

ARTÍCULO DE REVISIÓN

Consumo de fructosa y sus implicaciones para la salud

Fructose consumption and its implications for health

María Luisa Ponce López,^{a,*} Alejandro Zarco Villavicencio,^a Bernardo Adrián Robles Aguirre,^b Marco Antonio Cardoso Gómez^a

Recibido: 21 de septiembre de 2020

Aceptado: 14 de octubre de 2020

PALABRAS CLAVE:

Ingesta de fructosa, obesidad, malabsorción de fructosa, enfermedades metabólicas.

KEY WORDS:

Fructose intake, obesity, fructose malabsorption, metabolic diseases.

RESUMEN

En los años sesenta era posible obtener fructosa de forma industrial, a muy bajo precio.

En comparación con el azúcar convencional, a partir de ese momento se empezó a utilizar como edulcorante con un alto poder edulcorante, especialmente en forma de jarabe de alta fructosa. maíz, contenido en alimentos con alta densidad calórica que se ofrecen en el mercado de alimentos.

Diversos estudios muestran que el consumo excesivo de fructosa repercute en nuestra salud, con implicaciones metabólicas deletéreas, alergias alimentarias, y favorece la obesidad y sus efectos. comorbilidades. Una de las políticas de salud pública enfocadas a la población es la lectura del etiquetado nutricional de los alimentos donde el consumidor comprende de forma detallada las propiedades nutricionales de lo que está adquiriendo y aconseja la reducción del consumo de fructosa según las recomendaciones permitidas.

ABSTRACT

In the sixties it was possible to obtain fructose in an industrial way, at a very low price compared to conventional sugar, from that moment on, it began to be used as a sweetener with a high sweetening power, especially in the form of syrup of high fructose corn, contained in foods with high caloric density that are offered in the food market. Several studies show that excess fructose consumption has repercussions on our health, with deleterious metabolic implications, food allergies, and promotes obesity and its comorbidities. One of the public health policies focused on the population is reading the nutritional labeling of foods where the consumer understands in a detailed way the nutritional properties of what he is acquiring and advising the reduction of fructose intake according to the recommendations allowed.

^a Universidad Nacional Autónoma de México, México.

^b Escuela Nacional de Antropología e Historia, México.

* Autor para correspondencia: drmlponcel648@gmail.com

INTRODUCCIÓN

El azúcar es ahora más peligroso que la pólvora.
Noah Harari

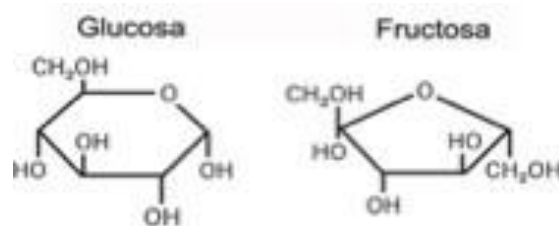
En las primeras etapas de la evolución humana, nuestros ancestros obtenían su alimento de la caza y recolección, sin embargo la transición en el estilo de vida de la sociedad occidental moderna, los avances tecnológicos en el procesamiento de alimentos, así como la búsqueda de menores costos con mayor producción, tuvo como consecuencia cambios importantes en la ingesta y composición de los alimentos; actualmente la dieta occidental se caracteriza por un alto consumo de alimentos procesados ricos en grasas saturadas, ácidos grasos trans, sodio, así como un consumo excesivo de azúcar.¹

El ser humano siempre ha buscado hacer su vida cada vez más simple, en este caso con referencia a los alimentos, por lo que los problemas de desabasto de azúcar, por múltiples factores, orillaron a buscar sustitutos por medio de la caña. La fructosa fue descubierta por el químico alemán Hermann Emil Fisher en el año 1890, por medio de reacciones químicas; descubriendo también la estructura de otros azúcares como la glucosa y manosa, entre otros 13 tipos de azúcares diferentes. En la década de los sesenta se logró obtener fructosa de forma industrial, a un precio muy bajo comparado con el azúcar convencional; a partir de este momento, empezó nuestra gran pesadilla, el aumento en la prevalencia de la obesidad, y sus comorbilidades; asociadas al consumo excesivo de fructosa industrial.^{1,2,3,4}

