Enzimático gravimétrico y HPLC	FDT en alimentos que contienen maltodextrinas resistentes
AOAC 2002.02	Enzimático	AR y algas
AOAC 2009. 01	Enzimático- gravimétrico y HPLC	FD de alto y bajo PM, y AR

(Codex 2009)

### **PROPIEDADES FISICO- QUIMICAS DE LA FD:**

#### **1. Viscosidad y formación de geles:**

La retención hídrica de la FDS permite la formación de una matriz viscosa que disminuye la absorción de nutrientes como lípidos, CHO, entre otros (Duggan y cols 2002). Asimismo, disminuye la absorción de ácidos biliares, ya que estos se unen a la matriz de los polisacáridos, reduciendo la

formación de micelas y la absorción de grasas. Además retarda el vaciamiento gástrico y aumenta la distensión, lo que puede llevar a un aumento en la saciedad (Escudero y González 2006).

### **2. Retención de agua:**

La FDS retiene agua y forma una matriz de gran viscosidad, en cambio la FDI, aunque también es capaz de retener agua, forma una matriz de baja viscosidad, que aumenta el volumen fecal y, consecuentemente, el diámetro del colon sin aumentar la tensión intrínseca de su pared y reduce la presión necesaria para la propulsión de las heces, previniendo la formación de divertículos. Esta propiedad ha permitido su uso en el tratamiento del síndrome de colon irritable, estreñimiento y diverticulosis (Spiller 2008). El aumento del bolo fecal acelera el tránsito intestinal, reduciendo el tiempo de exposición de sustancias tóxicas y carcinogénicas en la membrana intestinal (Cummings 2001; Mataix y cols 2002).

### **3. Adsorción de lípidos:**

Estudios han demostrado que dietas con un alto contenido de FD disminuyen los niveles de colesterol (MeierGassull 2004). El consumo de FDS disminuye las concentraciones de lipoproteínas VLDL y LDL, y no disminuye las concentraciones de colesterol HDL (Elleuchy cols2011). Esto sucede por diversos mecanismos, tales como la disminución en la absorción de colesterol a causa del secuestro de ácidos biliares.

### **4. Fermentación:**

Gran parte de los componentes que integran la FD recorren el intestino delgado sin modificarse, pero una vez que alcanzan el intestino grueso son fermentadas por bacterias intestinales anaerobias y sacarolíticas, entre otras (Escudero y González 2006). El proceso de fermentación de la FD en el colon es fundamental, promueve la mantención, desarrollo de la flora bacteriana, y

evita la colonización de bacterias patógenas, que compiten con la microflora normal intestinal (Guerin-Deremaux y cols 2010). Durante la fermentación se produce hidrógeno, dióxido de carbono, metano, y se sintetizan AGCC (principalmente butirato, propionato y acetato) que son sustratos energéticos para el enterocito. Todos estos compuestos son esenciales para la adecuada función de la mucosa intestinal (ADA 2008).

#### **5. Unión a minerales:**

La absorción de determinados minerales, como calcio, hierro, cobre y zinc, puede disminuir si se ingieren dietas con un alto contenido de FD. Algunos minerales pueden formar compuestos insolubles con la FD, para luego ser liberados en el colon. Esto ocurre con el consumo de determinados alimentos, tales como espinacas, coliflor, lentejas y plátanos, entre otros. Aunque la absorción es más lenta en el colon que en el intestino delgado, de todas formas se pueden absorber cantidades importantes, un ejemplo es el calcio, el cual queda atrapado en la matriz de la FD y es liberado en el colon cuando esta se hidroliza (Escudero y González 2006).

Estudios en ratas y humanos, han demostrado los efectos positivos de oligosacáridos como FOS, inulina y GOS sobre la absorción de calcio. Una dieta que contenga prebióticos, asociada a un alto consumo de calcio, aumenta la absorción de este catión sin dar lugar simultáneamente a un incremento en la excreción urinaria, tanto en ratas como mujeres menopáusicas. Para explicar estos efectos se proponen los siguientes mecanismos: un aumento en la solubilidad de minerales por una mayor producción bacteriana de AGCC, que es promovido por una mayor oferta de sustratos (prebióticos), a su vez el lactato y butirato producidos en la fermentación, estimulan la proliferación de enterocitos que aumenta la superficie de absorción. Por lo tanto, estos compuestos pueden favorecer la absorción de calcio e inhibir la resorción ósea (Van den Heuvel y cols 2000; Bosscher y cols 2006; Scholz-Ahrens y cols 2007).

### **6. FD antioxidante:**

La FD se encuentra asociada a una cantidad apreciable de antioxidantes, los que en su mayoría son carotenoides y polifenoles, cuya función es disminuir la oxidación celular mediante diversos mecanismos (Saura-Calixto y cols 2007).

### **EFFECTOS FISIOLÓGICOS DE LA FD:**

**Laxación:** el consumo adecuado de FD incrementa el volumen del contenido intestinal y facilita la evacuación de las heces (ADA 2008). La FDI es poco viscosa y escasamente fermentable, incrementa la masa fecal de forma directa y acelera el tránsito intestinal al estimular los movimientos propulsores. En cambio, la FDS es viscosa y fermentable, posee una gran capacidad de retener agua, lo que aumenta el volumen de las heces. Además, aumenta la masa intestinal al favorecer el crecimiento bacteriano (Meier y Gassull 2004).

Las sales biliares y los AGCC incrementan el peristaltismo y regulan el tránsito intestinal. Por otra parte, los gases producidos durante la fermentación impulsan la salida de las heces al actuar como de bomba de propulsión (García y Velasco 2007). Gracias a estos mecanismos, la FD permite que las deposiciones sean más frecuentes, voluminosas y blandas. Los suplementos de FD como salvado de trigo y metilcelulosa se utilizan en el tratamiento del estreñimiento, que se genera en situaciones especiales, como la gestación o cuando la ingesta de comida se reduce, como ocurre en los ancianos con poca actividad física (Zarzuelo y Gálvez 2005).

**Saciedad:** es afectada por estímulos intestinales, hormonales e intrínsecos de la FD (ADA 2008). Un alimento alto en FD es lentamente procesado y absorbido, requiere de una mayor masticación, por tanto, utiliza un mayor tiempo de digestión. Este proceso estimula la secreción de saliva y jugo

gástrico, además disminuye la velocidad de vaciamiento gástrico, como consecuencia se reduce el apetito y prolonga la saciedad (Zarzuelo y Gálvez 2008). Propiedades físico-químicas como la viscosidad y la solubilidad son responsables de la saciedad, además cuando la FDS fermenta en el colon induce la secreción de péptidos como GLP1 y el PYY, que son inductores de la saciedad (Tucker y Thomas 2009).

**Control de la glicemia e insulinemia postprandial:** diversos estudios han demostrado que el consumo de CHO simples, el exceso de grasas saturadas y un bajo consumo de FD son factores de riesgo en el desarrollo de diabetes mellitus, este tipo de dieta se caracteriza por presentar un alto índice glicémico, que se traduce en la aparición de hiperglicemia en el mediano plazo (Meyer y cols 2000; Schulze y cols 2004). Se ha descrito una relación inversa entre la ingesta de FD y la diabetes tipo 2, y su consumo puede regular la glicemia e insulinemia postprandial a través de los siguientes mecanismos:

1. Disminuye la ingesta de alimentos y absorción de nutrientes, puesto que retarda el vaciamiento gástrico, lo que se traduce en la reducción del aumento postprandial de glucosa e insulina en sangre. Esto generalmente sucede con el consumo de cereales integrales de grano entero (Latimer y Haub 2010).
2. El aumento del consumo de FD, especialmente derivada de cereales de grano entero, mejora la disponibilidad de glucosa, que favorece la sensibilidad y disminuye la resistencia a la insulina en los tejidos, por lo que puede utilizarse en el control del paciente diabético (Weickert y Pfeiffer 2008).
3. La FD estimula la secreción de la hormona gastrointestinal colecistoquinina (CCK) y las incretinas como el péptido similar al glucagón tipo 1 (GLP 1) y el péptido insulínotropo-

co dependiente de la secreción de glucosa (GIP) que retardan el vaciamiento gástrico, incrementan la liberación de insulina postprandial e inhiben la secreción de glucagón en el páncreas. Además promueve la captación de glucosa en tejidos periféricos y disminuye el aporte de glucosa a nivel hepático (Murtaugh y cols 2003).

4. Se ha propuesto que los AGCC, producidos durante la fermentación colónica, especialmente el butirato, disminuiría la resistencia a la insulina. El mecanismo no es del todo conocido pero se propone que reduce la producción del factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (TNF  $\alpha$ ), que favorece la resistencia a la insulina en el adipocito (Zarzuelo y Gálvez 2005).

**Regulación en los niveles de colesterol:** se postula que la FDS puede ejercer efectos hipocolesterolémicos, ya que al formar geles viscosos disminuye la emulsión de las grasas y el transporte de colesterol hacia distintos tejidos, aumentando su excreción a través de las deposiciones (Delzenne y Kok 2001; ADA 2008), de esta forma se reduce la absorción de colesterol y la reabsorción de ácidos biliares. Los mecanismos a través de los cuales la FDS ejerce este efecto son:

- Facilita el secuestro de ácidos biliares, interrumpiendo la circulación enterohepática y con ello la tasa de absorción de lípidos. Como consecuencia, se reduce el pool hepático de colesterol libre para formar sales biliares, reduciendo el exceso de colesterol (Meier y Gasull 2004).
- Durante la conversión hepática de colesterol a sales biliares participa la colesterol-7- $\alpha$ -hidroxilasa. La FDS y las resinas de intercambio iónico incrementan la actividad de esta enzima, lo que contribuye a disminuir las concentraciones intracelulares de colesterol libre (Rubio 2002; Buttris y Stokes 2008).
- La depleción del pool de colesterol producida con el consumo de FDS implica alteraciones en el contenido y estructura química de lipoproteínas, especialmente VLDL y LDL. El aumento del

catabolismo de lipoproteínas es propiciado por un mayor número de receptores a nivel hepático (Roy y cols 2000).

