

Monografía: Red Mexicana de Investigación en Comportamiento Animal



Ingestión de glucosa en ratas: un bebedero vs. dos bebederos

ALMA GABRIELA MARTÍNEZ MORENO, ANTONIO LÓPEZ-ESPINOZA, FELIPE DE JESÚS DÍAZ RESÉNDIZ, KARINA FRANCO PAREDES, ASUCENA CÁRDENAS VILLALVAZO, VIRGINIA GABRIELA AGUILERA CERVANTES, ELIA HERMINIA VALDÉS MIRAMONTES, CLAUDIA R. MAGAÑA GONZÁLEZ Y FELIPE SANTOYO TELLES

*Universidad de Guadalajara
Centro Universitario del Sur
Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición (CICAN)*

Resumen

El objetivo de esta investigación consistió en comparar el consumo de soluciones de glucosa en ratas expuestas al procedimiento de un bebedero disponible contra otro grupo de ratas expuestas al procedimiento de dos bebederos, uno con la solución de glucosa y otro con agua. Los animales fueron expuestos a una línea base de alimento y agua, y posteriormente fueron expuestos al procedimiento experimental durante noventa días. Los resultados mostraron que todos los sujetos incrementaron su consumo de líquido, mientras que su consumo de alimento disminuyó cuando fueron expuestos a la glucosa, en comparación con su registro de consumo de agua y alimento durante la línea base, respectivamente. Los animales expuestos al procedimiento de dos bebederos consumieron más glucosa en comparación con el grupo expuesto al procedimiento de un bebedero, aunque las diferencias no fueron significativas. Respecto al consumo de alimento durante la exposición a la glucosa, no se eviden-

ciaron diferencias entre los grupos. Se discute la posibilidad de que el procedimiento utilizado (la disponibilidad de un bebedero extra) favoreció el consumo de la bebida endulzada con glucosa.

Palabras clave: glucosa, consumo de soluciones endulzadas, procedimiento de un bebedero, procedimiento de dos bebederos, ratas.

Glucose intake in rats: One bottle vs. two bottles Abstract

The objective of this research consisted to compare sweetened solutions intake from a group of rats exposed to one-bottle test against another group of rats exposed to two bottle testing, one bottle with sweetened solution and another with water. Animals were exposing to baseline of food and water and later were expose to an experimental procedure during nineteen days. Results showed that all subjects increase their liquid intake and decrease their food intake when they were expose to glucose in comparison whit their record of water and food intake during baseline. Animals exposed to two bottle test consumed more glucose in comparison to group exposed to one bottle test even differences were no significant. This suggests the possibility that the procedure used (availability of another bottle) help of sweetened drink intake.

Key words: Glucose, sweetened solutions intake, one bottle test, two bottle test, rats.

Agradecimientos: La presente investigación fue financiada por el CONACYT mediante el proyecto CB-2008/101314.

Dirigir toda correspondencia sobre este artículo a: Alma Gabriela Martínez Moreno. Av. Prolongación Colón S/N. Edificio X-3. Km. 1 Carretera Ciudad Guzmán-Guadalajara, C.P. 49000, Ciudad Guzmán, Zapotlán el Grande, Jalisco, México.

Creo electrónico: alma.martinez@cusur.udg.mx.

RMIP 2011, 8-15.

ISSN-impres: 2007-0926

www.revistamexicanadeinvestigacionenpsicologia.com

Derechos reservados ©RMIP

Los polisacáridos carecen de vitaminas, minerales o fibras y solo suministran calorías. En este grupo se encuentran los dulces, el azúcar refinada, lo jarabes, las bebidas carbonatadas y las harinas refinadas. Solamente en este tipo de alimentos se desarrolla un efecto adictivo y según Avena, Long y Hoebel (2005), Colantuoni et al. (2001), Rada, Avena y Hoebel (2005) y Wurtman y Wurtman (1995), solamente con la glucosa, principal componente del azúcar. Desde hace muchos años se ha reportado que las ratas son grandes consumidoras de los polisacáridos, específicamente de glucosa. La literatura científica ha demostrado que los roedores consumen grandes cantidades de agua endulzada con glucosa en procedimientos de libre acceso (Martínez, Díaz, Beltrán-Miranda, González, Munguía y Venancio, 2010; Martínez, López-Espinoza y Martínez, 2006) y que prefieren soluciones de glucosa sobre soluciones de otros endulzantes como la fructuosa (Ackroff y Sclafani, 1997), la policosa (Ackroff, Manza y Sclafani, 1993), la sacarina (Capaldi, Owens y Palmer, 1994; Smith y Sclafani, 2002; Mook, 1974), el aspartame (Prat-Larquemin, Opper, Bellisle y Guy-Grand, 2000) o la sucralosa (Bello y Hajnal, 2005; Sclafani y Clare, 2004). También se ha demostrado que prefieren ciertas dosis de glucosa sobre agua (Alsiöa, Pickeringa, Romanb, Hultingc, Lindbloma y Schiötha, 2009).

