

Papel de la Maltodextrina en la Salud Humana

Trabajo de grado para optar por título de Especialista en Alimentación y Nutrición

Asesor Leonardo Acuña V. MsC.

**Junieth Vanessa Meriño Castaño, Médica
Jhorlen Zulay Pedraza Vera, Nutricionista**

**Unilasallista Corporación Universitaria
Facultad de Ingeniería
Especialización en Alimentación y Nutrición
Caldas-Antioquia
2023**

Contenido

Resumen.....	3
Palabras Clave: Maltodextrina, Maltodextrina Resistente, Nutrición deportiva, fibra dietaría, Aditivos alimentarios,.....	3
Introducción	5
Marco Teórico.....	6
<i>Flujograma, Formación de la maltodextrina</i>	6
Ilustración 1: <i>Estructura química de Amilosa y Amilopectina</i>	7
Ilustración 2. <i>Esquema de estructura de Maltodextrina.</i>	7
Ilustración 3. <i>Estructura de MDX resistente</i>	8
Tabla 1 Diversos usos de MDXs	8
MDX en nutrición clínica.	9
MDX en nutrición deportiva.	10
MDX y salud oral.....	10
Maltodextrina y Microbioma.	11
MDX, grasas y calorías.....	11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	12
Justificación	15
Objetivos	16
Objetivo general.....	16
Objetivos Específicos.....	17
Materiales Y Métodos.....	17
Diseño del estudio:.....	17
Resultados	19
Ilustración 4: <i>Distribución de los estudios efecto de la MDX sobre la salud humana</i>	19
Tabla 2. Estudios analizados en esta revisión	20
Discusión	22
Conclusiones	26
Recomendaciones	27
Bibliografía.	28

Resumen

La maltodextrina, derivado del almidón, es un aditivo ampliamente usado en la industria alimenticia y farmacéutica por sus propiedades de gelificación, aglutinación, cristalización, etc. Se clasifican en digeribles y no digeribles o de lenta digestión según la longitud de su cadena. Debido al aumento de las enfermedades crónicas no transmisibles, algunas investigaciones han centrado sus esfuerzos en los aditivos alimentarios. El objetivo de este trabajo fue analizar los efectos del aditivo maltodextrina en la salud humana. Se realizó una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Pubmed, Wiley online library, Google Scholar. Se encontró que son pocos los estudios de los efectos de maltodextrina digeribles, la mayoría vinculados a su uso en bebidas deportivas con

mejoría del rendimiento del deportista. Se encontraron estudios que reportaron efectos nocivos a nivel digestivo y metabólico. La maltodextrina no digerible ofrece una alternativa prometedora con múltiples usos. Se concluyó que la maltodextrina no digerible podría tener efectos positivos en la salud y que la maltodextrina digerible podría tener efectos negativos en la salud metabólica.

Palabras Clave: Maltodextrina, Maltodextrina Resistente, Nutrición deportiva, fibra dietaria, Aditivos alimentarios,

Abstract.

Maltodextrin (MDX), derived from starch, is an additive widely used in the food and pharmaceutical industry for its gelling, agglutination, crystallization properties, etc. They are classified into digestible MDX and indigestible or slow-digesting MDX depending on the length of their chain. Due to the increase in non-communicable chronic diseases, some research has focused its efforts on food additives. The aim of this work was to analyze the effects of the MDX additive on human health. A bibliographic search was carried out in the Pubmed, Wiley online library, and Google Scholar databases. There are few studies on the effects of digestible MDX, most of them linked to its use in sports drinks with improvement of the athlete's performance. Studies were found reporting harmful effects at the digestive and metabolic level. Indigestible MDX offers a promising alternative with multiple uses. It was concluded that non-digestible MDX has positive effects on health and digestible MDX has negative effects on metabolic health and its positive effect is in sports drinks.

Keywords: Maltodextrin, Resistant Maltodextrin, Sports nutrition, dietary fiber, Food additives,

Introducción

Los aditivos alimentarios son definidos por el Comité Mixto Organización Mundial de la Salud (OMS)/ Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) de 1955 como “sustancias que se añaden intencionadamente a los alimentos, para mejorar su aspecto, sabor, textura o propiedades de conservación” (Spencer, 1974). También mejoran la calidad nutricional de los alimentos, que puede verse alterada durante el procesamiento, por lo que son ampliamente utilizados en la industria alimentaria (Wu et al., 2021).

La Maltodextrina (MDX), es un oligosacárido compuesto por cadenas de 3 a 20 unidades de glucosa, unidas por enlaces glucosídicos α -1-4 o α -1-6 (Almutairi et al., 2022). Se producen a partir de hidrólisis enzimática o hidrólisis ácida del almidón, seguida de purificación y secado por pulverización, que resulta en la obtención de un polvo blanco de alta pureza y seguridad microbiológica. Su aporte energético es de 4 Kcal/g (16 kJ/g). Se subdividen en MDXs digeribles y no digeribles basados en el equivalente de dextrosa y son solubles en agua en su mayoría (Hofman et al., 2016).

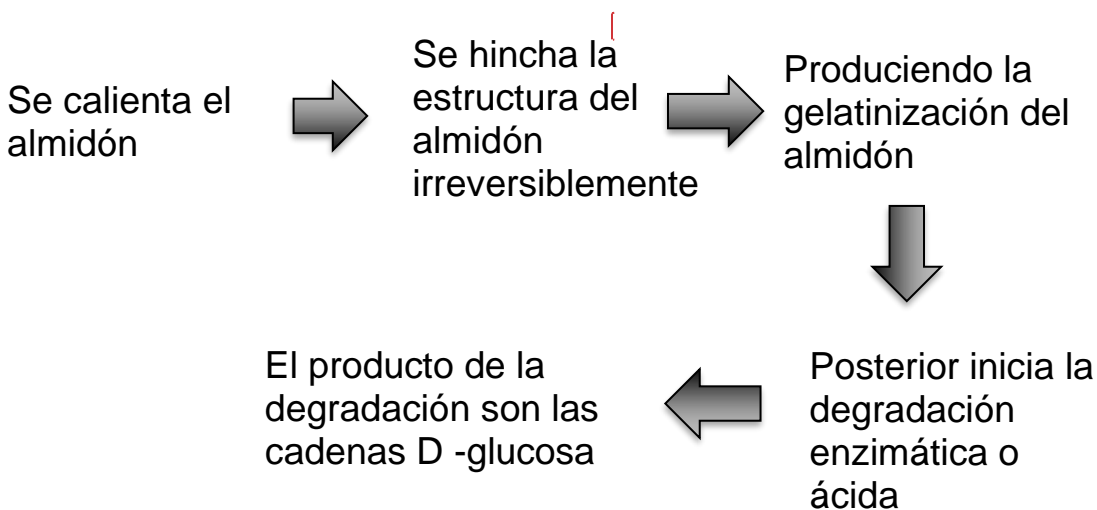
Sus propiedades funcionales incluyen gelificación, control de cristalización, aumento de volumen y aglutinación, lo que le concede aplicaciones en la industria de alimentos desde bebidas hasta productos dietéticos, así como también en la industria farmacéutica, en la realización de tabletas, cápsulas y pulverizados (Chronakis, 2010).