**Regulación de la presión arterial:** la disminución de la presión arterial no es una característica inherente a la FD. Distintos estudios han asociado que el consumo de FD podría contribuir a disminuir el peso corporal, las concentraciones de insulina, triglicéridos, colesterol y fibrinógeno, factores relacionados con el aumento de la presión arterial (Ludwig y cols 1999). Por lo tanto, la FD disminuiría estos factores de riesgo cardiovascular cuando se asocian a otros componentes bioactivos de los alimentos, por ejemplo antioxidantes (polifenoles), fitoesteroles, entre otros (Fernández 2001). Una condición necesaria para que esto sea efectivo, es que la FD provenga de distintas fuentes y no de un solo alimento en particular (Zarzuelo y Galvez 2005).

**Efectos de la FD en el sobrepeso y la obesidad:** múltiples factores contribuyen en el sobrepeso y la obesidad, entre ellos la causa principal es el aumento en el consumo de alimentos con alta densidad energética y el sedentarismo. Por tanto, limitar el consumo de este tipo de alimentos es fundamental para prevenir el sobrepeso y la obesidad (Latimer y Haub 2010).

Como se ha mencionado anteriormente, estudios epidemiológicos y clínicos han aseverado que el consumo de FD puede regular el peso corporal, puesto que los alimentos que contienen FD presentan una baja densidad energética y su consumo implica la secreción de incretinas, específicamente la liberación de GLP-1, que se ha asociado a una disminución en el consumo de alimentos. Por otra parte, una dieta alta en CHO complejos y FD promueve una mayor pérdida de peso que una dieta alta en CHO simples y baja en FD (Poppitt 2002; Tucker y Thomas 2009).

Se ha comprobado que las personas que consumen una alta cantidad de FD (25 g/día) poseen hábitos de vida más saludables, realizan más ejercicio físico, consumen menos grasas saturadas, y presentan una menor tendencia a la lipogénesis, con la consecuente disminución de grasa visceral, todo esto previene el sobrepeso y la obesidad (Weickert y Pfeiffer 2008).

**Efecto prebiótico:**Gibson y Roberfroid (1995) definieron prebiótico como “aquel componente no digerible de los alimentos que resulta beneficioso para el huésped, debido a que estimula el crecimiento selectivo de una o varias especies de bacterias en el colon”. El efecto prebiótico de un CHO es función de su capacidad para estimular la proliferación de bacterias deseables, como por ejemplo bifidobacterias y lactobacilos. Los sustratos para el crecimiento de estas bacterias son FOS, GOS e inulina, entre otros. Las bifidobacterias por fermentación liberan ácido láctico, que disminuye el pH y acidifican el contenido del colon, inhibiendo el crecimiento de bacterias nocivas, productoras de amonio y nitrosaminas, potencialmente carcinogénicas (AGA 2000;García y cols 2002; Guarner y Malagelada 2003). La fermentación de la FD origina gases y AGCC, que son beneficiosos, aumentan el flujo sanguíneo local, mejoran la función celular de los enterocitos, modulan el sistema inmune y ejercen una acción antiinflamatoria sobre la mucosa intestinal, dando un efecto protector a este nivel (Escudero y Gonzalez 2006).

**Efecto anticarcinogénico:**el consumo de FD está asociado a la regulación en la expresión de genes que participan en la proliferación y diferenciación del enterocito.

Se postulan los siguientes mecanismos:

- La FD incrementa el bolo, acelera el tránsito intestinal y evita el contacto de potenciales agentes carcinogénicos con la mucosa del colon.

- Dependiendo del tipo de FD consumida, generalmente aquellas más viscosas pueden atrapar en su matriz diferentes agentes mutágenos, eliminándolos (ADA 2008).
- La generación de AGCC disminuye el pH intestinal a un valor de 6,0-6,5. Este valor permite la inhibición de enzimas bacterianas tales como  $\beta$ -glucuronidasa, nitrorreductasa o azoreductasa, implicadas en el metabolismo de sustancias carcinogénicas. Además, el butirato ejerce acciones antiinflamatorias específicas, por ejemplo modula la actividad del factor de necrosis tumoral  $\alpha$  (TNF $\alpha$ ) y reduce la producción de citoquinas proinflamatorias (IL1, IL2, IL4) en el colon, por tanto la FD detendría el crecimiento celular intestinal anómalo, frenando el inicio de cáncer (Liong 2008).

#### **RECOMENDACIONES DE CONSUMO DE FD:**

La infancia es una etapa fundamental en el desarrollo de hábitos alimentarios que condicionan el estado nutricional en etapas posteriores de la vida y depende de factores sociales, económicos y culturales. A pesar de que la población conoce los conceptos básicos de una dieta saludable, estos conocimientos no se traducen en una dieta equilibrada (Montero y cols 2006). El resultado de una dieta poco saludable lleva a una serie de manifestaciones clínicas, entre las que destacan el sobrepeso y la obesidad (OMS 2003).

Las intervenciones orientadas a tratar el sobrepeso y la obesidad logran resultados muy limitados en el mediano y largo plazo. Por esto, el mayor esfuerzo debe orientarse a su prevención, especialmente en la niñez (Rebolledo 2000). El informe sobre Dieta, Nutrición y Prevención de Enfermedades Crónicas de la OMS (2003), reconoce la evidencia científica asociada a la dismi-

nución del riesgo de ECV y riesgo de cáncer del tracto gastrointestinal en personas que consumen al menos 400 g de frutas y verduras.

En este contexto, entre las recomendaciones incluidas en la Estrategia Mundial sobre Régimen Alimentario, Actividad Física y Salud (OMS 2004), destaca “aumentar el consumo de frutas y hortalizas, así como legumbres, cereales integrales y frutos secos”.

Por otra parte, el programa “5 AL DIA”, establecido en 1991 por el Instituto Nacional del Cáncer de Estados Unidos, promueve el consumo de verduras y frutas en 5 o más porciones por día, de diferentes colores a fin de prevenir la incidencia de cáncer y otras enfermedades crónicas asociadas con la alimentación (CDC 2005). En Chile se inició en 2004 como una estrategia complementaria a las acciones que se realizan en los distintos sectores del territorio nacional.

En Santiago, Kain y cols (2001) evaluaron el consumo de alimentos en escolares de 4º básico asistentes a escuelas públicas en la comuna de Lo Espejo, encontrando un 50% de adecuación en el consumo de verduras y un 43% en el consumo de frutas. En este estudio, al ser consultados por el consumo deseado, los niños y niñas manifestaron que les gustaría comer 3 porciones de frutas y 2 de verduras, coincidiendo con lo recomendado para su grupo etario.

En otro estudio, realizado en 1.701 escolares de 7 a 13 años en el norte, centro y sur del país, se encontró que el consumo varió entre el 50 y el 67% de lo recomendado por la OMS (400 g/d), siendo mayor en los niños de 12 a 13 años. No se observaron diferencias por región (Olivares 2007). Otro estudio determinó en 1.431 niños y niñas de Santiago, que el consumo oscilaba entre los 183 y 202 g/promedio/día, sin diferencias por sexo. A pesar de que pocos estudios documentan el consumo de frutas y verduras en escolares chilenos, se puede inferir que la ingesta de FD a

través del consumo de frutas y verduras es insuficiente. En adultos, se determinó que el consumo de frutas y verduras alcanzaba un promedio 160 g versus los 400 g que recomienda la OMS (Oliveros 2004).

La Encuesta Nacional de Salud 2009-2010 indica que sólo un 15,7 % de la población encuestada cumple con la recomendación de consumo de 400 g diarios de frutas y verduras de la FAO/OMS(MINSAL 2012). Las Guías Alimentarias para la población chilena (MINSAL 2013) entregan un conjunto de mensajes educativos sobre alimentación y actividad física, que consideran la salud y factores socioculturales de la población chilena. Para su formulación se consideró el perfil epidemiológico de la población chilena y las últimas recomendaciones internacionales sobre alimentación y actividad física de OMS, FAO, el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) y el Centro para el Control de Enfermedades (CDC) de los Estados Unidos. Las recomendaciones son las siguientes: comer 5 porciones de frutas y verduras de distintos colores cada día, incorporar 2 porciones de legumbres a la semana sin mezclarlas con cecinas, consumir 3 veces al día lácteos bajos en grasa y azúcar, evitar el exceso de sal, azúcares refinados, disminuir la ingesta de grasas saturadas (MINSAL 2013).

A continuación se presentan las recomendaciones de ingesta de FD otorgadas por diferentes grupos de expertos:

Adultos:

- 10 a 13 g de FD /1000 kcal (ADA 2002)
- 400 g de frutas y verduras (OMS 2003)
- Más de 25 g/ día de FD (OMS 2003, AHA 2010)
- 25 g/ día de FD en 2000 kcal o 35 g/día de FD en 2500 kcal (ADA 2008)

Niños:

- 0,5 g/kg/d, para niños de hasta 10 años (AAP 1993)
- Para niños mayores de 2 años (Williams 1995):
  - a. Edad del niño + 5 g, como aporte mínimo diario
  - b. Edad del niño + 10 g, como aporte máximo diario

**PROGRAMA DE ALIMENTACION ESCOLAR:**

El Programa de Alimentación Escolar (PAE) de la Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas (JUNAEB), financiado por el Gobierno de Chile tiene como finalidad entregar alimentación complementaria y diferenciada, según las necesidades de los alumnos/as de establecimientos educacionales municipales y particulares subvencionados, tanto de áreas urbanas, como rurales. Este beneficio es recibido por niños y jóvenes en condición de vulnerabilidad, con el fin de mejorar la asistencia y evitar la deserción escolar, a través de la entrega de un servicio de alimentación, que cubre un tercio de las necesidades nutricionales diarias, a párvulos, alumnos que cursan la educación básica y media, incluso universitarios (JUNAEB 2012).