La atracción extrema de los animales hacia los azúcares ha sido explicada desde diversas perspectivas. Reportes electrofisiológicos señalan que la glucosa activa diferentes canales del sentido del gusto en las ratas y que se producen diferentes respuestas neurales en el núcleo del tracto solitario. Sclafani y Clare (2004) sugirieron que las ratas tienen diferentes receptores gustativos para los carbohidratos. Estos receptores funcionan de igual forma ante los endulzantes calóricos y no calóricos; sin embargo, la respuesta hacia la glucosa es más fuerte que las respuestas emitidas ante otros endulzantes, lo que explicaría porqué las ratas responden inme-

diatamente ante la presencia de la glucosa, pero no ante la sacarina o el aspartame.

Estudios genéticos atribuyeron las diferencias individuales que presentan las ratas ante diferentes endulzantes, a los receptores del gusto. Montmayeur y Matsunami (2002) reportaron que el gene *Tas1r3* combinado con el *T1R2* conforman un receptor complejo que involucra la percepción del sabor de los carbohidratos y de las proteínas, lo que produce que estos sujetos muestren preferencias por otros endulzantes sobre la glucosa y la sucrosa, a bajas concentraciones. No obstante, estos autores también demostraron que si se retira alguno de estos genes de los ratones de laboratorio, siguen respondiendo de la misma forma, lo que dejó amplias dudas respecto a la explicación genética acerca del consumo de glucosa.

Por su parte, la psicología experimental ha planteado que la preferencia por la glucosa, sobre otros endulzantes, incluso sobre el agua, está relacionada con las propiedades hedónicas de los azúcares y de sus propiedades posingestivas (Martínez, López-Espinoza, Díaz y Valdés, 2009; Rogers, Carlyle, Hill y Blundell, 1988). Se plantea que si un alimento es palatable y adicionalmente tiene efectos posingestivos positivos, los animales lo consumirán y lo preferirán más que a otros.

Sin embargo, evidencias científicas desde la perspectiva del análisis experimental de la conducta han sugerido que la preferencia y los grandes consumos de dosis de glucosa en agua son efecto de los procedimientos utilizados (Barker, Best y Domjan, 1977; Rogers, Carlyle, Hill y Blundell, 1988; Sclafani, 1990) y del valor del reforzador, así como de su disponibilidad (Rachlin, 1989). Estudios sobre economía conductual y programas de reforzamiento han reportado que los cambios en la conducta de elección hacia un endulzante están relacionados con el costo y la demanda del estímulo reforzante, en este caso el mismo endulzante (Mayorga, Medina y Erazo). Si el animal tiene opciones en-

tre diversas dosis de un mismo endulzante, o bien entre diferentes endulzantes, su conducta puede modificarse en función de lo que tiene que trabajar para obtener el reforzador y de la disponibilidad de este último. Estos hallazgos han podido observarse cuando los animales son expuestos a programas concurrentes (Ito, Takatsuru y Saeki, 2000; Petry y Heyman, 1995).

Por otra parte, la gran mayoría de las investigaciones realizadas sobre el consumo de endulzantes en ratas se efectúa con pruebas de un bebedero (Martínez, Díaz, Beltrán-Miranda, González, Munguía & Venancio, 2010). Es decir, la dosis utilizada del endulzante está disponible por determinado parámetro temporal que va desde minutos hasta meses. La prueba de un bebedero puede incluir la presencia de una o varias dosis que son expuestas de forma consecutiva, no simultánea. De esta manera, el consumo del endulzante es forzado: el animal no tiene otra opción para beber. En realidad, son pocos los estudios que utilizan el procedimiento de dos, tres o más bebederos simultáneamente (Sclafani, 2005). En estos trabajos, el animal es expuesto a diversas dosis simultáneamente y se mide el consumo total de cada bebedero. Sin embargo, las soluciones endulzadas generalmente son confrontadas una contra otra. Por lo tanto, el consumo del endulzante también es forzado: el animal tiene dos o más opciones para beber, pero todas contienen azúcares. Visto desde esta óptica, podría parecer sencillo entender por qué un animal consume grandes cantidades de un endulzante en particular.