FRUCTOSA

La fructosa es un monosacárido con fórmula química $C_6H_{12}O_6$, similar a la de la glucosa, la fructosa difiere por la presencia de un grupo Keto unido al carbono 2 de la molécula, en tanto la glucosa presenta un grupo aldehído en el carbono 1;⁵ los principales productos de su metabolismo en la vía glucolítica son la glucosa, glucógeno, lactato y piruvato. La fructosa se encuentra presente en forma natural en frutas, verduras, miel y en forma agregada en alimentos etiquetados como de dieta o light, bebidas y néctares. La ingesta de este monosacárido se ha incrementado considerablemente en los últimos años, especialmente en la forma de jarabe de maíz alto en fructosa (JMAF), el cual consiste en la mezcla de glucosa y fructosa, que usualmente se agrega a las bebidas y alimentos como edulcorante.⁵ Figura 1.

Figura 1. Fórmula química de la glucosa y la fructosa
Fuente: ub.edu



La tasa de consumo de fructosa en la dieta, principalmente combinada con glucosa, ha ido en aumento en los últimos años, lo que se relaciona de manera directa con el incremento de la prevalencia de obesidad, diabetes mellitus tipo 2, así como del síndrome metabólico.^{3,7,8}

Debido a la necesidad de obtener sustancias de bajo costo y alto rendimiento, la fructosa se ha convertido en el edulcorante calórico más ampliamente utilizado, desplazando, desde la década de los setenta, a la sacarosa.⁹ Antes de la industrialización masiva de los alimentos, el consumo promedio de fructosa era de 15 gramos al día, actualmente supera los 70 gramos. Investigaciones recientes demuestran que el consumo de fructosa mayor a 50 g/día puede estar relacionado con el desarrollo del síndrome metabólico.

La fructosa cristalina, que se deriva a partir del maíz, se comercializó como un suplemento de comida sana, y estuvo disponible para su uso en alimentos y bebidas en la década de los ochenta. No se debe confundir con el jarabe de maíz alto en fructosa (JMAF), ya que este contiene una combinación del 55% de fructosa y 45% de glucosa. La fructosa cristalina, tiene abundantes aplicaciones en la industria alimenticia, debido a su capacidad de unirse a la humedad, lo que hace que sea un edulcorante ideal para utilizar en la cocción (utilizada en repostería); esta resiste la recristalización y esto hace que los productos horneados tengan mayor humedad y suavidad. Se utiliza además en la industria refresquera para producir bebidas bajas en calorías, para deportistas y se utiliza también como edulcorante de frutas congeladas, que ayuda a prevenir la degradación mediante la unión a las moléculas de agua.

Son múltiples los productos que contienen grandes cantidades de fructosa, cuya presentación más utilizada es el JMAF en la industria alimenticia, y que forman parte del consumo cotidiano de la población mexicana.^{10,11} Los más conocidos:

- Productos horneados: panadería, pasteles, golosinas.
- Salsas a base de tomate: catsup, salsa para pizzas y pastas.

- Bebidas carbonatadas: refrescos, bebidas dietéticas, bebidas energizantes, bebidas deportivas.
- Cereales.
- Productos lácteos: leche, yogurt, licuados, quesos, crema, crema batida, leche condensada.
- Jugos y zumos.
- Frituras y comida chatarra (dulces, golosinas, comida rápida, barras energéticas). Ver Figura 2.

Figura 2. Alimentos que contienen jarabe de maíz alto en fructosa



Fuente: Elaboración propia.

