



## Estudio de los efectos nocivos del consumo de refresco sobre el peso y glucosa de ratas sanas

### *(Study of the harmful effects of consumption of carbonated beverages on the weight and glucose of healthy rats)*

Jorda Aleiria Albarrán-Melzer<sup>1</sup>, Rebeca Estrella-Gómez<sup>1</sup>, Crystell Guadalupe Guzmán-Priego<sup>1</sup>, Manuel Eduardo Borbolla-Sala<sup>1</sup>, Raúl Guzmán-León<sup>1</sup>, Guadalupe del Carmen Baeza-Flores<sup>1</sup> ✉.

<sup>1</sup> Universidad Juárez Autónoma de Tabasco. Mexico.

**Recibido:** 13 de Junio de 2018.

**Aceptado:** 13 de Noviembre de 2018.

**Publicado online:** 21 de Enero de 2019.

[ARTÍCULO ORIGINAL]

PII: S2477-9369(18)07012-O

#### Resumen (español)

El incremento en el consumo de refrescos se ha asociado con el desarrollo de enfermedades metabólicas como síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2, obesidad, entre otros. El objetivo fue determinar el efecto del consumo de refrescos sobre el peso y la glucosa de las ratas Wistar macho. Se incluyeron dos grupos (n = 8 ratas), el grupo control recibió 12 ml de agua por 100 g de peso al día y al grupo experimental se le administraron 12 ml de refresco por cada 100 gramos de peso, por día, durante 24 semanas. Se midieron las variables peso y glucosa de cada grupo. Los animales con consumo de refrescos mostraron aumento de peso corporal e hiperglucemia en la semana 8, 12, 16, 20 y 24. En conclusión, el consumo de refresco en comparación con agua se asoció con un aumento de peso y glucosa en sangre.

#### Palabras clave (español)

*Bebidas gaseosas; Diabetes mellitus; Obesidad.*

#### Abstract (english)

The increase in the consumption of soft drinks has been associated with the development of metabolic diseases such as metabolic syndrome, type 2 diabetes, obesity among others. This study aimed to determine the effect of the consumption of soft drinks on the weight and glucose of male Wistar rats. This experimental study included two groups (n = 8 rats), the control group received a 12 ml of water per 100g of weight daily, and, the experimental group received 12 ml of soft drink per 100 grams of weight each per day, for 24 weeks and the variables weight and glucose of each group were measured. The animals with soft drink consumption showed an increase in body weight and hyperglycemia at week 8, 12, 16, 20 and 24. In conclusion, the consumption of soft drinks compared with water was associated with an increase in weight and blood glucose.

**Keywords (english)***Carbonated beverages; Diabetes mellitus; Obesity.***Introducción**

Los cambios en el estilo de vida condicionan el incremento de las actividades con efecto negativo para la salud. El sedentarismo y principalmente los cambios en los hábitos alimentarios contribuyen en la prevalencia de la obesidad y otras enfermedades metabólicas. Un ejemplo es la disminución del consumo de agua purificada y el consumo masivo de refrescos (1). Sin embargo el consumo de refresco se asocia con enfermedades como síndrome metabólico, diabetes mellitus tipo 2, obesidad entre otras (1, 2,3).

Las tendencias muestran que el consumo de refrescos es creciente en todos los grupos etarios. En un estudio internacional se demostró que el consumo de bebidas azucaradas es mayor en países de ingresos medios altos, en Norteamérica, América Central y Latinoamérica el consumo promedio fue de 0,8 porciones por día (4). En Estados Unidos la ingesta de refrescos aumentó el 5,7% en 24 años con un pico máximo de consumo entre los 19 y 39 años (5). En la Ciudad de México en 1995 el 82.5% de la población consumía refrescos embotellados con una media de 1,7±1,3 refrescos al día (6). En un grupo de adolescentes mexicanos el consumo de bebidas aumentó 2,4 veces del año de 1999 al 2006 (7). Se ha demostrado que las personas que tienen como patrón de consumo 1 o más refrescos al día de forma regular están predispuestos 1,8 veces más a padecer síndrome metabólico (8).

Se ha relacionado de forma directa el aumento de la epidemia de obesidad con el de consumo de refrescos a base de jarabe de maíz con alto contenido en fructosa (9,10). En México se han desarrollado estrategias y políticas públicas para tratar de limitar el consumo de bebidas endulzadas con jarabe de maíz con alto contenido en fructosa desde la infancia (12).

