

FIBRA ALIMENTARIA: UN COMPONENTE CLAVE EN LA PREVENCIÓN Y EL MANEJO DE LA DIABETES TIPO 2

DIETARY FIBRE: A KEY CONSTITUENT IN THE PREVENTION AND MANAGEMENT OF TYPE 2 DIABETES

Jara Pérez-Jiménez^{1,2}

1. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN-CSIC), Madrid.

2. Centro de Investigaciones Biomédicas en Red en Diabetes y Enfermedades Metabólicas Asociadas (CIBERDEM), ISCIII, Madrid.

Palabras clave:

Fibra alimentaria;
Diabetes tipo 2;
Microbiota;
Polifenoles.

Keywords:

Dietary fibre;
Type 2 diabetes;
Microbiota;
Polyphenols.

Resumen

Dado el incremento en la prevalencia de la diabetes tipo 2 (DT2), resulta cada vez más relevante ahondar en el estudio de aspectos del estilo de vida que puedan ayudar a reducir el riesgo o a facilitar el manejo de esta patología, en combinación con las aproximaciones farmacológicas. En este sentido, se sabe que ciertos patrones dietéticos juegan un papel clave en la instauración y progresión de la DT2 y, a la inversa, determinados componentes alimentarios pueden ser aliados en la aproximación a esta enfermedad. Así, la fibra alimentaria (entendida como la fracción no digerible presente en los alimentos, constituida principalmente por carbohidratos complejos pero incluyendo también otros compuestos asociados, como son los polifenoles) ha mostrado, a través de estudios de intervención y observacionales, un papel muy importante en la prevención y manejo de la DT2. En particular, la fibra actuaría a través de una combinación de mecanismos de acción (efectos en el proceso digestivo y en la respuesta enteroendocrina, mantenimiento de la eubiosis y la integridad de la barrera intestinal, generación de metabolitos colónicos absorbibles y bioactivos) que darían lugar tanto a un efecto directo sobre la homeostasis glucídica como sobre otros procesos fisiológicos alterados en esta patología, como son el estatus oxidativo o la respuesta inflamatoria. Considerando lo anterior, resulta necesario abordar estrategias de salud pública que aumenten el consumo de fibra en la población, en el marco de una estrategia de abordaje multidisciplinar de la DT2.

Abstract

Given the increment in the prevalence of type 2 diabetes (T2D), it is increasingly relevant to explore the effects of lifestyle factors that may help to reduce the risk or facilitate the management of this pathology, in combination with pharmacological approaches. In this sense, it is known that certain dietary patterns play a key role in the establishment and progression of T2D and, conversely, other dietary components may exhibit a beneficial role in the approach to this disease. Thus, dietary fibre (the non-digestible fraction of foods, consisting mainly of complex carbohydrates but also including other associated constituents, such as polyphenols) has shown, through intervention and observational studies, an important role in the prevention and management of T2D. In particular, dietary fibre would act through a combination of mechanisms of action (effects in the digestive process and the enteroendocrine response, maintenance of eubiosis and the integrity of the intestinal barrier, generation of absorbable and bioactive colonic metabolites) that would give place to both a direct effect on carbohydrate homeostasis as well as on other physiological processes altered in this pathology, such as oxidative status or the inflammatory response. Based on the above, it is necessary to address public health strategies that increase dietary fibre consumption in the population, within the framework of a multidisciplinary approach to T2D.

Autor para la correspondencia

Jara Pérez-Jiménez
Dpto. Metabolismo y Nutrición, ICTAN-CSIC
C/ José Antonio Novais, 6 · 28040 Madrid
Tlf.: +34 549 23 00 | E-Mail: jara.perez@ictan.csic.es

INTRODUCCIÓN

La fibra alimentaria está presente en todos los alimentos de origen vegetal. Aunque las definiciones tradicionales la consideraban exclusivamente constituida por ciertos carbohidratos no digeridos por el ser humano (siendo la celulosa el más conocido), la investigación en las últimas décadas ha mostrado que la fibra alimentaria incluye otros componentes asociados al esqueleto central de carbohidratos, entre los cuales destacan los compuestos fenólicos. Esta característica de la fibra es reconocida por definiciones actualizadas, como la de la Unión Europea, que indica que la fibra puede contener diversos compuestos (compuestos fenólicos, ceras, saponinas, fitatos, cutina o fitoesteroles) que son constituyentes de la misma cuando aparecen asociados a carbohidratos no digeribles (1), pero no si lo hacen de manera independiente. De hecho, al considerar la fibra alimentaria desde el punto de vista de la salud, más allá de una consideración puramente química, resulta relevante realizar una definición fisiológica. Y es bajo este enfoque donde el aspecto más importante de la fibra es su incapacidad para ser absorbida en el intestino delgado, llegando intacta al intestino grueso. Esta característica, que durante un tiempo se consideró una limitación de la fibra (al no aportar, aparentemente, nutrientes digeribles para el organismo), con el tiempo mostró ser un aspecto clave en sus efectos en salud (2). Ya que, como se indicará después, la llegada de la fibra al intestino grueso tiene una importante relevancia fisiológica, a través de diversos mecanismos de acción.

Actualmente, se tiende a reconocer la importancia en salud de una ingesta adecuada de fibra. Pero es posible que, incluso entre algunos profesionales de la salud, no se conozca en detalle la relevancia de este constituyente alimentario. Por ejemplo, un análisis de las causas de muerte asociadas a la alimentación en 195 países en el año 2017, concluyó que un millón derivaban de la ingesta inadecuada de fibra (3). A pesar de esta evidencia, obtenida también en múltiples estudios de intervención y observacionales realizados en las últimas décadas, las ingestas de fibra en la mayoría de los países siguen estando por debajo de las recomendaciones oficiales (3).