PAE ofrecidos:

1. Preescolar: entrega desayuno u once, más el almuerzo.
2. Educación básica y media: consisten en desayuno y/o almuerzo, dependiendo del grado de vulnerabilidad del establecimiento.
3. Educación superior: almuerzo.

El PAE incluye requisitos nutricionales para cada nivel educacional, en el caso del PAE de educación básica la ración entregada tiene el siguiente aporte energético:

- Desayuno 250 kcal
- Almuerzo 450 kcal

De estos valores, se establece que:

- 11% de las kcal provengan de proteínas
- 20 - 30% de las kcal provengan de grasas
- 10% de las kcal provengan de ácidos grasos saturados
- no contenga más de 25 g de azúcar (sacarosa, fructosa y glucosa)

Las ECNT implican una importante carga económica y social para los países, y la prevención primaria se considera el mejor recurso de acción costo-beneficio, viable y sustentable en el tiempo para enfrentar esta situación.

## OBJETIVOS

### **Objetivo General:**

Determinar el contenido de FD (soluble e insoluble) en las raciones del Programa de Alimentación Escolar (PAE) entregadas por la JUNAEB a los escolares de primer año básico de las escuelas municipalizadas de la comuna de Quillota durante 2011.

### **Objetivos Específicos:**

1. Determinar el contenido de FD total en las minutas del PAE que reciben los escolares de primero básico de la comuna de Quillota en 2011.
2. Determinar el contenido de FD soluble en las minutas del PAE que reciben los escolares de primero básico de la comuna de Quillota.
3. Determinar el contenido de FD insoluble en las minutas del PAE que reciben los escolares de primero básico de la comuna de Quillota.
4. Comparar los resultados obtenidos con las recomendaciones internacionales respecto al consumo de FD.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### **Muestras:**

Se analizaron todas las minutas PAE entregadas en las 14 escuelas municipalizadas de la comuna de Quillota durante 2011 cuyo detalle se muestra en la Tabla 4.

Las muestras (n=6 por cada minuta) se recogieron en diferentes días de la semana desde las escuelas entre los meses de Noviembre y Diciembre de 2011. Los alimentos se almacenaron en bolsas de polietileno que se sellaron y transportaron al Laboratorio de Análisis de Alimentos y Compuestos Bioactivos del CIDAF, Facultad de Farmacia. En el laboratorio las muestras se pesaron, se homogenizaron con un procesador de alimentos (BRAUN), y se congelaron a -20°C, hasta la realización de los análisis.

Tabla 4. Raciones PAE 2011

<b>Desayunos</b>	<b>gramos</b>	<b>Almuerzos (guisos)</b>	<b>gramos</b>
Pan con margarina	63,1	Fideos espirales con salsa de zanahoria y huevo	268,8
Pan con mermelada	64,7	Papas cocidas con pollo al jugo	279,2
Pan con palta	55,8	Carbonada de ave	342,6
Pan con manjar	53,9	Arroz con croqueta de jurel	212,6
Pan con huevo	46,8	Charquicán con carne	322,1
Pan con dulce de Membrillo	51,9	Arroz con pino de pescado	224,9
Pan con paté	54,2	Fideos canuto con huevo	206,4
Cereal	41,8	Lentejas guisadas con arroz	277,0
Galletón	40,7	Arroz jardinera con ave al jugo	182,1
		Puré con carne mechada	285
		Pastel de papa	416,1
		Puré con cerdo Arvejado	407,7
		Arroz jardinera con churrasco	247,1
		Porotos con tallarines	327,1
		Fideos quifaro con huevo	215,9
		Guiso de arvejas	320,3

<b>Ensaladas</b>	<b>gramos</b>	<b>Postres</b>	<b>gramos</b>
Lechuga con jurel y cebolla	37,6	Jalea con manzana	173,3
Papas cocidas con Zanahoria	74,1	Manzana roja	83,2
Tomate con cebolla	81,5	Manzana verde	118,3
Betarraga con huevo duro	94	Budín con salsa de frambuesa	109,7
Tomate con huevo duro	110,5	Mote con ciruela	88,8
Lechuga con atún	69,9	Duraznos al jugo	93,9
Repollo cocido con Pescado	58,4	Mote con frutas	119,8
Repollo cocido con Zanahoria	96,6	Naranja	277,0
Papas cocidas con cebolla	137,9	Sémola con leche	106,6
Huevo con zanahoria	72,5	Arroz con leche	61,1

**Materiales:****Materiales y Equipos:**

- Balanza analítica (SARTORIUS)
- Baños termostáticos con agitación (MEMMERT)
- Bomba de vacío (BRAND)
- Mufia (NABER)
- Estufa (MEMMERT)
- Picadora de alimentos (MOULINEX)
- pHmetro (ORION)
- Digestor y destilador de nitrógeno (VELP SCIENTIFICA)

**Reactivos:**

- Etanol 95%
- Celite® 545 (MERCK)
- Acido clorhídrico 0,561 N p.a
- Hidróxido de sodio 1 M p.a
- Solución buffer Mes- Tris p.a
- Extracción grasa:
  - ✓ Eter de petróleo p.a
- Extracción proteínas:
  - ✓ Sulfato de potasio p. a
  - ✓ Acido sulfúrico concentrado 98 % p.a
  - ✓ Acido bórico al 4% p.a
  - ✓ Hidróxido de sodio al 32% p.a

**Enzimas:**

- $\alpha$ -amilasa 1.12979./1 (Merck)
- Proteasa 1.12979./2 ( Merck )
- Amiloglucosidasa 1.12979./3 ( Merck)

**Metodología:**

El contenido de FD total, soluble e insoluble se determinó mediante el método enzimático-gravimétrico descrito por Lee y cols (1992), basado en la solubilización enzimática de los componentes, que no son parte de la FD, Método AOAC 991.43 (2006).

**Desgrasado de la muestra (AOAC 920.39):**

**Materia grasa:** La muestra es sometida a extracción total de la materia grasa con solventes mediante un extractor Soxhlet.

**Procedimiento:**

Se introduce la muestra hidrolizada y seca a un dedal de celulosa, se coloca en el tubo de extracción y se adiciona éter de petróleo al matraz previamente tarado. La muestra se extrae con éter de petróleo solvente por 6 a 8 h a una velocidad de condensación de 3-6 gotas/s. Cuando se completa la extracción se elimina el solvente evaporando bajo campana, hasta que se evapore todo el éter. Se seca el matraz en estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  por 30 min, se enfría en desecador y se pesa.

**Determinación de FD total, FDS y FDI (Método AOAC 991.43, 2006):****Procedimiento:**

Se pesa 1 g de muestra en un matraz Erlenmeyer, se agrega 40 mL de solución Mes – Tris (pH 8,2 a 4°C), se agita durante unos minutos. Se agrega 50 µL de enzima α-amilasa y se deja durante 35 min en baño termostático a 100°C, con agitación constante. Finalizado este tiempo, se retira el anillo de gel de las paredes del matraz con una espátula, se lava con agua si es necesario. Se agrega 50 µL de proteasa. Se coloca la muestra durante 30 min en baño termostático a 60°C, con agitación constante, luego se agrega 5 mL de HCl 0,561 N (a 60°C), se agita, ajusta pH entre 4,0 - 4,7, agrega 150 µL de amiloglicosidasa. Se coloca la muestra durante 30 min en baño termostático a 60°C, con agitación constante. Luego se filtra al vacío, a través de un crisol G-2 previamente preparado, con un lecho de celite.

**Residuo:** corresponde a la FDI

**Filtrado:** corresponde a la FDS

**Tratamiento del residuo:**

Se lava el matraz con agua destilada a 70°C, luego se lava con etanol al 95% la muestra que quedó retenida en el crisol y se seca en estufa a 100°C hasta peso constante

**Tratamiento del filtrado:**

Se agrega etanol al 95% al filtrado, en relación de volumen 1:4 (filtrado: etanol) y se deja que precipite a temperatura ambiente durante una hora. Finalizado este tiempo, se filtra en un crisol G-2 previamente preparado con celite. Se lava con etanol 95% la muestra que fue retenida en el crisol y se seca en estufa a 100°C, hasta peso constante. Una vez que los crisoles estén secos, el contenido de FD se corrige por el contenido de ceniza y proteína presente en el residuo

**Corrección del contenido de FD por proteína:**

Proteína: Método Kjeldahl (AOAC 960.52, 2006)

Digestión: se pesa 0,1 g de muestra, se agrega 1,8 g de sulfato de potasio 0,2 g de sulfato de cobre y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado, luego se lleva al digestor Kjeldahl y se calienta (400°C) hasta obtener una solución clara y transparente.

Destilación: se agregan 70 mL de agua destilada y 80 mL de NaOH al 32%. Se lleva al destilador semiautomático hasta obtener 150 mL de destilado en un matraz receptor, con 25 mL de ácido bórico 1:25 y gotas del indicador Tashiro. Se valora el destilado con una solución de ácido clorhídrico 0,01 N. Se trabaja con un blanco para descartar interferencias de compuestos nitrogenados ajenos al amoníaco destilado, provenientes de los reactivos ocupados.

**Corrección del contenido de FD por cenizas:**

**Cenizas (AOAC 923.03, 2006):** Residuo obtenido por incineración a  $550 \pm 10^\circ\text{C}$  hasta combustión completa de la materia orgánica y obtención de un peso constante.

**Procedimiento:** se pesan 3 a 5 g de muestra en crisol previamente incinerado, enfriado en desecador y pesado luego de alcanzar temperatura ambiente. Incinerar la muestra en mufla a  $550^\circ\text{C}$  hasta obtener cenizas color gris claro o peso constante. Enfriar en desecador y pesar cuando alcance la temperatura ambiente.

**Análisis estadístico**

Los datos se evaluaron mediante análisis de varianza (ANOVA) con un 95% de confianza ( $p < 0,05$ ), utilizando el programa SAS® y se realizó el test de Tukey para determinar las diferencias significativas entre los alimentos del mismo tipo. Cada preparación alimentaria se analizó por duplicado.