La fructosa es un carbohidrato de estructura similar a la glucosa, sin embargo no se requiere en la dieta, cuando es ingerido se metaboliza en el hígado favoreciendo la lipogénesis (10).

La evidencia en animales experimentales es contradictoria ya que hay reportes que aceptan y otras

que rechazan el riesgo de enfermedades metabólicas tras consumo crónico de refrescos (11,13). Derivado del contexto anterior el objetivo de nuestra investigación fue determinar el efecto del consumo de refrescos sobre el peso y glucosa de ratas sanas, para probar que el consumo de refrescos provoca el aumento de peso e hiperglucemia en ratas.

**Materiales y métodos**

El estudio fue realizado bajo autorización del Comité de Ética de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco y de acuerdo a los lineamientos éticos de experimentación animal procurando minimizar el uso y el sufrimiento animal.

Se realizó una investigación cuantitativa con diseño de experimental, longitudinal y analítico, durante el periodo marzo a agosto de 2017. Se estudió un total de 16 ratas macho cepa Wistar, de 56 días de edad (~8 semanas) provenientes de la Unidad de Producción Cuidado y Experimentación Animal (UPCEA) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT) se alojaron durante 32 semanas, los animales estuvieron alojados en cajas individuales de policarbonato, a temperatura, luz y humedad controladas de acuerdo a lo descrito en NOM-062-ZOO-199.

Se establecieron dos grupos de trabajo para el consumo de líquidos, un grupo experimental (caso) y un grupo control con dieta y el consumo de líquidos fueron a libre demanda durante 24 semanas. La dieta fue de 10gr de alimento por cada 100gr de peso a base alimento balanceado (Contenido: 23,5% de proteínas, 6,5% de grasas, 3,8% de fibra cruda, 6,8% de minerales, y <15ppm de vitaminas) para ambos grupos.

Al grupo control (n=8) se le proporcionaron 12 ml agua por cada 100 gr de peso y para el grupo experimental (n=8) fueron 12 ml de refresco de cola por cada 100gr de peso cada 24 horas (el refresco de cola con información: jarabe de maíz alto en fructosa, ácido fosfórico, cafeína, benzoato de sodio/potasio, dióxido de carbono).

**Tabla 1.** Evolución del peso a través del tiempo.

Tiempo	Peso (g)	Peso (g)	p
	Control X̄ ± (EE)	Caso X̄ ± (EE)	
4 semanas	206.0±6,0	210,5±2,8	0,497
8 semanas	212,5±3,5	284,1±14,8	0,049*
12 semanas	237.0±17,0	338,5±14,2	0,010*
16 semanas	254.0±22,0	436,8±10,2	<0,0001*
20 semanas	269.0±29,0	449,1±10,2	<0,0001*
24 semanas	279.0±23,0	457,6±13,0	0,0003*

n=8 por grupo, resultados expresados a través de media aritmética y error estándar. Prueba estadística: *T-Student*\*p<0,05

Se evaluó el peso corporal y glucosa en el turno matutino cada 4 semanas. El peso (g) se midió a través de una balanza electrónica digital portátil (marca Ohaus®) y en el equipo Accu-Check® a través de punción de la vena caudal se midió la glucosa. Para el análisis morfológico se realizó sacrificio de los animales en cámara de CO2.

Los datos fueron registrados en un entorno para captura del programa Excel, los valores se expresaron como medias ± error estándar. Se comparó la diferencia entre medias de peso y glucosa a través de la prueba estadística *T-Student* por medición, tomando una p<0.05 como significativa.

### Resultados

Al inicio del experimento el promedio de peso fue de 206.0±6,0g en las ratas control y 210,5±2,8g en el grupo casos. En la tabla 1 se detalla el peso (g) de cada grupo a través del tiempo del estudio. La media

del grupo control es más bajo que la del grupo tratado con refresco de cola (caso) de manera estadísticamente significativa.

La media de glucosa al inicio del tratamiento fue de 89.0±3,0 mg/dL en el grupo control y de 88,2±2.2 mg/dL en el grupo caso. En la tabla 2 se detallan los valores promedio de glucosa de los grupos tratados con refresco de cola y del grupo control, demostrando nuevamente que existen diferencias estadísticamente significativas.

