



Revista Chilena de Nutrición

ISSN: 0716-1549

sochinut@tie.cl

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y

Toxicología

Chile

Ruiz F., Nelina A.

EFFECTOS BENEFICIOSOS DE UNA DIETA RICA EN GRANOS ENTEROS

Revista Chilena de Nutrición, vol. 32, núm. 3, diciembre, 2005

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología

Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46914633003>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EFFECTOS BENEFICIOSOS DE UNA DIETA RICA EN GRANOS ENTEROS

BENEFICIAL EFFECTS OF A DIET RICH IN WHOLE GRAINS

Nelina A. Ruiz F.

Escuela de Bioanálisis, Facultad de Ciencias de la Salud y Centro de Investigaciones en Nutrición, Universidad de Carabobo, Venezuela.

ABSTRACT

The whole grain denomination is adjudged specifically to cereals like wheat, rice, maize, oats, rye, barley, sorghum and millet. They are rich in fiber, B vitamins, minerals, tocots, phytonutrients and antinutrients. Epidemiological studies demonstrate an inverse relationship between the daily ingested servings of whole grains or foods that contain them and the risk of developing nontransmissible chronic diseases like cardiovascular disease, type II diabetes and cancer. The protective effect seems to be mediated by the combined and synergistic action of the different compounds found in whole grains. The whole grain ingestion may contribute to elevate the body antioxidant capacity, which it is possible to be one of the mechanisms through which whole grains prevent these diseases. Between the antioxidants found in grains are phenolic acids, flavonoids, tocopherol, tocotrienols, selenium, zinc, soluble fiber and phytic acid. Studies of supplementation in animals have shown that antioxidants of whole grains have antiatherogenic and anti-inflammatory effects. The present recommendation is to ingest a minimum of three servings of whole grains per day starting at an early age..

Key words: Whole grains, cancer, cardiovascular disease, type 2 diabetes, antioxidants.

Este trabajo fue recibido el 10 de Noviembre de 2005 y aceptado para ser publicado el 28 de Noviembre de 2005.

INTRODUCCIÓN

Las bondades del consumo de granos enteros han sido reconocidas por miles de años. Los tratados hipocráticos ya hacían mención de la importancia de la incorporación de los mismos a la dieta. Hace cien años, los granos enteros formaron parte fundamental de la dieta de la

población pues sólo existían molinos harineros que no permitían la refinación completa de los granos. Sin embargo, desde que se introdujo el molino de cilindros moledores el consumo de productos refinados se extendió ampliamente en detrimento de la ingestión de granos enteros (1).

Anteriormente se recomendaba el consumo de granos enteros sólo por los efectos favorables de su fibra en el tracto gastrointestinal. También se señalaba que la fibra y los antinutrientes presentes en los granos enteros entorpecían la absorción intestinal de los micronutrientes, sin embargo, la proporción de minerales en los granos podría compensar este efecto. Hoy se reconoce que los granos enteros proveen una combinación natural de diversos nutrientes considerados importantes para la salud.

El propósito de esta actualización es mostrar las evidencias más recientes de los beneficios del consumo de granos enteros, enfatizando su efecto antioxidante como uno de los posibles mecanismos a través de los cuales los granos podrían contribuir a la prevención de enfermedades crónicas.

DEFINICIÓN, ESTRUCTURA Y CONSUMO DE GRANOS ENTEROS

La denominación de granos enteros se adjudica específicamente a cereales. Los granos cereales consumidos por el hombre proceden de las plantas que forman parte de la familia Gramineae. Los cereales constituyen alimentos básicos en la dieta de muchos países llegando a proveer más del 70% de la energía dietaria en algunos sitios de África y de Asia (2). Entre los granos cereales principales o mayores se encuentran el trigo, arroz y maíz y entre los menores la avena, centeno, cebada, sorgo y mijo (1). Dentro de los granos enteros no se incluyen las leguminosas como las caraotas, frijoles, lentejas, entre otros.

Estructuralmente los granos presentan tres porciones: el germen que contiene el embrión o semilla de la planta, el endospermo que proporciona la nutrición al embrión y suministra la energía necesaria para la germinación y el salvado o bran que es la porción más externa y ofrece protección del ambiente, bacterias, mohos e insectos (1). La cantidad absoluta de cada uno de estos componentes varía entre los granos. El contenido de salvado del maíz es 6% mientras que en el trigo es del 16% (3). El germen contribuye relativamente poco al peso seco de la mayoría de los granos, por lo general lo hace en un 4 a 5% en el trigo y cebada, mientras que el germen del maíz contribuye en mayor proporción al peso (1).

El salvado provee fibra, vitaminas del complejo B (tiamina, niacina, riboflavina y ácido pantoténico), minerales (calcio, magnesio, potasio, fósforo, sodio, hierro, selenio), proteína y fitoquímicos. El endospermo está compuesto preferentemente de carbohidratos en forma de almidón, también contiene de 8 a 18% de proteínas de almacenaje y pequeñas cantidades de vitaminas B. El germen es una fuente concentrada de minerales como el hierro y el zinc, vitaminas B, vitamina E y otros fitoquímicos (2, 4). Entre los fitoquímicos encontrados en los granos se incluyen varios antioxidantes, fitoestrógenos (isoflavonas, coumestanos y lignanos) y oligosacáridos (fructanos, inulina y oligofructosa) (2). En los granos también se encuentran antinutrientes como inhibidores de enzimas digestivas (proteasa y amilasa), ácido fítico, hemaglutininas, fenoles y taninos (1).