Dado el incremento en la incidencia y prevalencia de enfermedades crónicas no transmisibles como Obesidad, Diabetes Mellitus tipo 2, Hipertensión arterial, entre otras, conocidas en su conjunto como las “Enfermedades de la Civilización”, algunas investigaciones han centrado su atención en los aditivos alimentarios, entre ellos, la MDX (Hofman et al., 2016; Kopp, 2019). Por esta razón, se ha llevado a cabo una revisión de la literatura disponible sobre sus posibles efectos en la salud humana, sus usos actuales y las perspectivas de cara al futuro.

Marco Teórico

La MDX es un producto del procesamiento térmico y/o enzimático del almidón de diversas fuentes, tales como cereales, tubérculos o raíces. Sin embargo, la principal fuente de este almidón es el maíz, que representa un 80% de la materia prima (Santana et al., 2014). Según su capacidad de digestibilidad, se pueden clasificar en MDX digerible y MDX resistente a la digestión. Aportan aproximadamente 4 kcal/g, siendo considerada como buena fuente de energía. La fórmula química general de las MDXs digeribles es $C_6nH_{(10n+2)}O_{(5n+1)}$, con una equivalencia de Dextrosa (DE) de 3 a 20 (Hofman et al., 2016).

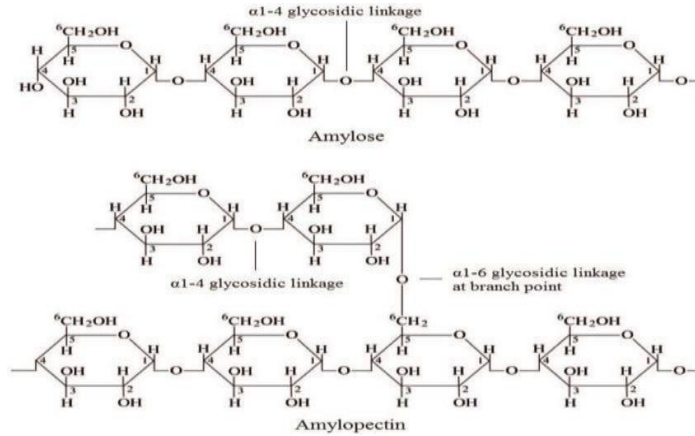
Ilustración 1, Formación de la maltodextrina



El origen químico de la MDX es el almidón de fuentes botánicas, como se mencionó anteriormente. El almidón es un polisacárido compuesto por glucosa unidos por enlaces glucosídicos y proviene de la fijación de Dióxido de Carbono posterior a la fotosíntesis vegetal. El almidón es una mezcla de dos polisacáridos, Amilosa que es un polisacárido lineal y Amilopectina que es ramificado. La mayoría de los almidones están conformados

por una mezcla de 80% de Amilopectina y 20% de Amilosa (González Torres, 2018) Como se presenta a continuación en la ilustración 1.

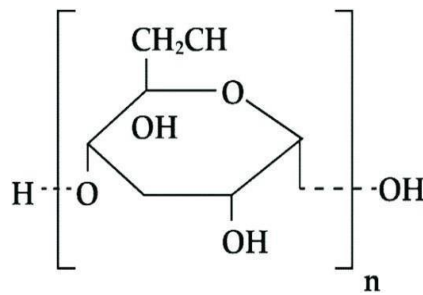
Ilustración 2: Estructura química de Amilosa y Amilopectina



Tomado de: (Nawaz et al., 2020)

Se considera que el almidón tiene un DE de 100. Las MDXs tienen un DE entre 3 y 20, lo que significa que contiene esa cantidad de residuos de D-glucosa (González Torres, 2018)

Ilustración 3. Esquema de estructura de Maltodextrina.

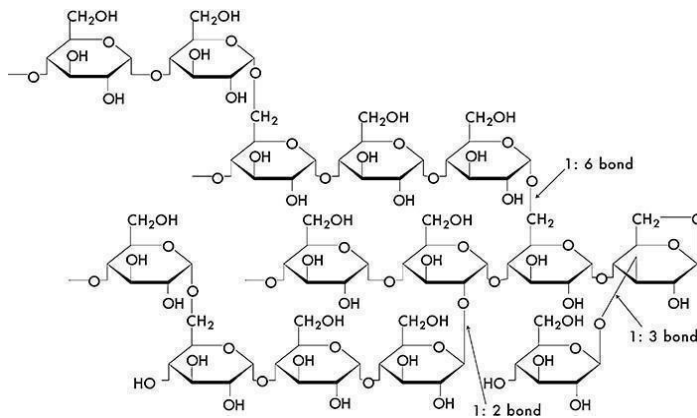


Tomado de: (González Torres, 2018)

Cabe resaltar que la longitud de la cadena hasta 20 residuos de D-glucosa representa el tipo de MDX digerible, que es la más usada. (Hofman et al., 2016) Las MDXs resistentes a la digestión se consideran como fibra vegetal y tienen un interés particular por sus posibles

efectos benéficos en la salud (Astina & Sapwarobol, 2019).