Debido a la confusión que se puede generar, resulta de suma importancia especificar, que, aunque las frutas contienen grandes concentraciones de fructosa, estas son menos propensas a inducir alteraciones metabólicas ya que la contienen en un menor porcentaje comparadas con los productos industriales; agregado a estos, los frutos poseen flavonoides, epicatequina, vitamina C y antioxidantes que disminuyen los efectos adversos del consumo elevado de fructosa y retrasan su absorción.^{1,12}

ABSORCIÓN Y METABOLISMO

La absorción de la fructosa se produce en el intestino delgado, específicamente en la membrana apical del enterocito, es ahí donde se encuentra el transportador de glucosa 5 (GLUT-5), único y específico para fructosa, que la transporta en forma pasiva desde el lumen a la sangre; otro transportador de fructosa, pero de baja afinidad, es el GLUT-2, el cual es capaz

de reconocer otros monosacáridos como la glucosa y galactosa.^{7,13}

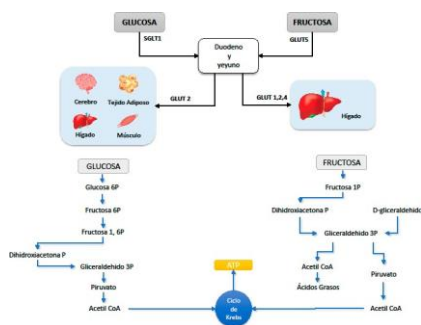
La absorción de fructosa aumenta en presencia de glucosa, galactosa y algunos aminoácidos, y disminuye por la presencia de sorbitol¹⁴. La capacidad de absorción de la fructosa en las vellosidades del enterocito varía entre un rango de 5 a 50 gramos, (25 gramos promedio con una solución glucosada al 10%). Aunque la fructosa y la glucosa son monosacáridos con fórmulas muy similares, sus vías de metabolismo son divergentes tanto a nivel intestinal como hepático, por ejemplo se absorbe más lentamente que la glucosa, aunque es captada y metabolizada de manera más rápida por el hígado, su efecto estimulante sobre la liberación de insulina es inferior al de la glucosa y su captación es independiente de ésta.¹⁴

Como se mencionó anteriormente la absorción de fructosa está mediada principalmente por el transportador de glucosa 5 (GLUT-5), un transportador de fructosa expresado en el borde apical de los enterocitos en el intestino delgado,^{6,13} posterior a esta, el tráfico de fructosa desde los enterocitos hacia la vena porta también está en parte mediado por el GLUT-2.^{14,15}

El metabolismo hepático de la fructosa y de la glucosa tienen grandes diferencias. La fructosa es metabolizada únicamente en el hígado por la fructocinasa, mientras que la glucosa tiende a ser transportada al hígado, pero puede ser metabolizada en cualquier lugar del cuerpo por la glucocinasa.¹⁶

Notablemente, una parte de la fructosa es metabolizada en el citosol por la fructocinasa, una enzima que cataliza la transferencia de un grupo fosfato de alta energía a la D-fructosa 10 veces más rápido que las glucocinasas y las hexocinasas, en fructosa-1-fosfato. La fructosa-1-fosfato es convertida por la aldolasa B en triosas fosfato y gliceraldehído-3-fosfato (metabolitos intermediarios de la glucólisis); de esta forma, la fructosa sirve como fuente no regulada de glicerol 3-fosfato y acetil-CoA en las diversas vías metabólicas como la glucólisis, gluconeogénesis y lipogénesis. En ciertas condiciones, como el alto flujo de fructosa en los enterocitos, se induce la expresión de GLUT-5; por lo tanto, la actividad del GLUT-5 es el regulador clave de la concentración de fructosa en la vena porta. (Figura 3)

Figura 3. Metabolismo de la fructosa y la glucosa



Fuente: Elaboración propia.

