

Propiedades nutraceuticas del maíz (*Zea mays* L.) e implicaciones de su consumo en personas con diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Nutraceutical properties of corn (*Zea mays* L.) and the implications of its consumption for people with type 2 diabetes mellitus (T2D).

C.B. Muñoz-Llandes^a, F.A. Guzmán-Ortiz^b, F.R. Gomez de Anda^c, G.K. González-Quijano^{d*}

^a Escuela Superior de Tizayuca, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tizayuca, Hidalgo, Mexico.

^b CONAHCYT-Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Carretera Pachuca-Tulancingo Km 4.5 s/n, Mineral de la Reforma, Hidalgo 42184, México.

^c Área Académica de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Instituto de Ciencias Agrícolas, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, 43600 Tulancingo de Bravo, Hgo, México.

^d SECIHTI-INMEGEN, Av. Insurgentes Centro 1582, Crédito Constructor, Benito Juárez, 03940 Ciudad de México, CDMX.

Autor de correspondencia: gkgonzalez@secihti.mx.

Resumen

El maíz (*Zea mays* L.) posee importantes propiedades nutraceuticas que pueden tener implicaciones positivas en la salud, especialmente en personas con diabetes mellitus tipo 2 (DM2). Es un alimento rico en carbohidratos complejos, principalmente almidón y contiene cantidades moderadas de proteínas y lípidos. Además, es una fuente importante de fibra dietética, vitaminas (como la vitamina B y E) y minerales (como el magnesio, zinc, hierro y fósforo). El maíz contiene una variedad de fitoquímicos, incluyendo compuestos fenólicos, flavonoides y carotenoides, que tienen propiedades antioxidantes los cuales ayudan a combatir el estrés oxidativo. La fibra del maíz contribuye a la salud digestiva y puede ayudar a mantener niveles estables de glucosa en sangre al ralentizar la absorción de azúcares. El aceite de maíz es una fuente de ácidos grasos esenciales, incluyendo omega-3 y omega-6, que son benéficos para la salud cardiovascular y con un adecuado equilibrio de estos ácidos grasos puede reducir la inflamación y mejorar la salud metabólica. Algunas variedades como el maíz morado son ricas en antocianinas que también tienen propiedades antioxidantes y antiinflamatorias. Sin embargo, los productos de maíz altamente procesados, como las palomitas de maíz o cereales azucarados, pueden tener un índice glicémico (IG) alto por lo que deben consumirse con precaución.

Palabras Clave: Diabetes Mellitus tipo 2, maíz, salud, nutraceuticos, compuestos bioactivos, *Zea mays* L.

Abstract

Corn (*Zea mays* L.) possesses significant nutraceutical properties that may have positive health implications, particularly for people with type 2 diabetes mellitus (T2D). It is a food rich in complex carbohydrates, primarily starch, and contains moderate amounts of protein and fat. Additionally, it is an important source of dietary fiber, vitamins (such as vitamins B and E), and minerals (such as magnesium, zinc, iron, and phosphorus). Corn contains a variety of phytochemicals, including phenolic compounds, flavonoids, and carotenoids, which have antioxidant properties that help combat oxidative stress. Corn fiber contributes to digestive health and can help maintain stable blood glucose levels by slowing the absorption of sugars. Corn oil is a source of essential fatty acids, including omega-3 and omega-6, which are beneficial for cardiovascular health; with an adequate balance of these fatty acids, it can reduce inflammation and improve metabolic health. Some varieties, such as purple corn, are rich in anthocyanins, which also have antioxidant and anti-inflammatory properties. However, highly processed corn products, such as popcorn or sugary cereals, can have a high glycemic index (GI) and should therefore be consumed with caution.

Keywords: Type 2 diabetes mellitus, corn, health, nutraceuticals, bioactive compounds, *Zea mays* L.

1. Introducción

En la actualidad, el maíz es uno de los cultivos más importantes del mundo, no solo como fuente de alimento directo, sino también como materia prima para una amplia gama de productos, desde alimentos procesados hasta biocombustibles y materiales industriales. Sin embargo, mientras su importancia económica y agrícola es innegable, el maíz también plantea cuestiones críticas de salud y nutrición, especialmente para personas que padecen

enfermedades crónicas como la diabetes mellitus tipo 2 (DM2) (Garizurieta-Bernabe 2024).

La DM2 es una enfermedad metabólica multifactorial que afecta a 589 millones de personas en todo el mundo (FID 2026). Se caracteriza por la incapacidad del cuerpo para regular adecuadamente los niveles de glucosa en sangre, ya sea debido a una producción insuficiente de insulina o a la resistencia de esta hormona. La diabetes implica un cuidadoso monitoreo de la dieta, ya que los alimentos que consumimos tienen un impacto directo en los niveles de

*Autor para la correspondencia: gkgonzalez@secihti.mx

Correo electrónico: cirobaruchs_27@hotmail.com (Ciro Baruchs Muñoz-Llandes), fabiguzman01@yahoo.com.mx (Fabiola Araceli Guzman-Ortiz), fabian_gomez9891@uaeh.edu.mx (Fabian Ricardo Gomez de Anda), gkgonzalez@secihti.mx (Génesis K. González-Quijano).

Historial del manuscrito: recibido el 19/09/2024, última versión-revisada recibida el 09/04/2026, aceptado el 03/06/2026, en línea (postprint) desde el 20/08/2026, publicado el 05/01/2027. DOI: <https://doi.org/10.29057/icbi.v14i28.13761>



glucosa en sangre. En este contexto, el maíz, presenta tanto oportunidades como desafíos para las personas con DM2 (Alonso-Bastida *et al.* 2024). El maíz ofrece una serie de beneficios nutricionales ya que es una buena fuente de carbohidratos complejos, fibra, vitaminas (especialmente del grupo B) y minerales como el magnesio y el hierro. La fibra presente en el maíz integral ayuda a mejorar la digestión y puede contribuir a la sensación de saciedad, lo que es benéfico para el control del peso, un aspecto importante en la gestión de la DM2. Además, algunos estudios sugieren que los antioxidantes presentes en el maíz, como los carotenoides, pueden tener efectos positivos en la prevención de enfermedades crónicas asociadas a daños por estrés oxidativo (Oyoque-Salcedo *et al.* 2024). Sin embargo, el maíz también presenta desafíos, especialmente por su alto contenido de carbohidratos, lo cual puede tener un impacto significativo en los niveles de glucosa en sangre después de su consumo, no obstante, la forma en que se prepara y consume el maíz es determinante. Los productos de maíz altamente procesados, que son comunes en las dietas modernas, tienden a tener un índice glicémico alto (IG), lo que puede provocar picos rápidos en los niveles de azúcar en sangre. Estos picos son particularmente problemáticos para las personas con diabetes, ya que pueden desestabilizar el control glicémico y aumentar el riesgo de complicaciones a largo plazo e inmediato por los síntomas asociados como mareos, cansancio, dolor de cabeza, entre otros (Du, Sullivan *et al.* 2024).