## RESULTADOS

En las siguientes Tablas se muestra el contenido de FDT, FDI y FDS de las preparaciones entregadas por PAE.

**Tabla 5. Contenido de FDI, FDS Y FDT en desayunos PAE(g/100 g)**

PREPARACION	FDI		FDS		FDT	
Pan con manjar	11,7 ± 0,97	<b>ab</b>	3,3 ± 0,19	<b>d</b>	15,0 ± 1,16	<b>f</b>
Cereal	15,8 ± 1,27	<b>ab</b>	2,3 ± 0,05	<b>d</b>	18,1 ± 1,32	<b>ef</b>
Pan con mermelada	8,4 ± 0,57	<b>b</b>	11,0 ± 0,31	<b>c</b>	19,4 ± 0,88	<b>ef</b>
Pan con dulce de membrillo	15,4 ± 5,15	<b>ab</b>	4,7 ± 0,21	<b>d</b>	20,1 ± 5,36	<b>def</b>
Galletón	19,3 ± 0,73	<b>a</b>	3,8 ± 0,13	<b>d</b>	23,1 ± 0,86	<b>cde</b>
Pan con palta	15,4 ± 1,00	<b>ab</b>	11,8 ± 0,55	<b>c</b>	27,2 ± 1,55	<b>bcd</b>
Pan con huevo	14,3 ± 0,72	<b>ab</b>	15,0 ± 0,02	<b>b</b>	29,3 ± 0,74	<b>bc</b>
Pan con margarina	14,0 ± 0,00	<b>ab</b>	18,8 ± 0,78	<b>a</b>	32,8 ± 0,78	<b>a</b>
Pan con paté	16,9 ± 3,20	<b>a</b>	20,6 ± 1,92	<b>a</b>	37,5 ± 5,12	<b>a</b>

(n= 2). Promedio ± DE. FDI= Fibra dietética insoluble; FDS= Fibra dietética soluble; FDT= Fibra dietética total  
Valores en la misma columna seguidos de diferentes letras indican diferencia significativa (p < 0,05).

El contenido de FDI en los preparados de desayunos, fluctuaron entre 8,4 y 19,3 g/100 g. El mayor contenido lo exhibieron el galletón y el pan con paté (p<0,05), seguidos, en orden decreciente, de cereal, pan con palta, dulce de membrillo, huevo, margarina, manjar. Por otra parte, la preparación que presentó un menor contenido de FDI fue el pan con mermelada (p<0,05).

El contenido de FDS presentó valores que variaron entre 2,3 y 20,6 g/100 g. El mayor contenido de FDS se observó en el pan con paté ( $p < 0,05$ ), seguido en orden decreciente de pan con margarina, huevo, palta, mermelada, y el menor contenido lo exhibió el cereal ( $p < 0,05$ ).

El contenido de FDT se obtuvo a partir del análisis sumatorio del contenido de FDS y FDI, y los resultados fluctuaron entre 15,0 y 37,5 g/100 g. El mayor contenido lo obtuvo el pan con paté ( $p < 0,05$ ), seguido en orden decreciente pan con margarina, huevo, palta, galletón, pan con dulce de membrillo, mermelada, a diferencia del pan con manjar, que presentó el menor contenido de FDT ( $p < 0,05$ ).

Además, las siguientes preparaciones mostraron contenidos similares de FDI: pan con palta y pan con dulce de membrillo. Si se comparan las preparaciones con mayor y menor contenido de FDT de pan con paté y pan con manjar, se observa que el pan con paté presenta 2,5 veces un mayor contenido de FDT que el pan con manjar.

Las siguientes preparaciones mostraron contenidos resultados similares respecto del contenido de FDI: pan con palta y dulce de membrillo. Si se comparan las preparaciones con mayor y menor contenido de FDT (pan con paté y con manjar), se observa que el pan con paté presenta 2,5 veces más FDT que el pan con manjar.

**Tabla 6. Contenido de FDT, FDI y FDS en ensaladas PAE(g/100g)**

<b>PREPARACION</b>	<b>FDI</b>		<b>FDS</b>		<b>FDT</b>	
Lechuga con jurel y cebolla	0,4 ± 0,03	<b>h</b>	0,3 ± 0,03	<b>h</b>	0,7 ± 0,06	<b>e</b>
Papas cocidas con Zanahoria	2,2 ± 0,20	<b>g</b>	2,4 ± 0,28	<b>def</b>	4,6 ± 0,48	<b>d</b>
Tomate con cebolla	2,7 ± 0,13	<b>fg</b>	2,8 ± 0,36	<b>cd</b>	5,5 ± 0,49	<b>cd</b>
Betarraga con huevo duro	3,6 ± 0,11	<b>ef</b>	1,9 ± 0,02	<b>efg</b>	5,5 ± 0,13	<b>cd</b>
Tomate con huevo duro	3,0 ± 0,28	<b>fg</b>	2,7 ± 0,03	<b>cde</b>	5,7 ± 0,31	<b>cd</b>
Lechuga con atún	4,0 ± 0,31	<b>de</b>	1,7 ± 0,25	<b>fg</b>	5,7 ± 0,56	<b>c</b>
Repollo cocido con Pescado	6,6 ± 0,22	<b>a</b>	1,4 ± 0,19	<b>g</b>	8,0 ± 0,41	<b>b</b>
Repollo cocido con Zanahoria	5,3 ± 0,13	<b>bc</b>	3,4 ± 0,18	<b>bc</b>	8,7 ± 0,31	<b>b</b>
Papas cocidas con cebolla	4,6 ± 0,21	<b>cd</b>	4,1 ± 0,22	<b>ab</b>	8,7 ± 0,43	<b>b</b>
Huevo con zanahoria	4,7 ± 0,00	<b>ab</b>	5,9 ± 0,14	<b>a</b>	10,6 ± 0,14	<b>a</b>

(n= 2). Promedio ± DE. FDI= Fibra dietética insoluble; FDS= Fibra dietética soluble; FDT= Fibra dietética total  
Valores en la misma columna seguidos de diferentes letras indican diferencia significativa (p < 0,05).

El contenido de FDI en las ensaladas fluctuó entre 0,4 y 6,6 g/100 g. El mayor aporte de FDI se presentó en la ensalada de repollo cocido con pescado (p<0,05), seguido de repollo cocido con zanahoria, huevo con zanahoria, papas cocidas con cebolla y lechuga con atún, mientras que el menor contenido se observó en la ensalada de lechuga con jurel y cebolla (p<0,05).

El contenido de FDS varió entre 0,3 y 5,9 g/100 g, presentando el mayor contenido de FDS la ensalada de huevo con zanahoria ( $p < 0,05$ ), seguido de papas cocidas con cebolla y repollo cocido con zanahoria, a diferencia de la preparación de lechuga con jurel y cebolla que mostró el menor contenido de FDS ( $p < 0,05$ ).

La FDT fluctuó entre 0,7 y 10,6 g/100 g. El mayor contenido de FDT lo mostró la ensalada de huevo con zanahoria ( $p < 0,05$ ), seguido de papas con cebolla, en cambio el más bajo se observó en la ensalada de lechuga con jurel y cebolla ( $p < 0,05$ ).

Las ensaladas de tomate con cebolla y betarraga con huevo duro mostraron resultados similares de FDT. La ensalada de huevo con zanahoria mostró un aporte 15 veces más alta que la lechuga con jurel y cebolla.

**Tabla 7. Contenido de FDI, FDS y FDT en guisos PAE (g/100g)**

PREPARACION	FDI		FDS		FDT	
Fideos canuto con huevo	1,0 ± 0,23	<b>h</b>	1,0 ± 0,40	<b>fg</b>	2,0 ± 0,63	<b>f</b>
Fideos espirales con huevo y zanahoria	2,0 ± 0,59	<b>gh</b>	0,2 ± 0,07	<b>g</b>	2,2 ± 0,66	<b>f</b>
Fideos quifaros con huevo	1,6 ± 0,14	<b>gh</b>	0,8 ± 0,11	<b>g</b>	2,4 ± 0,25	<b>f</b>
Arroz primavera con carne picada	3,6 ± 0,01	<b>defgh</b>	0,4 ± 0,07	<b>g</b>	4,0 ± 0,08	<b>ef</b>
Papas cocidas con pollo al jugo	2,6 ± 0,86	<b>fgh</b>	1,5 ± 0,07	<b>efg</b>	4,1 ± 0,93	<b>ef</b>
Lentejas guisadas	3,3 ± 0,80	<b>efgh</b>	0,9 ± 0,09	<b>fg</b>	4,2 ± 0,89	<b>ef</b>
Charquicán con carne	3,9 ± 0,34	<b>defg</b>	0,4 ± 0,26	<b>g</b>	4,3 ± 0,60	<b>ef</b>
Puré con carne mechada	2,2 ± 0,57	<b>fgh</b>	3,3 ± 0,10	<b>cde</b>	5,5 ± 0,67	<b>de</b>
Pastel de papas	3,7 ± 0,52	<b>defgh</b>	1,9 ± 0,19	<b>defg</b>	5,6 ± 0,71	<b>de</b>
Arroz con pino de pescado	4,8 ± 1,26	<b>cdef</b>	1,2 ± 0,11	<b>fg</b>	6,0 ± 1,37	<b>de</b>
Arroz jardinera con churrasco	5,8 ± 0,96	<b>bcde</b>	0,3 ± 0,01	<b>g</b>	6,1 ± 0,97	<b>de</b>
Puré con arrollado de cerdo	2,5 ± 0,16	<b>fgh</b>	3,9 ± 0,76	<b>bcd</b>	6,4 ± 0,92	<b>de</b>
Arroz jardinera ave al jugo	7,0 ± 0,28	<b>bc</b>	0,4 ± 0,05	<b>g</b>	7,4 ± 0,33	<b>cd</b>
Menestrón	5,4 ± 0,95	<b>cde</b>	4,2 ± 0,12	<b>bc</b>	9,6 ± 1,07	<b>bc</b>
Carbonada de ave	6,0 ± 0,85	<b>bcd</b>	3,7 ± 0,82	<b>bcd</b>	9,7 ± 1,67	<b>bc</b>
Porotos con tallarines	5,3 ± 0,39	<b>cde</b>	5,7 ± 1,52	<b>a</b>	11,0 ± 1,91	<b>b</b>
Guiso de arvejas	11,9 ± 1,02	<b>a</b>	2,9 ± 0,99	<b>cdef</b>	14,8 ± 2,01	<b>a</b>
Arroz croquetas de jurel	8,4 ± 0,15	<b>b</b>	7,7 ± 0,02	<b>a</b>	16,1 ± 0,17	<b>a</b>

(n= 2). Promedio ± DE. FDI= Fibra dietética insoluble; FDS= Fibra dietética soluble; FDT= Fibra dietética total  
Valores en la misma columna seguidos de diferentes letras indican diferencia significativa (p < 0,05).