Al metabolizarse la fructosa en el hígado, el ATP se reduce rápidamente a medida que el fosfato se transfiere a la fructosa en una forma que facilita la conversión a precursores de lípidos, aumentando así la lipogénesis y la producción de ácido úrico.^{12,17}

Una importante diferencia metabólica entre la glucosa y la fructosa se localiza en el punto de control presente en el catabolismo de la glucosa, en el que la actividad de la fosfofructocinasa-1, es regulada negativamente por las concentraciones de citrato y trifosfato de adenosina (ATP) con el fin de mantener la homeostasis energética. Este punto de control está ausente en el catabolismo de la fructosa, lo que favorece la acumulación y utilización de triosas para la síntesis de ácidos grasos y glicerol.^{5,18}

En comparación con la glucosa, la fructosa tiene un índice glucémico más bajo, no genera una respuesta insulínica, y presenta una capacidad edulcorante mayor, además tiene un potente índice lipogénico y adipogénico.¹ Algunos autores han demostrado que la ingesta de una dieta rica en fructosa aumenta el potencial adipogénico en las células precursoras de adipocitos, provocando una respuesta acelerada con hipertrofia de éstos, asimismo reconocen que la ingesta de importantes cantidades de JMAF por períodos prolongados, altera los niveles de secreción de insulina y leptina; así como una menor supresión de grelina y un marcado aumento de los triglicéridos en el postprandio.

JMAF

En el cariotipo expuesto se observa la presencia de una Existen dos tipos de JMAF, de acuerdo al contenido de fructosa: el JMAF42 y el JMAF 55. El JMAF 42 contiene 42% de fructosa, 53% de glucosa y 5% de otros azúcares como maltosa. El JMAF 55 contiene 55% de fructosa,

41% de glucosa y 4% de otros azúcares.² Ambos pueden contener hasta un 20% de agua.

El JMAF 42 se obtiene de la molienda húmeda del grano de maíz por medio de una triple hidrólisis ácida del almidón, por la acción de la enzima glucosa isomerasa, y por medio de un intercambio iónico el JMAF 55.⁹ En 2013 se reportó la posibilidad de intoxicación por mercurio, secundaria al consumo de JMAF, ya que éste se encuentra en la sosa cáustica, la cual se utiliza para la obtención y fabricación del JMAF.

IMPLICACIONES METABÓLICAS

En años recientes las organizaciones mundiales de salud han llamado a una reducción en el consumo de alimentos que contienen azúcares libres (conocidos como azúcares añadidos), encontrados en cereales para el desayuno con alto contenido de azúcar, bebidas azucaradas y golosinas.¹

Considerando que el consumo excesivo de azúcares de la dieta contribuye al desarrollo de enfermedades metabólicas, como la obesidad, hígado graso no alcohólico (NAFLD),^{2,12,19,20} y la diabetes tipo 2,^{8,20,21} en la industria el JMFA es utilizado debido a su bajo costo y alto poder edulcorante, convirtiéndose en la principal fuente endulzante de los alimentos procesados.

A nivel mundial se estima que 170 millones de personas son afectadas por enfermedades metabólicas como la obesidad y/o diabetes mellitus, en México la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición realizada en 2018 (ENSANUT 2018)²² reportó una prevalencia de obesidad del 75.2% en la población adulta, del 37.9% en adolescentes y del 35.6% en la población infantil, predominando la cifra de obesidad y sobrepeso en las poblaciones urbanas (directamente relacionadas al consumo excesivo de alimentos con altas concentraciones de fructosa); asimismo reconoció que 8.6 millones de mexicanos en edad adulta padecían Diabetes Mellitus (DM), de los cuales el 11.4% eran mujeres y 9.1% hombres; por lo que la prevalencia actual de la DM es del 10.3% de la población total.

Dentro de los principales factores de riesgo alimenticios para la génesis de enfermedades metabólicas, encontrados en la población mexicana, predominaron los alimentos con alto contenido de fructosa como lo son las bebidas no lácteas endulzadas en el 85.9% de la población, botanas, dulces y postres en el 35.4% y bebidas lácteas endulzadas en el 16.8%.²² El impacto de los problemas metabólicos sobre las instituciones públicas de salud mexicanas, se debe a que la atención de estos y sus complicaciones, consume entre el 4.7 y 6.5% del presupuesto designado para la atención.