Este artículo tiene como objetivo proporcionar una comprensión profunda y equilibrada del maíz y sus implicaciones para la salud, con un enfoque especial en su impacto en las personas con diabetes. Se presentan estrategias prácticas para incorporar el maíz en una dieta saludable para personas con DM2 como una propuesta de consumo inteligente que les permita disfrutar del maíz de manera saludable y consciente.

2. Macronutrientes del maíz: carbohidratos, proteínas y grasas y otros nutrientes.

La investigación en biotecnología y mejoramiento genético del maíz ha llevado al desarrollo de variedades con nutrientes agregados como aminoácidos esenciales en los diferentes tipos del maíz y productos derivados, convirtiendo al maíz y subproductos en alimentos enriquecidos.

Carbohidratos

El componente más significativo del maíz es el almidón, el cual es un carbohidrato complejo. Aproximadamente el 72-73% del peso seco del maíz es almidón. Los carbohidratos son esenciales para proporcionar energía, pero en personas con DM2, la ingesta de carbohidratos debe ser controlada para evitar picos de glucosa en sangre, la recomendación de ingesta para una persona con DM2 es de 120 a 225 gramos de carbohidratos para una dieta baja en carbohidratos, sin embargo, puede reducirse en un rango de 20 a 60 gramos para controlar los picos de glucosa rápidos (Merrill *et al.* 2020). Por lo anterior, en personas con DM2, es importante tomar en cuenta el Índice Glicémico (IG) y la Carga Glicémica (CG) de los alimentos, además de la cantidad. Estos dos indicadores, son herramientas importantes en la nutrición

para evaluar el impacto de los carbohidratos en los niveles de glucosa en sangre (Jenkins *et al.* 2002, Augustin *et al.* 2015, Atkinson *et al.* 2021).

El índice glicémico (IG) es un indicador para clasificar a los alimentos de acuerdo con el impacto inmediato sobre los niveles de glucosa en sangre y hace referencia al contenido de carbohidratos de los alimentos, fue desarrollado por el Dr. David Jenkins y su equipo en la Universidad de Toronto a principios de la década de 1980. El IG compara los alimentos con un estándar de referencia, generalmente la glucosa pura, que tiene un valor de IG de 100 (1). Por lo anterior el IG se define como el valor adimensional que clasifica los alimentos según su capacidad para elevar los niveles de glucosa en sangre después de 2 horas de ser consumidos. Se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$IG = \frac{(AUC \text{ de } 50 \text{ g de carbohidratos de alimento})}{(AUC \text{ de } 50 \text{ g de carbohidratos de glucosa})} \quad (1)$$

Donde: AUC representa la medida del incremento de la glucosa en sangre durante un período de tiempo (2 horas), después de consumir una cantidad estándar de carbohidratos del alimento en cuestión. Se puede clasificar como: IG bajo: 55 o menos, IG medio: 56-69 e IG alto: 70 o más. El IG es un indicador que necesitan manejar la personas con DM2 para la planificación de dietas, también para personas que quieren controlar el peso y para evaluar el impacto potencial de los alimentos en la energía y el rendimiento físico. Otro parámetro importante es la carga glicémica (CG) la cual toma en cuenta el valor de IG y la cantidad de carbohidratos en una porción de alimento de 100 g (2). Se calcula de la siguiente manera:

$$CG = (IG * \text{carbohidratos} / 100) \quad (2)$$

Donde: IG, es el índice glicémico, la cantidad de carbohidratos en gramos considerando una base de 100 gramos de alimento, el valor se reporta en unidades los cuales se pueden encontrar en tablas de referencia al igual que los valores de IG tanto de alimentos naturales como procesados.

Un alimento se considera con CG baja cuando es menor a 10 Unidades, CG media: 11-19, CG alta: 20 o más. La CG es útil para proporcionar una evaluación más completa del impacto de un alimento en los niveles de glucosa en sangre. Para ayudar a las personas con DM2 a planificar sus comidas de manera más efectiva, diseñar dietas y mejorar la salud metabólica. Pero especialmente, para identificar alimentos que pueden provocar picos de glucosa en sangre y adaptarse mejor a las necesidades dietéticas individuales (Sulung *et al.* 2023, Jenkins *et al.* 2024).

Los valores de IG pueden variar dependiendo de la preparación y procesamiento del alimento (Van Rompay *et al.* 2013, Behbahani *et al.* 2023). Algunas páginas de internet contienen las tablas de los alimentos más comunes por regiones y sirven para estimar y clasificar por niveles de IG los alimentos más comunes en la dieta de la población, sin embargo, la mayoría de estas fuentes no son oficiales o emitidas por organismos certificados de salud. No obstante,

si existen tablas de IG oficiales que se pueden consultar para verificar con bases científicas los alimentos de mayor consumo a nivel mundial (Atkinson *et al.* 2021). Con base en tablas de alimentos comunes, es posible estimar la carga glicémica, tomando como base algunas proporciones clave para la preparación de alimentos.

En este caso el maíz fresco tiene un IG de 35, mientras que productos procesados como la harina de maíz pueden tener un IG más alto. Por ejemplo, las tortillas de maíz tienen un IG de alrededor de 46, mientras que las palomitas de maíz tienen un IG más alto de 65 y las hojuelas de maíz un IG de 81, por lo que una persona que tiene DM2, tiene que elegir productos mínimamente procesados y en caso de consumir alimentos como las tortillas de maíz, moderar la ingesta en cada comida para poder regular los picos de glucosa en sangre considerando los alimentos adicionales por cada comida (Tabla 1).

