

REVISIÓN ACTUALIZADA DE LOS HIDRATOS DE CARBONO. SU IMPLICANCIA EN EL TRATAMIENTO NUTRICIONAL DE LA DIABETES.

UPDATED REVIEW ON CARBOHYDRATE. IMPLICATIONS FOR THE NUTRITIONAL TREATMENT OF DIABETES.

Grupo de Trabajo "Terapéutica Nutricional en Diabetes Mellitus" de la Sociedad Argentina de Nutrición.

DE LA PLAZA MARCELA, LLANOS PILAR, PELAYO MARÍA SOLEDAD,
ZUGASTI BEGOÑA, ZULETA ÁNGELA.

Correspondencia: secretaria@sanutricion.org.ar

Abreviaturas:

HC: Hidratos de carbono

DBT: Diabetes mellitus

GOS: Galactooligosacáridos

FOS: Fructooligosacáridos

GLUT: Transportador de glucosa

IG: Índice glucémico

CG: Carga glucémica

FD: Fibra dietaria

g: gramo

GP: Grado de polimerización

PSNA: Polisacáridos no amiláceos

AR: Almidón Resistente

AGCC: Ácidos grasos de cadena corta

FS: Fibra soluble

FI: Fibra insoluble

LDL: Lipoproteína de baja densidad

GLP1: Péptido glucagón simil 1

PYY: Péptido YY

AI: Ingesta adecuada

CCR: Cáncer colorrectal

1. Introducción

Los carbohidratos o hidratos de carbono (HC) representan la principal fuente energética en el mundo, y cubren de hecho un 50 % o más del valor calórico de una alimentación saludable.

Tienen una amplia gama de propiedades químicas, físicas y fisiológicas. Pueden afectar la saciedad, la glucosa y la insulina sanguínea, el metabolismo de los lípidos y, por medio de la fermentación, ejercen un mayor control en la función del colon: regulación del tránsito y del hábito intestinal, el metabolismo y el balance de la flora comensal y la salud de la célula epitelial del colon. Pueden ser también inmunomoduladores e influenciar la absorción del calcio.

Estas propiedades tienen implicaciones sobre la salud en general, contribuyendo particularmente al control del peso corporal, la diabetes (DBT) y el envejecimiento, la enfermedad cardiovascular, y la densidad mineral ósea, el cáncer de colon, la constipación y la resistencia a las infecciones del intestino.¹

2. Objetivos

A. Revisar bibliografía actualizada sobre HC digeribles y no digeribles haciendo hincapié en la clasificación y en la metodología analítica.

B. Armar una tabla de contenido de fibra incluyendo alimentos de nuestro país, compilando todos los datos disponibles y algunos propios, generados por el grupo de trabajo, obtenidos por los métodos actualmente recomendados.

C. Formular recomendaciones prácticas para los pacientes diabéticos sobre la forma más beneficiosa de introducir los HC en su alimentación y cubrir los 25-30 g de fibra recomendados por la FAO/OMS.

3. Definición y clasificación de carbohidratos

Los HC constituyen la principal fuente energética de los seres humanos. Químicamente incluyen polihidroxi-aldehídos, cetonas, alcoholes y ácidos, como también sus derivados y polímeros (almidones y otros polisacáridos). La clasificación química generalmente está

basada en el tamaño molecular y la composición monomérica, diferenciando tres grupos principales, los azúcares (1-2 monómeros), oligosacáridos (3-9 monómeros) y polisacáridos (10 o más monómeros). (Tabla 1). Debido a la gran diversidad química, recién en el último tiempo han estado disponibles, para su uso rutinario, distintos métodos para el análisis de los diferentes HC de los alimentos.^{1,2,3,4,5}

Nutricionalmente es importante separar a los HC en dos grandes categorías:

-carbohidratos disponibles, que son aquellos que se digieren y absorben en el intestino delgado humano, siendo fuente de HC para el metabolismo principalmente en forma de glucosa;

-fibra dietaria, que agrupa a los HC no digeribles que pasan al colon.²

4. Carbohidratos disponibles

Los principales HC disponibles son los monosacáridos, disacáridos, malto-oligosacáridos, y el almidón.

El término **“azúcares”** incluye a los monosacáridos y a los disacáridos; pero excluye a los polioles como el sorbitol, xilitol, manitol, y lactitol.

El término **“azúcares agregados”** hace referencia a la sacarosa, fructosa, glucosa, y a hidrolizados del almidón (jarabe de glucosa, jarabe de alta fructosa y otras preparaciones de azúcar aisladas) usadas como tales o agregadas en la preparación y manufacturas de alimentos.^{1,2,3}

4.1. Fuentes Alimentarias

Las principales fuentes alimentarias de glucosa y fructosa son las frutas, los jugos de frutas y algunos vegetales. La galactosa es raro encontrarla en forma libre en alimentos, excepto en productos lácteos fermentados o hidrolizados por lactasas.

Las frutas y jugos son fuentes naturales de glucosa y fructosa, aunque por el azúcar agregado a los alimentos, las bebidas carbonatadas y dulces usualmente terminan siendo la principal fuente de sacarosa.

En la industria cada vez es más frecuente el uso de jarabes de fructosa obtenidos de almidón de maíz para reemplazar a la sacarosa en confituras y bebidas carbonatadas.

La lactosa está sólo presente en la leche, derivados y productos que la contengan.

TABLA 1

Clasificación química de HC.

Según grado de polimerización	Sub-grupo	Componentes	Monómeros	Digestibilidad (*)
Azúcares (1-2)	Monosacáridos	Glucosa		+
		Galactosa		+
		Fructosa		+
	Disacáridos	Sacarosa	Glu-Fru	+
		Lactosa	Glu-Gal	+ (-)
		Trehalosa	Glu	+
Oligosacáridos (3-9)	Malto-oligosacáridos	Maltodextrinas	Glu	+
	Otros oligosacáridos	Galacto-oligosacáridos (GOS)	Gal-Glu	-
		Fructo-oligosacáridos (FOS)	Fru-Glu	-
		Polidextrosa	Glu	-
		Dextrinas resistentes	Glu	-
Polioles	Manitol, sorbitol, xilitol, lactitol		+/- + (-)	
Polisacáridos (> 10)	Almiláceos	Amilosa	Glu	+ (-)
		Amilopectina	Glu	-
		Almidón modificado	Glu	-
		Almidón resistente	Glu	-
		Inulina	Fru	-
	Polisacáridos no amiláceos	Celulosa	Glu	-
		Hemicelulosa	Variable	-
		Pectina	Ácidos urónicos	-
		Otros hidrocoloides (gomas, mucilagos, β-glucanos)	Variable	-
		Sustancias relacionadas	Lignina	

Extraído EFSA2. Referencias: (*) digestibilidad en el intestino delgado: + digerible, + (-) mayoritariamente digerible, +/- parcialmente digerible, - no digerible. Fru: fructosa, Glc: glucosa, Gal: galactosa.

Los malto-oligosacáridos se obtienen principalmente de almidón parcialmente hidrolizado, y se usan como espesante de alimentos.

Las principales fuentes de almidón son los cereales, papas, tubérculos y legumbres, y productos derivados de ellos.²

4.2. Digestión

La degradación enzimática del almidón comienza por la acción de la amilasa salival, y continúa en el intestino delgado con la amilasa pancreática. Los productos de degradación, principalmente, maltosa y oligosacáridos, son hidrolizados a glucosa, galactosa y fructosa por las disacaridasas del ribete en cepillo de la membrana de los enterocitos (Tabla 2).

La glucosa y la galactosa se absorben eficientemente por transporte activo secundario asociado al sodio (transportador sodio glucosa 1), mientras que la fructosa se absorbe por difusión facilitada por el transportador de glucosa 5 (GLUT5).^{2,3}

4.3. Metabolismo post-prandial

Los monosacáridos absorbidos son transportados al

hígado donde pueden tener distintos destinos metabólicos (glucogenogénesis, glucólisis, vía de las pentosas, etc.), o pueden pasar a la circulación general en forma de glucosa.

La captación celular está mediada por transportadores de **glucosa** (GLUT 1-13), expresados en los distintos tejidos. La insulina es la hormona clave para la captación y metabolismo de glucosa en órganos sensibles a la misma, como son el tejido adiposo y el tejido muscular que, ante la presencia de insulina expresan en sus membranas los GLUT 4, permitiendo su ingreso. La concentración plasmática de insulina se incrementa inmediatamente luego de la ingestión de HC disponibles.²

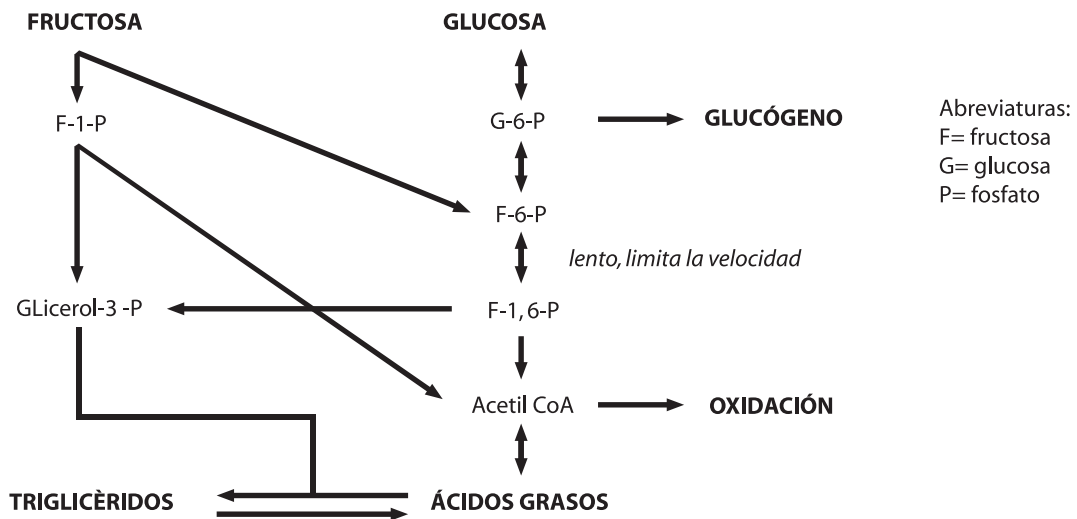
A diferencia de la glucosa, la **fructosa** entra a las células sin la necesidad de insulina. El metabolismo de fructosa favorece la lipogénesis más que la glucosa; en las células hepáticas es fosforilada a fructosa 1-fosfato, molécula que se puede convertir a ácidos grasos, adicionando una ruta para la lipogénesis además de la que comparte con la glucosa (vía glucosa/fructosa 6-fosfato).^{2,3,7} (Figura 1)

TABLA 2
Digestión de hidratos de Carbono.