FRUCTOSA Y OBESIDAD

La ingesta de fructosa en altas cantidades se relaciona de manera directa con el aumento en el peso corporal y depósito de grasa a nivel abdominal, esto es debido al aumento de la lipogénesis.^{7,23} Una dieta alta en fructosa disminuye las concentraciones circulantes de insulina y leptina,¹⁶ atenuando la supresión postprandial de grelina; contribuyendo de manera directa en el aumento de la ingesta de calorías (favoreciendo más el depósito de tejido adiposo); además se ha reportado el incremento de triglicéridos séricos y apolipoproteína B en pacientes con alta ingesta de fructosa en la dieta.¹⁶

Hay efectos indirectos bien reconocidos de la alta ingesta de fructosa que promueven factores sistémicos que contribuyen a la expansión de tejido adiposo, incluida la ingesta calórica aumentada de fructosa, mediada por la resistencia a la leptina y el antagonismo del receptor del péptido-1 similar al glucagón (GLP- 1R). Sin embargo, algunos estudios in vitro sugieren un efecto más directo de la fructosa en el tejido celular subcutáneo, secundario a la expresión y función de GLUT-5 juegan un papel en la diferenciación de adipocitos y la adipogénesis; por lo que estos resultados in vitro sugieren que la fructosa sola puede inducir adipogénesis.⁴

Gracias a estos estudios in vitro se puede afirmar que la alteración de la función del tejido adiposo y la producción de citoquinas inflamatorias producidos por la fructosa pueden agravar el desarrollo de trastornos metabólicos.¹

FRUCTOSA Y RESISTENCIA A LA INSULINA

El consumo excesivo de fructosa ocasiona aumento del estrés oxidativo, glucosilación de proteínas, inflamación, dislipidemia y resistencia a la insulina, esta última se encuentra directamente relacionada con los trastornos en el metabolismo de los lípidos, secundaria a la producción de metabolitos como la acetil-CoA, las ceramidas y el diacilglicerol 5 ; estos metabolitos reducen la sensibilización tisular a la insulina.

En el estudio realizado por Rizkalla et al, se demostró que tres semanas de una dieta rica en fructosa al 10 % indujeron cambios adaptativos en los islotes pancreáticos de ratas: con subsecuente disminución de la masa de células β al aumentar las células apoptóticas, aumento de la liberación de insulina inducida por la glucosa y el metabolismo de la glucosa en los islotes, aumento de la glucoquinasa, pero no de la actividad de la hexoquinasa; estas modificaciones dieron como resultado un aumento de la liberación de insulina, produciendo hiperinsulinemia, tolerancia a la glucosa alterada y resistencia a la insulina.¹⁶

Tappy et al, determinaron que no fue la fructosa la que hizo subir de peso a los pacientes, sino las calorías consumidas. Por cada 50 gramos de fructosa ingerida, se convierte en: 3% en grasa en el hígado, en forma de

triglicéridos, el 50% en glucosa, el 25% en lactato y el 15% en glucógeno.⁵

FRUCTOSA E HÍGADO GRASO

El hígado graso no alcohólico es una condición en la que se acumulan lípidos de manera aberrante en los hepatocitos. Esta condición está muy relacionada con el síndrome metabólico y puede progresar de una forma leve (esteatosis hepática) a una forma más grave (esteatohepatitis),²¹ que puede llevar a cirrosis y falla hepática.¹⁴ El consumo de fructosa está implicado en la patogenia del hígado graso no alcohólico y del síndrome metabólico. Las dietas con alto contenido de fructosa aumentan la concentración de triglicéridos en el plasma y estimulan la lipogénesis de novo, así como una oxidación defectuosa de ácidos grasos a nivel hepático, que provoca la acumulación de lípidos.²¹

ENCONTRANDO AL VILLANO

Lustig⁷ menciona que la mayoría de las personas, víctimas de la publicidad piensan que la fructosa ofrece solamente “calorías vacías” (alimentos energéticamente densos, pero con baja calidad nutricional);²⁴ sin embargo, es más que eso, es dañina, en primer lugar porque contribuye a la acumulación de grasa en el hígado y crea resistencia a la insulina; en segundo lugar, porque favorece la producción de peróxido de hidrógeno dentro de las células, ocasionándoles daño directo (parecido al efecto directo del alcohol), a la que vez incide en los centros de placer cerebrales, estimulando la dopamina en el núcleo accumbens y otros sitios en el mesencéfalo,¹⁷ lo que aumenta el deseo de consumirla más. Por su rápida absorción a nivel gastrointestinal y la ausencia en su regulación metabólica, favorece el incremento de las concentraciones de ácidos grasos, la hiperuricemia, la resistencia a la insulina y el estrés oxidativo por glucolipotoxicidad, que en conjunto favorecen el inicio y progreso de enfermedades metabólicas.¹⁸