Tabla 1. Valores de IG, carbohidratos y CG del maíz y subproductos.

Alimento	IG	C (g)	CG
Maíz fresco (1/2 taza)	35	3.5	1.22
Maíz dulce (hervido) (1/2 taza)	52	15	7.8
Maíz enlatado (1/2 taza)	52	12	6.2
Tortilla de maíz (1 pza)	46	15	6.9
Palomitas de maíz (2 tazas)	65	10	6.5
Harina de maíz (1/4 taza)	68	20	13.6
Hojuelas de maíz (1 taza)	81	25	20.2

Nota: IG: índice glicémico; C: carbohidratos; CG: carga glicémica

Para personas con DM2, la ingesta de fibra es muy importante, ya que por su estructura química se metaboliza lentamente. La fibra del maíz ralentiza la digestión, lo que ayuda a evitar picos rápidos de glucosa en sangre postprandial (después de las comidas) (Reynolds *et al.* 2020). La fibra dietética del maíz también puede contribuir al control del peso corporal, ya que aumenta la sensación de saciedad y puede reducir el apetito por lo tanto es un componente clave en la nutrición y tiene importantes efectos metabólicos en personas con DM2. La fibra dietética del maíz se compone principalmente de dos tipos: fibra insoluble y fibra soluble (Escudero Álvarez *et al.* 2006). En la fibra insoluble tenemos celulosa, hemicelulosa y lignina. Los cuales a su vez están compuestos en el caso de la celulosa por un polímero lineal de glucosa unido por enlaces β -1,4. En el caso de la hemicelulosa, un polímero heterogéneo de varios monosacáridos, incluyendo xilosa, arabinosa, manosa, glucosa y ácido glucurónico. Y en el caso de la lignina un polímero complejo de fenilpropanoides. En la fibra soluble se encuentran principalmente pectinas y algunos oligosacáridos no almidonados que incluyen ácidos galacturónicos, ramnosa, arabinosa y galactosa, así como oligosacáridos de cadenas más cortas de monosacáridos, incluyendo fructo-oligosacáridos e inulina (Li *et al.* 2022).

El control de la glucemia en personas con DM2, tiene que ver con la fibra soluble, ya que esta forma geles viscosos en el intestino que ralentizan la digestión y absorción de carbohidratos (Zhang *et al.* 2021). Además, mejora el control glucémico al reducir los niveles de hemoglobina glicosilada (HbA1c) y glucosa en ayunas (Xie *et al.* 2021, Giuntini *et al.* 2022). Otro efecto atribuido al consumo de la fibra es que

mejora la sensibilidad a la insulina, ya que, al promover la fermentación de la fibra soluble en el colon, produce ácidos grasos de cadena corta (AGCC) que mejoran la sensibilidad a la insulina (Mazhar *et al.* 2023).

Así mismo, el consumo de fibra soluble está asociado con una disminución de colesterol ya que la fibra soluble se une a los ácidos biliares en el intestino, promoviendo su excreción y reduciendo la absorción de colesterol (Charles-Messance *et al.* 2020). Adicionalmente, la fibra al aumentar la sensación de saciedad ayuda a reducir la ingesta calórica y promueve la pérdida de peso con lo cual mejoran los marcadores metabólicos gradualmente en pacientes con DM2 (He *et al.* 2022).

Proteínas

El maíz contiene entre 9-11% de proteínas, dependiendo de la variedad. La principal proteína del maíz es la zeína, que es una proteína de baja calidad biológica debido a su deficiencia en ciertos aminoácidos esenciales, como la lisina y el triptófano. Sin embargo, el maíz sigue siendo una fuente importante de proteínas en muchas dietas, especialmente cuando se combina con otras fuentes proteicas que complementen su perfil de aminoácidos. Aunque la zeína no es completa en términos de aminoácidos esenciales, el maíz puede complementar la ingesta proteica cuando se combina con legumbres o productos de origen animal, mejorando así la calidad nutricional de la dieta (Falsafi *et al.* 2023).

La zeína es una de las principales proteínas de reserva en el maíz (*Zea mays* L.), pertenece a la familia de las prolaminas y representa aproximadamente el 50% del contenido proteico total del grano. La zeína se clasifica en diferentes subgrupos según su solubilidad y estructura primaria: α -zeína, β -zeína, γ -zeína y δ -zeína. La α -zeína es la más abundante, constituyendo alrededor del 70-85% de la zeína total (Figura 1). Las zeínas son ricas en aminoácidos hidrofóbicos como prolina y glutamina, lo que les confiere su baja solubilidad en agua (Khan *et al.* 2019). La zeína es conocida por sus propiedades funcionales únicas, incluyendo su capacidad para formar películas hidrófobas (repelente al agua). Estas propiedades han permitido su uso en aplicaciones industriales, como bioplásticos, recubrimientos comestibles y encapsulaciones de fármacos (Oleandro *et al.* 2024). En este sentido, los esfuerzos en la biotecnología han estado dirigidos a modificar el contenido de zeína para mejorar la calidad nutricional del maíz. Esto incluye la supresión de ciertos genes que codifican para zeínas específicas alergénicas o la introducción de genes que aumenten el contenido de los aminoácidos esenciales como la lisina (Huang *et al.* 2004, Guo *et al.* 2018, Khan *et al.* 2019).

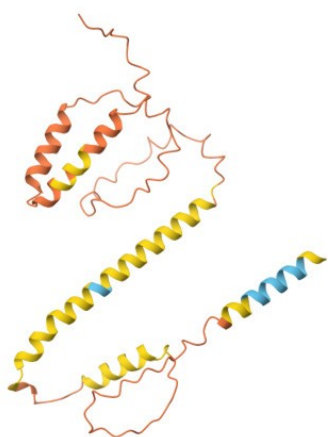


Figura 1. Proteína α -zeína, RCSB Protein Data Bank.