Por otro lado, tradicionalmente los efectos en salud de la ingesta de fibra se han asociado exclusivamente a una reducción del riesgo de diversas enfermedades intestinales. Lo cual es cierto y, por ejemplo, en el caso del cáncer colorrectal, la fibra es el constituyente alimentario con un efecto más claro en la reducción de su riesgo a partir de las evidencias encontradas, entre otros, en la cohorte EPIC, *European Prospective Investigation into Cancer and Diet* (4). Pero los beneficios de las dietas altas en fibra van mucho más allá. Así, un análisis integrado de 158 estudios prospectivos y 58

ensayos clínicos concluyó que existía una evidencia “moderada” sobre los efectos de la fibra en factores de riesgo cardiovascular como el colesterol plasmático o la tensión arterial, así como en la mortalidad cardiovascular. Otra patología en la que la fibra alimentaria ha mostrado un papel relevante en su modulación es la diabetes tipo 2, aspecto en el que se centrará el presente artículo.

La diabetes tipo 2 (DT2) es la enfermedad metabólica con mayor prevalencia en el mundo, afectando a uno de cada 10 adultos (5). Las alteraciones asociadas a esta patología van mucho más allá de una desregulación del metabolismo glucídico, implicando a otros procesos fisiológicos (estatus oxidativo, respuesta inflamatoria, composición de la microbiota) y dando lugar a múltiples comorbilidades asociadas (enfermedades cardiovasculares, esteatosis hepática o enfermedad renal crónica, entre otras). En este contexto, existe un amplio interés por encontrar estrategias, no solo farmacológicas, que ayuden tanto a reducir el riesgo de esta patología como a frenar su progresión. Y, entre los parámetros de estilo de vida, la alimentación juega un papel clave. Por ejemplo, el último consenso conjunto de la Asociación Americana de Diabetes (ADA) y la Asociación Europea para el Estudio de la Diabetes (EASD) indica que el tratamiento nutricional es un aspecto integral del manejo de la DT2 (6). Por lo que se refiere a la prevención de la DT2, existen patrones dietéticos asociados con un aumento del riesgo de desarrollar esta enfermedad, como las dietas ricas en los llamados alimentos ultraprocesados (7), a la vez que ciertos constituyentes han mostrado un efecto beneficioso en la reducción del riesgo de esta patología. Tal es el caso de la fibra.

FIBRA Y DIABETES TIPO 2: EVIDENCIAS EPIDEMIOLÓGICAS

Desde hace varias décadas, los estudios prospectivos realizados en cohortes de múltiples países han mostrado una tendencia consistente en lo que se refiere a la asociación entre una mayor ingesta de fibra y la reducción del riesgo de DT2, en algunos casos incluyendo estimaciones cuantitativas sobre la reducción del riesgo alcanzada en función del incremento en los gramos diarios de fibra. Uno de los mayores trabajos en este ámbito, publicado en el año 2000 (8), fue el realizado en el Estudio de Salud de las Mujeres de Iowa, una cohorte ampliamente estudiada en la que más de 35.000 mujeres entre 55 y 69 años de edad tuvieron un seguimiento a lo largo de seis años. Los autores encontraron un RR en Q5 respecto a Q1 de 0,78 (95% CI 0,64-0,96, P -trend = 0, 0089). Cabe destacar que incluso en Q5 la mediana de ingesta de fibra era de 26,5 g/día, lo que muestra el escaso grado de cumplimiento de las recomendaciones de ingesta de 25-30 g/día.

Posteriormente, numerosos estudios prospectivos han obtenido resultados en la misma línea, y el número de trabajos acumulados ha permitido la elaboración de meta-análisis.

Así, un meta-análisis de 19 estudios prospectivos (9) encontró que un aumento diario en la ingesta de fibra de 10 g daba lugar a un RR de desarrollo de DT2 de 0,91 (95% CI 0,87-0,96). Y resulta destacable que en otro meta-análisis de 17 estudios prospectivos (10) se encontrara un efecto dosis-respuesta, por el que solo a partir de una ingesta diaria de 25 gramos de fibra se empezó a observar un efecto significativo en el RR de DT2. Esto significa que las ingestas de fibra recomendadas por algunos organismos, de 25 g/día, pueden resultar adecuadas para obtener efectos en el tránsito intestinal, pero insuficientes para llegar a causar un efecto en el riesgo de DT2, para lo cual serían necesarias dosis superiores.

En este sentido, un meta-análisis que incluyó datos de estudios prospectivos sobre 3,2 millones de personas (con la aparición de 22.450 casos de DT2) encontró, asumiendo linealidad, un RR de 0,85 (95% CI 0,82-0,89) por cada 8 g de incremento en la ingesta diaria de fibra (11); la tendencia decreciente se seguía observando al alcanzar los 45 g/día de fibra, correspondientes a las dosis más altas consideradas en este trabajo.

Por otro lado, resulta relevante abordar no solo los efectos de la fibra total, sino de sus dos fracciones -fibra soluble e insoluble- ya que, como se indicará posteriormente, presentan distintos mecanismos de acción. En esta línea, en la cohorte francesa NutriNet-Santé, con más de 100.000 participantes (12), se halló una relación inversa entre el riesgo de DT2 y la ingesta de fibra total (HR en la comparación Q5-Q1: 0,59; 95% CI: 0,42-0,82; *P-trend* < 0,001), de fibra soluble (HR: 0,77; CI: 0,56-1,08; *P-trend*=0,02) y de fibra insoluble (HR: 0,69; CI: 0,50-0,96; *P-trend*=0,004).

Finalmente, se debe señalar que la ingesta de fibra juega un papel relevante no solo en la prevención, sino también en el manejo de la DT2. Así, los resultados de dos estudios prospectivos multicéntricos incluyendo pacientes con DT2 de 22 países (13) mostraron una asociación entre la ingesta de fibra y la mortalidad total en estos participantes (RR 0,55; 95% CI 0,35-0,86; I^2 0%), con una certeza “moderada” según el modelo GRADE.

FIBRA Y DIABETES TIPO 2: ESTUDIOS DE INTERVENCIÓN

La relevancia de la fibra en la modulación de la DT2 ha sido también validada en numerosos ensayos clínicos aleatorizados. En primer lugar, estos se han desarrollado desde un enfoque preventivo, dado que se ha descrito una ingesta insuficiente de fibra en personas con síndrome metabólico (14). Diversos estudios han mostrado

cómo la suplementación con fibra en este tipo de población puede mejorar la respuesta glucémica, retrasando la potencial aparición de la DT2; por ejemplo, una intervención de 8 semanas con fibra insoluble de maíz en personas con síndrome metabólico mejoró la sensibilidad a la insulina en el músculo y el tejido adiposo (15). Globalmente, una revisión sistemática de 19 estudios sobre suplementación con almidón resistente, un tipo de fibra insoluble, en personas con síndrome metabólico (16) encontró modificaciones significativas en los valores en ayunas de glucosa (14 estudios), insulina (12 estudios), HbA1c (8 estudios) y perfil lipídico (13 estudios).