Ilustración 4. Estructura de MDX resistente



Tomado de: (Lefranc-Millot, 2008)

Las MDXs presentan diferentes propiedades fisicoquímicas y funcionales que las convierte en uno de los aditivos más utilizados en la industria alimentaria y farmacéutica, desempeñándose como agentes estabilizantes, espesantes, extensores, sustitutos de grasa y aceites, ayudando a controlar el dulzor, la osmolalidad, la higroscopicidad, la viscosidad, las reacciones de oscurecimiento, y también sirven para dar cuerpo y textura en los alimentos (González Torres, 2018). Adicionalmente, ayudan en procesos de protección de sustancias que son encapsuladas mediante el secado por aspersión, el control de congelamiento al prevenir cristalización, y por último se ha estudiado la forma en que las MDXs pueden mejorar el valor nutricional en los alimentos (Navarro, 2019).

Tabla 1 Diversos usos de MDXs

Nutrición infantil	Fuente de energía en infantes intolerantes a Lactosa.
Nutrición Clínica	Fuente de energía en preparaciones para uso parenteral y enteral. Aporte en pacientes prequirúrgicos
Bebidas de rehidratación	Salas de rehidratación oral de baja osmolaridad.

Bebidas deportivas	Aporte energético en atletas con altas necesidades de consumo calórico total
Aplicaciones en salud oral	Disminución de caries.
Industria alimenticia	Como volumen en preparaciones magistrales en reemplazo de grasas, mejora de saciedad y palatabilidad

Elaborado a partir de: (Hofman et al., 2016)

La MDX es utilizada en una enfermedad llamada Intolerancia a la Lactosa, la cual consiste en una deficiencia congénita de una enzima denominada Lactasa, la cual se encarga de la digestión de la lactosa. En las fórmulas de alimentación infantil, la MDX es usada como un reemplazo de la lactosa, que constituye la principal fuente de energía durante el desarrollo temprano. La deficiencia enzimática puede ocasionar diarrea osmótica, que puede llevar a una pérdida de hasta el 40% de la energía suministrada. La utilidad de la MDX en el reemplazo de la Lactosa en el suministro de energía, se fundamenta en que ambos son carbohidratos, y en su efecto sobre el microbiota intestinal es comparable. Se sugiere utilizar MDX de digestión lenta con DE de 18 a 22 (Hofman et al., 2016; Simonenko et al., 2020). Otro uso de la MDX, es en infantes con disfagia o reflujo gastroesofágico, el espesamiento de fórmulas infantiles representa una herramienta útil para la administración de nutrientes esenciales, por lo que la MDX en combinación con otros agentes espesantes, tiene un uso práctico importante, ya que facilita la administración de sustratos energéticos y otros macronutrientes, vitaminas y oligoelementos (Rush et al, 2020).

MDX en nutrición clínica.

En la nutrición clínica se habla del uso de MDXs vía nutrición enteral y parenteral combinadas con proteínas. Además, se propone en bebidas preoperatorias, en lugar de usar el método tradicional de ayuno para los pacientes indicados a cirugía mayor, como en el caso de las neoplasias gastrointestinales malignas (Hofman et al., 2016). El protocolo para la Mejor

Recuperación Post-operatoria (ERAS, por sus siglas en inglés), propone un cambio radical en la concepción del ayuno preoperatorio, sugiriendo la administración de una carga de carbohidratos, en forma de MDX al 12,5%, de 2 a 3 horas antes de la intervención.

Los estudios realizados en 2006 por Breuer et al y 2008 por Gustafsson et al, demostraron que no hubo retraso del vaciamiento gástrico, hubo mejor recuperación post quirúrgica, con menos inflamación sin cambios en los niveles de glucosa plasmática (Sánchez et al 2017).

MDX en nutrición deportiva.

El uso de la MDX en la nutrición e hidratación deportiva está muy difundido por sus efectos en la recuperación del glucógeno durante y después del ejercicio, el mantenimiento de los depósitos del mismo durante la actividad física y la reducción en la oxidación de grasas. Por esta razón, la industria alimentaria está desarrollando mezclas de carbohidratos y proteínas para mejorar la fuerza y potencia muscular, así como el rendimiento deportivo.

Sin embargo, los estudios muestran resultados contradictorios, algunos con efectos positivos y otros sin efecto alguno, por lo que se requiere más investigación. Es importante tener en cuenta que el contenido de glucógeno en las fibras musculares está relacionado con la capacidad para realizar contracciones repetidas de alta intensidad. Al examinar los efectos del consumo de MDXs durante el ejercicio, se ha encontrado que disminuye la descomposición neta del glucógeno en hombres y mujeres. Sin embargo, según un panel de expertos, para lograr este efecto es necesario consumir 4 g/kg en un periodo de 4 a 6 horas después del ejercicio. Según la regulación europea, esto puede ser declarado como 'Los carbohidratos glucémicos contribuyen a la recuperación de la función muscular normal (contracción) después del ejercicio agotador' (Hofman et al., 2016).

MDX y salud oral

En el campo de la salud bucal, se sabe que la exposición a azúcares simples es una causa de caries dental. Esto se debe a la fermentación de los azúcares por parte de los microorganismos en la placa dental, lo que produce ácidos que desmineralizan el esmalte dental. Por esta razón,

la industria alimentaria ha comenzado a agregar MDXs a los refrescos en lugar de sacarosa y fructosa-glucosa, debido a que presenta menor efecto acidogénico (Rezende et al, 2018). Investigaciones han demostrado que las MDXs son menos potentes para aumentar la acidez en la cavidad bucal en comparación con la sacarosa. Además, el aumento de acidez depende del grado de polimerización (DP) de las MDXs utilizadas. Sin embargo, aunque el impacto es menor, todavía existe un efecto sobre el esmalte dental. (Hofman et al., 2016).

Maltodextrina y Microbioma.

Los efectos benéficos de la suplementación con MDX se obtuvieron con la forma resistente a la digestión, la cual se comporta como un prebiótico, incrementando la biodiversidad de los filos de Bifidobacterium, aumentando el peso húmedo de las heces reduciendo el tiempo de tránsito colónico, lo que la convierte en una herramienta útil en el manejo de patologías gastrointestinales. Por otro lado, en los neonatos pretérminos y en los modelos murinos de neonatos pretérminos, el uso de maltodextrina digerible, incrementa en un 50% el riesgo de enterocolitis necrotizante y en un 30% el riesgo de mortalidad. Además, reduce la ganancia de peso e incluso puede inducir pérdida del mismo.

MDX, grasas y calorías.