Según un estudio publicado en 2021 por Gautam *et al.*, se ha logrado aumentar significativamente el contenido de provitamina A en el maíz mediante la manipulación genética del carotenoide (Gautam *et al.* 2021). Así mismo, la mejora del perfil proteico del maíz ha sido otro objetivo importante. Por lo que mediante la edición del genoma utilizando la técnica de CRISPR/Cas9. Estos cambios no solo mejoran el valor nutricional del maíz, sino que también pueden tener un impacto positivo en la salud humana, especialmente en regiones donde el maíz es un alimento básico (Young *et al.* 2019, Hunter 2021).

Grasas

El contenido de grasas en el maíz es relativamente bajo, representando alrededor del 4-5% de su peso seco. Las grasas presentes en el maíz son principalmente insaturadas, con un perfil favorable de ácidos grasos. Los cuales son poliinsaturados, especialmente el ácido linoleico (C18:2, omega-6), el cual es el más abundante en el maíz, representa aproximadamente el 30-60%. El ácido alfa-linolénico (C18:3, omega-3) menos del 1%. También contiene ácidos grasos monoinsaturados como el ácido oleico (C18:1, omega-9) entre el 20-40% y en menor cantidad a los ácidos grasos saturados como son el ácido palmítico (C16:0) aproximadamente del 10-20% y el ácido esteárico (C18:0) alrededor del 2-5% del total de ácidos grasos.

Las grasas insaturadas son benéficas para la salud cardiovascular y pueden jugar un papel en la mejora de la sensibilidad a la insulina (Peña Betancourt 2017, Baranowska 2023). En el caso del ácido linoleico se ha reportado que puede mejorar la sensibilidad a la insulina y reducir los niveles de glucosa en sangre (Moloney *et al.* 2004). Además, puede ayudar a reducir los niveles de colesterol LDL (Ide *et al.* 2018, Mousavi *et al.* 2021). Así mismo, el ácido alfa-linolénico (Omega-3) tiene propiedades antiinflamatorias y mejora del perfil lipídico principalmente triglicéridos (Okanović *et al.* 2015, Orang *et al.* 2020).

En el caso de los ácidos grasos saturados como el ácido palmítico y el ácido esteárico, presentes en menores cantidades en el maíz aunque se ha asociado con un aumento de la resistencia a la insulina y un mayor riesgo de desarrollar DM2 no se ha comprobado que la provoquen, sin embargo, si existen complicaciones asociadas al exceso de estos ácidos grasos en su mayoría enfermedades cardiovasculares, por lo

que es recomendable reducir la ingesta de estos ácidos grasos y reemplazarlos por ácidos grasos poliinsaturados en la dieta de las personas en general (Gaeini *et al.* 2022, Lee *et al.* 2022).

Nutrientes esenciales y antinutrientes

Por otra parte, la reducción de antinutrientes como el ácido fítico mejora la biodisponibilidad de minerales como el hierro y el zinc. Estudios recientes han demostrado que mediante la edición genética es posible reducir la producción de ácido fítico en el maíz, lo cual mejora la absorción de estos minerales en el organismo. Un estudio publicado en 2022 mostró una disminución significativa del ácido fítico en líneas de maíz modificadas genéticamente, lo cual representa un avance importante en la biofortificación de los cultivos (Kumar, Yadav *et al.* 2022, Wei, Long *et al.* 2023).

Además de los nutrientes básicos, se ha trabajado en el aumento de compuestos bioactivos como los polifenoles y los antioxidantes. Estos compuestos tienen propiedades nutraceuticas que pueden ayudar a prevenir enfermedades crónicas como la DM2, el cáncer y las enfermedades cardiovasculares. Investigaciones recientes han logrado incrementar los niveles de antocianinas en el maíz, lo cual mejora su capacidad antioxidante y por lo tanto sus propiedades antiinflamatorias (Chachar *et al.* 2024, Miller *et al.* 2022).

La implementación de estas mejoras genéticas en el maíz no solo tiene implicaciones para la nutrición humana, sino también para la salud pública en general. La biofortificación del maíz puede contribuir significativamente a la reducción de deficiencias nutricionales en poblaciones vulnerables y mejorar la calidad de vida en regiones dependientes de este cereal. El maíz biofortificado con múltiples nutrientes podría reducir la prevalencia de deficiencias nutricionales en más del 30% en algunas regiones de escasos recursos (Teklu *et al.* 2023). Es importante resaltar que los avances en la ingeniería genética del maíz han permitido mejorar significativamente sus propiedades nutraceuticas y nutricionales. Estos desarrollos tienen el potencial de contribuir de manera importante a la seguridad alimentaria y la salud pública global, especialmente en regiones donde el maíz es un alimento básico.

3. Efecto metabólico del consumo del maíz en la población mexicana

La sensibilidad a la insulina se refiere a la eficiencia con la que las células del cuerpo responden a esta hormona que facilita la absorción de glucosa desde el torrente sanguíneo hacia las células. En personas con DM2, la resistencia a la insulina es un problema común que depende de varios factores, por lo que hay que controlar en la dieta los tipos de nutrientes y su metabolismo. El consumo de alimentos ricos en carbohidratos puede influir en la sensibilidad a la insulina de varias maneras como en la digestión y absorción lenta de los carbohidratos complejos lo cual evita picos rápidos en los niveles de glucosa en sangre, reduciendo la carga sobre el páncreas para producir insulina y mejorando la sensibilidad a la insulina a largo plazo (Escudero Álvarez *et al.* 2006). El hecho de que el maíz contiene fibra dietética, que ralentiza la

digestión y la absorción de glucosa, mejorando la acción de la insulina producida por el cuerpo (Saboo *et al.* 2022). Así mismo, el impacto de los antioxidantes como los carotenoides (luteína y zeaxantina) y compuestos fenólicos (Wang *et al.* 2019) ayudan en la reducción del estrés oxidativo intracelular (Ali 2024).

Debido a su contenido de carbohidratos complejos y fibra, el maíz puede tener un impacto moderado en los niveles de glucosa en sangre, comparado con alimentos que contienen azúcares simples, sin embargo, su consumo debe ser controlado durante la dieta diaria ya que muchos alimentos en la dieta del mexicano contiene productos hechos con maíz, y en cada comida los mexicanos acostumbran a comer cantidades altas de tortillas entre otros cereales como arroz y fuentes de carbohidratos combinados como frijoles, por lo que si deben regularse las porciones de cada alimento que es incluido en la dieta de personas con DM2 (Denova-Gutiérrez *et al.* 2020).