Como se observa en Figura 1, en el grupo tratado con refresco de cola (Casos) se muestra un incremento estadísticamente significativo del peso corporal de las ratas y de la glucosa en la semana número 8, 12, 16, 20 y 24.

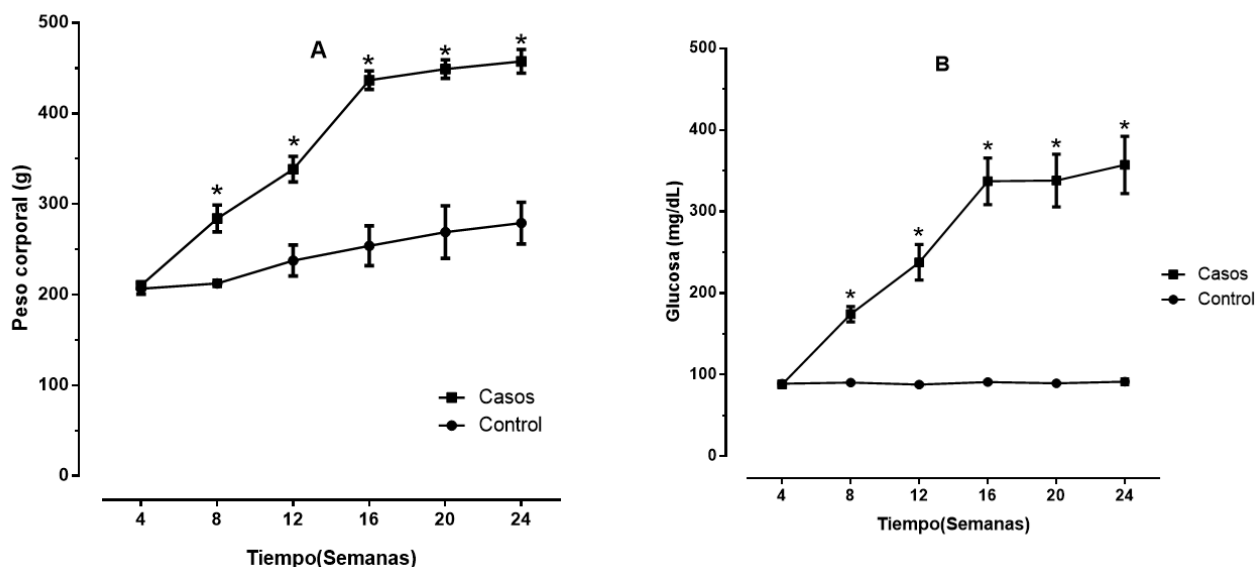
### Discusión

Nuestros resultados muestran que el consumo de refresco con jarabe de maíz con alto

**Tabla 2.** Evaluación de la glucosa a través del tiempo.

Tiempo	Glucosa (mg/dL)	Glucosa (mg/dL)	p
	Control X̄ ± (EE)	Caso X̄ ± (EE)	
4 semanas	89,0±3,0	88,2±2,2	0.882
8 semanas	90,5±0,5	174,2±9,5	0.003*
12 semanas	88,0±1,0	237,7±21,8	0.011*
16 semanas	91,0±1,0	337,0±28,3	0.003*
20 semanas	89,5±0,5	338,0±32,0	0.006*
24 semanas	91,5±3,5	357,1±35,1	0.006*

n=8 por grupo, resultados expresados a través de media aritmética y error estándar. Prueba estadística: *T-Student*\*p<0,05



**Figura 1.** Efecto del consumo de refresco a través del tiempo. En el panel A se observa la evolución del peso a través del tiempo para las ratas del grupo control (• consumo de agua) y del grupo caso (▪ consumo de refresco). En el panel B se observa la evolución de la concentración de glucosa a través del tiempo para las ratas del grupo control (• consumo de agua) y del grupo caso (▪ consumo de refresco) n=8 ratas. Prueba de *T-Student* \*p<0,05.

contenido en fructosa da como resultado el incremento de peso y glucosa a través del tiempo de forma estadísticamente significativa.