Con base en la evidencia anterior, el objetivo de esta investigación consistió en comparar el consumo crónico de glucosa, bajo el procedimiento de un bebedero que contenía una dosis de agua + glucosa, en comparación con el procedimiento de dos bebederos, uno con la dosis de agua + glucosa y otro adicional con agua. De esta manera, se registraría el consumo forzado del endulzante contra el consumo no forzado (agua + glucosa/agua). Se esperaba encontrar

diferencias en el consumo del endulzante en función del procedimiento utilizado. De ser así, se comprobaría que los grandes consumos de agua + glucosa reportados previamente pueden ser resultado del procedimiento. De lo contrario, los grandes consumos de agua + glucosa podrían deberse a otras propiedades específicas del endulzante, como su sabor o consecuencia posingestiva.

MÉTODO

Sujetos

Dieciséis ratas albinas (cepa Wistar) de noventa (90) días de nacidas, ingenuas experimentalmente y provenientes del Bioterio del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara. Todos los procedimientos del presente estudio fueron realizados de acuerdo con la Norma Oficial Mexicana (NOM-062-ZOO-1999), Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de animales de laboratorio.

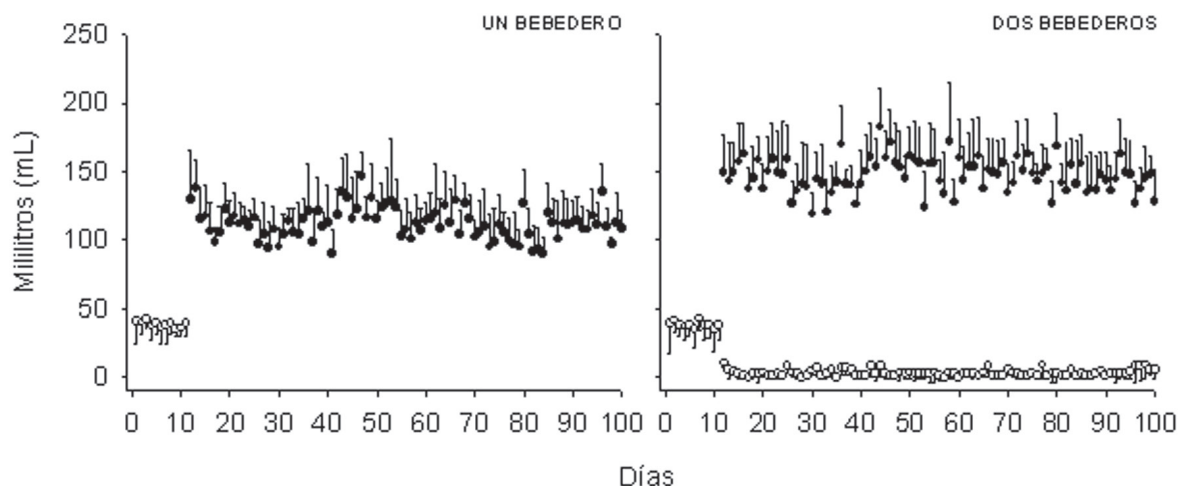
Aparatos y materiales

Dieciséis cajas-habitación individuales, con medidas de 13cm de altura por 27cm de ancho y 38cm de largo, con una reja metálica en la parte superior y una división para comederos y bebederos. Báscula de precisión electrónica para el pesaje diario de los sujetos. Cuarenta y ocho (48) bebederos graduados en mililitros. Formatos para registro de datos obtenidos y alimento de la marca comercial Nutricubos, especial para animales de laboratorio, cuya fórmula nutricional es la siguiente: 3% de grasas, 7% de cenizas, 1% de calcio, 23 % de proteína, 6% de fibra, 49% de E.L.N. (extracto libre de nitrógeno), 0.6% de fósforo y 12% de humedad. Agua y glucosa. La dosis utilizada fue de 8%.