A fin de mejorar sus propiedades organolépticas y propiciar la aceptación del consumidor los granos enteros son sometidos a procesamientos como molienda, extracción por calor, cocimiento, parbolización, entre otros (1). Durante la molienda se remueven contaminantes pero también el salvado y el germen son eliminados al separarse del endospermo. El endospermo finamente molido se usa para elaborar la harina blanca. El refinamiento concentra los carbohidratos pero provoca la pérdida de la mayoría de los nutrientes y de la fibra. Por esta razón, los granos refinados son nutricionalmente inferiores a los granos enteros debido a que contienen bajas proporciones de fibra, minerales, vitaminas, fenoles, fitoestrógenos y ácidos grasos insaturados. Algunos nutrientes como el selenio, magnesio, vitamina E y zinc se reducen entre un 79 a 92% (2).

El tipo de grano consumido varía de una zona geográfica a otra. El trigo es el cereal más comúnmente consumido en países de clima templado, el arroz es el más importante en los países del lejano Oriente y el maíz para África y Centroamérica. La cebada se produce fundamentalmente para el alimento de animales y para la industria cervecera. El sorgo es un producto de cosecha muy apreciado en África por su resistencia a las sequías. El centeno es cosechado en climas muy fríos y en los países escandinavos y de Europa Central es el sustituto del trigo. En Estados Unidos de Norteamérica la avena es un grano que se consume generalmente entero constituyendo parte importante del consumo de granos enteros (2).

En cuanto a las tendencias de consumo, en Estados Unidos e Inglaterra se consume una o menos de una ración de granos enteros lo cual está muy por debajo de las actuales recomendaciones, es decir, ingerir como mínimo tres raciones diarias de granos enteros. En Finlandia la ingesta de granos enteros es más elevada ya que el pan de centeno es un alimento básico en la dieta de los finlandeses. En Noruega el consumo de alimentos de granos enteros es cuatro veces mayor a lo reportado en Estados Unidos aunque es más bajo respecto a Finlandia (4). Los estudios también muestran que los consumidores de granos enteros parecen poseer mejor perfil nutricional y estilo de vida que aquellos individuos que no los consumen. El consumo se incrementa entre los hombres, con la edad, en la raza blanca, los no fumadores, en aquellos que practican regularmente un actividad física, en los que ingieren más frutas y vegetales, en los que ingieren algún suplemento vitamínico y/o mineral, en aquellos que no son obesos y que tienen más ingresos económicos y mayor nivel de educación (1, 4).

EFFECTOS BENEFICIOSOS DEL CONSUMO DE GRANOS ENTEROS

Las evidencias que indican que la ingesta de granos enteros puede reducir el riesgo de diversas enfermedades crónicas no transmisibles proviene fundamentalmente de datos epidemiológicos que relacionan la ingesta con el riesgo relativo (RR) de la patología.

La mayoría de los estudios que asocian la ingesta de alimentos de granos enteros y el riesgo de enfermedad cardiovascular han empleado la ingesta de fibra proveniente de los cereales como un marcador del consumo de granos enteros. Tales estudios han mostrado que el incremento del consumo de fibra se acompaña de un riesgo relativo (RR) menor de sufrir infarto al miocardio (5), muerte por enfermedad coronaria (6) y enfermedad coronaria (7). Por su parte los estudios que han evaluado directamente el consumo de granos enteros han encontrado que el aumento progresivo de su ingesta se asocia significativamente a una

reducción del riesgo de muerte por enfermedad cardiaca isquémica (8-10), del riesgo de desarrollar ataques isquémicos (11) y enfermedad cardiaca fatal y no fatal (12). De igual forma Steffen y cols. (13) y Jensen y cols. (14) han asociado inversamente la ingesta de granos enteros con la incidencia de enfermedad coronaria. La disminución del riesgo permanece significativa al ajustarse por diversos factores dietarios y de estilo de vida. Un meta-análisis reveló que los individuos con las ingestas más elevadas de granos enteros (quintil más alto) tenían un riesgo de enfermedad cardiovascular ateroesclerótica 29% menor que los individuos que mantienen las ingestas más bajas (quintil más bajo). En dicho meta-análisis la protección contra la enfermedad coronaria se asoció más fuertemente a la ingesta de granos enteros que a las ingestas de fibra de cereales, vegetales o frutas (15).

La ingesta de fibra proveniente de granos enteros también se relaciona inversamente con la diabetes tipo 2. Estudiando más de 42000 hombres (16) y más de 65000 mujeres (17), Salmeron y cols. lograron establecer que los individuos cuya ingesta de fibra de cereales se ubicaba en el quintil más alto tenían un RR de 0,70 y 0,72 respectivamente en comparación con aquellos que presentaban ingestas ubicadas en el quintil más bajo. En otro estudio después de ajustar por el Índice de Masa Corporal y factores de estilo de vida, Liu y cols. (18) encontraron que el riesgo de diabetes se redujo en 27% en mujeres que consumieron 1,8 a 15,9 raciones/día de alimentos de granos enteros con respecto a aquellas que consumieron 0 a 0,26 raciones/día. Meyer y cols. (19) observaron en mujeres posmenopáusicas de Iowa una relación negativa entre el riesgo de diabetes y la ingesta de fibra insoluble (RR= 0,75), fibra de cereales (RR= 0,64) e ingesta total de granos enteros (RR= 0,68). Resultados similares fueron reportados por Fung y cols. (20) en hombres, y Montonen y cols. (21) han mostrado que el RR entre los cuartiles extremos de ingesta de fibra proveniente de cereales fue de 0,39 en un grupo de hombres y mujeres.