Las MDXs se utilizan como sustitutos de la grasa en alimentos debido a su capacidad para formar geles suaves similares a los de la grasa y por su viscosidad relativamente alta. Estos compuestos se utilizan en alimentos como aderezos para ensaladas bajos en grasa, pastas para untar, margarinas, mantequillas, productos cárnicos y productos lácteos. Al tener un aporte calórico menor en comparación con la grasa, las MDXs pueden reducir el contenido calórico de estos productos hasta en un 50%. (Chen et al., 2020; Hofman et al., 2016).

Planteamiento del problema

[

Es importante tener en cuenta que el consumo diario de alimentos ultra procesados ha llevado al desarrollo de productos de fácil transporte, consumo y con características organolépticas agradables. Sin embargo, en muchas ocasiones estos desarrollos no consideran la importancia de los ingredientes utilizados y su impacto en el aumento del consumo de carbohidratos rápidamente digeribles y absorbibles. Este aumento está relacionado con un incremento global en la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares. Por lo tanto, es necesario continuar observando el comportamiento de las MDXs, que hasta ahora han tenido aplicaciones exitosas en fórmulas nutricionales orales, bebidas energéticas concentradas para deportes de resistencia y alimentos y bebidas funcionales debido a sus características fisicoquímicas, funcionales, tecnológicas y nutricionales para la población infantil (Clemente-Suárez et al., 2022; Hofman et al., 2016; Kopp, 2019).

La nutrición humana ha sufrido múltiples cambios en los últimos 10.000 años, cuando la humanidad pasó de cazadores-recolectores a agricultores sedentarios. Los cambios tecnológicos y los avances científicos han acelerado los cambios en el patrón alimenticio de la sociedad, en especial de las sociedades occidentales (Kopp, 2019). A principios del siglo XX, las enfermedades infectocontagiosas ocupaban los primeros lugares como causa de muerte a nivel mundial; incluso, las enfermedades nutricionales carenciales eran causa muy frecuente de morbilidad y mortalidad en niños y adultos. Sin embargo, dichos avances han traído como consecuencia el advenimiento de una pandemia de enfermedades cardio metabólicas y degenerativas, conocidas como “enfermedades de la civilización” (Kopp, 2019).

Aunque se cree que la dieta de los humanos primitivos se basaba en plantas ricas en fibra, la introducción del consumo de carne pudo haber sido el principal motivo que aceleró la evolución a los homínidos actuales, lo que trajo como consecuencia el aumento de tamaño del cerebro y su consumo energético, el cual está estimado entre un 20 y 25% del gasto metabólico basal. Los requerimientos de glucosa para mantener el funcionamiento

cerebral, renal, de médula ósea y los glóbulos rojos se estiman en 170 g/por día. Las fuentes de carbohidratos de la dieta aportan el mayor porcentaje de este requerimiento y el restante proviene de la gluconeogénesis o de la absorción del propionato absorbido de la fermentación de fibra vegetal. (Clemente-Suárez et al., 2022).

Para que los humanos modernos pudieran evolucionar, fue necesario un periodo largo de tiempo, lo que permitió la adaptación genotípica y fenotípica para asumir dicho proceso. Algunos cambios incluyen la expresión de genes de enzimas, como por ejemplo la Amilasa salival, que permiten iniciar la digestión de almidones desde el primer contacto en la boca. Sin embargo, los cambios ocurridos con la agricultura, ganadería y la revolución industrial y alimentaria, han ocasionado una disrupción del balance entre la estructura genética y el entorno de los humanos, lo que puede estar en relación con el desarrollo de enfermedades cardio metabólicas y degenerativas (Clemente-Suárez et al., 2022; Kopp, 2019).

La explosión de las enfermedades crónicas no transmisibles ha generado un interés en evaluar el impacto de la ingesta de carbohidratos refinados y otros aditivos alimentarios en la salud humana (Clemente-Suárez et al., 2022; Hofman et al., 2016; Kopp, 2019).

La MDX es considerada como un aditivo Generalmente seguro (GRAS, por su sigla en inglés) por la Administración Federal de Alimentos y Medicamentos de Estados Unidos (FDA, por su sigla en inglés), donde comparte lugar con otros aditivos como carboximetilcelulosa, almidones modificados, carragenina, pectina y goma xantana. Sin embargo, existe evidencia epidemiológica del aumento de enfermedades crónicas no transmisibles vinculadas al aumento de la popularidad de estos compuestos en alimentos empacados, donde se usan para aumentar su vida útil, mejorar el sabor, así como emulsificadores, estabilizadores, materiales de recubrimiento o material de relleno (Nickerson & McDonald, 2012).

Se ha demostrado que las MDXs digeribles, aquellas con DE entre 3 y 20, están vinculadas con el desarrollo de diversas patologías crónicas en diversos sistemas y órganos (Nickerson et al., 2015; Nickerson & McDonald, 2012; Zangara et al., 2022). Incluso, el uso continuado de

estos aditivos se relaciona con la selección de componentes del microbioma intestinal con características inflamatorias, así como con el deterioro de la capacidad inmunitaria celular del huésped, suprimiendo los mecanismos antimicrobianos intestinales (Nickerson et al., 2015; Song et al., 2023). También se han relacionado con efectos nocivos en el eje intestino-cerebro, a través de metabolitos bacterianos neurotóxicos, alterando el comportamiento y la cognición (Song et al., 2023).

Estudios con murinos sugieren que la ingesta de MDX induce un aumento en la liberación de Lipocalina 2 fecal, un equivalente de la proteína humana Lipocalina asociada a la Gelatinasa del Neutrófilo, que induce inflamación de bajo grado. Así mismo, se demuestra una disminución de células caliciformes, que conlleva a reducción del moco intestinal, aumentando la cercanía de las bacterias a la barrera epitelial, lo que aumenta el riesgo de translocación bacteriana. Además, induce hiperplasia de criptas y expansión de nichos de células madre (Laudisi et al., 2019; Zangara et al., 2022).

La producción en alimentos y bebidas ultraprocesadas ha aumentado dramáticamente en los últimos años, con altos contenidos de aditivos entre ellos, MDX. Se observa un aumento significativo en el consumo de este tipo de productos especialmente en niños y adolescentes. Estos productos se han asociado además al aumento del patrón de consumo, estrés inflamatorio y oxidativo, disfunciones metabólicas que incluyen alteraciones en metabolismo de carbohidratos y lípidos. A nivel cerebral, hay evidencia del efecto de estos aditivos en las redes neuronales relacionadas al comportamiento alimentario, alterando la neurotransmisión serotoninérgica y dopaminérgica e induciendo neurotoxicidad. (Contreras-Rodriguez et al., 2022).