Secreción y origen	Enzima	Sustrato	Efecto y productos	Absorción
Saliva, glándulas salivales	Amilasa salival (ptialina)	Almidón	Hidrólisis, uniones α 1-4. Maltosa , maltodextrinas	
	α amilasa	Almidón, maltodextrinas	Hidrólisis, uniones α 1-4. Maltosa, maltodextrinas	
	Glucamilasa	Dextrinas límites	Hidrólisis secuencial de uniones α 1-4, del extremo no reductor. Glc y maltodextrinas.	
Secreción exócrina del páncreas.	1-6 glucosidasa	Maltodextrinas	Hidrólisis uniones α 1-6 Glc, maltosa, maltotriosas, etc.	
Enzimas del ribete en cepillo del intestino delgado	Sacarasa	Sacarosa	Hidrólisis uniones α 1-2 Glu y Fru	Glu, Gal y Fru.
	Isomatasa	Maltosa, maltodextrinas.	Hidrólisis uniones α 1-4 Glu.	
	Trehalasa	Trehalosa	Hidrólisis uniones α 1-1 Glc	
	Maltasa	Maltosa	Hidrólisis uniones α 1-4 Glu	
	Lactasa	Lactosa	Hidrólisis uniones β 1-4 Glu y Gal.	

Modificado de Krause⁶

FIGURA 1

Metabolismo de la glucosa y la fructosa**4.4 Efectos fisiológicos de los hidratos de carbono disponibles**

Los HC son la principal **fente energética** del cuerpo humano, aportando 4 Kcal por gramo. De hecho, existen algunos órganos que dependen exclusivamente de la glucosa como el cerebro, las glándulas suprarrenales y los glóbulos rojos, entre otros.⁸

Sobre la base de la función primordial que tienen estos macronutrientes, resulta lógico que los HC representen el mayor porcentaje del valor calórico total en cualquier plan alimentario. Cuando por alguna razón se restringe el aporte de HC, el cuerpo debe recurrir a las grasas y a las proteínas para obtener el ATP necesario para mantener las funciones vitales.

Dentro de las proteínas existen aminoácidos llamados gluconeogénicos que, como su nombre lo indica, luego de varias reacciones químicas se convierten en glucosa. La principal fuente de los mismos son las proteínas de los músculos esqueléticos. Se dice entonces que los HC cumplen una función de **ahorro proteico**, ya que un aporte adecuado evita la proteólisis con fines energéticos.⁸

En situaciones carenciales no solo hay proteólisis sino también lipólisis. Los ácidos grasos liberados, mediante la vía intramitocondrial de la β -oxidación producen ATP. Cuando el afluente de sustrato es excesivo, parte es derivado a la formación de cuerpos cetónicos con el consecuente riesgo de acidosis metabólica y deshidratación. Un aporte de aproximadamente 100 g de HC diarios **previene la producción de cuerpos cetónicos**.⁸

Además de esto, los HC intervienen en la **síntesis ADN** y de **ARN, glicoproteínas y glicolípidos** del sistema nervioso central, ácido glucurónico, ácido hialurónico,

aminoácidos no esenciales, etc.⁸

Más allá de aportar energía y materia prima para la síntesis de compuestas, cumple una función esencial en la alimentación humana al aumentar la palatabilidad de los alimentos mediante su poder **edulcorante**. En general se compara el poder edulcorante de los HC entre sí, tomando a la sacarosa como patrón (100%). En esta escala ubicamos en primer lugar a la fructosa (130-180%), siguiendo en orden decreciente la glucosa (61-70%), la maltosa (43-50%) y la lactosa (15-40%).⁹

4.5. Índice glucémico y carga glucémica

El concepto de **índice glucémico** (IG) fue introducido por Jenkins y colaboradores en 1981, para clasificar a los alimentos según su efecto sobre los niveles de glucosa sanguínea post-prandial.

FAO/OMS definen el IG como *el incremento del área bajo la curva de respuesta glucémica durante 1:30 a 3 horas luego de la ingesta de una porción de 50 gramos (g) de HC disponibles del alimento en estudio, expresado como porcentaje de la respuesta de la misma cantidad de HC de un alimento standard (glucosa o pan blanco) tomado en el mismo sujeto*.²

Los valores de IG que se obtienen utilizando el pan blanco como *standard* son 40% mayores que los obtenidos con glucosa, la cual se prefiere en general como alimento patrón.

Si bien en el pasado se había asumido que los azúcares se absorbían rápidamente y por lo tanto tenían un mayor IG que los polisacáridos amiláceos, los cuales se absorbían lentamente, con el tiempo se ha visto que esto no es cierto. Por ejemplo, la fructosa tiene bajo IG y la sacarosa un IG intermedio, menor al del pan blan-

co. Para explicar estas diferencias se han identificado distintos factores relacionados con los alimentos que determinan el IG, entre los cuales podemos señalar diferentes mecanismos de digesto-absorción y rutas metabólicas.²

Por otro lado, los almidones, pueden tener IG bajo, intermedio o alto, dependiendo de su composición (relación amilosa/amilopectina) y su estado físico-químico. La hidratación y la disolución del almidón por acción del agua caliente, proceso conocido como *gelatinización*, es particularmente importante, haciendo al almidón accesible para las enzimas digestivas. Las barreras físicas como los granos de cereal intactos, las estructuras celulares de las semillas de leguminosas, el parboilizado del arroz, las frutas enteras, y la red proteica de los amasados, son factores relacionados con los alimentos que disminuyen el IG. Los ácidos (acético, propiónico y láctico) disminuyen la respuesta glucémica del alimento o comida, principalmente por la inhibición del vaciado gástrico. La fibra soluble y viscosa puede también retrasar el vaciado gástrico, además de su efecto inhibitorio sobre la difusión y el transporte en el intestino delgado.²³

En la práctica, la respuesta glucémica luego de una comida está influenciada tanto por el IG como por la cantidad de HC de la porción del alimento ingerido. En consecuencia, en 1997 fue introducido el concepto de **carga glucémica (CG)** para cuantificar el efecto glucémico de una porción de comida.

La CG se define como la cantidad de HC glucémicos de la porción que se ingiere multiplicado por el IG del alimento, sobre 100. La suma de la CG de cada uno de los alimentos determina la CG de la comida, y la suma de estos, la CG de la dieta.²

Algunos estudios han mostrado que la respuesta glucémica de una comida se puede predecir por el IG de los alimentos que la constituyen. De todas maneras, la respuesta glucémica puede también estar influenciada por el contenido de fibra, proteínas y grasas, el tipo y cantidad de bebidas consumidas en la comida, etc.^{2,10} Varios estudios epidemiológicos de los Estados Unidos y Europa han evidenciado que la ingesta tanto de HC no disponibles, HC disponibles de bajo IG, así como las comidas de baja CG, podrían desempeñar un rol en la prevención de enfermedades metabólicas.¹¹

En un meta-análisis que evaluó el efecto de los HC de los alimentos sobre distintos parámetros metabólicos, se observaron menores valores de glucemia plasmática en ayunas en los sujetos que siguieron una alimentación con bajo IG. En varios estudios, la rama de menor IG, tenía un mayor consumo de HC no disponibles (fibra dietaria), resultando en una menor CG. Estudios adicionales de estas variables, demostraron que ambas tienen un efecto independiente sobre la glucemia.¹¹

Estas dietas bajas en IG y CG, ricas en fibra alimentaria también se asociaron a disminución en las concentraciones de proteínas glicosiladas, menor insulino-resistencia y a una reducción del peso corporal.¹¹

4.6 Metodología analítica

Los datos de contenido de HC de los alimentos pueden ser obtenidos "por diferencia" o por medición directa de los mismos.

El cálculo de HC "**por diferencia**" es la metodología más antigua para cuantificar estos macronutrientes, y es aún utilizada en gran parte del mundo. Consiste en determinar la cantidad de proteínas, grasas, humedad, cenizas y fibra dietaria por 100 g de alimento. La suma de estos valores se sustraen de 100, y la diferencia se informa como contenido de HC.

Algunas de las críticas al método:

- quedan incluidos dentro de la diferencia sustancias como lignina, ácidos orgánicos, taninos, ceras y algunos productos de la reacción de Maillard,
- acarrea el error analítico de cada uno de los análisis y
- no puede identificar los subtipos de HC.

La **medición directa**, disponible desde 1929, es como el nombre lo indica, la cuantificación de cada uno de los subgrupos de HC, que se suman para obtener el valor total. De esta manera se determinan los "carbohidratos disponibles", en contraposición con los datos obtenidos "por diferencia".

*En conclusión, siempre que esté disponible se prefiere la medición directa de HC, dado que el primer método suele sobrevaluar el contenido de los mismos.*¹⁴

4.7. Recomendaciones

La Organización Mundial de la Salud (OMS) en el año 2003 ha emitido recomendaciones sobre el consumo de nutrientes en la población para prevenir enfermedades crónicas relacionadas con la dieta. Respecto de los HC la recomendación es que representen del **55-70% de la energía**, incluyendo fibra dietaria. Este porcentaje de energía es el que resulta luego de considerar las recomendaciones de proteínas y de grasas.^{2,12}

Una actualización científica de FAO/OMS del 2007 sobre HC en la dieta propone extender el rango de 70 a 75% de la energía. Se propuso que el promedio de ingesta de **azúcares libres no debería exceder el 10% de la energía**. Este porcentaje se basa en que el alto consumo de azúcares libres esta asociado a una menor densidad nutricional y al riesgo de ganancia de peso, especialmente cuando son consumidos en bebidas.²

5. Fibra dietaria

5.1. Definiciones

Inicialmente el término "**fibra dietaria**" (FD) definía a "la porción de alimento que deriva de la pared celular

de las plantas que es muy pobremente digerida por los seres humanos.¹³ El reconocimiento de que los polisacáridos agregados a los alimentos, sobre todo los hidrocoloides, podían tener efectos similares a aquellos provenientes de las paredes celulares, llevó a la redefinición de FD para incluir a **“los polisacáridos y la lignina que no son digeridos en el intestino delgado humano”**.^{2,14,15}

Dada la importancia de la digestibilidad en el intestino delgado de los HC para sus efectos nutricionales, se considera que la FD debería incluir a **todos los carbohidratos no digeribles más la lignina**.

Estos incluyen:

-**polisacáridos no amiláceos (PSNA)**: celulosa, hemicelulosas, pectinas, hidrocoloides (gomas, mucílagos, β -glucanos),

-**oligosacáridos resistentes de tres o más unidades monoméricas**: FOS, GOS,

-**almidón resistente** (ver 5.2)

-**lignina**.²

Algunos de estos compuestos son sustratos de la fermentación anaeróbica por parte de la microflora colónica.