Se ha hipotetizado que la reducción del riesgo de diabetes en individuos que consumen dietas ricas en granos enteros se debe a un posible efecto de estos sobre la respuesta insulínica. Pereira y cols. (22) demostraron en adultos que altas ingestas de granos enteros se asociaban a concentraciones más bajas de insulina en ayuno. En un ensayo clínico en adultos hiperinsulinémicos con sobrepeso se observó que, en comparación con una dieta de granos refinados el consumo de una dieta basada en granos enteros por 6 semanas mejora la sensibilidad a la insulina (23). Por su parte Liese y cols. (24) observaron que la sensibilidad a la insulina fue 13,5% más elevada y la insulina en ayunas 6,3% más baja al incrementarse la ingesta de granos enteros en una ración más. Recientemente Esmaillzadeh y cols (25) demostraron en iraníes que la ingesta de granos enteros se asoció inversamente con el riesgo de sufrir síndrome metabólico, una condición que precede a la aparición de diabetes tipo 2.

Existen crecientes evidencias que apoyan el beneficio del consumo regular de granos enteros en un menor riesgo de cáncer. Al realizar una revisión de estudios de casos control en hospitales de Italia, Chatenoud y cols. (26) encontraron un patrón de protección de los alimentos de granos enteros contra el cáncer oral y faríngeo, esófago, laringe, estómago, colon, recto, hígado, vejiga urinaria, glándula mamaria, endometrio, ovarios, próstata, vesícula y riñones. Jacobs y cols. (27) reportaron una reducción del riesgo de todos los cánceres estudiados en las participantes del Estudio de Salud de Mujeres de Iowa con un RR de 0,86 entre los quintiles extremos de ingesta. También el consumo de granos enteros se ha asociado inversamente con el cáncer de colon (28) y con los cánceres del tracto digestivo superior (29, 30). También se cuenta con un meta-análisis llevado a cabo por Jacobs y cols. (31) de 40 estudios de casos control conducidos entre 1985 y 1997. En éste la mayoría de las

tasas de riesgo se ubicaron entre 0,5 y 0,8 para los diferentes tipos de cáncer analizados a excepción del cáncer mamario y prostático.

Estudios preliminares han sugerido una asociación entre la ingesta de granos y la regulación del peso corporal (1), observándose una relación inversa entre el consumo de alimentos de granos enteros y biomarcadores en plasma de obesidad (32). Por otra parte, los granos enteros reducen el riesgo de todas las causas de muerte (1).

Existen diversos mecanismos a través de los cuales una dieta rica en granos enteros podría reducir el riesgo de diversas enfermedades. Autores como Slavin (1, 33), Smith y cols. (2), Anderson (15) y McKeown (34) han publicado revisiones amplias sobre este aspecto. Se ha propuesto que la ingesta de granos y/o fibra de cereales sea más bien un marcador de un estilo de vida saludable, lo que no puede ser descartado por completo. Sin embargo, los resultados de algunos estudios clínicos como los realizados en la diabetes apoyan el efecto de los granos enteros o de la fibra proveniente de estos. La Tabla 1 reúne los diversos mecanismos que podrían disminuir el riesgo de enfermedad cardiovascular, diabetes y cáncer, mostrando los efectos asociados al consumo de granos enteros según los diversos compuestos biológicamente activos encontrados en estos. Es interesante observar que no se puede atribuir la disminución del riesgo de una enfermedad específica a la acción de un nutriente en especial ya que los efectos de las sustancias contenidas en los granos enteros se solapan, de esta manera parece existir una sinergia entre las mismas, sugiriendo que el efecto de la mezcla de nutrientes es más efectiva que la protección que brindaría un nutriente en forma aislada.

TABLA 1

Efectos asociados al consumo de granos enteros*

El consumo provoca	Efecto Asociado	Consecuencia	Disminución del riesgo de
↑ Ingesta de Fibra	↑ Producción de AG cortos	↓ CHOL y TGL suero, ↑ oxidación de la glucosa hepática, ↑ captación hepática de la insulina, ↓ liberación de AGL ↓ ácidos biliares secundarios, Antineoplásicos	Enfermedad cardiovascular Cáncer DM tipo 2
	↓ Digestión y absorción de CHO en el intestino delgado	↓ hiperglicemia postpandrial ↑ sensibilidad a la insulina	
	↑ Velocidad de transito intestinal	Mejoría del vaciamiento intestinal	
Índice Glicémico bajo	↓ hiperglicemia postpandrial	↑ sensibilidad a la insulina, ↓ resistencia a la insulina	DM tipo 2
↑ Ingesta de Mg	↑ Mg intracelular y sérico	Mejoría de la señalización de la insulina y regulación de la acción de la insulina a nivel muscular	DM tipo 2
↑ Ingesta de Fitoestrógenos	↑ Ingesta de lignanos	↓ crecimiento de células tumorales mamarias humanas, reduce la iniciación del tumor mamario, ↓ actividad de la sintetasa de estrógenos	Cáncer hormona-dependiente, Cáncer de colon
	↑ Ingesta de isoflavonas	Mejoría de la reactividad vascular, Propiedades antiinflamatorias, efecto antitrombótico y antiagregante plaquetario	Enfermedad cardiovascular
↑ Ingesta de Fitoesteroles	↓ absorción de CHOL dietario y biliar	↓ CHOL en suero	Enfermedad cardiovascular
↑ Ingesta de AG insaturados	↓ CHOL total y LDLc en suero		Enfermedad cardiovascular
↑ Ingesta de antinutrientes	Antineoplásicos, ↓ glucosa, insulina, CHOL y TGL en suero		cáncer, DM tipo 2 Enfermedad cardiovascular
↑ Ingesta de antioxidantes	↑ Capacidad antioxidant		Enfermedad cardiovascular, cáncer, DM tipo 2

* Basado en las referencias: 1, 2, 15, 33, 34.

↑= aumento, ↓= disminución.