Saboo *et al.* 2022, reportaron el impacto del maíz y sus derivados en la salud metabólica y la DM2, indicando que una dieta rica en granos enteros de maíz mejora la sensibilidad a la insulina en comparación con una dieta rica en granos refinados. En el caso del maíz azul, conocido por su alto contenido de antocianinas las cuales son potentes antioxidantes Magaña-Cerino *et al.* 2020, mostraron que el consumo de esta variedad puede mejorar los niveles de glucosa en sangre y aumentar la sensibilidad a la insulina en comparación con el maíz amarillo convencional. Adicionalmente, es útil comparar el impacto del maíz con otros granos y fuentes de carbohidratos para entender mejor sus beneficios y limitaciones en una dieta para controlar el impacto de glucosa en sangre (Tabla 2) (Tsihlias *et al.* 2000, MSD 2024).

Tabla 2. IG de las principales harinas de cereales consumidas en México.

Cereal/subproducto	IG
Harina de maíz amarillo	68
Harina de maíz azul	55
Harina de trigo blanca	71
Harina de trigo integral	69
Harina de avena	55
Harina de arroz	95
Harina de cebada	53

La investigación científica sugiere que el maíz comparado con otros granos como el trigo o el arroz presenta un perfil nutricional más favorable respecto a una respuesta metabólica, es decir con menos inflamación crónica y un balance entre la producción y absorción de insulina, más la adecuada absorción de nutrientes. Sin embargo, es necesario considerar la forma de preparación y el contexto dietético general para maximizar sus beneficios y minimizar cualquier riesgo.

Si no se controla adecuadamente, el consumo de maíz puede llevar a picos de glucosa en sangre y provocar mucha variabilidad en el IG. Así mismo, el consumo excesivo de carbohidratos refinados y productos de maíz procesados

puede exacerbar la resistencia a la insulina lo cual causa daños celulares muchas veces irreversibles (Lee *et al.* 2021).

4. Recomendaciones generales

El procesamiento del maíz puede alterar significativamente su perfil nutricional, aumentando el riesgo de problemas de salud para las personas con DM2 hablando de la harina de maíz refinada, utilizada en productos como las tortillas de maíz blanco, arepas y tamales, ya que tienen menos fibra y nutrientes en comparación con el maíz integral. Estos productos tienen un índice glicémico más alto, además de que el proceso de refinado elimina gran parte del germen y el salvado del maíz, donde se encuentran la mayoría de los nutrientes y fibra lo que resulta en una menor calidad nutricional. Productos como las hojuelas de maíz, las palomitas de maíz con mantequilla y en general los snacks de maíz, por ejemplo, frituras de maíz, suelen contener aditivos, azúcares y grasas adicionales, que pueden aumentar significativamente su carga calórica y glicémica (Menichetti, *et al.* 2023). Por lo tanto, es esencial que las personas con DM2 supervisen la cantidad de carbohidratos que consumen en cada comida para mantener los niveles de glucosa en sangre dentro de un rango saludable.

Las personas con DM2, deben planificar las comidas y controlar las porciones, por ejemplo, en el caso del consumo de tortillas, de preferencia consumir tortillas hechas de maíz integral o nixtamalizado las cuales tienen un índice glicémico más bajo y conservan más nutrientes que las versiones refinadas (Baranowska 2023, Kern *et al.* 2026).

Respecto a las palomitas de maíz, evitar el uso de aceite excesivo, mantequilla o azúcares añadidos y en porciones reducidas pues, aunque han sido consideradas como un snack saludable para personas con DM2, pueden generar picos de glucosa rápidos (Coco *et al.* 2019). De igual manera, las hojuelas de maíz y otros cereales procesados tienen alta carga glicémica. Es mejor optar por alternativas integrales sin azúcar añadido y sin endulzantes o ingredientes agregados como fruta confitada, chocolate, entre otros.

Es necesario, evitar las frituras maíz y optar por versiones horneadas o hacerlas en casa para ayudar a reducir la ingesta de grasas no saludables e ingredientes añadidos ya que muchos de estos alimentos contienen azúcares y aditivos que alteran significativamente su calidad nutricional. Así como monitorear el tamaño de las porciones (Gomez 2015).

Es recomendable limitar el consumo de maíz a una o dos veces al día y equilibrarlo con otros carbohidratos complejos además de llevar un registro de los alimentos consumidos para identificar patrones y ajustar la dieta según sea necesario (Bohari *et al.* 2026). Algunas recomendaciones saludables podrían ser el consumo del maíz fresco, cocido al vapor o asado para tener un bajo índice glicémico y alto contenido de fibra. Evitar agregar mantequilla y optar por especias y hierbas puede mantenerlo como una opción saludable. Para maximizar los beneficios del maíz en la dieta de personas con DM2, es recomendable consumir maíz en la forma más natural posible, como maíz entero, tortillas de maíz integrales o harina de maíz integral. Evitar las versiones altamente

procesadas y azucaradas ayudará a mantener los niveles de glucosa y mejorar la salud general.

5. Conclusiones

En conclusión, al combinar el maíz con otras fuentes de proteínas y grasas saludables, se puede lograr una dieta más equilibrada y completa, mejorando la gestión general de la DM2. La elección de formas menos procesadas de maíz, el control de porciones y la combinación adecuada con otros alimentos pueden ayudar a mitigar estos riesgos. Es fundamental que las personas con DM2 trabajen con profesionales de la salud para diseñar un plan de alimentación que maximice los beneficios de su dieta incluyendo el maíz para llevar un seguimiento adecuado de su dieta en general.

El maíz puede ser una parte saludable de la dieta de una persona con DM2 cuando se eligen las formas adecuadas, se preparan de manera saludable y se combinan con otros alimentos que ayudan a mantener el control glicémico. A través de la selección cuidadosa de productos, la preparación de recetas equilibradas y el control de porciones, las personas con DM2 pueden disfrutar del maíz y aprovechar sus beneficios nutricionales sin comprometer su salud.