INTOLERANCIA A LA FRUCTOSA

Se presenta por la acción deficiente o insuficiente de la enzima aldolasa fructosa-1-fosfato (que en condiciones normales rompe la fructosa en glucosa bioutilizable), provocando el acúmulo de la misma a nivel hepático, renal e intestinal.

Clínicamente se manifiesta con edema de extremidades, diarrea explosiva, náusea y vómito que suelen llevar a un estado de deshidratación, dolor y distensión abdominal, poliuria, diaforesis, polidipsia, y en casos graves y severos con neuroglucopenia.²⁵

RECOMENDACIONES PARA IDENTIFICAR LOS ALIMENTOS CON AZÚCAR AÑADIDO

EL ETIQUETADO NUTRIMENTAL

El etiquetado nutrimental se define como la descripción destinada a informar al consumidor acerca de las propiedades nutrimentales de un alimento, lo cual se debe de encontrar en los empaques o envases de alimentos y bebidas, para leer adecuadamente un etiquetado nutrimental se deben identificar tres componentes indispensables: A) tabla de información nutrimental, B) etiquetado frontal, y C) lista de ingredientes.²⁶

El objetivo de aprender a leer el etiquetado nutrimental es identificar el tamaño correcto de las porciones, el total de calorías proporcionadas en una porción y/o empaque, así como los nutrientes específicos de cada alimento o bebida, con la finalidad de elegir de forma correcta la opción más sana; como profesionales de la salud, debemos conocer los nutrimentos e ingredientes que contienen los alimentos y bebidas para que los pacientes a nuestro cargo puedan tomar decisiones más apropiadas para adoptar un estilo de vida saludable.²⁶

El azúcar puede estar presente o reportado de muchas maneras: glucosa, fructosa, jarabe, sirope, caramelo, dextrosa, melaza, almíbar, miel o jugos de caña y, todas ellas, sumarían ese porcentaje que no debe rebasar los estándares recomendados en la dieta. Por ello, se deben reconocer las diferentes formas en las que aparece el azúcar añadido en los alimentos para así poder identificarlo. A veces, aparecen dentro de enunciados como "hidratos de carbono de los cuales azúcares son cierta cantidad (x) gramos".

En México el etiquetado nutricional de los alimentos está regido de acuerdo con lo que dicta la Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010 27; sin embargo, estudios recientes sugieren la poca comprensión y dificultad para leer los etiquetados por parte del personal sanitario y por ende de la población en general, por lo que es necesario emplear un mejor y adecuado sistema de etiquetado nutricional que refleje adecuadamente las porciones contenidas en los alimentos.

DISMINUIR LA INGESTA

Como se ha mencionado anteriormente, en México, se estima que más de 70% de las muertes en adultos son por causa de las enfermedades crónico degenerativas; la evidencia demuestra que la dieta y los hábitos de alimentación han atravesado por cambios sustanciales durante los últimos 30 a 40 años, al tiempo que el consumo de energía (kilocalorías, kcal) per cápita se ha incrementado 580 kcal/día a escala mundial, patrón que la población mexicana ha seguido sustancialmente, lo que se atribuye al aumento del consumo de alimentos procesados densamente energéticos, así como a otros cambios del sistema alimentario y al propio crecimiento

económico del país.²⁸ Recientemente se ha estimado que más de 58% de la energía total (kilocalorías) consumida por los mexicanos proviene de alimentos procesados.