Aunque en este campo lo más destacable son los estudios de intervención suplementando con fibra a pacientes con DT2. Así, el alto número de ensayos controlados aleatorizados desarrollados hasta el momento ha permitido la elaboración de meta-análisis que muestran tendencias muy consistentes. Por ejemplo, un meta-análisis de 42 estudios de suplementación con fibra (12 de ellos con alimentos y 32 con complementos alimenticios) en 1.789 participantes (incluyendo también personas con prediabetes o DT1) encontró un nivel de evidencia “alto” según el modelo GRADE, en los efectos en glucosa, colesterol total y LDL colesterol en ayunas, a la vez que un efecto “moderado” en HbA1c, insulina, índice HOMA, colesterol total y LDL, triglicéridos, tensión arterial e IMC (13). Por su parte, un meta-análisis de 46 ensayos centrados en la suplementación con fibra soluble en 286 pacientes con DT2 estableció, para cada tipo de fibra soluble, los parámetros que modulaba de una forma más acusada: galactomananos, los niveles de HbA1c, glucosa, colesterol LDL y triglicéridos; beta-glucanos y psyllium, los de insulina y HOMA; xilooligosacáridos y goma arábica, los de colesterol total y HDL (17).

En los últimos años, los ensayos con fibra han incluido, además de determinaciones bioquímicas clásicas, otras evaluaciones, como los efectos sobre la microbiota, cuya modulación ha mostrado ser un aspecto fundamental en el manejo de la DT2 (18). Un estudio clave en este sentido fue el trabajo de Zho y colaboradores publicado en 2018 en el que 43 pacientes con DT2 recibieron dietas isocalóricas, con alto o bajo contenido en fibra, durante 12 semanas. Los resultados mostraron que la suplementación con fibra aumentaba significativamente los niveles de bacterias productoras de ácidos grasos de cadena corta (AGCCs), lo cual daba lugar a una mejoría en los niveles circulantes de HbA1C, parcialmente mediada por un aumento en la producción de GLP-1, péptido similar al glucagón-1 (19). Estudios posteriores han mostrado resultados en la misma línea al suplementar con fibra a pacientes con DT2 respecto a la composición y función de la microbiota, observándose aumentos significativos en *Bifidobacterium* en tres ensayos clínicos con un total de 122 participantes, o en los niveles de lipopolisacárido a partir de dos estudios con 79 pacientes (20).

Con objeto de mostrar los últimos trabajos que se están desarrollando en este sentido, la **Tabla 1** recopila diversos ensayos clínicos (21-25) de suplementación con fibra en pacientes con DT2 publicados desde 2023. Resulta relevante que cuando esta suplementación se aplicó en un estudio con dos brazos que incluían las recomendaciones dietéticas habituales para el manejo de la DT2 pero en uno se realizó un aporte adicional de 17,5 gramos de fibra, se observó una mejoría más acusada en diversos parámetros bioquímicos y antropométricos (23). Por otro lado, estos estudios han observado diferencias significativas tanto en parámetros medidos en ayunas (22-23) como en las modificaciones postprandiales de parámetros como la glucemia (21) o el perfil lipídico (24). Estas modificaciones alcanzaban valores en algunos casos con un claro impacto clínico, como la reducción de un 34% en la glucosa postprandial a las 4 horas de la ingesta o del 50% en el área bajo la curva para la insulina postprandial (21). En particular, dichos efectos se observaron en la comparación entre el consumo de un pan elaborado en un 50% con harina de centeno con alto contenido en almidón resistente (obtenido mediante el bloqueo genético de la formación de amilopectina) y otro preparado con un 100% de harina refinada de trigo. Igualmente, estos trabajos recientes han evidenciado la aparición de modificaciones significativas en otros marcadores altamente relevantes en el contexto de la DT2, como son ciertas citoquinas proinflamatorias (22); cambios en la microbiota (22), incluyendo niveles incrementados de especies productoras de ácido butírico (25); y descensos en cuestionarios validados de ansiedad y depresión (22), lo que podría estar conectado con el eje conocido como intestino-cerebro.

MECANISMOS DE ACCIÓN IMPLICADOS

El efecto de la fibra en la prevención y manejo de la DT2 deriva de una combinación de mecanismos de acción, algunos relacionados con aspectos de la patología como tal, como los efectos en la absorción de la glucosa o en la producción de GLP-1 y otros, con procesos fisiológicos que se alteran en esta enfermedad y a su vez contribuyen a su progresión, como es el caso de la inflamación subclínica crónica o de un elevado estrés oxidativo. La **Figura 1** muestra una visión conjunta de estos mecanismos de acción, que a continuación se describen de manera sucinta.

Regulación de la homeostasis glucídica. Los efectos previamente descritos de la fibra en la homeostasis glucídica, considerando los niveles de glucosa, insulina y HbA1c, se deben, aparte de a la acción de compuestos colónicos mencionados más abajo, a un efecto directo de ralentización de la absorción de azúcares. Esto está relacionado con la complejidad que la fibra genera en la matriz alimentaria, y que retarda la actividad

de enzimas amilolíticas a través de diferentes procesos, lo cual se completa con una captación intestinal inhibida (26), tal vez debida a la capacidad de la fibra para estimular la formación de mucus en el intestino delgado, aspecto todavía en investigación (27).

Incremento de la saciedad. La capacidad de la fibra para formar geles viscosos en presencia de agua produce una ralentización en el vaciamiento gástrico tras la ingesta de una comida rica en fibra, retrasando la producción de grelina (27). Al mismo tiempo, el paso de la fibra por el tubo digestivo estimula señales enteroendocrinas llevando, por ejemplo, a un aumento en la liberación de GLP-1, colecistoquinina o PYY, péptido YY (27), implicadas tanto en el control de la saciedad como en el de la homeostasis glucídica.