En la última década se ha despertado un interés en la utilidad de MDXs no digeribles, debido a los posibles efectos benéficos en la salud humana derivados de la fermentación de este aditivo por la flora bacteriana del colon, que se acompaña de una mayor producción de ácidos grasos de cadena corta, necesarios para la buena salud de los enterocitos. Dentro de los efectos descritos de la fermentación de este tipo de MDX se encuentran: control de peso, reducción de glucosa, mejora de sensibilidad a la insulina, reducción de Triglicéridos y

aumento de saciedad (Astina & Sapwarobol, 2019).

Estos efectos descritos pueden ser muy útiles en el tratamiento y la prevención de una condición clínica muy prevalente en la sociedad occidentalizada, el síndrome metabólico. La MDX no digerible o resistente ha despertado interés para tratar este síndrome, pero también su uso prolongado durante semanas genera efectos adversos gastrointestinales (Astina & Sapwarobol, 2019).

¿Cuál es el problema que se genera a nivel de salud por el consumo de maltodextrina y por qué está siendo un alimento ultra procesados no es compatible con la evolución del hombre a través de la historia?

Justificación

En 2022, Nishimoto y sus colaboradores, publicaron un estudio sobre los efectos de la MDX resistente y la reducción de metabolitos virulentos en el ambiente intestinal, demostrando mejoría de los perfiles microbiológicos componentes del microbioma aumentando los filos

Bifidobacterium y Fusicatenibacter, disminuyendo los niveles de ácido desoxicólico (relacionado con cáncer hepático y de colon), imidazol propionato (relacionado con la fisiopatología de diabetes mellitus tipo 2) y trimetilamina (relacionado con la progresión de aterosclerosis) (Nishimoto et al., 2022).

Otro filo bacteriano potencializado por la maltodextrina resistente es el Parabacteroides Distasonis, cuya importancia radica en los efectos benéficos sobre el peso, la producción de péptidos parecidos al Glucagón 1 (GLP-1). Estos efectos se acompañan de un aumento en el peso húmedo, lo que puede explicar sus efectos en el estreñimiento (Thirion et al., 2022).

Finalmente, un estudio realizado en Irán, analizando los efectos del uso de MDX resistente en mujeres con síndrome de ovarios poliquísticos demostró una reducción en los niveles de testosterona libre, reducción del hirsutismo, mejoría en la irregularidad del ciclo menstrual y aumento de los niveles de colesterol de alta densidad (Gholizadeh Shamasbi et al., 2019).

Las maltodextrinas tienen múltiples beneficios en la salud humana, pero debido que surgen efectos no deseados han surgidos dudas con su uso y algunos médicos no la recomiendan a sus pacientes.

Es importante revisar cuales son los efectos de la maltodextrina en la salud humana y su indicación según el caso de cada individuo y por consiguiente se realiza este estudio para analizar los efectos de la maltodextrina en la salud humana.

[

Objetivos

Objetivo general.

Analizar el papel de la maltodextrina, sobre la salud humana.

Objetivos Específicos.

1. Identificar los tipos de Maltodextrinas utilizados actualmente en la industria y su aplicación para el consumo humano.
2. Determinar los procesos fisiológicos y/o fisiopatológicos que genera la maltodextrina en el cuerpo humano, una vez ha sido consumida.
3. Establecer, ¿cuál de las Maltodextrinas tiene mayor beneficio en la salud humana?

Materiales Y Métodos.

Diseño del estudio:

El presente trabajo se diseñó como una revisión crítica de la literatura cualitativa, descriptiva y retrospectiva, con el objetivo de analizar el efecto de la MDX en la salud humana. Esta metodología fue seleccionada para lograr una comprensión global de los efectos del consumo de MDX.

La muestra del presente estudio son los estudios previos y artículos publicados. Se llevó a cabo una búsqueda bibliográfica en las bases de datos Medline/Pubmed, Wiley online Library, Google Scholar y Scopus, utilizando las palabras clave “Maltodextrin”, “Resistant Maltodextrin”, “Health Effects” “Disease” “Sport nutrition” “Food Additive”.

Los criterios de inclusión establecen que fueran estudios originales, estudios en humanos o modelos murinos, estudios sobre efectos fisiológicos, metabólicos o nutricionales de MDX, Estudios publicados en revistas indexadas y revisadas por pares, en idioma inglés o español, del año 2018 a 2022; dentro de los criterios de exclusión se tuvieron en cuenta que fueran artículos de revisión, no originales, publicados antes del año 2018, repositorios.

Resultados

Se revisaron 100 estudios, se descartaron 87 artículos y finalmente se realizó la revisión con 13 artículos, los cuales cumplen con los objetivos de esta monografía.

1. De los 13 artículos revisados, 7 artículos hablan a favor del efecto benéfico sobre la salud humana, lo que corresponde a un 53.8%
2. De los 13 artículos revisados, 5 artículos hablan del riesgo en la salud humana, lo que corresponde a un 38.4%
3. De los 13 artículos revisados, 1 artículo no es concluyente ya que determinan que falta realizar más estudios sobre el tema de la mdx y la salud humana, lo que corresponde a un 7.7%.

Los resultados se pueden ver reflejados en la gráfica 1.

Ilustración 4: *Distribución de los estudios efecto de la MDX sobre la salud humana*

Distribución de estudios analizados según su efecto.