Procedimiento

Los sujetos fueron identificados con un número de registro, fecha de nacimiento y peso corporal al inicio del experimento, y se colocaron

Figura 1. Consumo de agua + glucosa/agua



Media y desviación estándar del consumo de agua+glucosa/agua. Se presenta el registro del consumo de bebidas de los grupos expuestos al procedimiento de un bebedero (panel izquierdo) y dos bebederos (panel derecho). Los círculos blancos representan el consumo de agua y los círculos negros el consumo de agua+glucosa.

en cajas-habitación individualmente. Se registró diariamente el consumo de glucosa, agua y alimento a las 8:00 am. Se tomó cada sujeto de su caja-habitación y se trasladó a la mesa de trabajo para su pesaje y registro de datos. Al finalizar este procedimiento, los sujetos fueron devueltos a su caja-habitación y se colocaron el alimento y las bebidas correspondientes, las cuales fueron preparadas cada 24 horas.

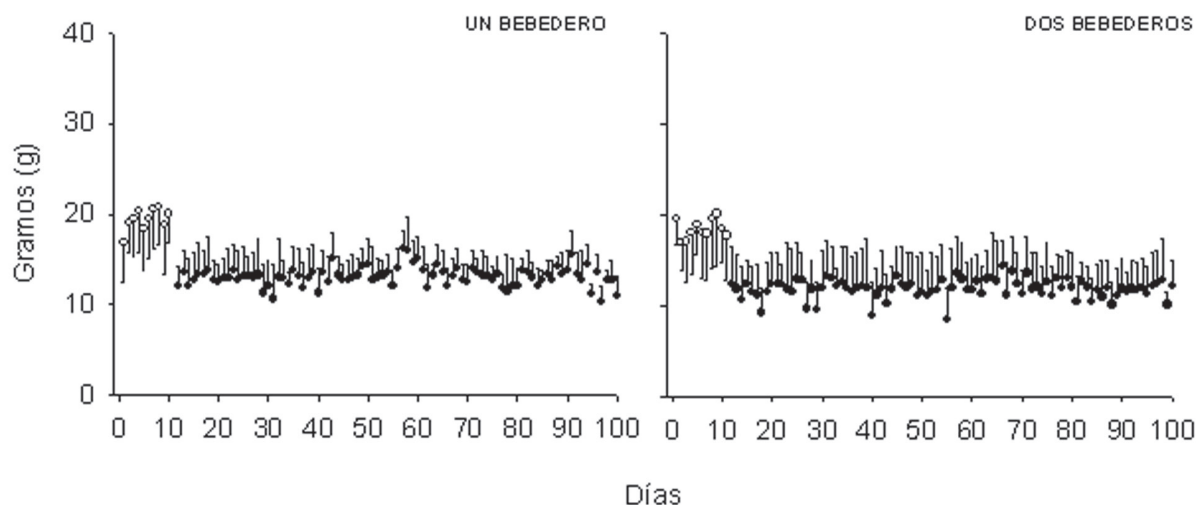
Diseño experimental

El experimento tuvo una duración de 100 días. Previo a la manipulación experimental, se registró la línea base del consumo de agua y alimento. Posteriormente, los animales fueron divididos aleatoriamente en dos grupos. El grupo 1 fue expuesto al procedimiento de un bebedero (agua + glucosa) y el grupo 2 al procedimiento de dos bebederos (agua + glucosa y agua). Los dos grupos tuvieron libre acceso al alimento (50g disponibles diariamente) y a las bebidas

(250ml disponibles diariamente en cada bebedero).

RESULTADOS

La figura 1 muestra la media y desviación estándar del consumo de agua (círculos blancos) y agua + glucosa (círculos negros) del grupo 1 (que recibió un bebedero) y del grupo 2 (que recibió dos bebederos), en los paneles izquierdo y derecho, respectivamente. De manera general, puede observarse que los dos grupos consumieron una media de 40mL durante el periodo de línea base y que posteriormente incrementaron su consumo de líquido cuando recibieron la solución de agua + glucosa. El grupo 1 consumió durante la manipulación experimental un promedio de 130mL, mientras que el grupo 2 consumió 150mL. Respecto al consumo de agua del bebedero adicional en el grupo 2, este fue de 10mL. Para el análisis estadístico de los datos se aplicó una prueba t para muestras in-

Figura 2. Consumo de alimento

Media y desviación estándar del consumo de alimento. Se representa el registro del consumo de alimento de los grupos expuestos al procedimiento de un bebedero (panel izquierdo) y dos bebederos (panel derecho). Los círculos blancos representan la línea base y los círculos negros la manipulación experimental en la que tuvieron disponible agua+glucosa.

dependientes, cuyos resultados no arrojaron diferencias significativas en el consumo de agua + glucosa entre grupos ($t=-19.7$, $p=0.270$).