Definiciones vigentes

Legislación vigente

Codex Alimentarius 2009:

Se entenderá por “fibra alimentaria” los polímeros de hidratos de carbono con **nueve** o más unidades monoméricas, que no son digeridos ni absorbidos en el intestino delgado humano y que pertenecen a las categorías siguientes:

- **polímeros de hidratos de carbono comestibles presentes de modo natural** en los alimentos tal como se consumen,

- **polímeros de hidratos de carbono comestibles que se han obtenido a partir de materia prima** alimenticia por medios físicos, enzimáticos o químicos y que tienen un efecto fisiológico beneficioso demostrado mediante pruebas científicas generalmente aceptadas,

- **polímeros de hidratos de carbono comestibles sintéticos** que tienen un efecto fisiológico beneficioso demostrado mediante pruebas científicas generalmente aceptadas.¹⁶

Unión Europea (UE) Directiva 2008/100/CE

A efectos de la presente Directiva, se entenderá por “fibra alimentaria” los polímeros de hidratos de carbono con **tres o más** unidades monoméricas, que no son digeridos ni absorbidos en el intestino delgado humano y que pertenecen a las categorías siguientes:

- **polímeros de hidratos de carbono comestibles presentes de modo natural** en los alimentos tal como se consumen,

- **polímeros de hidratos de carbono comestibles que se han obtenido a partir de materia prima** alimenticia por

medios físicos, enzimáticos o químicos y que tienen un efecto fisiológico beneficioso demostrado mediante pruebas científicas generalmente aceptadas,

*- polímeros de hidratos de carbono comestibles sintéticos que tienen un efecto fisiológico beneficioso demostrado mediante pruebas científicas generalmente aceptadas.*¹⁷

A fin de tener en cuenta los nuevos conocimientos científicos y tecnológicos es preciso modificar la lista de factores de conversión del valor energético. En el informe de un taller técnico de la FAO titulado Food energy, methods of analysis and conversion factors («Energía de los alimentos, métodos de análisis y factores de conversión»), se indica que se considera fermentable el 70 % de la fibra alimentaria en alimentos tradicionales.

Por consiguiente, es conveniente que el valor energético medio para la fibra alimentaria sea de 8 kJ/g (2 kcal/g).

Para el cálculo del Valor Energético se considerará el siguiente factor:

- Fibra Alimentaria: 2 Kcal/g.

Sin embargo, esta decisión es muy controvertida ya que si bien el documento de FAO señala ese valor, esto es válido para una dieta mixta. En el mismo documento señala que esto depende exclusivamente de su grado de fermentación, que en el caso de una fibra no fermentable, debe considerarse valor de 0 Kcal/g.¹⁸

Considerando que no existe un método que permita medir la fermentabilidad de la fibra, se aconseja conservar el valor de 0 Kcal/g, y solo aumentarlo en el caso de que se conozca su grado de fermentación, así es que el Código Alimentario Argentino estipula un valor de 0 Kcal, como se informa en el párrafo siguiente.

Código Alimentario Argentino

Artículo 1385: *Se entiende por Fibra Alimentaria a cualquier material comestible que no sea hidrolizado por las enzimas endógenas del tracto digestivo humano.*

Para el cálculo del Valor Energético se considerará el siguiente factor:

- **Fibra Alimentaria: 0 Kcal/g."**

Artículo 1386: *Se entiende por alimentos modificados en fibra a aquellos productos a los que se les han agregado fibras contempladas en el presente Código y las que en el futuro incorpore la Autoridad Sanitaria Nacional. Deberán contener como mínimo de fibra alimentaria:*

3 g /100 g para sólidos y 1 g /100 mL para líquidos.¹⁹

Las definiciones presentadas representan las últimas resoluciones tomadas sobre el tema, por lo que hay que destacar la controversia que generan la diferencia de monómeros, nueve para CODEX y tres para UE, como límite inferior para la "indigestibilidad" de los compuestos; en el primer caso lo deja a consideración de cada país, excluyendo todos los oligosacáridos resis-

tentes que poseen entre 3 y 10 monómeros, entre los cuales se encuentran la mayoría de los compuestos con propiedades prebióticas, como los fructanos, GOS o trans GOS.

Los comités de ILSI Europa e ILSI Norte América organizaron un foro en el Noveno Simposio Vahouny de Fibra en el año 2010 con el fin de discutir la forma en la cual se puedan resolver estos asuntos de implementación para llegar a un consenso científico sobre el tema. Según las conclusiones extraídas de esta sesión, la mayor parte de los expertos concuerda en mantener un consenso mundial respecto de la inclusión de HC no digeribles con \geq GP3 como FD, ya que no existen motivos metodológicos ni de diferencia en los efectos fisiológicos entre los HC con GP 3-9 y \geq 10.²⁰

5.2. Fuentes alimentarias

Las principales fuentes son los **granos de cereales enteros (contienen el germen, endospermo y salvado), legumbres, frutas y vegetales**. También se encuentran en alta concentración en nueces y semillas.

La celulosa se encuentra junto con la hemicelulosa en cereales. Las capas externas lignificadas son la fuente principal de fibra en los granos enteros. La avena, la cebada y los champiñones contienen grandes cantidades de polisacáridos hidrosolubles y viscosos, como son los α -glucanos. La pectina, con similares propiedades, es el principal tipo de fibra de vegetales, frutas y derivados como las confituras (dulces y mermeladas).² Las evidencias científicas sobre los beneficios del consumo de fibra ha llevado a la formulación de alimentos funcionales en los cuales la fibra constituye la principal base del desarrollo, como en lácteos y panificados.²

Almidón resistente

Se define como almidón resistente (AR) a la suma del almidón y productos de digestión de los almidones que no se absorben en el intestino delgado sano.^{3,21}

Puede ser de 4 tipos:

-
- | | |
|------------|--|
| AR1 | Almidón físicamente encerrado. Dentro de estructuras celulares intactas en granos y semillas de cereales parcialmente molidas. |
| AR2 | Gránulos de almidón crudos. Maíz rico en amilosa, papas crudas, plátanos verdes. |
| AR3 | Amilosa retrogradada en los alimentos preparados. Los almidones de los alimentos se pueden volver parcialmente indigeribles por procesos físicos o químicos y por enfriamiento. Papa cocida y enfriada. |
| AR4 | Almidón modificado químicamente. Se comercializan para ser utilizados por la industria. |
-

Modificado de ILSI³

En general los almidones ricos en amilosa son naturalmente más resistentes a la digestión, y también más susceptibles a la retrogradación. Cuando un almidón se cocina en agua a temperaturas altas, se gelatiniza, y se digiere más fácilmente. Sin embargo, estos geles de almidón al enfriarse cambian su estructura y se tornan resistentes a la acción de las amilasas (almidón retrogradado).²¹

Sobre la base de los conocimientos que se tienen acerca de la fibra de los alimentos, se han formulado hipótesis sobre los efectos fisiológicos del AR. Sin embargo, los resultados de las experiencias en humanos hasta el presente han dado resultados contradictorios debido, entre otras, a las siguientes causas: estado fisiológico de los individuos; diferente grado de masticación que sufren los alimentos; presencia de otros componentes en la dieta (grasas, proteínas, fenoles, etc.) que afectan la digestibilidad del almidón; dificultad para el análisis químico de la determinación del AR; pocos registros de contenido de AR en los alimentos con que se cuenta y su coincidencia dudosa respecto de alimentos de diferente origen geográfico; forma de cocimiento y conservación. Todo esto dificulta la investigación epidemiológica sobre el tema.²²

Por el contrario, las experiencias realizadas en animales de laboratorio han permitido obtener resultados más firmes que darían respaldo a una extrapolación en el humano.

Si bien el AR forma parte de la fibra insoluble sus efectos se asemejan a los de la fibra soluble. De todos los datos disponibles se puede concluir que el consumo de AR causa una pequeña disminución de la glucemia y una mayor atenuación de la insulinemia. Este efecto tiene importancia porque se mantendría o mejoraría la sensibilidad a la insulina y evitaría enfermedades relacionadas con la resistencia a la insulina como lo son el síndrome metabólico, la DBT tipo 2 y la obesidad.

Algunos autores consideran que la disminución de la glucemia se debe a una disminución de la CG. El AR no modifica la absorción del almidón digerible como lo hacen las fibras solubles viscosas.²³

En humanos se observó una disminución de triglicéridos y de colesterol en ayunas después de un consumo prolongado. Este efecto es importante para la prevención de la enfermedad coronaria y de la dislipemia.

El AR confiere considerables beneficios para la salud del intestino humano. Es una fracción de la fibra que al llegar al colon es casi totalmente metabolizada por las bacterias con una producción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) de la cual un **38% es butirato** que se relacionaría con la disminución del riesgo de cáncer colorrectal.²¹

La otra característica especial está dada por sus propiedades sensoriales. Existen ventajas en el uso de

fuentes comerciales de AR en productos alimenticios, como un **ingrediente funcional**. A diferencia de las fuentes naturales, no se afecta por la cocción ni por el almacenamiento, y puede ser utilizado como vehículo para aumentar el contenido total de FD de alimentos y productos sin afectar el sabor ni la textura.²¹

Granos enteros

Los granos enteros son definidos por la FDA como el grano intacto, partido, molido o laminado, cuyos principales componentes, endospermo, germen y salvado, están presentes en las mismas proporciones que en el grano intacto.

Entre los granos enteros de uso habitual se encuentran: **trigo, avena, cebada, arroz integral, maíz, centeno, mijo, sorgo, triticale, amaranto, trigo sarraceno y quinoa**.²⁴

Evidencias de los beneficios del consumo de granos enteros, hasta el momento.²⁴

-Consumir 3 o más porciones de granos enteros por día se asocia a un menor índice de masa corporal, menor adiposidad abdominal y una tendencia a una menor ganancia de peso en el tiempo. Sin embargo, la evidencia es inconsistente respecto de la pérdida de peso.

-Menor riesgo de enfermedad coronaria y de muerte secundaria a la misma, menor riesgo de hipertensión arterial, menor progresión de lesiones ateroscleróticas.

-No se ha demostrado que disminuya los valores de lípidos plasmáticos, incluidos los niveles de la lipoproteína de baja densidad (*Low density lipoprotein* -LDL-); los resultados de los estudios son variables.

-Mejora la sensibilidad a la insulina, con menores niveles de insulina en ayunas y del área bajo la curva de insulina de 2 horas post-ingesta, y menor riesgo de DBT 2.

-Menor riesgo de cáncer colorrectal y mejora la respuesta inmune gastrointestinal.²⁴

*Todos estos efectos han sido atribuidos a la presencia de vitaminas, minerales, FD, lignina, α -glucanos, inulina, fitoesteroles, y numerosos fitoquímicos, muchos de los cuales están presentes en el germen y en el salvado de los granos, fracciones que se suelen perder con el procesado de los mismos.*²⁴

De acuerdo con las reglamentaciones de la FDA, un producto debe contener al menos un 51% de granos enteros para poder recibir dicha denominación.²⁵

5.3 Efectos fisiológicos de la fibra dietaria

Como ya vimos, los componentes de la FD por definición son resistentes a la hidrólisis y a la absorción en el intestino delgado. Pasan por el tracto gastrointestinal

superior, entrando al colon prácticamente sin modificación.

Tradicionalmente se reconocen dos fracciones de FD: "fibra soluble" (FS) y "fibra insoluble" (FI), para diferenciar entre los componentes solubles, que van a formar geles o soluciones viscosas (por ejemplo, pectinas), de los que son insolubles y van a producir efecto bulto (por ejemplo, celulosa). Sin embargo, esta diferenciación no siempre predice los efectos fisiológicos.²

Por esto último, la FAO/OMS propuso que esa distinción entre soluble e insoluble se deje de utilizar, para ser reemplazada por **fermentable y no fermentable**.