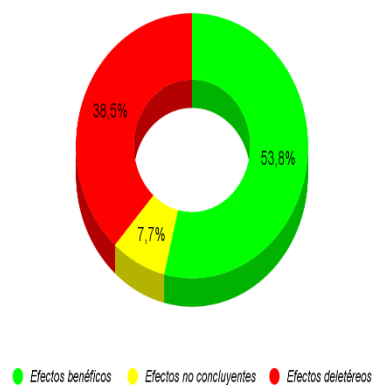


Tabla 2. Estudios analizados en esta revisión

Estudio	Autor	Temática	Efecto
Acute Maltodextrin Supplementation During Resistance Exercise.	Wiburn et al.	Suplementación deportiva	La administración MDX antes de realizar ejercicios de resistencia no mejoró el rendimiento.
Maltodextrin-based carbohydrate oral rinsing and exercise performance: systematic review and meta-analysis	Hartley et al	Suplementación deportiva	Maltodextrina en enjuague bucal mejora el rendimiento. Se sugiere una concentración maltodextrina del 6 al 6.5%
Sport drink containing maltodextrin to improve physical performance of Soccer athletes	Lisnawati et Al	Suplementación deportiva	Maltodextrina al 6% en combinación con electrolitos pueden mejorar el rendimiento.
A caffeine-maltodextrin mouth rinse counters mental fatigue	Van Cutsem et Al	Suplementación deportiva	Enjuagues repetidos durante actividades cognitivamente demandantes reduce la fatiga mental
Enjuagues bucales con carbohidratos y su uso en deportistas. Resumen de revisiones sistemáticas	Fuentes-Barría et al.	Suplementación deportiva	Enjuagues bucales con carbohidratos pueden ser una medida ergogénica.
Structural Organization of Dental Biofilm Formed in situ in the Presence of Sucrose Associated to Maltodextrin	Rezende G et Al	Salud oral	La maltodextrina no incrementa el riesgo de caries asociada a la sacarosa.
Erosive potential of sports beverages on human enamel "in vitro"	Damo D.M et Al	Salud oral	Reducción de la dureza del esmalte dental
In healthy adults, resistant maltodextrin produces a greater change in fecal bifidobacteria counts and increases stool wet weight: a double-blind, randomized, controlled crossover study.	Burns AM et Al	Microbioma	Aumento de contenido de Bifidobacterias y aumento del peso húmedo de las heces.
The effect of resistant dextrin as a prebiotic on metabolic parameters and androgen level in women with polycystic ovarian syndrome: a randomized, triple-blind, controlled, clinical trial.	Shamasbi G et al	Intervención terapéutica	Mejoría del síndrome de ovarios poliquísticos
Digestion-resistant maltodextrin effects on colonic transit time and stool weight: a randomized controlled clinical study	Abellan Ruiz et Al	Intervención terapéutica	Mejoría del tiempo del tránsito colónico y peso de heces.

<p>The Food Additive Maltodextrin Promotes Endoplasmic Reticulum Stress-Driven Mucus Depletion and Exacerbates Intestinal Inflammation.</p>	<p>Laudisi et al.</p>	<p>Modelo murino</p>	<p>Induce estrés en el retículo endoplasmático de la célula epitelial intestinal, reduciendo la producción de moco y aumentando la susceptibilidad a colitis.</p>
<p>Maltodextrin-induced intestinal injury in a neonatal mouse model</p>	<p>Singh P et Al</p>	<p>Modelo murino</p>	<p>En modelos neonatales pretérminos, indujo pérdida de peso, aumento de mortalidad, aumento de apoptosis intestinal y aumento de la permeabilidad intestinal.</p>
<p>The Risk of Necrotizing Enterocolitis Differs Among Preterm Pigs Fed Formulas With Either Lactose or Maltodextrin</p>	<p>Buddington, R. K. et al.</p>	<p>Modelo murino</p>	<p>Aumento del 50% en el riesgo de enterocolitis necrotizante y del 30% de mortalidad en el grupo de MDX</p>

Discusión

La dieta humana ha sufrido grandes transformaciones en los últimos 10.000 años, con la aparición de la agricultura y ganadería, los cuales se aceleraron desde la revolución industrial, la cual introdujo grandes cantidades de carbohidratos refinados de alto índice glucémico y alto índice de insulina dietética, dando origen a lo que se conoce como dieta occidental (Cordain et al. 2005; Kopp, 2019).

Se conoce como índice glucémico a la cantidad en que se eleva la glucosa plasmática luego del consumo de alimentos que contienen carbohidratos suele definirse como el área bajo la curva de respuesta glucémica durante un periodo de dos horas tras el consumo de 50 gr de carbohidratos de un alimento de prueba. Los alimentos con alto índice glicémico alcanzan valores mas altos de glucemia y mucho más rápido que aquellos con un índice glucémico bajo (Roberts, SB. 2000; Sacks, FM et al 2014).

El índice glucémico no puede predecir el comportamiento insulínico post prandial, debido a que los carbohidratos no son los únicos estímulos para la secreción de la insulina. El índice de insulina dietética muestra la cantidad de insulina que se libera luego de consumir un alimento compuesto por carbohidratos, proteínas y grasas, en comparación con una porción de igual valor energético de referencia, que puede ser glucosa o pan blanco, siguiendo un área bajo la curva como la descrita en el índice glucémico. Este hecho es de mucha importancia, debido a la relación que existe entre el hiperinsulinismo y distintas patologías crónicas no transmisibles (Holt SH et al 1997; Bao et al, 2009).

Otros dos conceptos que deben tenerse en cuenta son carga glucémica y carga insulínica. La carga glucémica refleja el efecto de los carbohidratos totales sobre la glucosa sérica postprandial y se obtiene de la multiplicación del índice glucémico por la cantidad de alimento que contiene el carbohidrato, dividido entre 100 (Brand-Millner, 2003).

La carga de insulina refleja el efecto en la concentración de insulina plasmática tras la ingestión de un alimento. En otras palabras, el índice glucémico y el índice insulínico muestran la

calidad, mientras que las cargas de glucosa e insulina muestran la cantidad de la dieta (Hatami MM et al, 2021).

Las tasas de obesidad y enfermedades cardio metabólicas han sufrido un incremento progresivo y alarmante desde hace unos 50 años, tanto en países desarrollados como en vías de desarrollo (Kranjac, A. Kranjac , D. 2023). Colombia no es ajena a la situación, mostrando un incremento en prevalencia de obesidad y sobrepeso, pasando del 45 al 56,5% entre los años 2005 y 2015, según la Encuesta Nacional de Situación Nutricional (ENSIN, 2015).

A pesar de que estas enfermedades son multifactoriales, hay evidencia que vincula el consumo de alimentos con alto índice y alta carga glucémica, ricos en ácidos grasos saturados y grasas trans, con baja concentración de micronutrientes, que son inductores de acidez, con bajos niveles de potasio y bajos niveles de fibra dietética con el aumento de dichas condiciones, aunque su demostración causal ha sido esquiva (Cordain L, et al. 2005; McAllister, E. et Al, 2009).