Mantenimiento de la eubiosis y la integridad de la barrera intestinal. Como se ha venido mencionando, existen evidencias claras de la implicación de la microbiota en la instauración de la DT2 (aunque todavía existan múltiples problemas para definir una “microbiota saludable”) y el papel que juega la fibra estimulando el crecimiento de especies bacterianas con actividades biológicas beneficiosas en el contexto de la DT2 (19). Al mismo tiempo, en los últimos años se viene destacando la importancia de otro efecto local de la fibra en el medioambiente colónico, como es su capacidad para mantener la integridad de la barrera intestinal. En este sentido, se ha descrito que la alteración de dicha barrera, aumentando su permeabilidad, contribuye a agravar procesos inflamatorios y globalmente se asocia a un aumento del riesgo de DT2 (28). La fibra puede evitar ese aumento de permeabilidad, ya que su presencia evita cambios en la composición de la microbiota hacia especies bacterianas que se alimentan del mucus intestinal, asegurando por tanto la integridad de esa capa glucídica (29).

Generación de metabolitos bioactivos. La fibra, si bien no es absorbida en los segmentos superiores del sistema digestivo, puede ser extensamente metabolizada en el colon por la acción de la microbiota, dando lugar a metabolitos absorbibles y bioactivos. En particular, los tres AGCCs mayoritarios -ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico- presentan múltiples actividades biológicas en el contexto de la DT2 (y de otras patologías). Así, en estudios con adipocitos se observó que el ácido butírico y el propiónico estimulaban la captación de glucosa estimulada por insulina, así como la lipogénesis *de novo*, tanto basal como estimulada por insulina (30). Además, el ácido butírico estimula la liberación de los ya mencionados GLP-1 y PYY. Cabe destacar que en este efecto juegan un papel muy importante los compuestos de naturaleza distinta a los carbohidratos que, como se mencionó, también forman parte de la fibra. En particular, los denominados polifenoles no extraíbles, gran parte de los cuales son

Tabla 1. Ensayos clínicos recientes (2023-24) sobre efectos metabólicos de la fibra en pacientes con diabetes tipo 2

Tamaño muestral	Intervención	Duración
20 pacientes con DT2 (13 mujeres, 7 hombres) no insulino dependientes	Ensayo controlado aleatorizado, cruzado, simple ciego: - Pan de harina de trigo refinada (CO) - Pan de harina de trigo refinada con 50% de centeno refinada (50CE) - Pan de harina de trigo refinada con 75% de harina de centeno refinada (75CE) - Pan de harina de trigo refinada con 50% de harina de centeno refinada conteniendo solo amilosa (AmOn)	Una única ingesta
17 pacientes con DT2 ¹	Ensayo controlado, aleatorizado, paralelo ² : - Tratamiento dietético DT2 y acarbosa (CO) - Tratamiento dietético DT2 y acarbosa + cereales integrales, prebióticos, alimentos de la medicina tradicional china (17,9 g fibra/día) (FIB)	4 semanas
43 pacientes con DT2 (18 mujeres, 25 hombres) no insulino dependientes y con obesidad	Ensayo controlado, aleatorizado, paralelo ² : - Dieta rica en MUFA (n=22) (CO) - Dieta isocalórica rica en MUFA + fibra (6,7 g/día) + polifenoles + n-3 + n-6 + vitaminas (n=21) (FIB)	8 semanas
195 pacientes con DT2 (121 mujeres, 74 hombres) no insulino dependientes	Ensayo controlado, aleatorizado, paralelo, placebo-control para el producto, sin ciego para el tratamiento dietético: - Tratamiento dietético DT2 (n=49) (CO) - Tratamiento dietético DT2 + suplementación con fibra (15 g/día) (n= 95) (FIB) - Tratamiento dietético DT2 + suplementación con placebo isocalórico (n=48) (PLAC)	12 semanas
120 pacientes con DT2 (70 mujeres, 50 hombres) sin complicaciones diabéticas	Ensayo controlado aleatorizado, paralelo ² : - Tratamiento dietético DT2 (n=40) (CO) - Tratamiento dietético DT2 + suplementación con fibra (17,5 g/día) en forma de alimentos (n= 80) (FIB)	3 meses

¹ Sin datos disponibles sobre el sexo de los participantes.

² Sin datos disponibles sobre diseño simple/doble/triple ciego.

AUC, área bajo la curva; cDT2-DDAS, sistema de evaluación de estrés en diabetes tipo 2; DT2, diabetes tipo 2; GIP, polipéptido inhibidor gástrico; GSRS, escala de síntomas gastrointestinales; HAMA, escala de ansiedad de Hamilton; HAMD, escala de depresión de Hamilton; IL, interleuquina; IMC, índice de masa corporal; MCP-1, proteína 1 quimioatrayente de monocitos; TNF, factor de necrosis tumoral.

Efectos observados ($p < 0,05$)	Referencia
<ul style="list-style-type: none"> - AmOn vs resto de panes: descenso en glucosa postprandial (4 h) - AmOn vs 50CE y CO; 75CE vs 50CE: descenso en AUC de insulina postprandial (4 h) - 75CE vs CO: descenso en AUC de glucosa postprandial (4 h) - 75 CE, 0 CE vs CO: descenso en AUC de GIP postprandial (4 h) 	21
<p>Grupo FIB vs CO: descenso en glucosa en ayunas y HbA1c; aumento en insulina en ayunas; descenso en triglicéridos, colesterol total, LDL y HDL en ayunas; descenso en IL-6, IL-1β, TNF-α y MCP-1; mejora del estado emocional en escalas HAMA y HAMD; cambios en la composición de la microbiota.</p>	22
<p>Grupo FIB vs CO: descenso en AUC de triglicéridos, colesterol total y colesterol no-HDL postprandiales (4 h)</p>	23
<ul style="list-style-type: none"> - Grupo FIB vs CO, PLA: descenso en el cuestionario de estrés en DT2, cDT2-DDAS; descenso en la tensión diastólica. - Grupo FIB vs CO: descenso en el peso corporal, descenso en la tensión sistólica; mejora en la escala de síntomas gastrointestinales (GSRS) - Grupo FIB vs PLA: HbA1c; aumento en los niveles fecales de <i>Roseburia faecis</i> y <i>Anaerostipes hadrus</i>. 	24
<p>Cambios en los dos grupos, pero significativamente superiores en FIB vs CO: descenso en HbA1c; mejora en el perfil lipídico; aumento en la ratio péptido C postprandial (2 h) vs péptido C en ayunas; descenso en el IMC</p>	25