Los tipos de fibra no fermentables, como las capas externas lignificadas de los granos de cereales, tienen generalmente un efecto formador de masa fecal por su habilidad para ligar agua en el colon distal. La fibra fermentable por su parte también contribuye a la formación de bulto a través del aumento de la masa microbiana.²

Los componentes de la FD fermentable son sustratos de la **fermentación anaeróbica** por parte de la microflora colónica y producen AGCC. Los principales tipos de fibra involucrados son el AR, las maltodextrinas resistentes, la inulina, la polidextrosa y la hemicelulosa. El grado de fermentación depende tanto del sustrato (estructura molecular y forma física) como de factores del huésped (flora bacteriana y tiempo de tránsito).²¹

Debido a la variabilidad estructural de los PSNA, tendrían diferentes propiedades físico-químicas, que son claves para su efecto fisiológico:

-La celulosa es insoluble en agua y no fermentable (FI, efecto bulto);

-Las pectinas y coloides como la goma guar y los mucílagos, forman soluciones acuosas viscosas y son fermentables (FS, efecto metabólico);

-Los almidones resistentes son insolubles e indigeribles, debido a su forma física o por estar encapsulados dentro de estructuras celulares, y fermentables (FI, efecto metabólico);

-Los oligosacáridos resistentes, como fructanos y GOS, son solubles en agua pero no forman soluciones viscosas y son fermentables (efecto metabólico).

-El psyllium forma soluciones viscosas y no es fermentable (FS, efecto bulto claramente laxante);

-La polidextrosa de bajo peso molecular y origen sintético, soluble en agua, no viscosa, es parcialmente fermentable (FI, efecto metabólico y bulto).

5.3.1. Fibra y efecto prebiótico

El colon es un ecosistema complejo, constituido por un delicado equilibrio de bacterias benéficas y otras cepas con efecto patogénico, capaces de generar toxinas y carcinógenos. Entre las bacterias benéficas, se

señalan las bifidobacterias y los lactobacilos. Al ser sustratos preferenciales de estas bacterias, los fructanos contribuyen a la salud del huésped, a través de la disminución del pH intestinal, poco tolerado por los bacteroides, que encuentran un ambiente poco propicio para su proliferación. Los beneficios para la salud que se atribuyen a las bifidobacterias incluyen la inhibición del crecimiento de bacterias dañinas, la estimulación de componentes del sistema inmune, una mejor absorción de ciertos iones, como el calcio, y la síntesis de vitaminas B. El efecto bifidogénico, que provoca cambios positivos en la composición de la microflora, se ha demostrado *in vivo* en seres humanos que ingieren dosis entre 5 y 20 g/día, generalmente sobre un período de 15 días.^{26 27}

La **inulina y los FOS** se han denominado prebióticos, es decir, "ingredientes no digeribles de los alimentos, que selectivamente estimulan el crecimiento y/o actividad de bacterias intestinales que favorecen la salud." A menudo se usan en combinación con probióticos o bacterias vivas que son agregados a la dieta para promover la salud. Las combinaciones de pre y probióticos tienen efectos sinérgicos y se les denomina simbióticos.²⁸

Debido a su resistencia a la hidrólisis, ninguna de las moléculas de fructosa y glucosa que conforman los FOS aparece en la sangre portal cuando se las ingiere por vía oral y se ha encontrado que son apropiadas para el consumo de diabéticos. De los estudios realizados, llama la atención una reducción significativa de la glucemia en diabéticos no insulino dependientes, al tratarlos durante 2 semanas con 8 g de FOS, así como del colesterol total y del LDL. En otra experiencia, esta vez en sujetos sanos con elevación moderada de lípidos, en la que se administró 10 g de inulina durante 8 semanas, no se observó efecto en la glucemia, pero sí redujo los niveles de insulinemia, con disminución de las concentraciones de triglicéridos. El efecto potencial de los FOS sobre los niveles de glucosa y de lípidos se basa en el efecto hipotético de que los AG producidos en el colon durante la fermentación, pueden influenciar el metabolismo de los HC y de los lípidos. Los efectos de los fructanos sobre la glucemia y la insulinemia no están todavía completamente dilucidados, y los datos disponibles son contradictorios, indicando que estos efectos pueden depender de condiciones fisiológicas (estado de ayuno comparado con el postprandial) o presencia de enfermedades (por ejemplo, DBT).^{26 28 29 30 31}

5.3.2 Fibra, colesterol y glucemia

La fibra viscosa, soluble en agua, como los α -glucanos y la pectina pueden modificar la respuesta glucémica y las concentraciones de colesterol total y LDL, interfiriendo en la digestión y absorción de dichos nutrientes.^{2,32}

Una vez en el colon, cuando la fibra es fermentada por la flora bacteriana, uno de los AGCC, el propionato, disminuiría la síntesis de colesterol y de triglicéridos a nivel hepático, al inhibir competitivamente a la enzima acetil-CoA sintetasa. También contribuiría en este aspecto la FS que incrementa la excreción fecal de colesterol y ácidos biliares, derivándose parte del colesterol a la síntesis de nuevos ácidos biliares.³²

Se ha visto que las dietas que aportan entre 30 y 50 g de FD por día proveniente de alimentos elevan menos la glucemia que las dietas con menor contenido de FD.³³

Una comida rica en FD se digiere más lentamente siendo, como consecuencia, más prolongado el tiempo de absorción de nutrientes. Además, estas dietas tienden a tener menor valor calórico y mayor volumen que las que poseen bajo contenido de FD, lo que generaría más saciedad y limitaría en forma espontánea el consumo energético.³³

La ingestión de alimentos con fibra viscosa retrasa el vaciamiento gástrico, la digestión y la absorción de glucosa, con beneficios sobre la glucemia postprandial y sobre el control glucémico en el largo plazo en individuos con DBT.³³

Existen además estudios que sugieren que el consumo de por lo menos 30 g de FD por día, sería efectivo en la prevención de la DBT tipo 2.³³

En el último tiempo también se ha estudiado el "**efecto segunda comida**", o sea, la capacidad de disminuir no solo la glucemia postprandial de la comida recién ingerida, sino también la de las siguientes a lo largo del día. Este efecto, que podría ser secundario a la fermentación colónica de los HC indigeribles, se ha evidenciado con el consumo de **legumbres y granos enteros**. La inclusión de granos integrales o legumbres en el desayuno reduce la glucemia postprandial en el almuerzo y/o cena en el mismo día mientras que su consumo en la cena reduce la glucemia en el desayuno la mañana siguiente. Este efecto se pierde con la molienda, el procesamiento y la cocción a altas temperaturas.³⁴

La atenuación de la glucemia postprandial en el transcurso del día se espera que tenga importantes implicaciones de salud en el largo plazo en los adultos sanos, particularmente respecto de la prevención de la diabetes.

5.3.3 Fibra y absorción de minerales

El efecto de la FD sobre la absorción de los minerales varía dependiendo de cuáles sean los componentes predominantes de la misma.

La presencia de ácido fítico, en cereales y leguminosas, posee un efecto inhibitorio sobre la absorción de minerales como el hierro, el zinc, el calcio y el magnesio.²

Sin embargo, los AGCC productos de la fermentación, disminuyen el pH del contenido colónico, lo que estimula a su vez la absorción de minerales a nivel colóni-

co, al tiempo que promueve la liberación del calcio unido al ácido fítico haciéndolo disponible para su absorción.³²

El efecto de los fructanos sobre la absorción de minerales ha sido muy estudiado. La disminución del pH del colon por la fermentación, la producción de AGCC y el aumento en la concentración de la proteína calbindina en el colon se han propuesto como hipótesis para explicar este efecto. Además de aumentar la biodisponibilidad de calcio, se ha demostrado en ratas que la alimentación con FOS incrementa la concentración de calcio y mejora la estructura ósea.³⁵ Una mezcla de inulina y FOS (8 g) aumentó la absorción de calcio en niñas cerca de la menarca y en mujeres con menopausia por más de 6 años, con adecuada o alta ingesta de calcio, sin un aumento compensatorio de la excreción urinaria de calcio, lo que sugiere que estos ingredientes pueden influir en la absorción de calcio en la fase postmenopáusica prolongada.^{35,36}

5.3.4 Fibra y salud gastrointestinal

La FD tiene un rol predominante en la función gastrointestinal. Su efecto sobre la salud colónica ha sido utilizado por varias sociedades científicas como base para las recomendaciones dietarias de fibra.²

La fracción insoluble de la fibra está indicada en patologías colónicas. El salvado de trigo adsorbe moléculas de agua, disminuyendo la presión intracolónica y estimulando los movimientos intestinales propulsivos, con el beneficio sobre la enfermedad diverticular y sobre el estreñimiento crónico.²

Los componentes atrapados en la FD en el intestino delgado como las sales biliares y los ácidos grasos, que se liberan durante la fermentación también estimularían la motilidad.²

La fracción soluble y fermentable por la flora colónica, es la responsable de la formación de AGCC y la disminución del pH. El butirato es la principal fuente de energía de la mucosa colónica y tiene efecto sobre la diferenciación celular y la apoptosis con posible implicación en la carcinogénesis.³²

5.3.5 Fibra y cáncer

Respecto de la relación entre fibra y cáncer las evidencias son contradictorias, aunque existen algunos estudios que demostraron una relación indirecta entre el consumo de fibra y el riesgo de padecer determinados cánceres como el de mama. En un metaanálisis realizado sobre 10 estudios de cohorte sobre fibra y cáncer de mamá, se observó una disminución del 11% del riesgo de cáncer entre los cuartiles de mayor y menor consumo de fibra.³⁷

En cuanto a la relación entre el consumo de fibra y el riesgo de cáncer colorrectal (CCR), los resultados de los estudios aún son contradictorios. Desde que en la

década del 70 Burkitt planteara la hipótesis de que la FD disminuía el riesgo de CCR, basado en la observación de poblaciones rurales africanas que tenían un alto consumo de fibra y bajo riesgo de cáncer, se han realizado muchos estudios epidemiológicos. En general, los estudios con un diseño de casos y controles demuestran una asociación protectora, mientras que en los de cohorte los resultados son diversos.³⁸

En un estudio realizado en las cohortes del *Nurses' Health Study* (NHS) y del *Health Professionals' Follow-up Study* (HPFS), que incluyó 76.947 mujeres y 47.279 hombres, no se encontró una relación estadística significativa entre las 2 variables.³⁹

En una revisión sistemática que incluyó 13 estudios de cohorte, en los cuales participaron 725.000 personas, la ingesta de fibra se asoció en forma inversa con el riesgo de desarrollar CCR en un análisis ajustado por edad, pero dicho efecto desapareció al realizar los ajustes por otros factores de riesgo dietarios (ingesta de folato, carnes rojas, leche, alcohol, etc).⁴⁰