La FDI en las preparaciones de guisos fluctuó entre 1,0 y 11,9 g/100 g. El mayor contenido se observó en el guiso de arvejas ( $p < 0,05$ ), seguido en orden decreciente de arroz con croquetas de jurel, arroz jardinera con ave al jugo, carbonada de ave, arroz jardinera con churrasco, menestrón y arroz con pino de pescado, en cambio la preparación de fideos canuto con huevo exhibió el valor más bajo ( $p < 0,05$ ).

La FDS varió entre 0,2 y 7,7 g/100 g. El mayor valor lo presentó el arroz con croquetas de jurel ( $p < 0,05$ ), seguido de porotos con tallarines, menestrón y puré con arrollado de cerdo, a diferencia de los fideos espirales con huevo y zanahoria, que presentó el más bajo ( $p < 0,05$ ).

La FDT presentó un rango de 2,0 a 16,1 g/100 g, donde el mayor valor lo exhibe el arroz con croquetas de jurel, seguido de guiso de arvejas, porotos con tallarines, carbonada de ave, menestrón, arroz jardinera con ave al jugo, puré con arrollado de cerdo, arroz jardinera con churrasco, arroz con pino de pescado. Por el contrario, los fideos canuto con huevo presentaron el menor contenido de FDT ( $p < 0,05$ ).

Cabe destacar que el arroz jardinera con ave al jugo, arroz primavera con carne picada, y charquicán con carne mostraron resultados similares en cuanto al contenido de FDT. El contenido del arroz con croquetas y jurel es 8 veces más alto que el de los fideos canuto con huevo.

**Tabla 8. Contenido de FDT, FDI y FDS en postres PAE (g/100g)**

PREPARACION	FDI		FDS		FDT	
Jalea con manzana	1,3 ± 0,03	<b>e</b>	1,8 ± 0,05	<b>b</b>	3,1 ± 0,08	<b>c</b>
Manzanaraja	2,8 ± 0,64	<b>cd</b>	1,3 ± 0,24	<b>b</b>	4,1 ± 0,88	<b>c</b>
Manzana verde	2,9 ± 0,54	<b>bc</b>	1,8 ± 0,23	<b>b</b>	4,7 ± 0,77	<b>c</b>
Budín con salsa de frambuesa	1,9 ± 0,05	<b>cde</b>	3,2 ± 0,05	<b>ab</b>	5,1 ± 1,00	<b>c</b>
Mote con ciruela	2,6 ± 0,17	<b>cde</b>	2,6 ± 0,17	<b>ab</b>	5,2 ± 0,34	<b>c</b>
Duraznos al jugo	1,4 ± 0,06	<b>de</b>	3,9 ± 0,00	<b>ab</b>	5,3 ± 0,06	<b>c</b>
Mote con frutas	1,4 ± 0,05	<b>de</b>	4,0 ± 0,17	<b>ab</b>	5,4 ± 0,22	<b>c</b>
Naranja	2,4 ± 0,08	<b>cde</b>	3,5 ± 0,52	<b>ab</b>	5,9 ± 0,60	<b>bc</b>
Sémola con leche	4,3 ± 0,18	<b>b</b>	5,2 ± 0,30	<b>a</b>	9,5 ± 0,48	<b>ab</b>
Arroz con leche	7,6 ± 0,71	<b>a</b>	3,9 ± 2,24	<b>ab</b>	11,5 ± 2,95	<b>a</b>

(n= 2). Promedio ± DE. FDI= Fibra dietética insoluble; FDS= Fibra dietética soluble; FDT= Fibra dietética total  
Valores en la misma columna seguidos de diferentes letras indican diferencia significativa (p < 0,05).

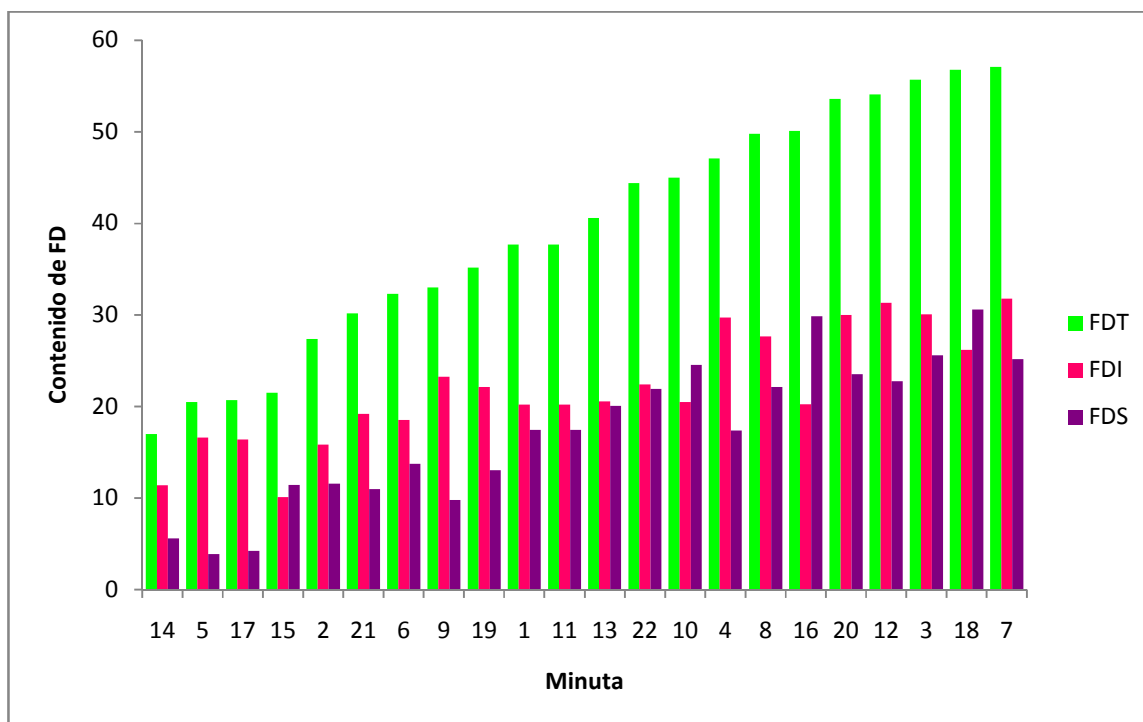
Los valores de FDI fluctuaron entre 1,3 y 7,6 g/100 g. El postre que exhibió el mayor contenido de FDI fue el de arroz con leche (p<0,05), seguido de sémola con leche, manzana verde, manzana y mote con ciruela, en cambio el postre que presentó el menor contenido fue jalea con manzana (p<0,05).

Los resultados de FDS variaron entre 1,3 y 5,2 g/100 g, en manzana y sémola con leche, respectivamente (p<0,05). El mayor contenido de FDS se observó en sémola con leche, mote con frutas, arroz con leche y durazno al jugo (p<0,05), mientras que el menor contenido lo presentó la manzana roja (p<0,05).

La FDT fluctuó entre 3,1 y 11,5 g/100 g. El postre que presentó más FDT fue el arroz con leche ( $p < 0,05$ ), seguido de sémola con leche, naranja, mote con frutas, duraznos al jugo, mote con ciruela, budín con salsa de frambuesa, a diferencia de la jalea con manzana que mostró el menor contenido ( $p < 0,05$ ).

Los postres con contenido de FDI similares fueron mote con frutas y duraznos al jugo en tanto que el aporte de FDS fue similar en arroz con leche, duraznos al jugo, jalea con manzana y manzana verde. De acuerdo a los datos obtenidos, la FDT en el arroz con leche es 3 veces más alta que en la jalea con manzana.

**Gráfico 1. Contenido de FDT, FDI y FDS en las minutas PAE analizadas**



En el gráfico 1 se aprecia el contenido de FDI, FDS y FDT de las 21 minutas analizadas. El contenido de FDI fluctuó entre 10,1 y 31,8 g. La minuta 15, compuesta por huevo con zanahoria, puré con arrollado de cerdo y naranja, exhibió el menor contenido, mientras que la minuta 7 que constaba de pan con dulce de membrillo, porotos con tallarines y manzana roja presentó el mayor contenido.

Por otra parte, los resultados de FDS en las minutas variaron entre 3,9 y 30,6 g. Se observó que la minuta 5, compuesta por cereal, fideos espirales con huevo y zanahoria, y arroz con leche, presentó el menor contenido, a diferencia de la 18 que consistió en tomate con cebolla, porotos con tallarines y naranja, que presentó el mayor valor.

La FDT fluctuó entre 17 y 57,1 g, el menor contenido lo presentó la minuta 14, compuesta por lentejas con arroz y jalea con manzana, en cambio el mayor se observó en la 7 que consistió en pan con huevo, carbonada y sémola con leche.