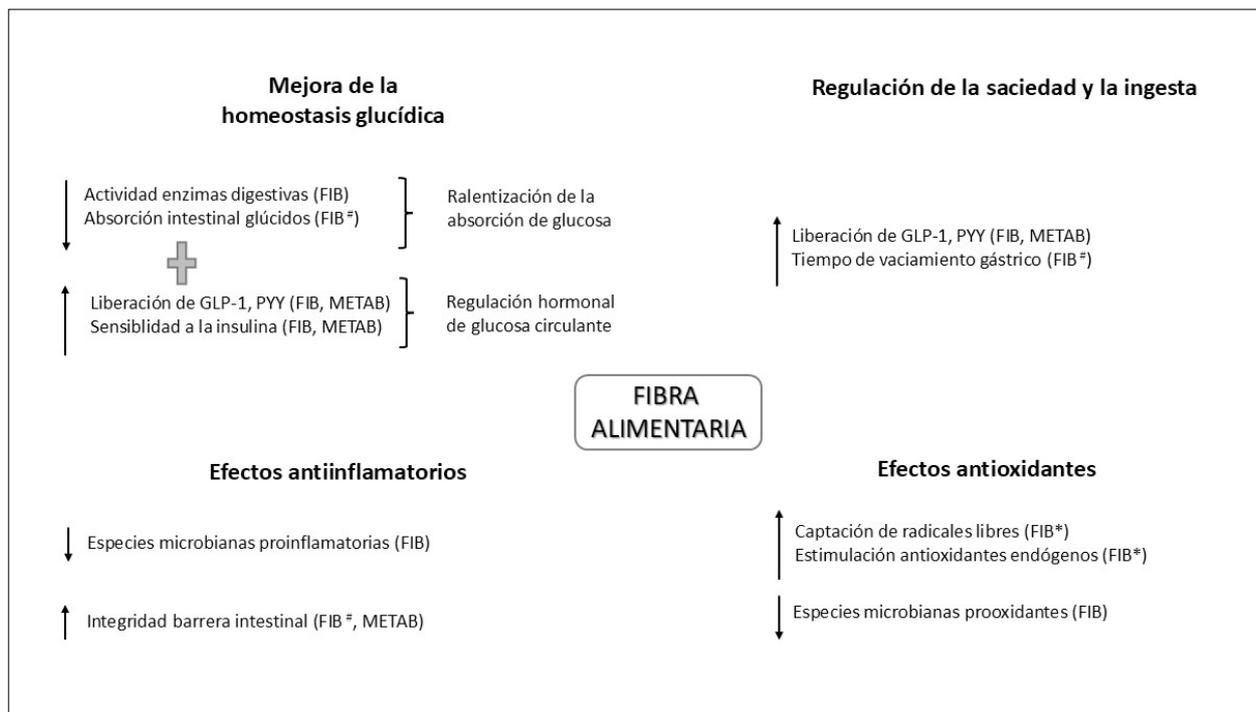


Figura 1. Principales mecanismos de acción de la fibra alimentaria en la modulación de la homeostasis glucídica y procesos fisiológicos relacionados. GLP-1, péptido similar al glucagón-1; PYY, péptido YY. FIB indica que efecto señalado se debe a la acción de la fibra intacta. El símbolo # representa que efecto deriva de la fracción glucídica de la fibra, el símbolo * representa que el efecto deriva de la fracción fenólica de la fibra, y la ausencia de símbolo representa que deriva de ambas. METAB indica que efecto señalado se debe a la acción de los postbióticos generados a partir de la fibra (fracciones glucídica y fenólica)

constituyentes de la fibra (31). Así, en nuestros trabajos hemos hallado una retroalimentación entre las fracciones glucídica y fenólica, de manera que cada una de ellas estimula la transformación microbiana de la otra (32, 33). Esta podría ser una causa de que, por ejemplo, fibras vegetales con un alto contenido en polifenoles asociados hayan mostrado efectos en factores de riesgo cardiometabólico superiores a los descrito por separado exclusivamente para polifenoles o para fibras carentes de estos compuestos (34). Por último, los polifenoles asociados a la fibra garantizan un proceso de captación de radicales libres a lo largo del todo el tubo digestivo (35), reduciendo localmente el exceso de estrés oxidativo que está presente de manera sistemática en la DT2.

Cabe señalar que, aunque los anteriores son los principales mecanismos que relacionan la fibra con la DT2, pueden existir otros para los que los datos son todavía incipientes. Por ejemplo, puede haber factores genéticos que impliquen una mayor o menor susceptibilidad a los efectos de la fibra. En ese sentido, un estudio sobre distintos polimorfismos en genes implicados en la vía de señalización canónica Wnt mostró que pueden afectar en distinto modo al efecto de la fibra en el riesgo de DT2; esto tendría que ver con el hecho de que esta vía se hiperactiva por el ácido butírico, de manera que un polimor-

fismo que inhibiera la activación de esta vía haría a la persona menos sensible a los efectos de este AGCC (36). Por otro lado, algunos resultados han mostrado que la ingesta de fibra también puede afectar a la denominada “firma metabólica” de los aminoácidos (37) y atenuar la insulinoresistencia observada en las dietas hiperproteicas mantenidas a largo plazo (38). Además, se debe considerar que la pérdida de peso descrita tras el seguimiento de dietas alta en fibra (38) -aspecto que se escapa del marco del presente artículo- también tendrá un efecto específico en los parámetros alterados en la DT2.