La cantidad diaria de azúcares libres (que incluye los monosacáridos y los disacáridos añadidos a los alimentos y las bebidas por el fabricante, el cocinero o el consumidor, más los azúcares naturalmente presentes en la miel, los jarabes, los jugos de frutas y los concentrados de jugos de frutas) recomendada según el último informe de la Organización Mundial de la Salud (OMS) 29 es por debajo del 10% del total de la energía (gasto calórico) de nuestra dieta, aunque lo ideal es no superar el 5%.

CONCLUSIONES

La fructosa tiene un impacto metabólico especial e importante; el abuso en su consumo es considerado como un factor de riesgo importante para el desarrollo de obesidad, hipertrigliceridemia, hipertensión arterial, síndrome metabólico, hiperuricemia e hígado graso no alcohólico, por lo que favorece el aumento de la morbilidad poblacional y el consume un porcentaje importante en el presupuesto de las instituciones de salud públicas y privadas.

Se debe de concientizar a la población para reducir o evitar su consumo, por lo que cobra gran importancia educar a nuestros pacientes y público en general a leer adecuadamente las etiquetas y su contenido en fructosa tanto libre como en JMAF y jarabe de maíz.

Se deben de tomar medidas políticas en busca de modificar y mejorar el etiquetado de los productos industriales que contengan JMAF o cualquier derivado de la fructosa, así como promover medidas de divulgación e información masivas para la educación y concientización a la población.

Es necesario también promover un consenso nacional para determinar una dosis máxima diaria permitida en el consumo de fructosa, sin presentar alteraciones metabólicas asociadas al mismo, por lo que se debe de aumentar la investigación al respecto.

REFERENCIAS

1. Carvallo P, Carvallo E, Barbosa-da-Silva S, Manda- rim-de-Lacerda CA, Hernández A, Del Sol M. Efectos metabólicos del consumo excesivo de fructosa añadida. *Int J Morphol.* 2019; 37(3): 1058-1066.
2. Bray GA. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79: 537-543.
3. Rippe JM, Angelopoulos TJ. Sucrose, high-fructose corn syrup, and fructose, their metabolism and potential health