El efecto protector de la FD y el consumo de granos integrales en el riesgo de CCR es biológicamente explicable. Los alimentos integrales son importantes fuentes de FD y pueden disminuir el riesgo de CCR mediante el aumento del volumen de las heces, la dilución fecal de sustancias carcinógenas, y la disminución del tiempo de tránsito, lo que reduce a su vez el contacto entre los agentes carcinógenos y la mucosa colorrectal. Además, la fermentación bacteriana de la FD resulta en la producción de AGCC, que pueden tener efectos protectores contra el CCR.⁴¹

Otros componentes de los granos enteros también pueden proteger contra el CCR incluyendo sustancias antioxidantes, vitaminas, minerales, fitatos, ácidos fenólicos, lignanos y fitoestrógenos. Los cereales integrales tienen un alto contenido de ácido fólico y magnesio, que se han asociado en forma independiente con un riesgo reducido de CCR.⁴¹

El efecto anticarcinogénico ha sido estudiado en el colon con el butirato, uno de los AGCC, dado que es capaz de modular la expresión génica y tiene un impacto regulatorio sobre la apoptosis celular. Junto con el propionato, protegen contra el desarrollo de cáncer en general y de CCR en particular. Mientras que el butirato es tomado principalmente por los colonocitos como fuente de energía, el propionato y el acetato llegan en mayores concentraciones a la circulación, y son captados en un 60% por el hígado. De esta manera el efecto antineoplásico del propionato trascendería el colon, alcanzando otros órganos.³²

5.3.6 Fibra y regulación del peso corporal

Existen diversos estudios, tanto de observación como de intervención, que ponen en evidencia una relación inversamente proporcional entre el consumo de FD, y

el peso y la grasa corporales, planteándose la utilidad de la FD en la prevención y en el tratamiento de la obesidad.⁴²

Se han propuesto diferentes mecanismos mediante los cuales ejercería este efecto (Figura 2):

- Las dietas ricas en FD suelen ser de **menor densidad energética**. Sin modificar el volumen, desplaza a otros nutrientes y calorías disponibles.
- Requiere **mayor tiempo de masticación**, limitando la ingesta al promover la secreción de saliva y jugos gástricos que resultan en distensión gástrica y saciedad.
- Enlentecería el vaciado gástrico** generando saciedad, y disminuyendo la velocidad de absorción de lípidos y glucosa, con menor secreción de insulina secundaria.⁴²
- La fibra fermentable, a través de la formación de propionato **modularía péptidos como la ghrelina, el péptido glucagon-simil (GLP-1) y el péptido YY (PYY)**, disminuyendo el primero y aumentando los

últimos. El GLP-1 estimula la secreción de insulina, mientras que el PYY retrasa el vaciado gástrico. En contraste, la ghrelina estimula el apetito.³²

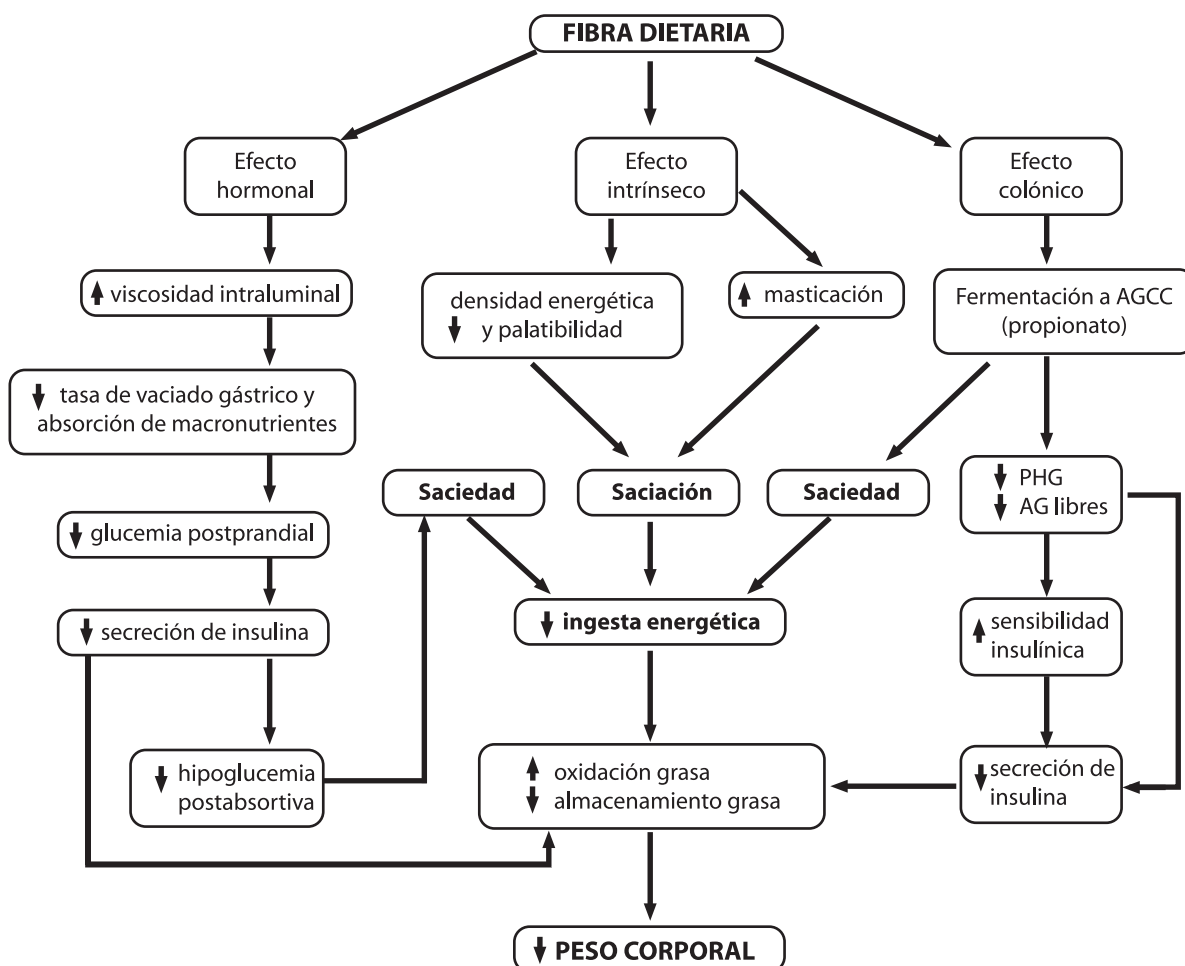
5.4 Rotulado: declaraciones de salud

Si bien en nuestro país aun no esta permitida la inclusión de declaraciones saludables (*Health Claims*) en el rotulado de los alimentos, sí lo está en otros países.

EFSA ha concluido su estudio de las declaraciones de salud de más de 2758 sustancias que la industria alimentaria ha usado o quiere usar para anunciar sus productos. El resultado es demoledor: prácticamente el 80% no estaba probado científicamente o eran tan generales que no se podían comprobar. El estudio comenzó en el 2008, y los resultados en relación con las declaraciones de salud y el consumo de FD son las siguientes:

- FD, en cantidades mayores a 25 g/ día, reduce el riesgo de enfermedad coronaria, de DBT tipo 2 y favore-

FIGURA 2



lavin J. modif⁽⁴³⁾. PHG: producción hepática de glucosa; AG: ácidos grasos

ce el control del peso. **Verdadero.** Suficiente evidencia.

• Los β -glucanos del centeno y la avena ayudan a controlar el colesterol. **Verdadero.** Suficiente evidencia.

• La fibra de trigo contribuye a mantener el peso o a adelgazar. **Falso.** Los estudios presentados no lo prueban.

• Los β -glucanos del centeno y la avena aumentan la sensación de saciedad. **Falso.** Los estudios presentados no lo prueban.

• La FS ayuda a controlar colesterol en sangre. **Falso.** Los estudios presentados no lo prueban.⁴⁴

5.5 Metodología analítica

El método más antiguo para cuantificar la fibra, cuyos orígenes datan de principios del siglo XIX, se basa en un tratamiento enérgico con ácidos y álcalis, y expresa sus resultados como Fibra Cruda (*Association of Official Analytical Chemists* –AOAC- 962.09). Según los químicos textiles de aquella época, las fibras eran sustancias insolubles y resistentes en esas condiciones, y por lo tanto, indigeribles. De allí el empleo de la palabra fibra en nutrición. En la última década se perfeccionaron otros métodos que permiten obtener datos más reales, cuyos resultados se diferencian de los obtenidos con el método anterior mediante su expresión como fibra de la dieta o FD, que correspondería a la denominación inglesa *dietary fiber*.⁴⁵

Fibra cruda: este método subestima la verdadera cantidad de la fracción no digerible de las paredes celulares vegetales, ya que se pierden totalmente las pectinas, gran parte de la celulosa, hemicelulosas, lignina y toda la FS.

Los valores de fibra cruda no tienen relación con el verdadero valor de FD de los alimentos para el ser humano. Los valores de FD generalmente son 3 a 5 veces mayores que los valores de fibra cruda, pero no se puede aplicar un factor de corrección porque la relación entre la fibra cruda y la FD varía dependiendo de los componentes químicos. La fibra cruda tiene poca significación fisiológica en la nutrición humana y **no debiera usarse para informar el contenido de fibra de los alimentos** (AOAC 962.09). El método enzimático gravimétrico se aplica a los análisis de rutina, por ejemplo para la rotulación de alimentos, mientras que las técnicas cromatográficas, por su complejidad y por la información que brindan, se emplean más en investigación.⁴⁵

Métodos enzimáticos gravimétricos: simulan el proceso digestivo humano, por lo que determinan la fibra total y, mediante modificaciones, permiten diferenciar a la fibra soluble de la insoluble (AOAC 985.29).^{45,46,47}

Nuevas fibras: la aparición de nuevas fuentes de fibra, que no son determinados por el método oficial, ya que por su bajo peso molecular son solubles en alcohol como los oligosacáridos no digeribles, ha llevado al desarrollo de nuevos métodos, que ya cuentan con su aceptación por parte de la AOAC y que se incorporan en el Codex Alimentarius (2009), con el método integrado para fibra dietética: AOAC 2009.01. Este permite determinar todas las fracciones aceptadas en la última definición tanto de Codex como la de nuestro código alimentario, el cual **utiliza enzimas alfa amilasa pancreática y amiloglucosidasa, por 16 hs. a 37°, lo que refleja un tratamiento más fisiológico que el método hasta ahora utilizado.**^{16,45}

En el 2011 se propone una nueva modificación del AOAC2009.01, aprobada en 1° acción, como AOAC 2011.25, que permite separar las fracciones soluble e insoluble.