## DISCUSION

El proceso de elaboración de las preparaciones entregadas a los escolares se realiza en la cocina de cada establecimiento, resguardando las condiciones de higiene, de acuerdo a las pautas establecidas por la concesionaria de JUNAEB, la empresa Hendaya. Los ingredientes utilizados en las preparaciones combinaron leguminosas, cereales, farináceos, huevo, leche, carne, pescado, entre otros. Algunos de los ingredientes utilizados en las preparaciones, se sometieron a distintos procesamientos, tanto para la preparación de ensaladas como también para guisos y postres.

No se dispone de datos de literatura que describan el contenido de FD de preparaciones como las del PAE, por lo que no se cuenta con un patrón de referencia de preparaciones similares a las analizadas.

En algunas preparaciones que conformaban las minutas se obtuvo resultados de FD total mayores a lo esperado, de acuerdo a los datos del contenido de fibra de sus ingredientes según tablas elaboradas por USDA (2002) y Pak (2000), como es el caso de papas, arroz, legumbres, repollo, betarragas y zanahorias, ingredientes de preparaciones como ensaladas, guisos y/o postres.

Se observó que los contenidos de fibra fueron especialmente elevados en el caso de los alimentos y preparaciones con un alto contenido de almidón: pan, arroz, guiso de arvejas con arroz, porotos con tallarines, y algunos postres, como arroz con leche y sémola con leche. La determinación de FD en estos productos requiere la digestión del almidón, mediante el uso de enzimas como  $\alpha$ -amilasa yamiloglucosidasa. El alto contenido de FD observado en estas preparaciones puede estar asociado a que las enzimas empleadas en el análisis (kit Merck 1.12979.0001) hayan

sufrido inactivación, pese a que se encontraban dentro del período de vida útil indicado en el envase.

Entre las causas del deterioro de las enzimas puede considerarse el uso de agentes químicos, cambios de pH del medio y/o la inactivación por calor. Para evitar la inactivación, las enzimas se mantuvieron refrigeradas. En consecuencia, es necesario que, previo al empleo del kit comercial, se mida la actividad de las enzimas, y se verifique la degradación completa del almidón. De hecho, la técnica de análisis AOAC 991.43 (1990) recomienda determinar la actividad enzimática cada vez que se utilice un nuevo kit, o cada 6 meses, para asegurar que la enzima no se ha degradado. Al medir la actividad enzimática, al finalizar el estudio, se constató que había ocurrido una inactivación importante, ya que el almidón residual alcanzó un 33%, comprobándose que la cantidad de FD presente en los alimentos que contienen almidón analizados es inferior a la que indican los resultados.

Fermentia y cols (2009), describen que en los análisis enzimáticos-gravimétricos, la eficacia del tratamiento de la gelatinización del almidón, podría influir en la medición de fibra en alimentos altos en almidón, ya que el almidón no hidrolizado se incluiría en los residuos de FD.

Del mismo modo, no se cuenta con información descrita en la literatura, ni tampoco con investigaciones que acrediten el contenido de FD en preparaciones mixtas de ensaladas, tales como huevo duro con zanahoria, papas cocidas con cebolla, repollo cocido con zanahoria, repollo cocido con pescado y betarraga con huevo duro. Sólo existen datos tabulados de algunos de los ingredientes utilizados en las preparaciones, por lo que no es posible comparar los resultados con los datos de las tablas USDA (2002), y sólo se puede realizar una estimación en cuanto al contenido de FDI, FDS y FDT de cada una de las preparaciones.

Las ensaladas muestran un alto contenido de FD. Diversos estudios describen que las condiciones de procesamiento químico, mecánico y térmico en vegetales puede afectar el contenido de FD (Elleuchy cols 2011). La FD puede ser solubilizada durante el tratamiento térmico, ya que este proceso rompe los enlaces glucosídicos, produciendo la despolimerización de los polisacáridos que la conforman (Nyman 1994), alterando la estructura química de la pared celular, afectando las propiedades físico-químicas, especialmente la viscosidad y la capacidad de hidratación, lo que podría influir en los efectos fisiológicos de la FD. La solubilización es directamente proporcional al aumento de temperatura y tiempo de cocción (Margareta y Nyman 2003). Esto se traduce en una redistribución de la relación entre la FDI y la FDS, y en consecuencia el contenido de FDT puede ser distinto al esperado.

Las ensaladas que incluyeron en su elaboración betarragas cocidas, papas cocidas y zanahorias cocidas, así como también las preparaciones de guisos que utilizaron legumbres, arroz y papas cocidas como ingredientes, presentaron un alto contenido de FDT. Este valor podría asociarse, en parte, a la inactivación de las enzimas utilizadas en el análisis, y además a un aumento en el contenido de AR, que se produce después de la cocción, al enfriar los alimentos a temperatura ambiente (Dodevska y cols 2013), debido a la retrogradación del almidón, que consiste en la insolubilización y su precipitación espontánea (Rehman y cols 2003). En este sentido, algunos autores proponen que la retrogradación permite la unión de almidón con proteínas, taninos y otros componentes de la matriz alimentaria lo que lleva a un aumento en el contenido de FDT (Saura-Calixto y cols 1992; Alfonzo 2000; Sajilata y cols 2006). En consecuencia, la formación de AR, puede sobreestimar el contenido FDT.

En las ensaladas compuestas por repollo cocido, el contenido de FD pudo ser modificado por el blanqueado (que consiste en dejar en agua hervida los alimentos por unos segundos, y enfriar a temperatura ambiente el alimento) o cocción del alimento. El calentamiento puede conducir a una lixiviación o lavado de los componentes solubles y de pequeñas moléculas de la FD, en consecuencia la FDI se concentra en los alimentos utilizados, afectando el contenido FDT (Puupponen y cols 2003).

Las muestras analizadas fueron congeladas para su preservación, secadas y desgrasadas para su análisis, tratamientos que también pueden influir en la determinación de FD. Al descongelar las muestras, puede ocurrir una pérdida de agua desde la matriz alimentaria que lleva a una concentración de los componentes de la fibra (Puupponen y cols 2003), mientras que en el secado pueden formar productos de Maillard, que a menudo se estiman como parte de la fracción insoluble de la FD (Pak 2000).

En Chile aún no se han establecido recomendaciones específicas en cuanto al consumo de FD, y las Guías Alimentarias 2013 sólo hacen referencia a porciones que deben consumirse respecto de frutas y verduras, entre otros alimentos. De forma general, se ha establecido que la FD consumida debe tener una proporción de 3:1 de FDI y FDS, respectivamente (Escudero y González 2006). De las 21 minutas analizadas, ninguna cumple con la proporción recomendada.

De acuerdo a los resultados obtenidos, el tamaño de las porciones de ensaladas entregadas por PAE 2011 son insuficientes, por este motivo se recomienda aumentar la cantidad y variedad de verduras, reemplazando las papas y betarragas cocidas por aquellas con un bajo contenido de almidón, por ejemplo apio, brócoli, espinaca, espárragos, entre otros. Además se aconseja aumentar la entrega de verduras crudas, puesto que los cambios que ocurren durante la cocción

pueden afectar el contenido de FD, siempre resguardando las condiciones de higiene de los alimentos.

Para aumentar el consumo de FD en los escolares, se sugiere la entrega de pan integral en vez de pan blanco, ya que los alimentos integrales poseen un mayor contenido de fibra, a su vez se podría incluir en la minuta del desayuno la entrega de fruta, con el fin de aumentar las porciones como lo indican las Guías Alimentarias vigentes.

En relación a los guisos, se aconseja disminuir las porciones semanales de fideos, arroz y papas utilizados en los distintos preparados, debido a que presentan un alto contenido de almidón y un bajo contenido de FD, y sustituirlas por guiso de porotos verdes, zapallo italiano, tortillas de verduras, sopa de verduras, etc. Asimismo, la cantidad de legumbres se da sólo una vez por semana, situación que debiera cambiar ya que las legumbres son una buena fuente de FD, y considerando las recomendaciones internacionales y nacionales el consumo de legumbres debiese aumentar en dos veces por semana.

En el caso de los postres, la entrega de frutas constaba de manzana roja, manzana verde y naranja, generalmente de baja calidad. La escasa variedad de frutas conlleva a que los niños no consuman la porción entregada, por este motivo se recomienda aumentar su variedad, realizando preparaciones más palatables, como por ejemplo ensaladas de frutas combinadas con yogurt descremado, frutas cocidas (evitando endulzar con sacarosa), como ocurre en el postre de duraznos al jugo.

En el caso específico de la jalea con manzana, el contenido de FDT fue mayor a lo esperado, lo cual se atribuye a la inactivación enzimática anteriormente descrita, específicamente de la

proteasa, y no a la cantidad de manzana contenida en la jalea. La elaboración de este postre debería modificarse, incluyendo una mayor cantidad de fruta.

Por otra parte, la sémola con leche y el arroz con leche, pueden ser reemplazados y/o combinados con ingredientes altos en FD tales como avena, granola, entre otros.

La mayoría de los procesamientos, implican una redistribución de la FDI y la FDS, afectando el contenido de FDT presente en un alimento. Un problema importante en la determinación de la fibra, es que la metodología requiere la aplicación de calor para gelatinizar el almidón y hacerlo accesible a la hidrólisis enzimática, este proceso implica la degradación de algunos polisacáridos que conforman la FD afectando los resultados.

En el caso de los vegetales utilizados en las minutas, se desconoce la especie utilizada en las preparaciones, la época de cultivo y cosecha, factores que se relacionan con la composición de las paredes celulares y el contenido de FD cambia, por lo tanto, los preparados que utilizaron los mismos ingredientes no arrojan resultados similares.