Es importante recordar que la gestión de la DM2 va más allá de simplemente controlar la glucosa en sangre. También implica mantener un peso saludable, promover la salud cardiovascular, gestionar el estrés y mantener un estilo de vida activo, así como llevar un acompañamiento y control médico.

A medida que avanzamos hacia el futuro, es probable que surjan nuevas investigaciones y desarrollos en el campo de la nutrición y la salud. Se necesitan más estudios para comprender mejor los efectos del maíz y sus derivados en la salud, especialmente en poblaciones con enfermedades crónicas como la DM2. Además, es importante seguir promoviendo la investigación en técnicas agrícolas sostenibles y prácticas de cultivo que maximicen los beneficios nutricionales del maíz mientras minimizan su impacto ambiental.

Referencias

- Ali, M. S. A., Shanawaz; Islam, Md. Rockibul; Ahamed, Md. Sazu; Rahaman, Md. Ashikur; Khatun, Mst. Khodeza; Alam, Md. Ashraf (2024). Diabetes Mellitus Control Including Fruits in Diet: Exhaustive Review and Meta-analysis. *Asian Journal of Food Research and Nutrition*, 3, 43-59.
- Alonso-Bastida, A., Cervantes-Bobadilla, M., Salazar-Piña, D. A., Adam-Medina, M., García-Morales, J., & Terrazas-Meráz, M. A. (2024). Estimation of HbA1c for DMT2 risk prediction on the Mexican population based in Artificial Neural Networks. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 36, 101905, doi:https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2023.101905.
- Atkinson, F. S., & Brand-Miller, J. C. (2021). International tables of glycemic index and glycemic load values 2021: a systematic review. *114*, 1625-1632, doi:10.1093/ajcn/nqab233.
- Augustin, L. S. A., Kendall, C. W. C., Jenkins, D. J. A., Willett, W. C., Astrup, A., Barclay, A. W., . . . Poli, A. (2015). Glycemic index, glycemic load and glycemic response: An International Scientific Consensus Summit from the International Carbohydrate Quality Consortium (ICQC). *Nutr Metab Cardiovasc Dis*, 25, 795-815, doi:10.1016/j.numecd.2015.05.005.
- Baranowska, A. (2023). The nutritional value and health benefits of sweet corn kernels (*zea mays* ssp. *Saccharata*). *Health Problems of Civilization*, 17, 408-416, doi:10.5114/hpc.2023.133364.
- Behbahani, H. B., Shokuhi, M., Clark, C. C. T., Javid, A. Z., Aghamohammadi, V., bazyar, H., . . . Haybar, H. (2023). Glycemic index, glycemic load, dietary insulin index, and dietary insulin load in relation to cardiometabolic risk factors among participants with atheroscler: across-sectional study. *BMC Nutrition*, 9, 98, doi:10.1186/s40795-023-00755-4.
- Bohari, B., Rimbawan, R., Nasution, Z., & Handharyani, E. (2026). Anti-Diabetic Potential of Corn (*Zea mays* L.) Silk: A Systematic Review and Meta-Analysis of Preclinical Studies. *Preventive nutrition and food science*, 31(1), pnf.2025.211. https://doi.org/10.3746/pnf.2025.211.
- Chachar, Z., Lai, R., Ahmed, N., Lingling, M., Chachar, S., Paker, N. P., & Qi, Y. (2024). Cloned genes and genetic regulation of anthocyanin biosynthesis in maize, a comparative review. *Frontiers in Plant Science*, 15, doi:10.3389/fpls.2024.1310634.
- Charles-Messance, H., Mitchelson, K. A. J., De Marco Castro, E., Sheedy, F. J., & Roche, H. M. (2020). Regulating metabolic inflammation by nutritional modulation. *Journal of Allergy and Clinical Immunology*, 146, 706-720, doi:https://doi.org/10.1016/j.jaci.2020.08.013.
- Coco, M. G., Jr, & Vinson, J. A. (2019). Analysis of Popcorn (*Zea mays* L. var. *evarta*) for Antioxidant Capacity and Total Phenolic Content. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 8(1), 22, https://doi.org/10.3390/antiox8010022.
- Denova-Gutiérrez, E., Vargas-Chanes, D., Hernández, S., Muñoz-Aguirre, P., Napier, D., & Barquera, S. (2020). Linking socioeconomic inequalities and type 2 diabetes through obesity and lifestyle factors among Mexican adults: a structural equations modeling approach. *Salud Pública de México*, 62, 192-202, doi:10.21149/10819.
- Du, S., Sullivan, V. K., Fang, M., Appel, L. J., Selvin, E., & Rebholz, C. M. (2024). Ultra-processed food consumption and risk of diabetes: results from a population-based prospective cohort. *Diabetologia*, doi:10.1007/s00125-024-06221-5.
- Escudero Álvarez, E., & González Sánchez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*, 21, 61-72.
- Falsafi, S. R., Topuz, F., Esfandiari, Z., Can Karaca, A., Jafari, S. M., & Rostamabadi, H. (2023). Recent trends in the application of protein electrospun fibers for loading food bioactive compounds. *Food Chemistry: X*, 20, 100922, doi.org/10.1016/j.fochx.2023.100922.
- Federación Internacional de Diabetes (FID), Abril 2026. Datos y cifras: disponible en: https://idf.org/es/about-diabetes/diabetes-facts-figures/.
- Gaeini, Z., Bahadoran, Z., & Mirmiran, P. (2022). Saturated Fatty Acid Intake and Risk of Type 2 Diabetes: An Updated Systematic Review and Dose-Response Meta-Analysis of Cohort Studies. *Advances in Nutrition*, 13, 2125-2135, doi:https://doi.org/10.1093/advances/nmac071.
- Garizurieta-Bernabe, J., & García-Sánchez, E. (2024). Tecnificación del cultivo de maíz como estrategia para el desarrollo regional de Veracruz. *Agricultura, Sociedad Y Desarrollo*, 21, 348-368., doi.org/10.1002/9781119672425.ch5.
- Gautam, V., Rana, G. S., Kumar, P., & Watpade, S. (2021). Development of Carotenoids Rich Grains by Genome Engineering *Genome Engineering for Crop Improvement* (pp. 83-96).
- Giuntini, E. B., Sardá, F. A. H., & de Menezes, E. W. (2022). The Effects of Soluble Dietary Fibers on Glycemic Response: An Overview and Futures Perspectives. *Foods*, 11, 3934.
- Gomez, Erljohn & Lo, Nastassja & Mallari, Joyce & Manalang, Michelle & Penullar, Nicko. (2015). 113: The effects of corn (*Zea mays*) in the dietary management of patients with type 2 diabetes mellitus. *BMJ Open*. 5, bmjopen-2015. 10.1136/bmjopen-2015-forum2015abstracts.113.
- Guo, X., Duan, X., Wu, Y., Cheng, J., Zhang, J., Zhang, H., & Li, B. (2018). Genetic Engineering of Maize (*Zea mays* L.) with Improved Grain Nutrients. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 66, 1670-1677, doi:10.1021/acs.jafc.7b05390.
- He, Y., Wang, B., Wen, L., Wang, F., Yu, H., Chen, D., . . . Zhang, C. (2022). Effects of dietary fiber on human health. *Food Science and Human Wellness*, 11, 1-10, doi:https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.07.001.
- Huang, S., Adams, W. R., Zhou, Q., Malloy, K. P., Voyles, D. A., Anthony, J., . . . Luethy, M. H. (2004). Improving Nutritional Quality of Maize Proteins by Expressing Sense and Antisense Zein Genes. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 52, 1958-1964, doi:10.1021/jf0342223.
- Hunter, C. T. (2021). CRISPR/Cas9 Targeted Mutagenesis for Functional Genetics in Maize. *Plants (Basel)*, 10, doi:10.3390/plants10040723.
- Ide, K., Koshizaka, M., Tokuyama, H., Tokuyama, T., Ishikawa, T., Maezawa, Y., Yokote, K. (2018). N-3 polyunsaturated fatty acids improve lipoprotein particle size and concentration in Japanese patients