Nuestros resultados son similares con lo reportado por Olguín y cols. 2015 quienes mostraron que animales con una dieta a base de fructosa tuvieron una variación de peso de  $164 \pm 10,5$  g a  $239 \pm 28,8$  g y valores finales de glucosa en  $321,3 \pm 58,2$  mg/dL (13).

En contraste, hay estudios con los que se identificaron diferencias, como en lo reportado por Bottezelli y cols. en 2010 quienes indicaron que no hay diferencia estadísticamente significativa en el peso corporal de ratas con consumo crónico de agua, refresco de cola light, y refresco de cola regular, sin embargo, los grupos de animales con ingesta de refrescos altos en fructosa presentaron un incremento en el consumo de líquidos y disminución en la ingesta de alimento (14).

El consumo de productos con edulcorantes artificiales es alto y se encuentra estrechamente asociado al riesgo de obesidad y síndrome metabólico en niños y adolescentes (15). Se ha demostrado que el consumo de refrescos contribuye al incremento en el peso y en el riesgo de diabetes de acuerdo a lo reportado por Schulze en el año 2004 (16). Hay reportes que muestran que el riesgo de padecer síndrome metabólico es alto en adolescentes que

consumen >500ml diarios de refrescos y la prevalencia es aún mayor en mujeres (17). Los grupos etarios principalmente afectados por el consumo descontrolado de refrescos son los niños, adolescentes, jóvenes y adultos, en estudiantes universitarios el consumo de refrescos mostró con el perfil lipídico-metabólico elevado (18).

A través de múltiples estudios experimentales y observacionales se tiene la evidencia del efecto del consumo de refrescos o bebidas azucaradas sobre el peso corporal, la prevalencia de diabetes mellitus, síndrome metabólico, dislipidemia, enfermedad cardiovascular, hepática, osteoporosis y cáncer (11, 19, 20, 21).

Nuestros resultados son evidencia científica que el consumo de refrescos incrementa el peso y la glucosa en ratas sanas. Se requiere mayor compromiso para disminuir el consumo de refrescos, se propone que se realicen investigaciones que contribuyan con datos de nuestra sociedad y se evalué el efecto de intervenciones para disminuir el consumo de refrescos en grupos vulnerables como la infancia y la juventud.

### Conflictos de interés

Los autores declaran no tener ningún conflicto.