De manera global, los efectos que finalmente tendrá la fibra en el contexto de la DT2 son el resultado de la combinación de los mecanismos de acción mencionados, los cuales, además, pueden estar más o menos relacionados con la fracción de fibra soluble o insoluble. Por ejemplo, mientras la fermentación se relaciona más con la fibra soluble (aunque pueden existir fibras insolubles fermentables, como es el caso del almidón resistente), los aspectos relacionados con el metabolismo proteico involucran principalmente a la fibra insoluble. Ello evidencia la importancia de combinar la ingesta regular de ambos tipos de fibra (también para obtener sus efectos complementarios en la reducción del riesgo de otras patologías).

CONSIDERACIONES PRÁCTICAS

A partir de lo anterior, resulta evidente la necesidad de promover una ingesta adecuada de fibra en la población, tanto para la prevención como para el manejo de la DT2. Sin embargo, nuestro país, al igual que ocurre en la mayoría del planeta (3), mantiene unas ingestas muy inferiores; por ejemplo, en una muestra de 1.655 adultos del estudio ANIBES (Antropometría, Ingesta y Balance Energético en España) se encontró una ingesta diaria de 15 g de fibra (39), alejada de los 25-30 gramos recomendados por organismos nacionales e internacionales (40). Y, recientemente, en una muestra de 400 mujeres embarazadas en España, correspondiente al estudio ECLIPSES (Ensayo clínico para suplementar con hierro a embarazadas) se estimó una ingesta diaria de 13 g/día (41), lo que resulta especialmente crítico teniendo en cuenta el riesgo de diabetes gestacional y también de desarrollar estreñimiento durante este periodo.

Cabe preguntarse por qué una desviación tan alta entre la ingesta recomendada y la efectiva no ha dado lugar al desarrollo de campañas públicas de sensibilización. Probablemente, esto se debe a qué técnicamente, la fibra no está considerada un nutriente, por lo que no tiene el mismo abordaje que si esta situación se produjera, por ejemplo, respecto a una vitamina. Sin embargo, dada la relevancia de la fibra en la modulación de patologías con una elevada prevalencia en la sociedad y, en el contexto que nos ocupa, de la DT2, esta situación debería considerarse como un notable problema de salud pública (42) que fuera abordado como tal por los actores con capacidad para desarrollar ciertas campañas o cambios normativos, por ejemplo, en los menús de colectividades.

Desde el punto de vista de los distintos profesionales sanitarios, es importante conocer estrategias prácticas para aumentar el consumo de fibra en pacientes, tanto en riesgo de desarrollar DT2 como con la patología instaurada, mostrando cómo existen combinaciones de alimentos asequibles y adaptadas a distintos contextos socioculturales, que pueden garantizar una ingesta suficiente de fibra (42, 43). Por ejemplo, un estudio en pacientes con DT2 diseñó una dieta con una ingesta diaria de 50 gramos de fibra a partir de alimentos comunes (44). En el mismo sentido, entidades como la Academia Americana de Nutrición y Dietética recomienda elegir alimentos como tales en lugar de complementos alimenticios para garantizar una ingesta adecuada de fibra (45). Y una reciente evaluación del etiquetado de productos alimenticios en el mercado español que destacaban su contenido en fibra mostró que, en muchos casos, no presentaban un perfil nutricional mejorado frente al de análogos sin esas menciones (46), lo que resalta la importancia de una buena educación nutricional de los pacientes para que realicen elecciones globalmente saludables.

Como estrategias prácticas para aumentar la ingesta de fibra en nuestro entorno, resulta recomendable hacer un hincapié especial en el desayuno y los tentempiés de media mañana y tarde, ya que, en la actualidad, estas tres comidas solo suponen, de manera conjunta, un aporte de 3 g de fibra en la población española (39). Y, frente a la concepción muy extendida entre la población de primar los cereales como fuente de fibra, se debe enfatizar en la relevancia de otros grupos de alimentos, como las frutas, las verduras o las legumbres; de hecho, los estudios han mostrado efectos beneficiosos en el riesgo de DT2 para la fibra de frutas (12).

Además, la variedad de alimentos implica también una mayor diversidad de tipos de fibra, asociados a mecanismos de acción específicos, como ya se ha comentado.

Finalmente, cabe señalar que no se ha establecido un límite máximo de ingesta de fibra y que, en cualquier caso, las ingestas recomendadas siguen estando varias decenas de gramos por debajo de las observadas en las poblaciones con mayor ingesta (42, 45), por lo que este aspecto no debería suponer una traba para promover el consumo de fibra.

CONCLUSIONES

Existe suficiente evidencia sobre el papel de la fibra alimentaria en la prevención y el manejo de la DT2, mostrando efectos beneficiosos en la homeostasis glucídica, así como en otros factores cardiometabólicos y procesos fisiológicos alterados en esta patología y que contribuyen a su exacerbación (inflamación subclínica crónica, estrés oxidativo incrementado, disbiosis). Estos efectos derivados de la combinación de múltiples mecanismos de acción (asociados a la fibra soluble o la insoluble) se manifiestan con ingestas de fibra a partir de 25 g/día.

Sin embargo, las ingestas actuales de fibra en la mayoría de los países, incluyendo a España, siguen estando muy alejadas del mínimo de 30 g/día recomendado por múltiples organismos. Por esta razón, es necesario un esfuerzo por parte de todos los actores implicados para lograr aumentar la ingesta de fibra, tanto con un enfoque preventivo de la DT2, como incluyendo un especial énfasis en la educación nutricional del paciente diabético.

Estas recomendaciones deberían incluir consideraciones prácticas que permitan alcanzar un incremento efectivo de fibra y con ciertos requerimientos: asegurando su procedencia a partir de distintos grupos de alimentos; sin necesidad de recurrir a complementos alimenticios; con combinaciones de alimentos adaptadas a situaciones socioeconómicas y tradiciones culturales, incluyendo las alimentarias, de naturaleza diversa.

AGRADECIMIENTOS

La autora agradece su apoyo al Foro de Jóvenes Investigadores Teófilo Hernando (Fundación Teófilo Hernando/ Real Academia Nacional de Medicina de España).