AG= ácidos grasos, CHOL= colesterol, LDL-c= colesterol en las lipoproteínas de baja densidad,

TGL= triglicéridos, AGL= ácidos grasos libres, CHO= carbohidratos, DM= diabetes mellitus.

EFECTO ANTIOXIDANTE DE LOS GRANOS ENTEROS

En el transcurso del metabolismo celular normal y durante la respiración celular se forman naturalmente radicales libres o especies de oxígeno reactivas (ROS). Los radicales libres tienen alta reactividad y tendencia a donar oxígeno a otras sustancias blanco por lo que son considerados oxidantes. También se originan a partir de fuentes exógenas como los contaminantes del aire, gases (ozono), irradiaciones ionizantes y no ionizantes, químicos, drogas y toxinas, bacterias y virus (35). Si los radicales libres no son inactivados atacan moléculas cercanas y pueden dañar todas las macromoléculas celulares como el ADN, las proteínas y los ácidos grasos poliinsaturados encontrados en las membranas plasmáticas u organelos (36). El término antioxidante ha sido definido como cualquier sustancia que retrasa o inhibe el daño oxidativo en una molécula blanco. Los antioxidantes neutralizan los radicales libres al donarles electrones (35). El balance que debe existir en el organismo entre los prooxidantes y los antioxidantes tiene importantes implicaciones para la salud, ya que el estrés oxidativo o la pérdida de este balance ha sido implicado en la fisiopatología de muchas enfermedades como la ateroesclerosis, neoplasias, diabetes, Parkinson, enfermedad de Alzheimer, cataratas, enfermedades inflamatorias crónicas del tracto gastrointestinal, asma, entre otras.

La dieta es esencial para mantener las defensas antioxidantes ya que es la vía de ingreso de los compuestos antioxidantes al organismo. Los granos enteros contienen una amplia gama de antioxidantes por lo que su ingesta puede contribuir a elevar la capacidad antioxidante corporal y a prevenir las enfermedades en las cuales el estrés oxidativo está presente. Los productos fabricados con granos enteros presentan mayor actividad antioxidante en relación a los vegetales y frutas comunes; solamente frutas como las moras y frambuesas son más antioxidantes (37). Los antioxidantes presentes en los granos enteros son hidrosolubles, liposolubles y aproximadamente la mitad son insolubles. Entre los solubles se cuentan los ácidos fenólicos, flavonoides, tocoferoles y las avenantramidas de la avena. Gran parte de los insolubles se encuentran como ésteres de ácido cinámico unidos a las cadenas laterales del arabinoxilano de la hemicelulosa, por ello la fibra insoluble de los granos tiene propiedades antioxidantes. Adicionalmente la actividad antioxidante de los granos aumenta durante su cocción y tostado (1).

El maíz tiene el más alto poder antioxidante total seguido del trigo, avena y arroz, así mismo presenta el mayor contenido fenólico total. Aunque también aparecen libres en estos granos la mayor proporción de compuestos fenólicos se encuentra bajo la forma unida, es decir, ligados a componentes de la pared celular. La forma unida es la que más contribuye a la actividad antioxidante total. El ácido ferúlico es el principal compuesto fenólico en el maíz, trigo, avena y arroz (38). En el colon, los ácidos fenólicos unidos a la fibra pueden ser liberados y las células endoteliales colónicas pueden absorberlos, en éstas aumentan la defensa antioxidante y además pueden entrar a la circulación general a través de la vena porta (1).

Son compuestos fenólicos los fenoles, ácidos fenólicos, ácidos fenil acéticos, ácidos cinámicos, cumarinas, isocumarinas, cromofoles, lignanos y neolignanos, flavonoides (flavonoles, flavonas, isoflavonas, entre otros) y taninos (39). Los ácidos fenólicos se encuentran en el salvado de los granos. La acción anticarcinogénica de los compuestos fenólicos se basa en la inducción de las reacciones de conjugación destoxicificantes de fase II a

nivel hepático. El ácido ferúlico y cafeíco (ácidos cinámicos) actúan previniendo la formación de carcinógenos a partir de precursores y bloquean la reacción de los carcinógenos con las macromoléculas celulares (33). Por su parte, el ácido fítico presente en los granos, también actúa como antioxidante al quelar metales como el hierro que pueden catalizar la formación de radicales libres (1), mediante este mecanismo puede prevenir el daño oxidativo del ADN (40).

Los granos enteros también suministran vitamina E, un antioxidante intracelular que protege a los ácidos grasos poliinsaturados de las membranas de la peroxidación lipídica (36). También permiten mantener al selenio en su estado reducido e inhibe la formación de nitrosaminas a pH bajo previniendo así la formación de carcinógenos a partir de precursores (33). El selenio, otro micronutriente presente en los granos, actúa como cofactor de la enzima glutation peroxidasa, la cual remueve el peróxido de hidrógeno y evita así el daño oxidativo de los tejidos (36). El contenido de selenio en los granos depende del contenido del mismo en el suelo en el cual crece la planta (1). El selenio previene la neoplasia en células expuestas a carcinógenos (33).

El aceite obtenido del salvado de arroz contiene altos niveles de tocoferoles, tocotrienoles y fitoesteroles pero además presenta un antioxidante ausente en otros aceites: el g-Oryzanol. El g-Oryzanol es una mezcla de ésteres del ácido ferúlico con esterol y alcoholes triterpénicos. La actividad antioxidante de esta mezcla se atribuye principalmente al ácido ferúlico cuya eficiencia antioxidante aumenta como consecuencia de su esterificación a esteroles (41). Xu y cols. (42) demostraron en un sistema experimental de oxidación de colesterol que el g-Oryzanol tiene mayor capacidad antioxidante que la vitamina E, así la disminución de la producción de productos de oxidación del colesterol provocada por el Oryzanol puede contribuir a explicar las propiedades hipocolesterolémicas del salvado de arroz. El uso de aceite de salvado de trigo tres veces al día se ha asociado no sólo a disminución de los lípidos, en sangre sino también a reducción de los niveles de peróxidos lipídicos (43).