## Referencias

- Fagherazzi G, Vilier A, Saes D, Lajous M, Balkau B, Clavel-Chapelon F. Consumption of artificially and sugar-sweetened beverages and incident type 2 diabetes in the Etude Epidemiologique aupres des femmes de la Mutuelle Generale de l'Education Nationale-European Prospective Investigation into Cancer and Nutrition cohort. *Am J Clin Nutr.* 2013; 97:517-23. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Papier K, D' Este C, Bain C, Banwell C, Seubsman S, Sleight A, Jordan S. Consumption of sugar-sweetened beverages and type 2 diabetes incidence in Thai adults: results from an 8-year prospective study. *Nutr Diabetes.* 2017; 7:e283. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Wang JW, Mark S, Henderson M, O'Loughlin J, Tremblay A, Wortman J, Paradis G, Gray-Donald K. Adiposity and glucose intolerance exacerbate components of metabolic syndrome in children consuming sugar-sweetened beverages: QUALITY cohort study. *Pediatr Obes.* 2013; 8:284-93. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Singh GM, Micha R, Khatibzadeh S, Shi P, Lim S, Andrews KG, Engell RE, Ezzati M, Mozaffarian D; Global Burden of Diseases Nutrition and Chronic Diseases Expert Group (NutriCoDE). Global, Regional, and National Consumption of Sugar-Sweetened Beverages, Fruit Juices, and Milk: A Systematic Assessment of Beverage Intake in 187 Countries. *PLoS One.* 2015; 10:e0124845. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Nielsen SJ, Popkin BM. Changes in beverage intake between 1977 and 2001. *Am J Prev Med.* 2004;27:205-10. Erratum in: *Am J Prev Med.* 2005;28:413. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Maupomé-Carvantes G, Sánchez-Reyes V, Laguna-Ortega S, Andrade-Delgado LC, Diez de Bonilla-Calderón J. Patrón de consumo de refrescos en una población mexicana. *Salud Pública de México* 1995; 37:323-28. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Barquera S, Hernandez-Barrera L, Tolentino ML, Espinosa J, Ng SW, Rivera JA, Popkin BM. Energy intake from beverages is increasing among Mexican adolescents and adults. *J Nutr.* 2008; 138:2454-61. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Dhingra R, Sullivan L, Jacques PF, Wang TJ, Fox CS, Meigs JB, D'Agostino RB, Gaziano JM, Vasan RS. Soft drink consumption and risk of developing cardiometabolic risk factors and the metabolic syndrome in middle-aged adults in the community. *Circulation.* 2007; 116:480-8. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Bray GA. How bad is fructose? *Am J Clin Nutr.* 2007; 86:895-6. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Bray GA, Nielsen SJ, Popkin BM. Consumption of high-fructose corn syrup in beverages may play a role in the epidemic of obesity. *Am J Clin Nutr.* 2004; 79:537-43. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Ma J, Fox CS, Jacques PF, Speliotes EK, Hoffmann U, Smith CE, Saltzman E, McKeown NM. Sugar-sweetened beverage, diet soda, and fatty liver disease in the Framingham Heart Study cohorts. *J Hepatol.* 2015; 63:462-9. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- SEP. Acuerdo Nacional para la Salud Alimentaria, Estrategia contra el sobrepeso y obesidad. GOB 2010;.1era edición, México.
- Olgún MC, Posadas MD, Revelant GC, Labourdette V, Marinozzi DO, Venezia MR, Zingale MI. Efectos del consumo elevado de fructosa y sacarosa sobre parámetros metabólicos en ratas obesas y diabéticas. *Rev Chil Nutr.* 2015; 42: 151-6. [\[Google Scholar\]](#)
- Botezelli JD, Dalia RA, Reis IM, Barbieri RA, Rezende TM, Pelarigo JG, Codogno J, Gonçalves R, Mello MA. Chronic consumption of fructose rich soft drinks alters tissue lipids of rats. *Diabetol Metab Syndr.* 2010; 2:43. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Durán S, Quijada M, Silva L, Almonacid N, Berlanga M, Rodríguez M. Niveles de ingesta diaria de edulcorantes no nutritivos en escolares de la región de Valparaíso. *Rev Chil Nutr.* 2011; 38:444-49. [\[Google Scholar\]](#)
- Schulze MB, Manson JE, Ludwig DS, Colditz GA, Stampfer MJ, Willett WC, Hu FB. Sugar-sweetened beverages, weight gain, and incidence of type 2 diabetes in young and middle-aged women. *JAMA.* 2004; 292:927-34. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Chan TF, Lin WT, Huang HL, Lee CY, Wu PW, Chiu YW, Huang CC, Tsai S, Lin CL, Lee CH. Consumption of sugar-sweetened beverages is associated with components of the metabolic syndrome in adolescents. *Nutrients.* 2014; 6:2088-103. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)
- Ramírez Velez R, Ojeda ML, Tordecilla MA, Peña JC, Meneses JF. El consumo regular de bebidas azucaradas incrementa el perfil lipídico metabólico y los niveles de adiposidad en universitarios de Colombia. *Rev Col Cardiol.* 2016; 23:11-18. [\[Google Scholar\]](#)
- Silva P, Durán S. Bebidas azucaradas, más que un simple refresco. *Rev Chil Nutr.* 2014; 41: 90-97. [\[Google Scholar\]](#)
- Sangüesa G, Montañés JC, Baena M, Sánchez RM, Roglans N, Alegret M, Laguna JC. Chronic fructose intake does not induce liver steatosis and inflammation in female Sprague-Dawley rats, but causes hypertriglyceridemia related to decreased VLDL receptor expression. *Eur J Nutr.* 2018; 1-15. [\[PubMed\]](#) [\[Google Scholar\]](#)

**Como citar este artículo:** Albarrán-Melzer JA, Estrella-Gómez R, Guzmán-Priego CG, Borbolla-Sala ME, Guzmán-León R, Baeza-Flores GC. Estudio de los efectos nocivos del consumo de refresco sobre el peso y glucosa de ratas sanas. *Avan Biomed* 2018; 7: 85-9.



Avances en Biomedicina se distribuye bajo la Licencia Creative Commons Atribución -No Comercial -Compartir Igual 3.0 Venezuela, por lo que el envío y la publicación de artículos a la revista son completamente gratuitos.