El consumo de alimento se muestra en la Figura 2. Se observa que los grupos consumieron un promedio de 18g durante la línea base. Posteriormente su media de consumo de alimento disminuyó a 13g cuando tuvieron disponible la solución de agua + glucosa. La diferencia en el consumo de alimento entre la línea base y la manipulación experimental fue significativa en ambos grupos ($p<.0001$). De manera general, puede observarse que los grupos no mostraron diferencias en el consumo de alimento durante la manipulación experimental. La prueba t para muestras independientes demostró que efectivamente no hay diferencias significativas en el consumo de alimento entre grupos cuando tuvieron disponible la solución de agua + glucosa ($t=8.2$, $p=0.481$).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron lo siguiente: 1) los dos grupos incrementaron su consumo de líquido cuando tuvieron disponible la solución de agua + glucosa, en comparación con el consumo de agua registrado durante la línea base; 2) los sujetos del grupo 2 (expuestos al procedimiento de dos bebederos) consumieron más glucosa que los sujetos del grupo 1 (expuestos al procedimiento de un bebedero), aunque estas diferencias no fueron significativas; 3) la media de consumo de agua en el bebedero adicional en el grupo 2 fue de 10mL; 4) el consumo de alimento disminuyó significativamente durante la manipulación experimental, en comparación con el consumo de alimento registrado durante la línea base en ambos grupos; y 5) no se encontraron diferencias significativas en el consumo de alimento en ambos grupos durante el periodo experimental, es decir, cuando tuvieron disponible la solución de agua + glucosa.

Estos resultados demuestran que el consumo exacerbado de soluciones de glucosa no se debe al procedimiento experimental en el que el animal tiene disponible un solo bebedero, o bien en el que el animal solo tiene una alternativa para consumir líquido. De ser así, los animales del grupo 2 debían haber mostrado consumos menores de agua + glucosa respecto al consumo del grupo 1. Adicionalmente, el procedimiento de dos bebederos disponibles mostró que los animales prácticamente no consumieron agua del bebedero adicional con agua. Por tanto, el contenido de este bebedero como segunda alternativa para beber no fue reforzante para que los animales prefirieran beber más agua y menos agua + glucosa.

Sorpresivamente, esta evidencia se contrapone con otras investigaciones las cuales han señalado que los altos consumos de glucosa se deben a los procedimientos utilizados que en su mayoría exponen al animal a un solo bebedero (Barker, Best y Domjan, 1977). Sclafani (1990, 2005) mencionó que las ratas consumen grandes cantidades de glucosa a partir de la disponibilidad del endulzante, aunque también agregó que la propia naturaleza de los azúcares (refiriéndose a su sabor y consecuencia nutricional) contribuía a acrecentar este consumo.

También es importante subrayar que si bien no se encontraron diferencias significativas en el consumo de agua + glucosa en los dos grupos, es cierto que el grupo 2 consumió más glucosa que el grupo 1. ¿Cómo se explica este resultado? Hay tres argumentos posibles al respecto.

Primero, la disponibilidad de dos bebederos representa la posibilidad de elegir entre dos bebidas diferentes. El sujeto consume agua + glucosa o agua voluntariamente. Sclafani (1990) reportó que utilizar más de un bebedero en estudios sobre consumo de bebidas, e incluso en estudios sobre condicionamiento clásico, puede fomentar el incremento en el consumo de líquido debido a que el segundo o tercer bebedero funciona como estímulo ambiental para beber

más: entre más alternativas estén presentes, el animal probará todas, y aunque muestre predilección por alguna, el consumo de bebidas se incrementará a partir de este acomodo experimental. De igual forma, el estudio del consumo de endulzantes a partir de la exposición a programas de reforzamiento concurrentes ha reportado que la elección por una dosis o endulzante en particular varía en función del acceso y del costo de las alternativas disponibles, lo que indudablemente afecta su consumo (Mayorga, Medina y Erazo, 2008).