- with type 2 diabetes and hypertriglyceridemia: a pilot study. *Lipids in Health and Disease*, 17, 51, doi:10.1186/s12944-018-0706-8.
- Jenkins, D. J., Kendall, C. W., Augustin, L. S., Franceschi, S., Hamidi, M., Marchie, A., Axelsen, M. (2002). Glycemic index: overview of implications in health and disease. *Am J Clin Nutr*, 76, 266S-273S, doi:10.1093/ajcn/76/1.266S.
- Jenkins, D. J. A., Willett, W. C., Yusuf, S., Hu, F. B., Glenn, A. J., Liu, S., . . . Yang, W. (2024). Association of glycaemic index and glycaemic load with type 2 diabetes, cardiovascular disease, cancer, and all-cause mortality: a meta-analysis of mega cohorts of more than 100 000 participants. *The Lancet Diabetes & Endocrinology*, 12, 107-118, doi:10.1016/S2213-8587(23)00344-3.
- Khan, N. U., Sheteiwy, M., Lihua, N., Khan, M. M. U., & Han, Z. (2019). An update on the maize zein-gene family in the post-genomics era. *Food Production, Processing and Nutrition*, 1, 13, doi:10.1186/s43014-019-0012-5.
- Kern, M., & Hooshmand, S. (2026). Dry-Milled Corn and Corn Products and Health: A Narrative Review. *Food science & nutrition*, 14(2), e71518. https://doi.org/10.1002/fsn3.71518.
- Kumar, D., Yadav, A., Ahmad, R., Dwivedi, U. N., & Yadav, K. (2022). CRISPR-Based Genome Editing for Nutrient Enrichment in Crops: A Promising Approach Toward Global Food Security. *Front Genet*, 13, 932859, doi:10.3389/fgene.2022.932859.
- Lee, J. H., Duster, M., Roberts, T., & Devinsky, O. (2022). United States Dietary Trends Since 1800: Lack of Association Between Saturated Fatty Acid Consumption and Non-communicable Diseases. *Frontiers in Nutrition*, 8, doi:10.3389/fnut.2021.748847.
- Lee, S.-H., Park, S.-Y., & Choi, C. S. (2021). Insulin Resistance: From Mechanisms to Therapeutic Strategies. *dmj*, 46, 15-37, doi:10.4093/dmj.2021.0280.
- Li, S., Hu, N., Zhu, J., Zheng, M., Liu, H., & Liu, J. (2022). Influence of modification methods on physicochemical and structural properties of soluble dietary fiber from corn bran. *Food Chemistry: X*, 14, 100298, doi:https://doi.org/10.1016/j.fochx.2022.100298.
- Mazhar, M., Zhu, Y., & Qin, L. (2023). The Interplay of Dietary Fibers and Intestinal Microbiota Affects Type 2 Diabetes by Generating Short-Chain Fatty Acids. *Foods*, 12, 1023.
- Magaña-Cerino, J., Arturo Peniche-Pavía, H., Tiessen, A., & Magdalena Gurrola-Díaz, C. (2020). Pigmented Maize (*Zea Mays* L.) Contains Anthocyanins with Potential Therapeutic Action Against Oxidative Stress - A Review. *Polish Journal of Food & Nutrition Sciences*, 70, 185–199.
- Menichetti, F., & Leone, A. (2023). Consumption of Ultra-Processed Foods and Health Harm. *Nutrients*, 15(13), 2945, doi.org/10.3390/nu15132945.
- Merrill, J. D., Soliman, D., Kumar, N., Lim, S., Shariff, A. I., & Yancy, W. S., Jr (2020). Low-Carbohydrate and Very-Low-Carbohydrate Diets in Patients With Diabetes. *Diabetes spectrum : a publication of the American Diabetes Association*, 33(2), 133–142, doi.org/10.2337/ds19-0070.
- Miller, V., Micha, R., Choi, E., Karageorgou, D., Webb, P., & Mozaffarian, D. (2022). Evaluation of the Quality of Evidence of the Association of Foods and Nutrients With Cardiovascular Disease and Diabetes: A Systematic Review. *JAMA Network Open*, 5, e2146705-e2146705, doi:10.1001/jamanetworkopen.2021.46705.
- Moloney, F., Yeow, T.-P., Mullen, A., Nolan, J. J., & Roche, H. M. (2004). Conjugated linoleic acid supplementation, insulin sensitivity, and lipoprotein metabolism in patients with type 2 diabetes mellitus. *Am J Clin Nutr*, 80, 887-895, doi.org/10.1093/ajcn/80.4.887.
- Mousavi, S. M., Jalilpiran, Y., Karimi, E., Aune, D., Larijani, B., Mozaffarian, D., . . . Esmaillzadeh, A. (2021). Dietary Intake of Linoleic Acid, Its Concentrations, and the Risk of Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Dose-Response Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. 44, 2173-2181, doi:10.2337/dc21-0438.
- MSD, M. (2024). Índice glucémico de algunos alimentos. from https://www.msmanuals.com/es-mx/professional/multimedia/table/%C3%A9ndice-gluc%C3%A9mico-de-algunos-alimentos