El consumo de una dieta rica en fitoquímicos, basada en granos enteros, frutas y vegetales, semillas, nueces y té permite mejorar el requerimiento de defensas antioxidantes en mujeres hiperlipidémicas ya que se ha observado reducción de la actividad de enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa y la glutation peroxidasa al ingerir este tipo de dieta (44). En un hallazgo similar Jang y cols. (45) probaron que el consumo de un suplemento basado en granos enteros y legumbres fue capaz de reducir la concentración de productos de la peroxidación lipídica como el malonaldehído plasmático y la 8-epi-prostaglandina F2a urinaria en pacientes con enfermedad coronaria, lo cual puede ser importante para reducir el riesgo de estos pacientes en vista de que el daño oxidativo de las lipoproteínas de baja densidad provoca su depósito en placas ateromatosas.

En los últimos seis años se han comunicado interesantes efectos de los antioxidantes de los granos enteros. El consumo de arroz coloreado ha demostrado ser antiaterogénico, ya que conejos alimentados con dietas altas en colesterol a las cuales se añade 30g/100g de arroz rojo o negro demuestran una drástica disminución del área de las placas ateromatosas aórticas en comparación con conejos que consumen un dieta normal o elevada en colesterol. La suplementación con arroz coloreado disminuye el estrés oxidativo *in vivo* por una parte al reducir el nivel hepático de ROS y la concentración de malonaldehído en aorta y al elevar la

capacidad antioxidante total de hígado y la actividad de la superóxido dismutasa eritrocitaria (46). Esta acción antiaterogénica se confirmó al suplementar conejos con 5g/100g de la fracción más externa del arroz negro (47). Los autores atribuyeron esta acción a los efectos antioxidantes y anti-inflamatorios que tienen nutrientes como los flavonoides y antocianidinas contenidos en el arroz coloreado. Se ha comprobado que una fracción pigmentada del arroz negro, conteniendo cianidina-3-glucósido y peonidina-3-glucósido, es capaz de suprimir el daño oxidativo del ADN, de las lipoproteínas de baja densidad (LDL) humanas y reducir la formación de óxido nítrico en células murinas (48).

Qureshi y cols. (49) aislaron e identificaron dos nuevos tocotrienoles a partir del salvado de arroz que exhiben mayor actividad antioxidante *in vitro* y logran mayor supresión de la proliferación de células de melanoma B16 que el α-tocoferol y otros tocotrienoles ya conocidos. Estos autores reportaron que el tocotrienol nuevo d-P25-T3 así como una fracción rica en tocotrienoles obtenidos del salvado de arroz son capaces de reducir significativamente el tamaño de las lesiones ateroescleróticas en ratones deficientes de Apo E, el cual representa un excelente modelo animal de la ateroesclerosis humana (50). En tales ratones los tocotrienoles demostraron mayor eficacia que el α-tocoferol.

En el centeno los ácidos fenólicos más abundantes en dicho cereal (ácido ferúlico, ácido sináptico y el 8-O-4-dehidrodímero de ácido ferúlico) ejercen actividad antioxidante potente capaz de inhibir la oxidación de la LDL *in vitro* (51) sugiriendo que su consumo y especialmente de su salvado puede ser favorable para la salud. La avena posee actividad antioxidante, mostrando capacidad para inhibir la oxidación *in vitro* de la LDL. La mayor parte de esta actividad probablemente deriva de los compuestos fenólicos polares presentes en la aleurona (capa más externa del endospermo) (52). Diversos compuestos fenólicos se han identificado en este grano incluyendo el ácido ferúlico, el ácido cafeíco, ácido p-hidroxibenzoico, ácido p-hidroxifenilacético, ácido vanílico, ácido protocatechico, ácido siringíco, ácido p-cumárico, ácido sináptico, tricina, apigenina, luteolina y quercitina. Estos compuestos se presentan libres o como ésteres solubles simples y en gran proporción como ésteres insolubles acompañado con polisacáridos, proteínas o constituyentes de la pared celular (53). También se ha identificado un grupo de compuestos polifenólicos que aparecen únicamente en la avena llamados avenantramidas, éstas son un grupo de ácidos N-cinnamoil antranílico que difieren según los sustituyentes de los anillos del ácido cinnámico y del ácido antranílico (54). La presencia de avenantramidas, ácido cafeíco y ácido vanílico se correlaciona significativamente con la actividad antioxidante de la avena (55).

Se ha observado que la suplementación dietaria con una avenantramaida sintética atenua selectivamente en ratas sometidas a un ejercicio físico agotador la producción de ROS en el músculo soleus y la peroxidación lipídica en el corazón. Tal suplementación se asoció a cambios en la actividad de enzimas antioxidantes como la superóxido dismutasa y glutation peroxidasa (54). La administración a hámsteres de un polvo rico en compuestos fenólicos del salvado de avena probó que los mismos son biodisponibles. Además se comprobó que los fenoles de la avena pueden incrementar de manera dosis-dependiente la fase de latencia o retardo de la oxidación *in vitro* de la LDL humana. Cuando se añade ácido ascórbico, se observa un efecto sinérgico entre los fenoles de la avena y éste que permite extender aún más la fase de latencia de la oxidación de la LDL humana y del hámster (53). Por último se reportó que las avenantramidas pueden suprimir en células endoteliales aórticas humanas la expresión estimulada de moléculas de adhesión intracelulares como ICAM-1 (molécula de adhesión intracelular-1), VCAM-1 (molécula de adhesión a células vasculares-1) y E-selectina, y la secreción estimulada de citoquinas proinflamatorias (IL-6,

IL-8 y proteína quimiotáctica de monocitos-1). Esto concede a las avenantramidas efectos antiaterogénicos y anti-inflamatorios que probablemente expliquen cómo la avena puede reducir el riesgo de atherosclerosis in vivo (56).