## CONCLUSIONES

- Las especificaciones técnicas del PAE de 2011 no exigen un valor mínimo de FD, y sería deseable que este se establezca teniendo en consideración su importancia fisiológica y rol en la prevención de ECNT.
- Los resultados de los preparandos analizados no reflejan la cantidad de fibra real de las minutas, debido a diversos factores metodológicos que incidieron de forma importante en su determinación, y gran parte de ellos se encuentran sobreestimados por lo tanto no se puede realizar una conclusión acerca del contenido de FD en las minutas PAE.
- Por los motivos señalados solo se pueden realizar recomendaciones acerca de los alimentos utilizados en las minutas, para aumentar su consumo se recomienda:
  - En desayunos, agregar cereales integrales y frutas, alimentos necesarios para una dieta balanceada.
  - En almuerzos aumentar el consumo de legumbres al menos 2 veces por semana, así como también la porción de verduras en guisos y ensaladas. Además reducir la frecuencia y cantidad de alimentos con un alto contenido de almidón como arroz y papas.
  - En los postres, aumentar la cantidad y variedad de frutas, tal como en postres preparados.

Este estudio aporta información que puede contribuir a realizar intervenciones dietéticas orientadas a conseguir efectos positivos en la salud de los escolares, cambiando la cantidad y calidad de algunos alimentos utilizados en las minutas.

## REFERENCIAS

- Alfonzo G. 2000. Efecto del tratamiento térmico sobre el contenido de fibra dietética total, soluble e insoluble en algunas leguminosas. Arch. Lat. Nut 50 : 281-285
- American Association of Cereal Chemists (AACC). 2001. Dietary Fiber Definition. Committee of the American Association of Cereal Chemists. The definition of dietary fiber. Cereal Foods World 46: 112- 126.
- American Academy of Pediatrics (AAP).1993. Carbohydrate and dietary fiber. En:Barness I, ed. Pediatric Nutrition Handbook. 3<sup>rd</sup> ed. Elk Grove Village 100-106.
- American Dietetic Association (ADA). 2002. Health implications of dietary fiber: Position of the American Dietetic Association. J Am Diet Assoc 102: 993-1000.
- American Dietetic Association (ADA). 2008. Health implications of dietary fiber: Position of the American Dietetic Association. J Am Diet Assoc 108: 1716-1731.
- American Gastroenterological Association (AGA). 2000. Importance of dietary fiber on colon cancer occurrence. Gastroenterol 118: 1235-1257.
- American Heart Association. AHA 2010. Disponible en: [http://www.heart.org/HEARTORG/GettingHealthy/NutritionCenter/HealthyDietGoals/Dictionary-of-Nutrition\\_UCM\\_305855\\_Article.jsp](http://www.heart.org/HEARTORG/GettingHealthy/NutritionCenter/HealthyDietGoals/Dictionary-of-Nutrition_UCM_305855_Article.jsp) Revisado el 13 de Mayo 2012
- Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, AOAC. 2006. 18<sup>o</sup> edición. Washington DC, Asociación de Químicos Analíticos Oficiales.
- Bosscher D, Van Ioo J, Franck A. 2006. Review: inulin and oligofructose as functional ingredients to improve bone mineralization. Int Dairy J 16: 1092-1097.
- Buttriss JL, Stokes CS. 2008. Dietary fibre and health: an overview. Brit Nut 33: 186-200.
- Centers for Disease Control and Prevention. 2005. 5 A Day Works. En: U.S. Department of Health and Human Services, Atlanta, pp 1-117.
- Codex Alimentarius 2004. Informe de la 26<sup>a</sup> del Comité del Codex sobre Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales, Bonn, Alemania. CL 2004/53-NFSDU.
- Codex Alimentarius 2009. Reporte de la 30<sup>a</sup>. Sesión del Comité del Codex en Nutrición y Alimentos Para Usos Dietéticos Especiales, Ciudad del Cabo, Sudáfrica. ALINORM 09/32/26.
- Codex Alimentarius 2009. 31<sup>a</sup> Reunión del Comité del Codex sobre Nutrición y Alimentos para Regímenes Especiales, Düsseldorf, Alemania. CX/NFSDU 09/31/3.

- Cummings JH. 2001. The effect of dietary fibre on fecal weight and composition. En: CRC Handbook of Dietary Fibre in human nutrition. Spiller GA, ed. CRC Press LLC, Florida, pp 183- 252.
- Delzenne N, Kolk N. 2001. Effects of fructans on lipid metabolism. *Am J Clin Nutr* 73: 456-458.
- Dovezka M, Djordjevic B, Sobajic S, Miletic I, Djordjevic P, Dimitrijevic-Sreckovic V. 2013. Characterisation of dietary fibre components in cereals and legumes used in Serbian diet. *Food Chem*. 141: 1624–1629.
- Duggan C, Gannon J, Walker WA. 2002. Protective nutrients and functional foods for the gastrointestinal tract. *Am J Clin Nutr* 75: 789-808.
- Escudero E, González P. 2006. La fibra dietética. *NutrHosp* 21: 61-72.
- Elleuch M, Bedigian D, Roiseux O, Besbes S, Blecker C, Attia H. 2011. Dietary fibre and fibre-rich by-products of food processing: Characterisation, technological functionality and commercial applications: A review. *Food Chem* 124: 411–421.
- FAO/WHO. 1998. Carbohydrates in Human Nutrition: Report of a Joint FAO/WHO Expert Consultation, 14- 18 April 1997, Rome. FAO Food and Nutrition Paper Nº66. Chap 4.
- Fermentia A, Sánchez S, Simal S, Rosselló C. 1998. Effects of drying pretreatments on the cell wall composition of grape tissues. *J Agric Food Chem* 46: 271-276.
- Fermentia A, Simal S, Garau-Taberner C, Rosselló C. 2007. Effects of heat treatment and dehydration on pineapple cell walls. *Int J Food Eng* 3. DOI:10.2202/1556-3758.1097.
- Fermentia A, Sastre-Serrano G, Simal S, Garau MC, Eim V, Rosselló C. 2009. Effects of air-drying temperature on the cell walls of kiwifruit processed at different stages of ripening. *Food Sci Technol* 42: 106–112.
- Fernández ML. 2001. Soluble fiber and nondigestible carbohydrate effects on plasma lipids and cardiovascular risk. *Curr Opin Lipidol* 12:35-40.
- Fernando W, Brennan C, Flint S, Ranaweera K, Bamunuarachchi A, Morton H. 2010. Enhancement of short chain fatty acid formation by pure cultures of probiotics on rice fibre. *Int J Food Sci Technol* 45: 690–696.
- Fuentes E, Riquelme MJ, Sánchez E, Pérez JA. 2010. Resistant starch as functional ingredient: a review. *Food Res Int* 43: 931-942.
- García P, Breton I, de la Cuerda C, Cambor M. 2002. Metabolismo colónico de la fibra. *NutrHosp* 17: 11-16.
- García P y Velasco C. 2007. Evolución en el conocimiento de la fibra. *NutrHosp* 22: 20-22

- García O, Infante R, Rivera C. 2008. Hacia una definición de fibra alimentaria. *AnVenezNutr*21:25-30.
- Gibson GR, Roberfroid MB. 1995. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J Nutr* 125: 1401-1412.
- Guerin-Deremaux L, Ringard F, Desailly F, Wils D. 2010. Effects of a soluble dietary fibre/oligosaccharide on colonic fermentation and excretion rates in rats. *Nutr Res Pract* 4: 470-476.
- Guarner F, Malagelada J. 2003. Gut flora in health and disease. *Lancet* 361: 512-519.
- Hipsley EH. 1953. Dietary fibre and pregnancy toxemia. *Brit Med J* 2: 420-426.
- Holma R, Juvonen R, Asmawi MZ, Vapaatalo H, Korpela R. 2002. Galactooligosaccharides stimulate the growth of bifidobacteria but fail to attenuate inflammation in experimental colitis in rats. *Scand J Gastroenterol* 37: 1042-1047.
- Howlett JF, Betteridge VA, Champ M, Craig SA, Meheust A, Jones JM. 2010. The definition of dietary fiber - discussions at the Ninth Vahouny Fiber Symposium: building scientific agreement. *Food Nutr Res* 54: 5750 - DOI: 10.3402/fnr.v54i0.5750.
- Inan MS, Rasoulopour RJ, Yin L, Hubbard A, Rosenberg DW, Giardina C. 2000. The luminal short-chain fatty acid butyrate modulates NF- $\kappa$ B activity in human colonic epithelial cell line. *Gastroenterology* 118: 724-734.
- Johansson L, Tuomainen P, Ylinen M, Ekholm P, Virkki L. 2004. Structural analysis of water-soluble and -insoluble  $\beta$ -glucans of whole-grain oats and barley. *Carbohydrate Polymers* 58: 267-274.
- Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. 2008. Bases técnicas y operativas del Programa de Alimentación Escolar Programa de Desarrollo de Proveedores. Departamento de Gestión de Recursos Sistema de Gestión de la Calidad. Chile.
- Junta Nacional de Auxilio Escolar y Becas. 2011. Manual de operaciones y preparaciones. Escuelas Básicas, 700 calorías. Contrato 2011, Servicios de Alimentación Henda S.A.C.
- Junta Nacional De Auxilio Escolar y Becas. 2012. Programa de Alimentación Escolar. <http://www.junaeb.cl> (página visitada el 13 de mayo 2012).
- Kain J, Olivares S, Castillo M, Vio F. 2001. Validación y aplicación de instrumentos para evaluar intervenciones educativas en obesidad infantil. *Rev Chil Pediatr* 72: 308-318.
- Latimer J, Haub M. 2010. Effects of dietary fiber and its components on metabolic health. *Nutrients* 2: 1266-1289.

