

CONSUMO DE ALIMENTO Y ENDULZANTES BAJO CONDICIONES DE ESTRÉS CRÓNICO EN RATAS

FOOD AND SWEETENERS CONSUMPTION UNDER CHRONIC STRESS CONDITIONS IN RATS

**CYNTHIA TORRES-GONZÁLEZ, ANTONIO LÓPEZ-ESPINOZA,
ALMA GABRIELA MARTÍNEZ, KARINA FRANCO, FELIPE DÍAZ,
GEORGINA A. SOSA, VIRGINIA AGUILERA, CLAUDIA R. MAGAÑA Y
AZUCENA CÁRDENAS¹**

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA CUSUR
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN COMPORTAMIENTO
ALIMENTARIO Y NUTRICIÓN

RESUMEN

Diversos estudios han reportado un aumento en el consumo de alimento bajo condiciones de estrés. El objetivo de este estudio fue evaluar los efectos del estrés crónico sobre el consumo de comida y agua con glucosa o sucralosa en ratas albinas. Se utilizaron 12 ratas Wistar de tres meses de edad (6 hembras y 6 machos) divididas en tres grupos. El grupo 1 recibió una solución de 200 ml de agua con 5 g de glucosa, el grupo 2 una solución de 200 ml de agua con 2 g de sucralosa y el grupo 3 recibió 200 ml de agua. Además de la soluciones, todos los sujetos recibieron 50 g de alimento disponibles durante dos horas. El experimento se dividió en 5 fases, las fases 1, 3 y 5 fueron de

-
1. Esta investigación fue financiada por el proyecto 46083-H del Conacyt concedido al segundo autor, el primer autor fue responsable de la ejecución del experimento, el segundo autor fue responsable de la coordinación del trabajo y los autores 3, 4, 5, 6, 7, 8 y 9 apoyaron en la redacción y análisis de los datos. Para correspondencia dirigirse a: Dr. Antonio López-Espinoza. Centro de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición. Centro Universitario del Sur. Universidad de Guadalajara, Prolongación Colón s/n, Edificio X-3, Zapotlán el Grande, Jalisco, México. Web: www.cusur.udg.mx/cican/ Correos electrónicos: Cynthia Torres-González: lluviaacida5@hotmail.com; Antonio López-Espinoza: antonio.lopez@cusur.udg.mx.

Recibido: 22 de abril de 2009. Revisado: 10 de mayo de 2009. Aceptado: 17 de junio de 2009.

línea base (10 días). Las fases 2 y 4 fueron los periodos experimentales (3 días), en los cuales se aplicó el estímulo estresor mediante una pinza de presión durante las dos horas en las que las soluciones y el alimento estuvieron disponibles. Los resultados indicaron que el estrés modificó el patrón de consumo de agua en el grupo de glucosa y el consumo de alimento en los tres grupos.

Palabras clave: *conducta alimentaria, endulzantes, estrés crónico, ratas.*

ABSTRACT

Several studies have reported an increase in food consumption under conditions of stress. The objective of this study was to evaluate the effects of chronic stress on food and water (with glucose or sucralose) consumption in rats. Twelve three months old Wistar rats (6 females and 6 males) divided in three groups were used. Group 1 received a solution of 200 ml of water with 5 g of glucose, Group 2 a solution of 200 ml of water with 2 g of sucralose and Group 3 received 200 ml of water. All groups received 50 g of food, available during two hours. Experiment was divided in 5 phases. Phases 1, 3 and 5 were of baseline (10 days). Phases 2 and 4 were experimental periods (3 days), in which stress by means of a pressure clamp was applied during the period in which solutions and food were available. Results indicated that stress modified the water consumption in glucose group and the food consumption in the three groups.

Keywords: *feeding behavior, sweetenes, chronic stress, caloric content, rats.*

El interés en la investigación de las conductas involucradas en la selección y consumo de alimento ha crecido debido al aumento en la prevalencia de obesidad y trastornos alimentarios como la anorexia, y la bulimia (Perpiñá, 1989). Un ejemplo son las investigaciones que han explorado la relación entre el estrés y la alimentación, las cuales han demostrado, en modelos humanos y animales, que el estrés puede contribuir al incremento en la incidencia de obesidad (Epel et al. 1999; Wilson & Cantor, 1986), anorexia (Joseph-Bravo & De Gortari, 2007) y pérdida de peso corporal (Harris et al., 1998), así como que se asocia con trastornos depresivos (Willner 1997; Willner et al., 1998). Sin embargo, pocos de estudios han explorado el aspecto conductual de los efectos que tiene el estrés en las respuestas de los organismos ante determinados estímulos, incluyendo la alimentación (Dal Zotto, 2002; Pacák & Palkovits, 2001).