5.6 Recomendaciones

No hay datos disponibles para determinar los Requerimientos Promedio Estimados y en consecuencia para calcular las Recomendaciones Dietarias, por lo que se desarrolló un valor de Ingesta Adecuada (AI). Las AI, basadas en el consumo medio observado para alcanzar el menor riesgo de enfermedad coronaria, recomiendan la ingesta de **14 g de fibra dietaria cada 1000 kcal**, o 25g y 38g para mujeres y hombres adultos (14-50 años), respectivamente.³³

En el informe de la OMS (2003) no se especifica un objetivo preciso de consumo de FD, pero se postula que **al menos** deberían aportar **25g por día** provenientes de frutas, vegetales y granos enteros. Este valor está basado en la evidencia que relaciona el alto consumo de FD (proveniente de frutas, vegetales y granos enteros) con un menor riesgo de ganancia peso (convinciente), de DBT tipo 2 (probable) y de enfermedad cardiovascular (probable). Esta recomendación fue reafirmada en el año 2007 en una actualización científica de FAO/OMS sobre carbohidratos de la dieta.²

El Código Alimentario Argentino también toma como valor diario de referencia de fibra alimentaria 25 g.¹⁹

Los niños como los adultos también deberían consumir una cantidad adecuada de FD. Si bien no está definida cuál sería la recomendación de fibra en la lactancia y en la niñez, estas estarían basadas en el peso, la edad y el valor calórico. Según EFSA sería de 8g/1000 kcal, mientras que la propuesta de Estados Unidos es considerar la edad + 5g por día.⁴⁸

En el embarazo y lactancia en los Estados Unidos son de 28 y 29g por día, respectivamente.

6. Tabla de contenido de fibra dietaria

En el mes de junio de 2011 se realizó una consulta vía correo electrónico a los socios de la Sociedad Argentina de Nutrición sobre el uso de tablas con datos de FD utilizados en la práctica clínica.

Según los datos recabados, las tablas más utilizadas en orden decreciente de frecuencia son: Cenexa, Universidad de Luján, etiquetas de alimentos, USDA, Alemanas.^{49,50,51,52}

Consideramos que si se recomienda cubrir un mínimo de gramos de fibra a ingerir es necesario contar con datos de tablas que sean el resultado de la utilización del método enzimático gravimétrico, (AOAC 985.29) que es el más preciso en la actualidad.⁴⁵

Es por esto que el Grupo de Trabajo confeccionó una tabla sencilla de contenido de fibra, compilando datos de distintas fuentes:

-Datos provenientes del análisis de alimentos del

FIGURA 1

Gramos de fibra %

Gramos de fibra %				
< 3	3 - 6	6 - 10	10 - 20	> 20
Arroz blanco doble Carolina/ largo fino Harina de maíz cocida	Arroz parboil Fideos trigo candeal/ trigo pan/ con espinaca Harina de trigo 000/ 0000. Semolín	Arroz integral. Avena extrafina Cebada perlada Harina de cebada/ clara de centeno Maíz, grano entero Fideos con espinaca y fibra. Sémola	Arroz integral parboil Avena arrollada Harina integral de centeno/ integral de trigo	Salvado de avena/ de trigo Trigo partido burgol
Pan de pancho/ francés Tostadas blancas e integrales industriales	Pan de hamburguesa con y sin sésamo/ lactal con y sin salvado Pionono	Galletitas de salvado Pan blanco con fibra/ de centeno industrial/ grano entero artesanal/ salvado diet industrial/ salvado doble industrial/ integral industrial	Pan centeno artesanal	
	Arveja fresca enlatada	Porotos cocidos enlatados	Arveja seca cruda entera/ partida Garbanzos, lentejas, porotos, porotos de soja, Harina de soja	
Acelga, achicoria, apio, berenjena, berro, coliflor, endivia, espárrago, espinaca, lechuga, papa, pepino, pimientos, puerro, rabanitos, tomate, remolacha, repollo colorado, zucchini	Brócoli, cebolla, choclo, col de Bruselas, hinojo, perejil, zanahoria	Batata	Champignon	Girgolas
Aceituna verde, ananá, banana, cereza, ciruela, damasco, durazno, frutilla, guinda, higo, mango, melón, manzana, naranja, pera, pomelo, sandía, uva	Arándano, frambuesa, grosella roja, kiwi, palta, zarzamora	Grosella negra		
	Uva, pasa	Ciruela, dátil e higo desechados	Damasco y durazno desechados	
Castaña de Cajú	Nuez	Almendra, avellana, castaña, maní, pistacho		

departamento de Bromatología de la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires, M.Sc. Angela Zuleta.

-Tablas de composición de alimentos de Universidad Nacional de Luján.⁵⁰

-Tablas de composición de alimentos: El pequeño "Souci-Fachmann-Kraut".⁵²

7. Recomendaciones prácticas para los pacientes con diabetes

Lo que sigue a continuación se elaboró con el objetivo de que los profesionales de la nutrición cuenten con una guía práctica de consejos claros para lograr que sus pacientes aumenten el consumo de fibra, sin temer incluir los hidratos de carbono en su alimentación cotidiana

7.1 Distribución calórica normal

PROTEINAS 1 g/kg./día

CARBOHIDRATOS: 55-70 % del VCT

Cubrir 25 g de Fibra

GRASAS 30 % del VCT (o más del 30 % con selección de la calidad)

En un plan de alimentación saludable más del 50% de sus calorías deben ser cubiertas por hidratos de carbono (HC). Por eso es tan importante en la diabetes aprender a seleccionar los alimentos ricos en HC y asegurar un buen aporte de fibra dietética para lograr que las glucemias posprandiales no se disparen.

Los HC deben seleccionarse por la CANTIDAD, la CALIDAD y asegurar la DISTRIBUCIÓN a lo largo el día para lograr un mejor control glucémico prolongado en el tiempo.

1-COMA 5 A 10 PORCIONES DE VEGETALES Y FRUTAS AL DÍA

Coma al menos dos porciones de frutas y tres porciones de vegetales, preferentemente de tres o más colores diferentes.

Una porción es:

1 fruta chica

½ taza de vegetales cocidos o

1 taza de vegetales crudos.

¿Por qué?

Son ricos en fibra y pobres en grasas, excepto el coco, las aceitunas, las paltas, y las frutas secas. Sin embargo en los últimos tres ejemplos, las grasas contenidas son

de excelente calidad.

Protegen contra varias enfermedades, desde la presión alta hasta algunos tipos de cánceres, porque son fuentes de agua, vitaminas, minerales, y fitoquímicos (químicos naturales de las plantas con funciones antiinfecciosas y anticancerígenas).

¿Cuáles?

TODOS, pero analicemos alguno de ellos:

PAPA

Si bien la papa es un vegetal de gran versatilidad culinaria y de consumo habitual en nuestra dieta, es pobre en fibra y tiene un alto índice glucémico (IG), es decir, produce una elevación rápida de los valores de azúcar en sangre luego de su ingesta. Esto puede disminuir al consumir la papa **cocida y enfriada**.

Podemos adoptar la costumbre de utilizarla y consumirla siempre con **cáscara** para aumentar de esta manera el contenido de fibra.

BATATA

Excelente fuente de beta caroteno, vitamina C y fibra. Puede consumirse pelada o con cáscara, hervida, asada, al horno o en microondas. Puede ser un buen sustituto de la papa, cuando está recién cocida.

GIRGOLAS Y CHAMPIGNONES

Tienen mucha fibra; las gírgolas, casi el doble que los hongos comunes, y son una importante fuente de fibra soluble (beta glucanos). Ideal para combinar con arroz o pastas, ya que colaboran disminuyendo la respuesta glucémica de estos.

CEBOLLA

Es un vegetal "pura fibra", ya sea cruda, desflemada (pasada por agua hirviendo), o rehogada en aceite. Aporta sabor y permite reducir el agregado de sal.

FRUTAS

Por su aporte de HC se debe **controlar la porción** en cada ingesta. Elegirlas poco maduras, en lo posible consumirlas con su cáscara bien lavada, y con hollejos en el caso de los cítricos.

Muchas frutas tienen un IG bajo, gracias a la presencia de la fructosa, fibra y ácidos (los cuales enlentecen el vaciamiento gástrico). **Generalmente cuanto más ácida es una fruta, menor es su respuesta glucémica.**

2.COMA PANES Y CEREALES RICOS EN FIBRA

¿Por qué?

El alto consumo de harinas refinadas ha sido relacionado con el aumento de enfermedades crónicas no transmisibles por su pobre aporte en fibras y nutrientes. El reemplazo de las mismas por granos enteros y harinas integrales mejora la respuesta glucémica cola-

borando en el mejor control de la diabetes.

¿Cuáles?

PAN

Para mucha gente el pan es un alimento importante en su dieta. Uno de los cambios más importantes que se puede hacer, es cambiar el pan blanco, por algún pan con granos enteros como cebada, avena, soja, centeno, semillas o harinas integrales, más rico en fibra y de menor IG.

Análisis de los disponibles en el mercado:

Del Peregrino: con semillas de trigo machacado y leudado, y bajo contenido de sodio. Sin grasas agregadas. Aporta **3,5 g de fibra/50g** (FFyB-UBA)

Haus Brot: tiene panes sin grasa agregada como el llamado cuatro cereales (trigo, centeno, cebada perlada, avena, lino) o el de centeno con fermento natural, y otros con aceite de girasol, todos ricos en fibra. Si el pan se compra entero es importante cortarlo en rebanada finas. El pan de harina integral con salvado aporta **5 g de fibra/ 50 g** y el de centeno, **5,5 g**.

Oroweat cereales (Bimbo®): elaborado con harina integral y con una gran cantidad de cereales y semillas: avena, trigo, chia y lino. Aporta **4,3 g de fibra/50 g** (etiqueta).

All Natural pan blanco (Fargo®): Aporta **3,6 g de fibra/50 g** (etiqueta).

Valmaira multicereal: con girasol, sésamo, trigo integral, centeno integral, soja, y harina de trigo 000. Aporta. **4 g de fibra/50 g** (etiqueta).

Pan Casero Multicereal⁵³

600 g de harina integral. 200 g de harina de centeno. 200 g de salvado de avena. 200 g de avena molido tradicional. 50 g de levadura fresca. Una cucharada de sal. Un litro de agua. Semillas de sésamo.

Mezclar las harinas, la avena, el salvado y la sal.

Deshacer la levadura en un poco de agua y echar en la preparación anterior. Agregar el resto del agua y unir bien.

Dejar reposar media hora, tapada, y volver a amasar.

Distribuir en dos moldes medianos, aceitados.

Dejar levar, pintar con huevo, y espolvorear con semillas de sésamo.

Precalentar el horno y cocinar a temperatura mediana de 25 a 30 minutos aproximadamente.

CEREALES PARA DESAYUNO

All Bran (Kellogg's®): Cereal de salvado de trigo. Aporta 12 g de fibra/40g o media taza. (Etiqueta)

Fibra Max (Nestlé®): Salvado de trigo, salvado de maíz, harina de trigo integral y almidón de maíz. Aporta 18 g

de fibra/ 40g o tres cuartos de taza. (Etiqueta).

GRANOLA/ MUESLI: mezcla de avena y algún otro cereal + frutas secas + frutas desecadas, en diferente proporción y variedad. Una excelente opción a la hora de elegir un cereal por su aporte de fibra y grasas de buena calidad.