- effects: What do we really know? *Adv Nutr.* 2013; 4: 236-245.
4. Hernández-Díazcordero A, Romero-Nava R, Carbó R. High fructose intake and adipogenesis. *Int J Mol Sci* [Internet] 2019 (consultado 12 junio 2020) 20, 2787. doi:10.3390/ijms20112787 Disponible en: www.mdpi.com/journal/ijms
 5. Tappy L, Lê KA. Metabolic effects of fructose and the world-wide increase in obesity. *Physiol Rev.* 2010; 90(1): 23-46.
 6. Hoekstra JH, van den Aker JH. Facilitating effect of amino acids on fructose and sorbitol absorption in children. *J Pediatr Gastroenterol Nutr.* 1996; 23: 118-124.
 7. Lustig RH. Fructose: metabolic, hedonic, and societal parallels with ethanol. *J Am Diet Assoc.* 2010; 110: 1307-1321.
 8. Bray GA. Energy and fructose from beverages sweetened with sugar or highfructose corn syrup pose a health risk for some people. *Adv Nutr.* 2013; 4(2): 220- 225.
 9. Kasangian JH. Jarabe de maíz de alta fructosa y su relación con la obesidad. [Internet]. Sociedad Argentina de Obesidad y Trastornos Alimentarios; Sept 2012 (Consultado 23 jun 2020). Disponible en: <https://www.researchgate.net/publication/277245218>
 10. Muñoz de Chávez M, Chávez-Villasana A., Roldán-Amaro A., Ledesma-Solano JA, Mendoza Martínez, E., Pérez Gil F. Tablas de Valor Nutritivo de los Alimentos de Mayor Consumo en México. México, D.F. 1996.
 11. Gómez PJ. Por consumo de jarabe de maíz, aumenta la diabetes en México. Dirección General de Comunicación Social. Boletín UNAM-DGCS-798.13 nov 2019.
 12. Jensen T, Abdelmalek MF, Sullivan S, Nadeau KJ, Green M, et al. Fructose and sugar: A major mediator of non-alcoholic fatty liver disease. *J Hepatol.* 2018; 68(5):1063-75.
 13. Douard V, Ferraris RP. Regulation of the fructose transporter GLUT5 in health and disease. *Am J Physiol Endocrinol Metab.* 2008; 295: 227-237.
 14. Riveros MJ, Parada A, Pettinelli P. Consumo de fructosa y sus implicaciones para la salud; malabsorción de fructosa e hígado graso no alcohólico. *Nutr Hosp.* 2014; 29(3): 491-499.
 15. Jones HF, Butler RN, Brooks DA. Intestinal fructose transport and malabsorption in humans. *Am J Physiol Gastrointest Liver Physiol.* 2011; 300: G202-G206.
 16. Rizkalla SW. Health implications of fructose consumption: A review of recent data. *Nutr Metab.* 2010; 7: 82. Disponible en: <http://www.nutritionandmetabolism.com/content/7/1/82>
 17. Johnson RJ, Sánchez-Lozada LG, Andrews P, Lanaspa MA. Perspective: A Historical and Scientific Perspective of Sugar and Its Relation with Obesity and Diabetes. *Adv Nutr.* 2017; 8: 412-422.
 18. Loza-Medrano SS, Baiza-Gutman LA, Ibáñez-Hernández MA, Cruz-López M, Díaz-Flores M. Alteraciones moleculares inducidas por fructosa y su impacto en las enfermedades metabólicas. *Rev Med Inst Mex Seguro Soc.* 2018; 56(5): 491-504.
 19. Yang Q, Zhang Z, Gregg EW, Flanders WD, Merritt R et al. Added sugar intake and cardiovascular diseases mortality among US adults. *JAMA Intern Med.* 2014; 174(4):516-24.
 20. Softic S, Gupta MK, Wang GX, Fujisaka S, O'Neill BT et al. Divergent effects of glucose and fructose on hepatic lipogenesis and insulin signaling. *J Clin Invest.* 2017; 127(11): 4059-74.
 21. Lim JS, Mietus-Snyder M, Valente A, Schwartz JM, Lustig RH. The role of fructose in the pathogenesis of NAFLD and the metabolic syndrome. *Nat Rev Gastroenterol Hepatol.* 2010; 7: 251-64.
 22. Secretaría de Salud. Instituto Nacional de Salud Pública. Encuesta Nacional de Salud ENSANUT 2018, México (2019). <https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanut2018/index.php>
 23. Taskinen MR, Söderlund S, Bogl LH, Hakkarainen A, Matikainen N et al. Adverse effects of fructose on cardiometabolic risk factors and hepatic lipid metabolism in subjects with abdominal obesity. *J Intern Med* 2017;282(2):187-201.
 24. Garcés GL. Analizando el término "kilocalorías vacías". *Rev Cub Aliment Nutr.* 2010; 20(1): 139-144.
 25. Cabezuelo A. Intolerancias alimentarias: la intolerancia a la fructosa. [Trabajo fin de grado]. Facultad de Farmacia Universidad Complutense; 2019
 26. Martínez RMA. La lectura de etiquetas de información nutricional. *Rev Mex Pediatr.* 2018; 85(5):157-161.
 27. Norma Oficial Mexicana NOM-051-SCFI/SSA1-2010, Especificaciones generales de etiquetado para alimentos y bebidas no alcohólicas preenvasados-Información comercial y sanitaria.
 28. Kaufer-Horwitz M, Tolentino-Mayo L, Jáuregui A, Sánchez-Bazán K, Bourges H, Martínez S, et al. Sistema de etiquetado frontal de alimentos y bebidas para México: una estrategia para la toma de decisiones saludables. *Salud Publica Mex.* 2018; 60(4): 479-486.
 29. Organización Mundial de la Salud. Nota informativa sobre la ingesta de azúcares recomendada en la directriz de la OMS para adultos y niños. [Internet]. 2015. (Consultado 25 jul 2020) Disponible en: https://www.who.int/nutrition/publications/guidelines/sugar_intake_information_note_es.pdf