CONCLUSIONES Y PERSPECTIVAS FUTURAS

Los granos enteros constituyen una fuente importante para el organismo de una amplia mezcla de nutrientes y antinutrientes. Datos de estudios epidemiológicos indican que el consumo regular de granos enteros protege del desarrollo de enfermedad cardiovascular, diabetes tipo 2, cáncer entre otras. Dado que los estudios epidemiológicos presentan serias limitaciones para derivar resultados concluyentes, es necesario realizar ensayos clínicos que permitan clarificar la asociación entre granos enteros y distintas morbilidades. También es importante que se establezca una metodología única para definir cuales alimentos deben considerarse como alimentos de granos enteros pues una de las dificultades para interpretar los estudios realizados se basa en que los autores han considerado distintos criterios para tal definición. El efecto protector de los granos enteros no parece estar mediado por la acción de un nutriente en particular sino por la acción combinada y sinérgica de los diferentes compuestos encontrados en éstos. La gran variedad de nutrientes presentes en los granos enteros determina que se planteen muchos mecanismos a través de los cuales pueden beneficiar la salud, siendo especialmente importante profundizar sobre los mecanismos fisiológicos y moleculares que hacen posible los beneficios de los granos enteros. Los granos presentan una gran actividad antioxidante por lo que posiblemente ésta sea uno de los mecanismos primordiales a través de los cuales los granos enteros previenen enfermedades donde el estrés oxidativo juega un rol fisiopatológico. Trabajos recientes arrojaron evidencias sobre los efectos de los antioxidantes de los granos. La recomendación de ingerir como mínimo tres raciones diarias de granos enteros está justificada y debe promocionarse ampliamente entre la población desde muy temprana edad pues muchas enfermedades crónicas se inician en la infancia.

RESUMEN

La denominación de granos enteros se adjudica específicamente a cereales como el trigo, arroz, maíz, avena, centeno, cebada, sorgo y mijo. Los granos enteros son ricos en fibra, vitaminas del complejo B, minerales, tocoles, fitonutrientes y antinutrientes. Estudios epidemiológicos demuestran una relación inversa entre las raciones ingeridas diariamente de granos enteros o de alimentos que los contienen y el riesgo de desarrollar enfermedades crónicas no transmisibles como la enfermedad cardiovascular, diabetes tipo 2 y cáncer. El efecto protector parece estar mediado por la acción combinada y sinérgica de los diferentes compuestos encontrados en los granos enteros. La ingesta de granos enteros puede contribuir a elevar la capacidad antioxidante corporal por lo que posiblemente sea uno de los mecanismos a través de los cuales los granos enteros prevengan tales enfermedades. Entre los antioxidantes encontrados en los granos se cuentan los ácidos fenólicos, flavonoides, tocoferol, tocotrienoles, selenio, zinc, fibra soluble y el ácido fítico. Estudios de suplementación en animales han relevado que los antioxidantes de los granos enteros tienen efectos antiaterogénicos y anti-inflamatorios. La recomendación actual de ingerir como mínimo tres raciones diarias de granos enteros está justificada y debe ser difundida ampliamente entre la población desde muy temprana edad.

Palabras claves: granos enteros; cáncer; enfermedad cardiovascular; diabetes tipo 2; antioxidantes.

BIBLIOGRAFÍA

1. Slavin J. Whole grains and human health. *Nutr Res Rev* 2004;17(1): 99-110.
2. Smith AT, Kuznesof S, Richardson DP, Seal CJ. Behavioural, attitudinal and dietary responses to the consumption of wholegrain foods. *Proc Nutr Soc* 2003; 62(2):455-467.
3. Slavin J. Why whole grains are protective: biological mechanisms. *Proc Nutr Soc* 2003; 62(1):129-134.
4. Lang R, Jebb SA. Who consumes whole grains, and how much?. *Proc Nutr Soc* 2003; 62(1): 123-127.
5. Rimm EB, Ascherio A, Giovannucci E, Spiegelman D, Stampfer MJ, Willett WC. Vegetable, fruit, and cereal fiber intake and risk of coronary heart disease among men. *JAMA* 1996; 275(6): 447-451.
6. Pietinen P, Rimm EB, Korhonen P, Hartman AM, Willett WC, Albanes D et al. Intake of dietary fiber and risk of coronary heart disease in a cohort of Finnish men. The Alpha-Tocopherol, Beta-Carotene Cancer Prevention Study. *Circulation* 1996; 94(11): 2720-2727.
7. Wolk A, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Hu FB, Speizer FE et al. Long-term intake of dietary fiber and decreased risk of coronary heart disease among women. *JAMA* 1999; 281(21): 1998-2004.
8. Jacobs DR Jr, Meyer KA, Kushi LH, Folsom AR. Whole-grain intake may reduce the risk of ischemic heart disease death in postmenopausal women: the Iowa Women's Health Study. *Am J Clin Nutr* 1998; 68(2): 248-257.
9. Fraser GE. Associations between diet and cancer, ischemic heart disease, and all-cause mortality in non-Hispanic white California Seventh-day Adventists. *Am J Clin Nutr* 1999; 70(3 Suppl): 532S-538S.
10. Jacobs DR Jr, Meyer HE, Solvoll K. Reduced mortality among whole grain bread eaters in men and women in the Norwegian County Study. *Eur J Clin Nutr* 2001; 55(2): 137-143.