Diversos reportes experimentales sugieren que el estrés produce dos fenómenos generales. Por una parte puede inducir anorexia y reducción en la ingesta de alimento (Harris et al., 1998; Rybkyn et al., 1997; Vallés, Martí, García y Armario, 2000). Por la otra, puede propiciar obesidad a partir de la sobre-ingesta o “grandes comilonas” (Boggiano et al., 2005; Corwin y Buda-Levin, 2004; Hagan, Chandler, Wauford, Rybak y Oswald, 2003; Pecoraro, Reyes, Gómez, Bhargava y Dallman, 2004). Esta divergencia de efectos parece estar relacionada con las diferentes variables que interactúan con la situación de estrés, tales como la propia naturaleza de los estímulos utilizados como estresores, el tipo de alimentos disponibles, el tiempo de exposición al estímulo y las diferencias de género. Por ejemplo, la evidencia experimental demuestra que en general los estímulos estresantes más suaves podrían inducir hiperfagia mientras que los más severos inducen hipofagia (Silveira et al., 2000).

Wilson y Cantor (1986) realizaron un experimento utilizando como estímulo estresor ruido blanco de 90-dB en ratas que habían sido sometidas a estrés por “*tail pinch*”, una técnica para inducir estrés mediante la cual las ratas reciben un pinchazo en la cola por un tiempo determinado. Reportaron que el ruido produjo un aumento en la ingesta en aquellas ratas que habían experimentado un primer estresor, alcanzando 590% más en el consumo durante las sesiones de estrés en comparación con las de línea base. Este resultado no fue observado en los animales que no habían sido expuestos a la estimulación previa.

Es necesario considerar que entre las características propias del estímulo estresor se encuentran la frecuencia y la duración, las cuales hacen referencia al curso temporal de exposición a la situación estresante. Así, hablamos de: a) estímulos agudos, presentados una sola vez y que pueden diferir en la duración de la exposición (segundos, minutos u horas); b) estímulos crónicos, los cuales pueden ser intermitentes si se repiten diariamente durante un determinado número de días; y c) estímulos crónicos continuos, si el individuo está permanentemente expuesto a los mismos (Martí & Armario, 1998). Se puede mencionar el estrés crónico variable como otro modelo de estrés crónico, el cual comparte características con las dos clases de situaciones crónicas mencionadas anteriormente. En este caso, los animales son expuestos diariamente a diferentes clases de estímulos estresores en forma aleatoria, dificultando la posibilidad de predecir la llegada de un estímulo en particular y la adaptación (Dal Zotto, 2002).

El modelo de estrés más utilizado experimentalmente es el crónico intermitente, en el cual los animales son expuestos diariamente a una situación estresante. Dentro de este modelo los estímulos estresores utilizados con mayor frecuencia han sido la exposición al frío, la restricción de movimientos en un tubo, la inmovilización en tabla, el nado forzado, el choque eléctrico en

las patas o el *tail pinch*, entre otros (Armario, Gavalda & Marti, 1988; Katz, Roth & Carroll, 1981; Riccio, Mac Ardy & Kissinger, 1991).

Los efectos del estrés en la conducta alimentaria son complejos y dependen de una multitud de factores. Tanto en modelos animales como en humanos, numerosos estudios muestran evidencia de hiperfagia e hipofagia como respuesta al estrés (Oliver, Wardle & Gibson, 2000). De acuerdo con estas investigaciones, diversos tipos de estrés han sido propuestos como modelos de depresión, anorexia, bulimia y obesidad (Epel et al., 1999; Harris et al., 1998; Willner, 1997; Willner et al., 1998; Wilson & Cantor, 1986).

Sin embargo, los efectos del estrés sobre el consumo de endulzantes no han sido abordados con profundidad. Recientemente Galindo y López-Espinoza (2006) y Martínez y López-Espinoza (2007) reportaron los efectos del sabor y contenido calórico en la modificación del patrón alimentario en ratas albinas. De manera particular, destacaron la capacidad de regulación ante diferentes concentraciones calóricas y diferentes tipos de endulzantes. Resultados de interés para esta investigación fueron los grandes consumos de glucosa en comparación con los de sucralosa, lo que demostró que el contenido calórico es un factor de importancia para el consumo de alimento.

A partir de la evidencia anterior, el objetivo general de este estudio fue evaluar los efectos de la exposición al estrés crónico intermitente sobre el consumo de comida, agua con glucosa o agua con sucralosa (un endulzante sin contenido calórico) en ratas albinas. Como objetivo particular nos propusimos explorar la existencia de diferencias en la respuesta ante el estrés entre hembras y machos, ya que existen referencias bibliográficas que sugieren una mayor tendencia de las hembras a aumentar el consumo de alimentos bajo condiciones de estrés.