DECLARACIÓN DE TRANSPARENCIA

Los autores/as de este artículo declaran no tener ningún tipo de conflicto de intereses respecto a lo expuesto en el presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Commission Directive 2008/100/EC of 28 October 2008 amending Council Directive 90/496/EEC on nutrition labelling for foodstuffs as regards recommended daily allowances, energy conversion factors and definitions. Official J European Union. 2008; 51: 9–12.
2. Cummings JH, Englyst A, Denis Burkitt and the origins of the dietary fibre hypothesis. *Nutr Res Rev.* 2018;31(1):1-15. doi: 10.1017/S0954422417000117
3. Global Burden of Disease (2017) Diet Collaborators. Health effects of dietary risks in 195 countries, 1990-2017: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017. *Lancet.* 2019;393(10184):1958-1972. doi: 10.1016/S0140-6736(19)30041-8
4. Bingham SA, Day NE, Luben R et al. European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition. Dietary fibre in food and protection against colorectal cancer in the European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition (EPIC): an observational study. *Lancet.* 2003;361(9368):1496-1501. doi: 10.1016/S0140-6736(03)13174-1
5. Sun H, Saeedi P, Karuranga S et al. IDF Diabetes Atlas: Global, regional and country-level diabetes prevalence estimates for 2021 and projections for 2045. *Diabetes Res Clin Pract.* 2022;183:109119. doi: 10.1016/j.diabres.2021.109119
6. Davies MJ, Aroda VR, Collins BS et al. Management of Hyperglycemia in Type 2 Diabetes, 2022. A Consensus Report by the American Diabetes Association (ADA) and the European Association for the Study of Diabetes (EASD). *Diabetes Care.* 2022;45(11):2753-2786. doi: 10.2337/dci22-0034
7. Srour B, Fezeu LK, Kesse-Guyot E et al. Ultra-processed Food Consumption and Risk of Type 2 Diabetes Among Participants of the NutriNet-Santé Prospective Cohort. *JAMA Intern Med.* 2020;180(2):283-291. doi: 10.1001/jamainternmed.2019.5942
8. 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. doi: 10.1093/ajcn/71.4.921
9. InterAct Consortium. Dietary fibre and incidence of type 2 diabetes in eight European countries: the EPIC-InterAct Study and a meta-analysis of prospective studies. *Diabetologia.* 2015;58(7):1394-1408. doi: 10.1007/s00125-015-3585-9
10. Yao B, Fang H, Xu W et al. Dietary fiber intake and risk of type 2 diabetes: a dose-response analysis of prospective studies. *Eur J Epidemiol.* 2014;29(2):79-88. doi: 10.1007/s10654-013-9876-x
11. Reynolds A, Mann J, Cummings J, Winter N, Mete E, Te Morenga L. Carbohydrate quality and human health: a series of systematic reviews and meta-analyses. *Lancet.* 2019;393(10170):434-445. doi: 10.1016/S0140-6736(18)31809-9
12. Partula V, Deschasaux M, Druet-Pecollo N et al. Associations between consumption of dietary fibers and the risk of cardiovascular diseases, cancers, type 2 diabetes, and mortality in the prospective NutriNet-Santé cohort. *Am J Clin Nutr.* 2020;112(1):195-207. doi: 10.1093/ajcn/nqaa063
13. Reynolds AN, Akerman AP, Mann J. Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses. *PLoS Med.* 2020;17(3):e1003053. doi: 10.1371/journal.pmed.1003053
14. Veluvali A, Snyder M. Dietary fiber deficiency in individuals with metabolic syndrome: a review. *Curr Opin Clin Nutr Metab Care.* 2023;26(6):564-569. doi: 10.1097/MCO.0000000000000971
15. Robertson MD, Wright JW, Loizon E et al. Insulin-sensitizing effects on muscle and adipose tissue after dietary fiber intake in men and women with metabolic syndrome. *J Clin Endocrinol Metab.* 2012;97(9):3326-3332. doi: 10.1210/jc.2012-1513
16. Halajzadeh J, Milajerdi A, Reiner Ž et al. Effects of resistant starch on glycemic control, serum lipoproteins and systemic inflammation in patients with metabolic syndrome and related disorders: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 2020;60(18):3172-3184. doi: 10.1080/10408398.2019.1680950
17. Juhász AE, Greff D, Teutsch B et al. Galactomannans are the most effective soluble dietary fibers in type 2 diabetes: a systematic review and network meta-analysis. *Am J Clin Nutr.* 2023;117(2):266-277. doi: 10.1016/j.ajcnut.2022.12.015
18. Baars DP, Fondevila MF, Meijnikman AS, Nieuwdorp M. The central role of the gut microbiota in the pathophysiology and management of type 2 diabetes. *Cell Host Microbe.* 2024;32(8):1280-1300. doi: 10.1016/j.chom.2024.07.017