Estas explicaciones permiten plantear futuras investigaciones en las que se manipule la disponibilidad de más bebederos con endulzantes o dosis de endulzantes. Posiblemente, el procedimiento experimental que incluya más de una opción para consumir pueda favorecer los altos consumos de agua endulzada. Adicionalmente, este arreglo experimental permitiría manipular la historia de exposición a los endulzantes y el efecto de la exposición a diversos tipos de endulzantes simultáneamente. Hace poco, Martínez, Díaz, Beltrán-Miranda, González, Munguía y Venancio (2010) reportaron que la historia de exposición a un endulzante calórico puede favorecer el incremento en el consumo de otro endulzante, incluso aunque sea no calórico. No obstante, utilizaron en su experimento pruebas con un bebedero. Por ello, la exposición a más bebederos podría recabar datos más contundentes.

Segundo, el sabor del endulzante puede saturar el paladar de los sujetos. El bebedero adicional con agua permitiría limpiar el paladar y posibilitar altos consumos de glucosa nuevamente, lo que también explicaría el patrón de consumo de agua endulzada característico de “sube y baja”: un consumo alto seguido de una disminución súbita (Martínez, López-Espinoza & Martínez, 2006). No obstante, este patrón se ha observado en varios estudios en los que los animales tienen un solo bebedero disponible con el endulzante. Adicionalmente,

sería complicado demostrar el efecto de saturación del azúcar en el paladar de las ratas. Este argumento puede resultar difícil de comprobar desde la perspectiva del análisis experimental de la conducta.

Tercero, el contenido nutricional de los endulzantes favorece los altos consumos. Esta afirmación se ha reportado en diversos estudios en los que se comprueba que las calorías que proporciona el azúcar son determinantes para observar grandes consumos de agua endulzada (Capaldi, Campell, Sheffer & Bradford, 1987; Martínez, López-Espinoza, Díaz & Valdés, 2009). Rogers, Carlyle, Hill y Blundell (1988) señalaron que la ingesta de glucosa siempre es mayor en comparación con la ingesta de otros endulzantes, sean calóricos o no calóricos, debido a sus efectos en el sistema nervioso. Sin embargo, agregaron que las condiciones experimentales en las que son expuestos pueden favorecer cambios en la conducta alimentaria, por lo que sugirieron que el estudio de las preferencias hacia los endulzantes debe incluir manipulaciones en la disponibilidad de estos. En este sentido, es importante que nuevas investigaciones tomen en cuenta la manipulación de las propiedades del endulzante, ya sea sabor o contenido calórico y su exposición en procedimientos de más de un bebedero disponible simultáneamente.

A pesar de que el objetivo de la presente investigación consistió en comparar los consumos de glucosa entre grupos expuestos a dos procedimientos, es importante subrayar la importancia de los arreglos experimentales en los que se disponen los alimentos. Sin duda, puede afirmarse que el consumo forzado de un alimento no necesariamente se debe a que el animal tiene solamente una alternativa para consumo. Sin embargo, puede sugerirse que la presencia de más alternativas simultáneamente puede modificar las respuestas alimentarias.