MEZCLA CON MÁS FIBRA: lo más adecuado sería armar un muesli propio usando avena arrollada, y una mezcla de frutas deshidratadas, secas y semillas. O bien, más práctico, partir de un muesli comercial y mezclarlo en partes iguales con un all bran.

ARROZ

El arroz tiene un alto índice glucémico, tanto en su forma integral como blanco pulido. Existen variedades como el arroz basmati de alta amilosa (un tipo de almidón que se digiere más lentamente) que produce una respuesta glucémica más baja. En nuestro país es de difícil acceso por costo y disponibilidad. El arroz de mayor consumo y usado para la preparación de postres o risottos, es de muy alto IG.

Se recomienda el arroz **integral** por su mayor aporte de fibra, 2,6 g/40g de arroz y el **parboil**, 1,7 g /40g. Podemos mejorar la respuesta glucémica y su valor nutritivo **mezclándolo con legumbres**, por ejemplo, 20g de arroz parboil + 20 g de lentejas aportan 3 g de fibra. También se puede emplear con vegetales, en ensaladas, guisos, croquetas, etc.

El sushi, utiliza un tipo de arroz de alto IG, pero por el tipo de elaboración constituye un *snack* ideal en el plan hipocalórico.

AVENA

Se adquiere como avena arrollada (en hojuelas), que son los granos con cáscara sometidos a un proceso de presión para que queden aplanados; la hay de molido tradicional o fino. Es la base de la granola y el muesli.

El **salvado de avena**, es una de las mejores fuentes de fibra soluble. Se incorpora en mezclas para hacer rellenos, empanados, sopas, masas y panes.

El aporte de fibra de 30 g o 2 cucharadas de postre de avena arrollada es de 4 g y 30 g de salvado de avena aportan 6,8 g de fibra.

CEBADA

Se adquiere como grano entero descascarillado (cebada perlada). Es uno de los cereales más ricos en fibra soluble, la que ayuda a disminuir la glucemia posprandial de la comida que la contiene. Necesita remojo antes de la cocción. Se puede utilizar en reemplazo del arroz en las diferentes recetas (guisos, sopas y rellenos).

Para 4 porciones: 1 taza de cebada perlada. 2 tazas de agua. Agregar la sal al final.

Lavar la cebada, cubrirla con el agua y dejarla en remojo de un día para el otro o al menos unas horas. Cocinarla en la misma agua hasta que se note tierna y cremosa (si se prefiere menos aglutinada cocinar en tres tazas de agua). Así cocida, incorporar a sopas o guisos, o fría a ensaladas. Conservar en la heladera o congelar. **Aporta 4 g de fibra /40 g.**

TRIGO BURGOL

Es una variedad de trigo que se obtiene a partir del trigo candeal, el cual es partido, precocido y secado. **El burgol tiene un bajo IG y aporta 10 g de fibra/40 g.**

Para 4 porciones: 1 taza de trigo burgol. 3 tazas de agua. Sal, agregar al final.

Remojar en agua 20 minutos y cocinar 10 minutos, porque ya está precocido. Emplearlo para acompañar vegetales en preparaciones frías o calientes. Ejemplos: con cebolla de verdeo picada, con tomates picados y perejil, con berenjenas y zucchini salteados, etc.

MAÍZ

Los granos de **maíz blanco** se tiernizan dejándolos un día en remojo y se pueden usar en guisos; aportan 2,8 g de fibra/40 g.

El maíz **fresco o choclo** (también en lata o congelado) constituye una buena fuente de fibra: 3,7 g/100g. Interesante ingrediente para una gran variedad de platos fríos y calientes (ensaladas, wok con vegetales y carne, etc.)

Sin embargo, algunos productos elaborados con maíz, como es el caso del **pochoclo**, poseen un alto IG debido al calor usado en la elaboración que facilita la digestión, por lo que se debe controlar mucho la porción.

PASTA

De cualquier variedad, tiene un IG bastante bajo y es una buena opción para comidas rápidas, servida con vegetales, con salsa de tomate o con aceite de oliva y/o acompañando pescados y carnes magras, con vegetales y pequeña cantidad de queso, es un plato saludable.

La pasta debe estar al **dente** y ofrecer cierta resistencia cuando se mastica, porque tiene un menor IG que una pasta sobrecocida.

A pesar de que la pasta es una buena elección de bajo IG, una gran cantidad puede tener un marcado efecto en la glucemia. Recordar que una porción estándar de pasta cocida es una taza, lo cual es mucho menos que lo que se está acostumbrado a comer.

Hay evidencia de que el tipo de pasta más gruesa tiene

menor IG que los tipos de pasta fina.

El agregado de huevo en la pasta fresca baja el IG porque aumenta el contenido proteico.

De preferencia elegir pasta seca, dado que tiene un proceso de prensado y secado que dificulta la cocción y digestión; mejor las que están elaboradas con trigo duro y que exijan mayor tiempo de cocción en el paquete. Cocinarlas "al dente" (dos minutos menos que los indicados) y servir las combinadas con abundante salsa de tomate, abundantes vegetales y pescado o carne magra. La porción no debería ser mayor a una taza.

3 - COMA MÁS LEGUMBRES

ARVEJAS – POROTOS – LENTEJAS - GARBANZOS - POROTOS DE SOJA

¿Por qué?

Es un alimento de bajo IG, económico, versátil, y nutritivo. **Son muy ricas en fibra.** Proveen proteínas de alto valor biológico, HC de digestión lenta, vitamina B, folato, hierro, zinc y magnesio. Además tienen un alto contenido en fitoquímicos y son prebióticos (significa que proveen alimento para las bacterias del intestino asegurando un intestino saludable).

¿Cuánto y cómo?

Al menos dos veces por semana en guisos, ensaladas, o sopas.

Se pueden comprar secas y cocinarlas, o enlatadas.

Su inclusión en los menús reemplazando a las papas o a los cereales, disminuye el IG de la dieta.

Otra forma de incorporar a la alimentación los beneficios de las legumbres es utilizar sus harinas (harina de arvejas, garbanzos, soja) que en mezcla con la harina de trigo mejora el perfil nutricional de panes y amasados.

4- COMA FRUTAS SECAS MÁS REGULARMENTE

NUECES – ALMENDRAS – CASTAÑAS DE CAJÚ – AVELLANAS – MANÍ - PISTACHO

¿Por qué?

Porque las frutas secas son ricas en grasa, de excelente calidad, por lo que constituyen un sustituto de algunas galletitas y golosinas con grasas poco saludables. Son una de las fuentes más ricas de vitamina E, que junto con el selenio, son antioxidantes.

¿Cuánto?

Un pequeño puñado (30 g) por día que aportan entre 1,5 y 2 g de fibra.

Use frutas secas y semillas en preparaciones como ensaladas, postres o como parte de cereales para el desayuno (granola).

5-USE FRUTAS DESHIDRATADAS EN SUS COLACIONES

PASAS DE UVA - OREJONES DE DAMASCO, DURAZNO, PERA, CIRUELA, MANZANA - HIGO SECO – DÁTIL SECO

¿Por qué?

Aportan un concentrado de fibra, HC de absorción lenta, vitaminas y minerales. Son una opción práctica para reemplazar a la fruta fresca, fuera de casa.

¿Cuánto?

Una porción de 30 g que aporta entre 1,5 a 3 g de fibra en menos de 100 calorías (equivalente a una fruta mediana).

Para lograr una ingesta de alimentos saludables y ricos en fibra se necesita planificación y organización en la compra, la cocina y el stock.

7.2 Planificación

- No dejar librado a la improvisación el diseño de los menús.
- Recordar que los alimentos semi-listos o de *Delivery* suelen ser ricos en grasas y sodio, y pobres en fibras.

7.3 Organización

Organizar la compra

- Elegir las verduras y las frutas sanas para poder utilizarlas completas y sin pelar
- Recordar que los cereales y legumbres “envejecen”, por eso la compra deberá ser de los de la “última cosecha”, es decir la del año anterior al que se cursa. El envejecimiento trae dificultad en la hidratación y proporciona más dureza.

Organizar la cocina

- Conviene organizar las tareas para cocinar más de una variedad de legumbres y cereales por vez.
- Recordar que siempre se deben cocinar sin sal y agregar ésta al final.
- Los granos en guisos, croquetas, rellenos o ensaladas pueden alternarse en iguales medidas: arroz integral o yamaní cocido, trigo entero cocido, cebada perlada cocida

Organizar el stock

- Los cereales y legumbres ya cocidos se pueden conservar en el *freezer*. Es importante fraccionarlos en bolsitas del tamaño que van a ser utilizadas a fin de tenerlas rápidamente disponibles.

7.4 Su plan de alimentación

Cada persona deberá adaptar la cantidad de alimentos a sus necesidades individuales.

Para asegurar un correcto balance de nutrientes siga estos tres simples pasos cuando planifique su comida:

1. Comience con HC ricos en fibra y de lenta absorción.
2. Agregue una generosa porción de vegetales o frutas.
3. Sume alguna proteína (carne, queso o huevo) con una pequeña cantidad de grasa saludable (aceite).

Lo que sigue son sólo tres ejemplos de cómo se cubre el requerimiento diario de fibra, en un plan hipocalórico.

26 g./1200 cal

Infusión con leche con edulcorante	Vegetales al wok con cerdo
1 rebanada de pan centeno (25 g)	1 fruta chica
Manteca <i>light</i>	
Mermelada <i>light</i>	
2 g.	9 g.

Infusión con leche con edulcorante	Ensalada con cebada perlada
1 rebanada de pan salvado	1 fruta chica
30g. queso magro	
1 rodaja de tomate	
2 g	10 g

3 damascos deshidratados.

27 g./1200 cal.

Infusión con edulcorante	Colchón de arvejas con huevo
3 galletitas de salvado	Gelatina <i>light</i> con frutas
1 g	13,5 g
200 g de yogur descremado	1 hamburguesa casera
1 kiwi	Ensalada
4 g	6,5 g

1 rebanada de pan de centeno
1 feta de queso
2 gr

21 g./1200 cal.

Cortado con edulcorante	Arroz con pollo y champignones
3 tostadas con queso blanco	1 fruta
Mermelada <i>light</i>	
0,15 g	7,5 g

Licudo de fruta con agua	Tortilla de zapallitos
1 rebanada de pan grano entero	Con ensalada de tomate y aceitunas
1 feta de queso	1 yogur descremado
6 g	7,5 g

Vegetales al wok con cerdo

Cortar en cubos 100 g de carré o lomo de cerdo. Dorarlo y apartar. Saltear en el wok con 1 cucharada de aceite 50g de: cebolla, zanahoria, zucchini, calabaza. Agregar el cerdo y cuando estén los vegetales blancos sumar el brócoli previamente cocido. Condimentar. Apagar el fuego y agregar los brotes y salsa de soja a gusto.