Los carbohidratos refinados, particularmente los azucarados, se asocian con el aumento de glucosa sérica, los triglicéridos, colesterol de baja densidad y los niveles de presión arterial (Akter, S. et al, 2022). La presencia de carbohidratos refinados sin fibra, tiene como efecto una baja saciedad y satisfacción, por lo que se cree pueden aumentar la ingesta alimenticia (Roberts, SB, 2000).

La MDX digerible puede tener un índice glucémico entre 90 y 100 (Stevenson, EJ. Et al. 2017), lo que la ubica dentro de los carbohidratos relacionados con el aumento de peso, aumento de resistencia insulínica y enfermedades cardio metabólicas, por la inducción de desregulaciones endocrinas, en especial, hiperinsulinismo, que conduce a acumulación de energía en el tejido adiposo, como se plantea en el modelo de “carbohidratos-insulina” de obesidad (Sievenpiper, JL. 2020).

Se infiere que la MDX mayormente utilizada en la industria es la variedad digerible, la cual ha sido vinculada con diversos problemas de salud, tanto en humanos como en modelos murinos (Laudisi et al.; Clemente-Suárez et al., 2022). Los efectos en la salud humana son

variados y parecen depender del producto del que provenga y su uso final. La maltodextrina digerible, en combinación con electrolitos, es muy útil en bebidas deportivas por su capacidad de rellenar los depósitos de glucógeno y mejorar el rendimiento deportivo (Harper et al. 2017). Incluso, su uso en forma de enjuague bucal, ha demostrado mejoren el rendimiento deportivo, por mecanismos aún no dilucidados por completo (Hartley et al., 2022).

Sin embargo, la evidencia clínica e in vitro, también revela que la MDX digerible, tiene efectos deletéreos que la vinculan con condiciones patológicas crónicas no transmisibles, sobre todo, a nivel gastrointestinal y metabólico, observándose daño directo a la mucosa intestinal, modificaciones de la barrera de moco y modificaciones en el microbioma intestinal. Así mismo, se observa inducción de expresión de citocinas inflamatorias que conducen a las mencionadas alteraciones metabólicas caracterizadas por resistencia insulínica, aumento de colesterol de baja densidad y triglicéridos (Laudisi et al, 2022; Zangara et al 2022).

A nivel de la salud oral, los efectos de las MDXs se relacionan en menor medida con el desarrollo de caries, al inducir menor acidez que otros tipos de carbohidratos, por lo que su uso en productos de aseo viene en ascenso (Rezende G, Hashizume LM 2018).

Por otro lado, aparecen las maltodextrinas con equivalentes de dextrosa mayor a 20, consideradas como de digestión lenta o no digeribles, que vienen siendo probadas para el manejo de diversas condiciones clínicas como el síndrome metabólico, el estreñimiento, el síndrome de ovarios poliquísticos, entre otras, con resultados muy alentadores (Hobden M.R., et al, 2015).

En las MDXs no digeribles, el índice glucémico es menor de 60, con característica organolépticas parecidas a las grasas, lo que sería una herramienta útil para disminuir las enfermedades crónicas no transmisible como la obesidad, que es la raíz de enfermedades cardiometabólicas; y en la industria alimenticia para la elaboración de alimentos que mejoren la saciedad, la palatabilidad y ofrezcan posibilidades agradables pero saludables.

Con los resultados, las autoras piensan que se puede seguir innovando en la elaboración de productos nutracéuticos y alimentos funcionales para combatir y prevenir enfermedades crónicas no transmisibles.

Conclusiones

Se presume que la maltodextrina no digerible tiene beneficios en el microbioma intestinal aumentando la producción de ácidos grasos de cadena corta que contribuyen en el metabolismo con beneficios en la salud humana.

La MDX es clave para la elaboración de productos con fines médicos especialmente en aquellos que incluyan un efecto sobre la saciedad que sería útil para el tratamiento de la obesidad por exceso de calorías.

La MDX digerible es recomendable para uso en el desarrollo de suplementos deportivos dado que esta ayuda según la evidencia en la recuperación de las reservas de glucógeno muscular post competición.

La MDX es útil en la elaboración de fórmula infantiles para los niños con intolerancia transitoria a la lactosa, en donde se cambia la lactosa el cual es el principal Carbohidrato de la leche por MDX que se constituye en el principal aporte calórico de los manteniendo la relación de 20 kcal por 100 ml de fórmula infantil.

Es una herramienta útil para el sector salud e industria alimentaria para dar recomendaciones según la necesidad del individuo o la innovación de productos con el objetivo de mejorar la salud humana. La evidencia sugiere que los efectos de las maltodextrinas son dependientes de su uso y tiempo de consumo, es decir que no se puede decir que es buena o mala.

Recomendaciones

Continuar investigando las maltodextrinas que han tenido buena respuesta en la salud humana en los suplementos nutricionales, formulas infantiles y bebidas deportivas.

Sería interesante innovar alimentos funcionales con maltodextrina no digerible con dosis diarias recomendadas para el tratamiento coadyuvante para pérdida de peso y diseñar estudios para respaldar más su seguridad en la salud humana.

Recomendar el consumo de la maltodextrina digerible para aumentar el rendimiento deportivo en deportistas de alto rendimiento.

Referencias.