REFERENCIAS

- Ackrooff, K., & Sclafani, A. (1997). Diabetic rats glucose-paired flavors over fructose-paired flavors. *Appetite*, *28*, 73-83.
- Ackrooff, K., Manza, L., & Sclafani, A. (1993) the rat's preference for sucrose, polycose and their mixtures. *Appetite*, *21*, 69-80.
- Alsiöa, J., Pickeringa, C., Romanb, E., Hultingc, A., Lindbloma, J., & Schiötha, H. B. (2009). Motivation for sucrose in sated rats is predicted by low anxiety-like behavior. *Neuroscience Letters* *454*, 193-197.
- Avena, N., Long, K., & Hoebel, B. G. (2005). Sugar-dependent rats show enhanced responding for sugar after abstinence: Evidence of a sugar deprivation effect. *Physiology & Behavior*, *84*, 359-362.
- Barker, L. M., Best, M. R., & Domjan, M. (1977). *Learning mechanisms in food selection*. Texas: Baylor University
- Bello, N. T., & Hajnal, A. (2005). Male rats show an indifference-avoidance response for increasing concentrations of the artificial sweetener sucralose. *Nutrition Research*, *25*, 693-699.
- Capaldi, E.D., Campell, D.H., Sheffer, J.D., & Bradford, J.P. (1987). Conditioned flavor preferences based on delayed caloric consequences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *13*, 150-155.
- Capaldi, E.D., Owens, J., & Palmer, K.A. (1994). Effects of food deprivation on learning and expression of flavor preferences conditioned by saccharin or sucrose. *Animal Learning & Behavior*, *22*, 173-180.
- Colantuoni, C., Schwenker, J., McCarthy, J., Rada, P., Ladenheim, B., Cadet, J. L., Moran, T. H., & Hoebel, B. G. (2001) Excessive sugar intake alters binding to dopamine and mu-opioid receptors in the brain. *Neuroreport*, *12*(16), 3549-3552.
- Ito, M., Takatsuru, S., & Saeki, D. (2000). Choice between constant and variable alternatives by rats: Effects of different reinforce amounts and energy budgets. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *73*, 79-92.
- Martínez, M. A., López-Espinoza, A., & Martínez, H. (2006). Efectos al modificar el contenido energético del agua sobre el peso corporal, consumo de agua, alimento y calorías en ratas. *Universitas Psychologica*, *5*(2), 361-370.
- Martínez, M. A., López-Espinoza, A., Díaz, F. J., & Valdés, M. E. (2009). Consumo de soluciones endulzadas en ratas albinas: sabor vs calorías. *Psicothema*, *21*(2), 196-203.
- Martínez, A. G., Díaz, F. J. Beltrán-Miranda, C. P., González, J. G., Munguía, L. M., & Venancio, D. (2010). Pre-exposure to sweeteners on glucose and sucralose consumption. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *36*, Monográfico, 143-153.
- Mayorga, P., Medina, I. F., & Erazo, L. A. (2008). Elección y sustitución de estímulos entre el alcohol y el alimento en ratas: relación entre el incremento del costo de una alternativa y el cambio en la elección. *Suma Psicológica*, *15*, 317-335.
- Mook, D. G. (1974). Saccharin preference in the rat: some

- unpalatable findings. *Psychological Review*, 81, 475-490.
- Montmayeur, J. P., & Matsunami, H. (2002). Receptors for bitter and sweet taste. *Current Opinion in Neurobiology*, 12 (4), 366-371.
- Petry, N., & Heyman, G. (1995). Behavioral economics of concurrent ethanol-sucrose and sucrose reinforcement in the rat: Effects of altering variable-ratio requirements. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 64, 331-359.
- Prat-Larquemin, L., Oppert, J. M., Bellisle, F., & Guy-Grand, B. (2000). Sweet taste of aspartame and sucrose: effects on diet-induced thermogenesis. *Appetite*, 34, 245-251.
- Rachlin, H. (1989). *Judgment, decision, and choice*. Nueva York: W. H. Freeman and Company.
- Rada, P., Avena, N., & Hoebel, B. G. (2005). Daily bingeing on sugar repeatedly releases dopamine in the accumbens shell. *Neuroscience*, 134, 737-744.
- Rogers, P. J., Carlyle, J. A., Hill, A. J., & Blundell, J. E. (1988). Uncoupling sweet taste and calories: comparison of the effects of glucose and three intense sweeteners on hunger and food intake. *Physiology & Behavior*, 43, 547-552.
- Sclafani, A. (1990). Nutritionally based learned flavor preferences. En E.D. Capaldi, y T.L. Powley (eds.). *Taste, experience & feeding: development and learning*. USA: American Psychological Association.
- Sclafani, A. (2005). Flavor preferences conditioned by sucrose depend upon training and testing models: Two bottles test. *Physiology & Behavior*, 76, 633-644.
- Sclafani, A., & Clare, R. A. (2004). Female rats show a bimodal preference response to the artificial sweetener sucralose. *Chemical Senses*, 29, 523-528.
- Smith, J. C., & Sclafani, A. (2002). Saccharin as a sugar surrogate revisited. *Appetite*, 38, 155-160.
- Wurtman, R. J., & Wurtman, J. J. (1995). Brain serotonin, carbohydrate-craving, obesity and depression. *Obesity Research*, 3 Suplemento 4, 477-480.

Recibido el 15 de diciembre de 2010

Revisión final 16 de febrero de 2011

Aceptado el 25 de febrero de 2011