Ensalada con cebada perlada

50 g. de champiñones frescos cortados en láminas finas, 3 tomates cortados en concasé, 2 zanahorias cortadas en juliana, 1 tallo de apio cortado en juliana. 1 taza de cebada perlada cocida y fría.

Aderezo: 4 hojas de albahaca cortadas a mano chiquitas, 2 cucharadas de jugo de limón, aceite, sal. Poner en una ensaladera los vegetales. Prepara el aderezo e incorporar en la ensalada en el momento de servir.

Colchón de arvejas con huevo

Dorar 100 g de cebolla, 50 g de pimienta, 50 g de zanahoria. Agregar un tomate cortado en cubos, ½ taza de caldo desgrasado, un chorro de vino blanco y ½ lata de arvejas. Sal, pimienta, pimentón. Cascar un huevo y agregarlo sobre el colchón de arvejas, cocinarlo con el jugo de la preparación.

Hamburguesa casera con ensalada

Mezclar 100 g de carne picada magra, 10 g de avena arrollada, 1 cucharada de queso rallado. Condimentos

a gusto (sal, pimentón, provenzal). Darle forma de hamburguesa y cocinar al horno o a la plancha.

1 remolacha cruda rallada, 1 zapallito redondo rallado, ½ manzana verde rallada, jugo de limón. Mezclar los ingredientes, aderezar y servir.

Arroz con pollo y champiñones

Dorar 100 g de pechuga de pollo en cubos. Dorar 100 g de hongos con ajo y perejil. Aparte dorar ¼ de cebolla picada, cuando tome color, agregar 40 g de arroz parboil, revolver frecuentemente para saltearlo, sin que tome color, rociar con vino blanco y cuando se evapore el alcohol agregar caldo desgrasado de a poco. Añadir los hongos y el pollo al arroz, mezclar. Siga echando caldo a medida que el arroz lo vaya absorbiendo. Revolver con cuidado y a los 20 minutos retirar la cacerola del fuego. Condimentar con queso rallado.

Tortilla de zapallitos con ensalada

Dorar 1 cebolla chica y ajo a gusto, agregar 2 zapallitos cortados en rebanadas finas. Cuando el zapallito se ablande un poco, condimentar y mezclar con un huevo batido con un poco de leche y 1 cucharada de queso rallado. Calentar una sartén de teflón, rociar con rocío vegetal y agregar la mezcla. Dorar de un lado y luego del otro como cualquier tortilla.

Cortar en cubos 1 tomate mediano con 5 aceitunas cortadas en rebanadas. Mezclar.

BIBLIOGRAFÍA

- Cummings JH, Stephen AM. Carbohydrate terminology and classification. *European Journal of Clinical Nutrition* (2007) 61 (suppl 1) S5-S18.
- EFSA Scientific Opinion on Dietary Reference Values for carbohydrates and dietary fibre. *EFSA Journal* 2010;8(3):1462.
- ILSI Europe Concise Monograph Series. Hidratos de carbono: aspectos nutricionales y de salud. Gray J. 2003.
- Nantel G. Carbohydrates in human nutrition. *FAO/OMS* 1999.
- Englyst KN et al. Nutritional characterization and measurement of dietary carbohydrates. *European Journal of Clinical Nutrition* (2007) 61 (suppl 1), S19-39.
- Krause's Food, Nutrition, and Diet Therapy. Chapter 1. Beyer P. ISBN 0-7216-9784-4. 2004 (Elsevier, USA).
- Parks E. et al. Dietary Sugars Stimulate Fatty Acid Synthesis in Adults. *J Nutr.* 2008 Jun;138(6):1039-46.
- Heinz Handbook of Nutrition, Chapter 2 Carbohydrates. 9th Edition. Yeung D, Laquatra I. 2003. HJ Heinz Company.
- Modern Nutrition in Health and Disease, Chapter 3 Carbohydrates. 10th Edition. Kleim N, Levin R, Havel P. 2006 (Lippincott Williams & Wilkins).
- Flint A, Moller BK, Raben A, et al (2004) The use of glycaemic index tables to predict the glycaemic index of composite breakfast meals. *British Journal of Nutrition* 2004 91:979-89
- Livesey, G et al. Glycemic response and health- a systematic review and meta-analysis: relations between dietary glycemic properties and health outcomes. *Am J Clin Nutr* 2008;87(suppl):258S-68S.
- OMS/ FAO. Dieta, nutrición y prevención de enfermedades crónicas. Ginebra 2003.
- Trowell H. Crude fibre, dietary fibre and atherosclerosis. *Atherosclerosis* 1972;16:138-40.

- 14- Mann J, Cummings J. Possible implications for health of the different definitions of dietary fibre. *Nutr Metab Cardiovasc Dis.* 2009; 19(3):226-9.
- 15- Trowell H, et al. Dietary fibre redefined. *Lancet* 1976; i:967.
- 16- Codex Alimentarius. Disponible en www.codexalimentarius.org
- 17- Union Europea Directiva 2008/100/CE de la comisión disponible en <http://eur-lex.europa.eu>
- 18- Livesey, G. Energy values of unavailable carbohydrate and diets: an inquiry and analysis. *American Journal of Clinical Nutrition*, 1990. 51: 617-637.
- 19- Código alimentario Argentino. Disponible en www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_alimentos_ca_a.asp
- 20- Howlett J, Betteridge V, Champ M, Craig S, Meheust A, Jones J. The definition of dietary fiber - discussions at the Ninth Vahouny Fiber Symposium: building scientific agreement. *Food & Nutrition Research* 2010, 54.
- 21- Nugent A P. Health properties of resistant starch (review). *British Nutrition Foundation (2005) Nutrition Bulletin*, 30: 27-54
- 22- Higgins JA. Resistant starch: metabolic effects and potential health benefits. *Journal of AOAC Int.* 2004, 87; Nº3,761-767
- 23- Kendall CWC, Emam A, Augustin LSA, Jenkins DJA. 2004. Malabsorption and colonic fermentation of resistant starch. *J AOAC Int.*;2004. 87 (3):769-774
- 24- Jonnalagadda S et al. Putting the Whole Grain Puzzle Together: Health Benefits Associated with Whole Grains –Summary of American Society for Nutrition 2012 Satellite Symposium. *J. Nutr* 2011, 141(5);1011S-22S.
- 25- U.S. Food and Drugs Administration. Health Claim Notification for Whole Grain Foods. Julio 1999. <http://www.fda.gov/Food/LabelingNutrition/LabelClaims/FDAModernizationActFDAMAclaims/ucm073639.htm>
- 26- Niness K. Inulin and Oligofructose: What are they? *Am J Clin Nutr* 1999; 219, 1402S-1406S.
- 27- Gibson G, Roberfroid M. Dietary modulation of the human colonic microbiota: Introducing the concept of prebiotics. *J Nutr* 1995; 125: 1401-1412.
- 28- Roberfroid M. Functional foods: concepts and application to inulin and oligofructose. *Br J Nutr* 2002; 87:139S-143S.
- 29- Yamashita K, Kawai K, Itakura M. Effect of fructo-oligosaccharides on blood glucose and serum lipids in diabetic subjects. *Nutr Res* 1984; 4: 961-966
- 30- Jackson K, et al. The effect of the daily intake of inulin on fasting lipid, insulin and glucose concentrations in middle aged men and women. *Br J Nutr* 1999; 82: 23-30.
- 31- Alles M. et al. Consumption of fructooligosaccharides does not favorably affect blood glucose and lipid concentrations. *Am J Clin Nutr* 1999; 69: 64-69.
- 32- Hosseini E. et al. Propionate as a health-promoting microbial metabolite in the human gut. *Nutr Rev.* 2011 May;69(5):245-58
- 33- Position of the American Dietetic Association: Health implications of dietary fiber. *J Am Diet Assoc* 2008; 108: 1716-1731
- 34- Higgins J. Review Article: Whole Grains, Legumes, and the Subsequent Meal Effect: Implications for Blood Glucose Control and the Role of Fermentation. *J Nutr Metab.* 2012
- 35- Tahiri M. et al. Effect of short-chain fructooligosaccharides on intestinal calcium absorption and calcium status in postmenopausal women: a stable-isotope study. *Am J Clin Nutr.* 2003 Feb;77(2):449-57
- 36- Scholz-Ahrens K. et al. Effects of prebiotics on mineral metabolism. *Am J Clin Nutr.* 2001 Feb;73(2 Suppl):459S-464S.
- 37- Dong J. et al. Dietary fiber intake and risk of breast cancer: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2011;94:900-5.
- 38- Aune D. et al. Dietary Fiber, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2011;343:d6617
- 39- Michels K. et al. Fiber Intake and Incidence of Colorectal Cancer among 76,947 Women and 47,279 Men. *Cancer Epidemiol Biomarkers Prev* 2005;14(4):842-849.
- 40- Park Y. et al. Dietary Fiber Intake and Risk of Colorectal Cancer. A Pooled Analysis of Prospective Cohort Studies. *JAMA*, 2005; 294:2849-2857.
- 41- Dagfinn A. et al. Dietary fibre, whole grains, and risk of colorectal cancer: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ* 2011, 343: d6617
- 42- Papathanasopoulos, Camillero. Dietary fiber supplements: effects in obesity and metabolic syndrome and relationship to gastrointestinal functions. *Gastroenterology* 2010; 138: 65-72
- 43- Slavin J. Dietary fiber and body weight. *Nutrition* 2005; 21: 411-418

- 44- <http://www.efsa.europa.eu>
- 45- Official Method of Analysis of AOAC International. 17th Edition. Washington DC, USA. Association of Official Analytical Chemists. 2000
- 46- Asp N, Johansson C. Reviews in Clinical Nutrition. Nutr Rev 1984; 54; 735-752.
- 47- Prosky L. Inulin and oligofructose are part of dietary fiber complex. J AOAC 1999, 82: 223-226.
- 48- Institute Of Medicine. Dietary Reference Intake for energy, carbohydrates, fibre, fat, fatty acids, cholesterol, proteins and amino acids. National Academy Press, Washington DC, 2005.
- 49- Mazzei M, Puchulu, M. Rochaix M. CENEXA (Centro de Endocrinología Experimental y Aplicada – UNLP-CONICET), FEIDEN (Fundación para la Promoción de la Educación y la Investigación en Diabetes y Enfermedades de la Nutrición). Tabla de Composición Química de Alimentos. 2º ed. 1995
- 50- Tablas de la Universidad Nacional de Luján (UNLU). Disponibles en <http://www.unlu.edu.ar/~argenfood/Tablas/Tabla.htm>
- 51- Tablas de composición de alimentos de América del Norte (USDA). Disponibles en http://www.ars.usda.gov/main/site_main.htm?modecode=12-35-45-00.
- 52- Forschungsanstalt D. Tabla de composición de alimentos. El pequeño "Souci-Fachmann-Kraut". Ed Acribia, Zaragoza (España) 1991.
- 53- Becker M. Delicias de la Cocina Integral con cereales y semillas. ISBN: 978-950-08-3058-4. 2010. Ed. Atlántida, Buenos Aires, Argentina.