- Akter S, Akhter H, Chaudhury HS, Rahman MH, Gorski A, Hasan MN, Shin Y, Rahman MA, Nguyen MN, Choi TG, Kim SS. Dietary carbohydrates: Pathogenesis and potential therapeutic targets to obesity-associated metabolic syndrome. *Biofactors*. 2022 Sep;48(5):1036-1059. doi: 10.1002/biof.1886.
- Almutairi, R., Basson, A. R., Wearsh, P., Cominelli, F., & Rodriguez-Palacios, A. (2022). Validity of food additive maltodextrin as placebo and effects on human gut physiology: systematic review of placebo-controlled clinical trials. *European Journal of Nutrition*, 61(6), 2853–2871. <https://doi.org/10.1007/S00394-022-02802-5>
- Astina, J., & Sapwarobol, S. (2019). Resistant Maltodextrin and Metabolic Syndrome: A Review. In *Journal of the American College of Nutrition* (Vol. 38, Issue 4). <https://doi.org/10.1080/07315724.2018.152302>.
- Chronakis, I. S. (2010). On the Molecular Characteristics, Compositional Properties, and Structural-Functional Mechanisms of Maltodextrins: A Review. *Http://Dx.Doi.Org/10.1080/10408699891274327*, 38(7), 599–637. <https://doi.org/10.1080/10408699891274327>
- Clemente-Suárez, V. J., Mielgo-Ayuso, J., Martín-Rodríguez, A., Ramos-Campo, D. J., Redondo-Flórez, L., & Tornero-Aguilera, J. F. (2022). The Burden of Carbohydrates in Health and Disease. *Nutrients* 2022, Vol. 14, Page 3809, 14(18), 3809. <https://doi.org/10.3390/NU14183809>.
- Contreras-Rodriguez, O., Solanas, M., & Escorihuela, R. M. (2022). Dissecting ultra- processed foods and drinks: Do they have a potential to impact the brain? In *Reviews in Endocrine and Metabolic Disorders* (Vol. 23, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s11154-022-09711-2>

Cordain L, Eaton SB, Sebastian A, Mann N, Lindeberg S, Watkins BA, O'Keefe JH, Brand- Miller J. Origins and evolution of the Western diet: health implications for the 21st century. *Am J Clin Nutr.* 2005 Feb;81(2):341-54. doi: 10.1093/ajcn.81.2.341.

Harper LD, Stevenson EJ, Rollo I, Russell M. The influence of a 12% carbohydrate- electrolyte beverage on self-paced soccer-specific exercise performance. *J Sci Med Sport.* 2017 Dec;20(12):1123-1129. doi: 10.1016/j.jsams.2017.04.015. Epub 2017 Apr 21.

Hartley C, Carr A, Bowe SJ, Bredie WLP, Keast RSJ. Maltodextrin-Based Carbohydrate Oral Rinsing and Exercise Performance: Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Med.* 2022 Aug;52(8):1833-1862. doi: 10.1007/s40279-022-01658-3. Epub 2022 Mar 3.

Holt SH, Miller JC, Petocz P. An insulin index of foods: the insulin demand generated by 1000-kJ portions of common foods. *Am J Clin Nutr.* 1997 Nov;66(5):1264-76. doi: 10.1093/ajcn/66.5.1264.

González Torres, G. Y. (2018). Obtención de Maltodextrina por vía enzimática a partir del almidón de camote de cerro (*Dioscorea remotiflora kunth*). <http://tesis.ipn.mx/xmlui/handle/123456789/24850>

Hofman, D. L., van Buul, V. J., & Brouns, F. J. P. H. (2016). Nutrition, Health, and Regulatory Aspects of Digestible Maltodextrins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 56(12). <https://doi.org/10.1080/10408398.2014.940415>

Kopp, W. (2019). How Western Diet And Lifestyle Drive The Pandemic Of Obesity And Civilization Diseases. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S216791>

- Laudisi, F., Di Fusco, D., Dinallo, V., Stolfi, C., Di Grazia, A., Marafini, I., Colantoni, A., Ortenzi, A., Alteri, C., Guerrieri, F., Mavilio, M., Ceccherini-Silberstein, F., Federici, M., MacDonald, T. T., Monteleone, I., & Monteleone, G. (2019). The Food Additive Maltodextrin Promotes Endoplasmic Reticulum Stress–Driven Mucus Depletion and Exacerbates Intestinal Inflammation. *CMGH*, 7(2).
<https://doi.org/10.1016/j.jcmgh.2018.09.002>
- Lefranc-Millot, C. (2008). NUTRIOSE® 06: A useful soluble dietary fiber for added nutritional value. In *Nutrition Bulletin* (Vol. 33, Issue 3). <https://doi.org/10.1111/j.1467-3010.2008.00711.x>
- Nawaz, H., Waheed, R., Nawaz, M., & Shahwar, D. (2020). Physical and Chemical Modifications in Starch Structure and Reactivity. In *Chemical Properties of Starch*.
<https://doi.org/10.5772/intechopen.88870>
- Nickerson, K. P., Chanin, R., & McDonald, C. (2015). Deregulation of intestinal anti- microbial defense by the dietary additive, maltodextrin. *Gut Microbes*, 6(1).
<https://doi.org/10.1080/19490976.2015.1005477>
- Nickerson, K. P., & McDonald, C. (2012). Crohn’s Disease-Associated Adherent-Invasive Escherichia coli Adhesion Is Enhanced by Exposure to the Ubiquitous Dietary Polysaccharide Maltodextrin. *PLoS ONE*, 7(12).
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0052132>
- Nishimoto, Y., Mizuguchi, Y., Mori, Y., Ito, M., Miyazato, S., Kishimoto, Y., Yamada, T., & Fukuda, S. (2022). Resistant Maltodextrin Intake Reduces Virulent Metabolites in the Gut Environment: A Randomized Control Study in a Japanese Cohort. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.644146>
- Rezende, G., & Hashizume, L. N.. (2018). Maltodextrin and dental caries: a literature review. *RGO - Revista Gaúcha De Odontologia*, 66(3), 257–262. <https://doi.org/10.1590/1981-8637201800030000103288>

Rush, O. M., Bolland, A. C., Gosa, M. M. (2020). Effect of mixing method on resulting thickness of infant formula. *Journal of Textury Studies*, DOI: 10.1111/jtxs.12566

Santana, Á. L., Angela, M., & Meireles, A. (2014). New Starches are the Trend for Industry Applications: A Review. *Food and Public Health*, 2014(5), 229–241. <https://doi.org/10.5923/j.fph.20140405.04>.

Thirion, F., Da Silva, K., Plaza Oñate, F., Alvarez, A. S., Thabuis, C., Pons, N., Berland, M., Le Chatelier, E., Galleron, N., Levenez, F., Vergara, C., Chevallier, H., Guérin- Deremaux, L., Doré, J., & Ehrlich, S. D. (2022). Diet Supplementation with NUTRIOSE, a Resistant Dextrin, Increases the Abundance of Parabacteroides distasonis in the Human Gut. *Molecular Nutrition and Food Research*, 66(11). <https://doi.org/10.1002/mnfr.20210109>.