11. Liu S, Manson JE, Stampfer MJ, Rexrode KM, Hu FB, Rimm EB et al. Whole grain consumption and risk of ischemic stroke in women: A prospective study. *JAMA* 2000; 284(12): 1534-1540.
12. Liu S, Stampfer MJ, Hu FB, Giovannucci E, Rimm E, Manson JE et al. Whole-grain consumption and risk of coronary heart disease: results from the Nurses' Health Study. *Am J Clin Nutr* 1999; 70(3): 412-419.
13. Steffen LM, Jacobs DR Jr, Stevens J, Shahar E, Carithers T, Folsom AR. Associations of whole-grain, refined-grain, and fruit and vegetable consumption with risks of all-cause mortality and incident coronary artery disease and ischemic stroke: the Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(3): 383-390.
14. Jensen MK, Koh-Banerjee P, Hu FB, Franz M, Sampson L, Gronbaek M et al. Intakes of whole grains, bran, and germ and the risk of coronary heart disease in men. *Am J Clin Nutr* 2004; 80(6): 1492-1499.
15. Anderson JW. Whole grains protect against atherosclerotic cardiovascular disease. *Proc Nutr Soc* 2003; 62(1): 135-142.
16. Salmeron J, Ascherio A, Rimm EB, Colditz GA, Spiegelman D, Jenkins DJ et al. Dietary fiber, glycemic load, and risk of NIDDM in men. *Diabetes Care* 1997; 20(4): 545-550.
17. Salmeron J, Manson JE, Stampfer MJ, Colditz GA, Wing AL, Willett WC. Dietary fiber, glycemic load, and risk of non-insulin-dependent diabetes mellitus in women. *JAMA* 1997; 277(6): 472-477.
18. Liu S, Manson JE, Stampfer MJ, Hu FB, Giovannucci E, Colditz GA et al. A prospective study of whole-grain intake and risk of type 2 diabetes mellitus in US women. *Am J Public Health* 2000; 90(9): 1409-1415.
19. Meyer KA, Kushi LH, Jacobs DR Jr, Slavin J, Sellers TA, Folsom AR. Carbohydrates, dietary fiber, and incident type 2 diabetes in older women. *Am J Clin Nutr* 2000; 71(4): 921-930.
20. Fung TT, Hu FB, Pereira MA, Liu S, Stampfer MJ, Colditz GA et al. Whole-grain intake and the risk of type 2 diabetes: a prospective study in men. *Am J Clin Nutr* 2002; 76(3): 535-540.

21. Montonen J, Knekt P, Jarvinen R, Aromaa A, Reunanan A. Whole-grain and fiber intake and the incidence of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr* 2003; 77(3): 622-629.
22. Pereira MA, Jacobs DR Jr, Slattery MI, Ruth K, van Horn L, Hilner J et al. The associations of whole grain intake and fasting insulin in a biracial cohort of young adults: The CARDIA study. *CVD Prevention* 1998; 1: 231-242.
23. Pereira MA, Jacobs DR Jr, Pins JJ, Raatz SK, Gross MD, Slavin JL et al. Effect of whole grains on insulin sensitivity in overweight hyperinsulinemic adults. *Am J Clin Nutr* 2002; 75(5): 848-855.
24. Liese AD, Roach AK, Sparks KC, Marquart L, D'Agostino RB Jr, Mayer-Davis EJ. Whole-grain intake and insulin sensitivity: the Insulin Resistance Atherosclerosis Study. *Am J Clin Nutr* 2003; 78(5): 965-971.
25. Esmaillzadeh A, Mirmiran P, Azizi F. Whole-grain consumption and the metabolic syndrome: a favorable association in Iranian adults. *Eur J Clin Nutr* 2005; 59(3): 353-362.
26. Chatenoud L, Tavani A, La Vecchia C, Jacobs DR Jr, Negri E, Levi F et al. Whole grain food intake and cancer risk. *Int J Cancer* 1998; 77(1): 24-28.
27. Jacobs DR Jr, Meyer KA, Kushi LH, Folsom AR. Is whole grain intake associated with reduced total and cause-specific death rates in older women? The Iowa Women's Health Study. *Am J Public Health* 1999; 89(3): 322-329.
28. Levi F, Pasche C, La Vecchia C, Lucchini F, Franceschi S. Food groups and colorectal cancer risk. *Br J Cancer* 1999; 79(7-8): 1283-1287.
29. Bosetti C, Negri E, Franceschi S, Conti E, Levi F, Tomei F et al. Risk factors for oral and pharyngeal cancer in women: a study from Italy and Switzerland. *Br J Cancer* 2000; 82(1): 204-207.
30. Levi F, Pasche C, Lucchini F, Chatenoud L, Jacobs DR Jr, La Vecchia C. Refined and whole grain cereals and the risk of oral, oesophageal and laryngeal cancer. *Eur J Clin Nutr* 2000; 54(6): 487-489.
31. Jacobs DR Jr, Marquart L, Slavin J, Kushi LH. Whole-grain intake and cancer: an expanded review and meta-analysis. *Nutr Cancer* 1998; 30(2): 85-96.