19. Zhao L, Zhang F, Ding X et al. Gut bacteria selectively promoted by dietary fibers alleviate type 2 diabetes. *Science*. 2018;359(6380):1151-1156. doi: 10.1126/science.aao5774
20. Ojo O, Ojo OO, Zand N, Wang X. The Effect of Dietary Fibre on Gut Microbiota, Lipid Profile, and Inflammatory Markers in Patients with Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomised Controlled Trials. *Nutrients*. 2021;13(6):1805. doi: 10.3390/nu13061805
21. Bohl M, Gregersen S, Zhong Y, Hebelstrup KH, Hermansen K. Beneficial glycaemic effects of high-amylose barley bread compared to wheat bread in type 2 diabetes. *Eur J Clin Nutr*. 2024;78(3):243-250. doi: 10.1038/s41430-023-01364-x
22. Chen L, Liu B, Ren L et al. High-fiber diet ameliorates gut microbiota, serum metabolism and emotional mood in type 2 diabetes patients. *Front Cell Infect Microbiol*. 2023;13:1069954. doi: 10.3389/fcimb.2023.1069954
23. Costabile G, Salamone D, Della Pepa G et al. Differential Effects of Two Isocaloric Healthy Diets on Postprandial Lipid Responses in Individuals with Type 2 Diabetes. *Nutrients*. 2024;16(3):333. doi: 10.3390/nu16030333
24. Frias JP, Lee ML, Carter MM et al. A microbiome-targeting fibre-enriched nutritional formula is well tolerated and improves quality of life and haemoglobin A1c in type 2 diabetes: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Diabetes Obes Metab*. 2023;25(5):1203-1212. doi: 10.1111/dom.14967
25. Li X, Shi Y, Wei D, Ni W, Zhu N, Yan X. Impact of a high dietary fiber cereal meal intervention on body weight, adipose distribution, and cardiovascular risk among individuals with type 2 diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14:1283626. doi: 10.3389/fendo.2023.1283626
26. Sasaki, T., Sotome, I. and Okadome, H. In vitro starch digestibility and in vivo glucose response of gelatinized potato starch in the presence of non-starch polysaccharides. *Starch* 2015; 67: 415-423. doi: 10.1002/star.201400214
27. Goff HD, Repin N, Fabek H, El Khoury D, Gidley MJ. Dietary fibre for glycaemia control: Towards a mechanistic understanding. *Bio Carb Diet Fiber* 2018; 14:39-53. doi: j.bcdf.2017.07.005
28. Genser L, Aguanno D, Soula HA et al. Increased jejunal permeability in human obesity is revealed by a lipid challenge and is linked to inflammation and type 2 diabetes. *J Pathol*. 2018;246(2):217-230. doi: 10.1002/path.5134
29. Sauvaitre T, Etienne-Mesmin L, Sivignon A et al. Dietary fibre for glycaemia control: Towards a mechanistic understanding. *FEMS Microbiol Rev* 2020; 45: 1-36.
30. Heimann E, Nyman M, Degerman E. Pro-pionic acid and butyric acid inhibit lipolysis and de novo lipogenesis and increase insulin-stimulated glucose uptake in primary rat adipocytes. *Adipocyte*. 2014;4(2):81-8. doi: 10.4161/21623945.2014.960694
31. Pérez-Jiménez J, Díaz-Rubio ME, Saura-Calixto F. Non-extractable polyphenols, a major dietary antioxidant: occurrence, metabolic fate and health effects. *Nutr Res Rev*. 2013;26(2):118-129. doi: 10.1017/S0954422413000097
32. Saura-Calixto F, Pérez-Jiménez J, Touriño S et al. Proanthocyanidin metabolites associated with dietary fibre from in vitro colonic fermentation and proanthocyanidin metabolites in human plasma. *Mol Nutr Food Res*. 2010;54(7):939-946. doi: 10.1002/mnfr.200900276
33. Gutiérrez-Díaz I, Salazar N, Pérez-Jiménez J, de Los Reyes-Gavilán CG, Gueimonde M, González S. New players in the relationship between diet and microbiota: the role of macromolecular antioxidant polyphenols. *Eur J Nutr*. 2021;60(3):1403-1413. doi: 10.1007/s00394-020-02339-5
34. Pérez-Jiménez J, Serrano J, Tabernero M et al. Effects of grape antioxidant dietary fiber in cardiovascular disease risk factors. *Nutrition*. 2008;24(7-8):646-53. doi: 10.1016/j.nut.2008.03.012
35. Saura-Calixto F. Dietary fiber as a carrier of dietary antioxidants: an essential physiological function. *J Agric Food Chem*. 2011;59(1):43-49. doi: 10.1021/jf1036596
36. Hindy G, Mollet IG, Rukh G, Ericson U, Orho-Melander M. Several type 2 diabetes-associated variants in genes annotated to WNT signaling interact with dietary fiber in relation to incidence of type 2 diabetes. *Genes Nutr*. 2016;11:6. doi: 10.1186/s12263-016-0524-4
37. Hattersley JG, Pfeiffer AF, Roden M et al. Modulation of amino acid metabolic signatures by supplemented isoenergetic diets differing in protein and cereal fiber content. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014;99(12):2599-2609. doi: 10.1210/jc.2014-2302
38. Weickert MO, Pfeiffer AFH. Impact of Dietary Fiber Consumption on Insulin Resistance and the Prevention of Type 2 Diabetes. *J Nutr*. 2018;148(1):7-12. doi: 10.1093/jn/nxx008
39. González-Rodríguez LG, Perea Sánchez JM, Aranceta-Bartrina J et al. Intake and Dietary Food Sources of Fibre in Spain: Differences with Regard to the Prevalence of Excess Body Weight and Abdominal Obesity in Adults of the ANIBES Study. *Nutrients*. 2017;9(4):326. doi: 10.3390/nu9040326
40. Stephen AM, Champ MM, Cloran SJ et al. Dietary fibre in Europe: current state of knowledge on definitions, sources, recommendations, intakes and relationships to health. *Nutr Res Rev*. 2017;30(2):149-190. doi: 10.1017/S095442241700004X
41. Iglesias-Vázquez L, Suliburska J, Kocylowski R, Bakinowska E, Arija V. Nutrient Intake among Pregnant Women in Spain and Poland: A Comparative Analysis. *Nutrients*. 2023;15(14):3225. doi: 10.3390/nu15143225
42. Pérez-Jiménez J. Dietary fiber: still alive. *Food Chem*. 2024;439:138076. doi: 10.1016/j.foodchem.2023.138076

43. Hooper B, Spiro A, Stanner S. 30 g of fibre a day: An achievable recommendation? *Nutrition Bulletin* 40; 2015: 118-129. doi: 10.1111/nbu.12141
44. Chandalia M, Garg A, Lutjohann D, von Bergmann K, Grundy SM, Brinkley LJ. Beneficial effects of high dietary fiber intake in patients with type 2 diabetes mellitus. *N Engl J Med.* 2000;342(19):1392-1398. doi: 10.1056/NEJM200005113421903
45. Dahl WJ, Stewart ML. Position of the Academy of Nutrition and Dietetics: Health Implications of Dietary Fiber. *J Acad Nutr Diet.* 2015 Nov;115(11):1861-1870. doi: 10.1016/j.jand.2015.09.003. PMID: 26514720.
46. Ropero AB, Borrás F, Rodríguez M, Beltrá M. Nutritional Description of Processed Foods with Fibre-Related Nutrition Claims in Spain: The BADALI Project. *Nutrients.* 2023;15(16):3656. doi: 10.3390/nu15163656

Si desea citar nuestro artículo:

Pérez Jiménez J. Fibra alimentaria: un componente clave en la prevención y el manejo de la diabetes tipo 2. *An RANM.* 2025;142(01): 30-40. DOI: 10.32440/ar.2025.142.01.rev03