- Okanović, A., Prnjavorac, B., Jusufović, E., & Sejdinović, R. (2015). Alpha-lipoic acid reduces body weight and regulates triglycerides in obese patients with diabetes mellitus. *Med Glas (Zenica)*, 12, 122-127, doi:10.17392/798-15.
- Oleandro, E., Stanzione, M., Buonocore, G. G., & Lavorgna, M. (2024). Zein-Based Nanoparticles as Active Platforms for Sustainable Applications: Recent Advances and Perspectives. *Nanomaterials*, 14, 414.
- Orang, Z., Mohsenpour, M. A., & Mozaffari-Khosravi, H. (2020). Effect of Omega-3 fatty acid supplementation on inflammatory markers and insulin resistance indices in patient with type 2 diabetes and nonalcoholic fatty liver: A randomized double-blind clinical trial. *Obesity Medicine*, 19, 100278, doi.org/10.1016/j.obmed.2020.100278.
- Oyoque-Salcedo, G., Arias-Martínez, S., Gutiérrez-Cárdenas, O. G., Montañez-Soto, J. L., Oregel-Zamudio, E., & Torres-García, J. R. (2024). Nutritional Enhancement of Polimaize Lines: Integrating Native Mexican Maize Alleles into High-Yield Varieties. *Agronomy*, 14, 403.
- Peña Betancourt, S., Gutiérrez Tolentino, R. and Schettino, B. (2017). Proximate Composition, Fatty Acid Profile and Mycotoxin Contamination in Several Varieties of Mexican Maize. *Food and Nutrition Sciences*, 8, 865-872, doi:10.4236/fns.2017.89062.
- Reynolds, A. N., Akerman, A. P., & Mann, J. (2020). Dietary fibre and whole grains in diabetes management: Systematic review and meta-analyses. *PLOS Medicine*, 17, e1003053, doi:10.1371/journal.pmed.1003053.
- Saboo, B., Misra, A., Kalra, S., Mohan, V., Aravind, S. R., Joshi, S., Salis, S. (2022). Role and importance of high fiber in diabetes management in India. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, 16, 102480, doi.org/10.1016/j.dsx.2022.102480.
- Sulung, N. K., Aziss, N. A. S. M., Kutbi, N. F., Ahadaali, A. A., Zairi, N. A., Mahmood, I. I., . . . Azlan, A. (2023). Validation of in vitro glycaemic index (eGI) and glycaemic load (eGL) based on selected baked products, beverages, and canned foods. *Food Chemistry Advances*, 3, 100502, doi.org/10.1016/j.focha.2023.100502.
- Teklu, D., Gashu, D., Joy, E. J. M., Amede, T., & Broadley, M. R. (2023). Effectiveness of Agronomic Biofortification Strategy in Fighting against Hidden Hunger. *Agronomy*, 13, 2173.
- Tsihlias, E. B., Gibbs, A. L., McBurney, M. I., & Wolever, T. M. S. (2000). Comparison of high- and low-glycemic-index breakfast cereals with monounsaturated fat in the long-term dietary management of type 2 diabetes. *Am J Clin Nutr*, 72, 439-449, doi.org/10.1093/ajcn/72.2.439.
- Van Rompay, M. I., McKeown, N. M., Castaneda-Sceppa, C., Ordovás, J. M., & Tucker, K. L. (2013). Carbohydrate nutrition differs by diabetes status and is associated with dyslipidemia in Boston Puerto Rican adults without diabetes. *J Nutr*, 143, 182-188, doi:10.3945/jn.112.168914.
- Wang, K.-J., & Zhao, J.-L. (2019). Corn silk (*Zea mays* L.), a source of natural antioxidants with α -amylase, α -glucosidase, advanced glycation and diabetic nephropathy inhibitory activities. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 110, 510-517, doi.org/10.1016/j.biopha.2018.11.126.
- Wei, X., Long, Y., Yi, C., Pu, A., Hou, Q., Liu, C., . . . Wan, X. (2023). Bibliometric Analysis of Functional Crops and Nutritional Quality: Identification of Gene Resources to Improve Crop Nutritional Quality through Gene Editing Technology. *Nutrients*, 15, 373.
- Xie, Y., Gou, L., Peng, M., Zheng, J., & Chen, L. (2021). Effects of soluble fiber supplementation on glycemic control in adults with type 2 diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Clinical Nutrition*, 40, 1800-1810, doi.org/10.1016/j.clnu.2020.10.032.
- Young, J., Zastrow-Hayes, G., Deschamps, S., Svitashv, S., Zaremba, M., Acharya, A., . . . Kumar, S. (2019). CRISPR-Cas9 Editing in Maize: Systematic Evaluation of Off-target Activity and Its Relevance in Crop Improvement. *Scientific Reports*, 9, 6729, doi:10.1038/s41598-019-43141-6.
- Zhang, H., Li, Z., Zhang, L., Lai, P. F. H., Tian, Y., Cui, S. W., & Ai, L. (2021). Effects of soluble dietary fibers on the viscosity property and digestion kinetics of corn starch digesta. *Food Chemistry*, 338, 127825, doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127825.

ACEPTADO--ACCEPTED