32. Koh-Banerjee P, Rimm EB. Whole grain consumption and weight gain: a review of the epidemiological evidence, potential mechanisms and opportunities for future research. *Proc Nutr Soc* 2003; 62 (1): 25-29.
33. Slavin JL. Mechanisms for the impact of whole grain foods on cancer risk. *J Am Coll Nutr* 2000; 19(3 Suppl): 300S-307S.
34. McKeown NM. Whole grain intake and insulin sensitivity: evidence from observational studies. *Nutr Rev* 2004; 62(7 Pt 1): 286-291.
35. Abdollahi M, Ranjbar A, Shadnia S, Nikfar S, Rezaiee A. Pesticides and oxidative stress: a review. *Med Sci Monit* 2004; 10(6): RA141-147.
36. Groff J, Gropper S. Advanced nutrition and human metabolism. 3ra ed.. Estados Unidos de Norteamérica: Wadsworth; 2000.
37. Miller HE, Rigelhof F, Marquart L, Prakash A, Kanter M. Antioxidant content of whole grain breakfast cereals, fruits and vegetables. *J Am Coll Nutr* 2000; 19(3 Suppl): 312S-319S.
38. Adom KK, Liu RH. Antioxidant activity of grains. *J Agric Food Chem* 2002; 50(21): 6182-6187.
39. Martinez-Valverde I, Periago MJ, Ros G. [Nutritional importance of phenolic compounds in the diet]. Spanish. *Arch Latinoam Nutr* 2000; 50(1): 5-18.
40. Midorikawa K, Murata M, Oikawa S, Hiraku Y, Kawanishi S. Protective effect of phytic acid on oxidative DNA damage with reference to cancer chemoprevention. *Biochem Biophys Res Commun* 2001; 288(3): 552-557.
41. Scavariello EM, Arellano DB. [Gamma-oryzanol: an important component in rice bran oil]. Spanish. *Arch Latinoam Nutr* 1998; 48(1): 7-12.
42. Xu Z, Hua N, Godber JS. Antioxidant activity of tocopherols, tocotrienols, and gamma-oryzanol components from rice bran against cholesterol oxidation accelerated by 2,2'-azobis(2-methylpropionamidine) dihydrochloride. *J Agric Food Chem* 2001; 49(4): 2077-2081.
43. Rajnarayana K, Prabhakar MC, Krishna DR. Influence of rice bran oil on serum lipid peroxides and lipids in human subjects. *Indian J Physiol Pharmacol* 2001; 45(4): 442-444.

44. Bruce B, Spiller GA, Klevay LM, Gallagher SK. A diet high in whole and unrefined foods favorably alters lipids, antioxidant defenses, and colon function. *J Am Coll Nutr* 2000; 19(1):61-67.
45. Jang Y, Lee JH, Kim OY, Park HY, Lee SY. Consumption of whole grain and legume powder reduces insulin demand, lipid peroxidation, and plasma homocysteine concentrations in patients with coronary artery disease: randomized controlled clinical trial. *Arterioscler Thromb Vasc Biol* 2001; 21(12): 2065-2071.
46. Ling WH, Cheng QX, Ma J, Wang T. Red and black rice decrease atherosclerotic plaque formation and increase antioxidant status in rabbits. *J Nutr* 2001; 131(5):1421-1426.
47. Ling WH, Wang LL, Ma J. Supplementation of the black rice outer layer fraction to rabbits decreases atherosclerotic plaque formation and increases antioxidant status. *J Nutr* 2002; 132(1): 20-26.
48. Hu C, Zawistowski J, Ling W, Kitts DD. Black rice (*Oryza sativa L. indica*) pigmented fraction suppresses both reactive oxygen species and nitric oxide in chemical and biological model systems. *J Agric Food Chem* 2003; 51(18): 5271-5277.
49. Qureshi AA, Mo H, Packer L, Peterson DM. Isolation and identification of novel tocotrienols from rice bran with hypocholesterolemic, antioxidant, and antitumor properties. *J Agric Food Chem* 2000; 48(8): 3130-3140.
50. Qureshi AA, Salser WA, Parmar R, Emeson EE. Novel tocotrienols of rice bran inhibit atherosclerotic lesions in C57BL/6 ApoE-deficient mice. *J Nutr* 2001; 131(10): 2606-2618.
51. Andreasen MF, Landbo AK, Christensen LP, Hansen A, Meyer AS. Antioxidant effects of phenolic rye (*Secale cereale L.*) extracts, monomeric hydroxycinnamates, and ferulic acid dehydrodimers on human low-density lipoproteins. *J Agric Food Chem* 2001; 49(8): 4090-4096.
52. Handelman GJ, Cao G, Walter MF, Nightingale ZD, Paul GL, Prior RL et al. Antioxidant capacity of oat (*Avena sativa L.*) extracts. 1. Inhibition of low-density lipoprotein oxidation and oxygen radical absorbance capacity. *J Agric Food Chem* 1999; 47(12): 4888-4893.
53. Chen CY, Milbury PE, Kwak HK, Collins FW, Samuel P, Blumberg JB. Avenanthramides and phenolic acids from oats are bioavailable and act synergistically with vitamin C to enhance hamster and human LDL resistance to oxidation. *J Nutr* 2004; 134(6): 1459-1466.

54. Ji LL, Lay D, Chung E, Fu Y, Peterson DM. Effects of avenanthramides on oxidant and antioxidant status in exercised rats. *Nutr. Res* 2003; 23(1): 1579-1590.

55. Emmons CL, Peterson DM, Paul GL. Antioxidant capacity of oat (*Avena sativa L.*) extracts. 2. In vitro antioxidant activity and contents of phenolic and tocol antioxidants. *J Agric Food Chem* 1999; 47(12): 4894-4898.

56. Liu L, Zubik L, Collins FW, Marko M, Meydani M. The antiatherogenic potential of oat phenolic compounds. *Atherosclerosis* 2004; 175(1): 39-49.

Dirigir la correspondencia a:

Profesora

Nelina A. Ruíz Fernández

Calle acuario, No. 88-20, Urb. Trigal Norte

Valencia., Edo. Carabobo

Venezuela

Teléfono: 58-241-8426674

Fax: (58-241-8672852).

E-mail: nruiz@thor.uc.edu.ve