- Lee SC, Prosky L, De Vries JW. 1992. Determination of total, soluble and insoluble dietary fiber in foods. Enzymatic- gravimetric method, MES-TRIS buffer; Collaborative study. *J AOAC Int* 75: 395-416.
- Liong M. 2008. Roles of probiotics and prebiotics in colon cancer prevention: Postulated mechanisms and in-vivo evidence. *Int JMolSci*9: 854-863.
- Ludwig DS, Pereira MA, Kroenke CH, HilnerJE, Van Horn L, Slattery ML, Jacobs DR. 1999. Dietary fiber, weight gain and cardiovascular risk factors in young adults. *JAMA* 282:1539-1546.
- Lupton J, Betteridge V, Pijls L. 2009. Codex final definition of dietary fibre: Issues of implementation. *Quality Assurance and Safety of Crops & Foods* 4: 206–212.
- Lutz M. 2012. ¿Podemos hablar de alimentos funcionales en Chile?. *Rev ChilNutr* 39: 211-216.
- Prosky L, Asp NG, Schweizer TF, Devries JW, Furda I. 1992. Determination of insoluble and soluble dietary fiber in foods and food products: Collaborative study. *J AOAC Int* 75: 360-367.
- Madrigal L, Sangronis E. 2007. La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *ArchLatNutr* 57: 387-396.
- Mataix J, Gassull MA. 2002 Fibra alimentaria. En: *Nutrición y alimentación humana*. Ergon, eds. Madrid, pp. 119-137.
- Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR, Slavin J, Sellers TA, Folsom AR. 2000. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am J ClinNutr*71: 921-930.
- Meier R, Gassull M. 2004. Consensus recommendations on the effects and benefits of fibre in clinical practice. *ClinNutrSuppl* 1: 73-80.
- MINSAL/INTA/Vida Chile. 2005. Guía para una vida saludable. Santiago; Ministerio de Salud; Norma 76.
- Ministerio de Salud (MINSAL). 2009. El modelo chileno. En: *Nutrición para el desarrollo, Gobierno de Chile*, Eds. Chile, pp. 82- 96.
- Ministerio de Salud (MINSAL). 2009. Normas técnicas sobre directrices nutricionales, para la declaración propiedades saludables de los alimentos. Resolución Exenta N° 764/09, Diario Oficial 05.10.09.
- MINSAL. 2012. Encuesta Nacional de Salud 2009 – 2010. Disponible en: <http://www.minsal.gob.cl/portal/url/item/bcb03d7bc28b64dfe040010165012d23.pdf>. Revisado el 13 de mayo 2012.

- Ministerio de Salud (MINSAL). 2013. Guía Educativa: "Guías alimentarias para la población". Disponible en: [http://www.inta.cl/doc\\_noticias/GUIAS\\_ALIMENTARIAS\\_2013.pdf](http://www.inta.cl/doc_noticias/GUIAS_ALIMENTARIAS_2013.pdf). Revisado el 26 de agosto 2013.
- Montero A, Úbeda N, García A. 2006. Evaluación de los hábitos alimentarios de una población de estudiantes universitarios en relación con sus conocimientos nutricionales. *NutrHosp* 21:466-73.
- Murtaugh M, Jacobs D, Jacob B, Steffen L, Marquart L. 2003. Epidemiological support for the protection of whole grains against diabetes. *ProcNutrSoc* 62: 143-149.
- Olagnero G, Abad A, Bendersky S, Genevois C, Granzella L, Montonati M. 2007. Alimentos funcionales: Fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Diaeta* 25: 20-33.
- Olivares S, Kain J, Lera L, Pizarro F, Vio F, Morón C. 2004. Nutritional status, food consumption and physical activity among Chilean school children: a descriptive study. *Eur J ClinNutr* 58: 1278-1285.
- Olivares S, Bustos N. 2006. Consumo de verduras y frutas en grupos específicos de consumidores chilenos: elementos a considerar en su promoción. *RevChilNutr* 33: 260-264.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2003. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Informe de una Consulta Mixta de Expertos FAO/OMS, pp. 34-39.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). 2004. Estrategia mundial sobre régimen alimentario, actividad física y salud. 57ª Asamblea Mundial de la Salud. Ginebra, pp. 3-11.
- Pak N. 1997. Análisis de fibra dietética. En: Producción u manejo de datos de composición química de alimentos en nutrición. Oficina Regional de la FAO para América Latina, Universidad de Chile. Morón C, Zacarías I, eds. Santiago de Chile, pp. 177-187.
- Pak N. 2000. Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile. *Arch Lat Nut* 50: 97-101
- Poppitt SD, Keogh GF, Prentice AM, Williams D, Sonnemans H, Valk E, Robinson E, Wareham N. 2002. Long-term effects of ad libitum low-fat, high-carbohydrate diets on bodyweight and serum lipids in overweight subjects with metabolic syndrome. *Am J ClinNutr* 75: 11-20.
- Puupponen R, Hakkinen S, Aarni M, Suortti T, Lampi AM, Eurola M, Piironen V, Nuutila AM, Oksman-Caldentey KM. 2003. Blanching and long-term freezing affect various bioactive compounds of vegetables in different ways. *J SciFoodAgric* 83: 1389-1402.
- Rebolledo A, Atalah E, Araya H, Mondaca A, Garrido S, Castillo C, Herrera P. 2000. Evaluación de un modelo de intervención para fomentar estilos de vida saludables en preescolares. *RevChilNutr* 27: 368-375.
- Reglamento Sanitario de Alimentos (RSA). 1996. Decreto Supremo N° 977/96. MINSAL, República de Chile.

- Roy S, Vega-López S, Fernández ML. 2000. Gender and hormonal status affect the hypolipidemic mechanisms of dietary soluble fiber in guinea pigs. *J Nutr* 130: 600-607.
- Rubio MA. 2002. Implicaciones de la fibra en distintas patologías. *NutrHosp* 17: 17-29.
- Sastre GA. 2003. Fibra y prebióticos: conceptos y perspectivas. *GastroenterolHepatol*26: 6-12.
- Sajilata MG, Singhal RS, Kulkarni PR. 2006. Resistant starch: a review. *Comp Rev Food Sci and Food Safety* 5: 1-17.
- Saura-Calixto F, Goñi I, Bravo L, Mañas E. 1992. Formation of resistant starch in deproteinized and nondeproteinized beans. *Eur J Clin Nutr* 2: 109S- 111S.
- Saura-Calixto F, Serrano, J, Goni, I. 2007. Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *FoodChem* 101: 492-501.
- Savón L. 2002. Alimentos altos en fibra para especies monogástricas. Caracterización de la matriz-fibrosa y sus efectos en la fisiología digestiva. *Rev Cuba Ciencia Agríc*36: 91-102.
- Schimdt-Hebbel H, Pennacchiotti I. 1990. Tabla de Composición Química de Alimentos Chilenos. Santiago: Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.
- Scholz-Ahrens K, Ade P, Marten B, Weber P, Timm W, Aşil Y, Gluer C, Schrezenmeir J. 2007. Prebiotics, probiotics, and synbiotics affect mineral absorption, bone mineral content, and bone structure. *J Nutr* 137: 838S-846S.
- Schulze MB, Liu S, Rimm EB, Manson JE, Willett WC, Hu FB. 2004. Glycemic index, glycemic load, and dietary fiber intake and incidence of type 2 diabetes in younger and middle-aged women. *Am J Clin Nutr*80: 348-356.
- Sotelo A, Argote RM, Corenjo L, Escalona S, Ramos M, Nava A, Palomino D, Carreón O. 2008. Medición de fibra dietética y almidón resistente: Reto para los alumnos del Laboratorio de Desarrollo Experimental de Alimentos (LabDEA). Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, 04510 México, DF.
- Slavin J, Stewart M, Timm D, Hospattankar A. 2009. Fermentation patterns and short chain-fatty acid (SCFA) profiles of wheat dextrin and other functional fibers. In Proceedings of 4th international dietary fibre conference pp 35.
- Spiller R. 2008. Review article: probiotics and prebiotics in irritable bowel syndrome. *AlimPharmacol&Therap* 28: 385-396.
- Trowell HC. 1972. Ischemic heart disease and dietary fiber. *Am J Clin Nutr* 25: 926-932.
- TrowellH, Burkitt D.1986. Physiological role of dietary fiber: A ten-year review. *J DentChild* 53: 444-447.

- Torres A, Aparicio M, Blé-Castillo J, Corzo-Sosa C, 2012. Respuesta glucémica e insulínica de pacientes con diabetes tipo 2 al consumo de sopa de calabaza criolla enriquecida con almidón de banana. *Información Tecnológica* 23: 71-86.
- Tucker LA, Thomas KS. 2009. Increasing total fiber intake reduces risk of weight and fat gains in women. *J Nutr* 139: 576-581.
- Tungland BC, Meyer D. 2002. Nondigestibleoligo-and polysaccharides (Dietary Fiber): their physiology and role in human health and food. *Comp Rev Food Sci and Food Safety* 1: 90-109.
- Van den Heuvel EGHM, Schotermen MHC, Muijs T. 2000. Transgalectooligosacarides stimulate calcium absorption in postmenopausal women. *J Nutr* 130:2938-2942.
- Van Soest PJ. 1963. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. II. A rapid method for the determination of fiber and lignin. *J OffiAgricChem* 46: 829-835.
- Van Soest PJ, Wine RH. 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell wall constituents. *J Agric FoodChem* 50: 50-55.
- Van Loo J, Coussement P, De Leenheer L, Hoebregs H, Smiths G. 1995. On the presence of inulin and oligofructose as natural ingredients in the western diet. *Crit. Rev Food SciNutr* 35: 525-552.
- Viodel Río F, Albala C, Kain J. 2008. Nutrition transition in Chile revisited: mid-term evaluation of obesity goals for the period 2000-2010. *Public Health Nutr* 11: 405-412.
- Weickert MO y Pfeiffer AF. 2008. Metabolic effects of dietary fiber consumption and prevention of diabetes. *J. Nutr* 138: 439-442.
- Williams CL, Bolella M, Wynder EL. 1995. A new recommendation for dietary fiber in childhood. *Pediatrics*. 96:985-988
- Zarzuelo A, Gálvez J. 2005. Fibra Dietética. En: *Tratado de Nutrición*. Gil A, ed. Acción Médica, España, pp. 336-368.
- Zarzuelo A, Gálvez J. 2008. Fibra Dietética. En: *Alimentos Funcionales: Aproximación a una nueva alimentación*. Dirección General de Salud y Alimentación, España, pp. 104-127.