MÉTODO

Sujetos

12 ratas de la cepa Wistar ingenuas experimentalmente, seis hembras y seis machos, de 3 meses de edad al inicio del experimento.

Aparatos y materiales

Se utilizaron doce cajas-habitación individuales, con medidas de 13 cm de altura por 27 cm de ancho y 38 cm de largo, con una reja metálica en la parte superior, con división para comederos y bebederos. El fondo de la caja estuvo cubierto por una alfombra de aserrín, que fue removida y sustituida por otra cada 5 días. Para el registro del consumo de alimento y peso corporal se utilizó una báscula electrónica de precisión. El alimento proporcionado fueron croquetas 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. Como bebida se utilizó agua potable adicionada con 5 g de glucosa o 2 g de sucralosa, según el grupo experimental. Esta solución fue proporcionada en botellas graduadas de plástico de 200 ml. El estímulo estresor fue proporcionado con pinzas de metal las cuales contaban con un resorte y estaban recubiertas con una capa de plástico.

Procedimiento

Las cajas habitación de los sujetos fueron etiquetadas con una letra según el género de la rata y un número para su identificación (H1, H2, H3, H4, H5 y H6 para las hembras y M1, M2, M3, M4, M5 y M6 para los machos). Las ratas fueron sometidas a privación de alimento y agua durante 22 horas y un periodo de libre acceso de dos horas diarias, de 9:30 a 11:30 a.m. Se registró el peso corporal a las 9:00 a.m. y el consumo de comida y agua a las 11:30 a.m. Este procedimiento fue aplicado con la finalidad de registrar de manera controlada el consumo de alimento y las soluciones, posteriormente a la aplicación del estresor. Para el registro de datos, las ratas fueron transportadas en su caja habitación a la mesa de trabajo donde se encontraba la báscula destinada para el pesaje. Fueron colocadas en el recipiente de la báscula y al terminar retornaron a su caja habitación con 50 g de alimento y 200 ml de agua adicionada con glucosa o sucralosa para los grupos 1 y 2, respectivamente, y 200 ml de agua para el Grupo 3. Para la aplicación del estímulo estresor las ratas fueron pesadas, posteriormente fueron tomadas de la cola y finalmente se les colocó la pinza aproximadamente a 1 cm de la base de la cola. El estímulo estresor se aplicó durante las dos horas de acceso al agua y el alimento. Al término de este tiempo se les retiró la pinza. El procedimiento experimental fue analizado y aprobado por el Comité de Bioética del Centro Universitario del Sur de la Universidad de Guadalajara.

Diseño experimental

Los sujetos fueron asignados a uno de tres grupos de manera aleatoria. El Grupo 1 (glucosa) (H1, H2, M1 y M2) recibió una solución de agua de 200 ml y 5 g de glucosa durante todo el experimento. El Grupo 2 (sucralosa) (H3, H4, M3 y M4) recibió una solución de 200 ml de agua y 2 g de sucralosa. El Grupo 3 (control) (H5, H6, M5 y M6) recibió 200 ml de agua. Todos los sujetos recibieron 50 g de Nutricubos. El experimento consto de cinco fases, las fases 1, 3 y 5 fueron de línea base (10 días cada una) y en las fases 2 y 4 (tres días cada una) se aplicó el estímulo estresor (véase tabla 1).

Tabla 1. Muestra el diseño experimental. Las fases 1, 3 y 5 muestran los periodos de línea base para los tres grupos. Las fases 2 y 4 corresponden a los periodos de exposición al estímulo estresor

<i>Grupo</i>	<i>Fase 1</i>	<i>Fase 2</i>	<i>Fase 3</i>	<i>Fase 4</i>	<i>Fase 5</i>
<i>1 Glucosa</i>	Línea base glucosa	Estrés y glucosa	Línea base glucosa	Estrés y glucosa	Línea base glucosa
<i>2 Sucralosa</i>	Línea base sucralosa	Estrés y sucralosa	Línea base sucralosa	Estrés y sucralosa	Línea base sucralosa
<i>3 Control</i>	Línea base agua	Estrés y agua	Línea base agua	Estrés y agua	Línea base agua
<i>Duración</i>	<i>10 días</i>	<i>3 días</i>	<i>10 días</i>	<i>3 días</i>	<i>10 días</i>

Resultados

Las figuras 1 y 2 muestran la media y el error estándar del consumo de alimento y el consumo de endulzantes, respectivamente, de todos los sujetos. En la columna izquierda se muestran los datos de las hembras, mientras en la columna de derecha se muestran los datos de los machos. Los paneles superiores muestran los datos de los sujetos expuestos a la glucosa, los paneles del centro los datos de los sujetos expuestos a la sucralosa y los paneles inferiores los datos de los sujetos expuestos al agua. Los círculos blancos representan las fases de línea base y los círculos negros las fases experimentales.

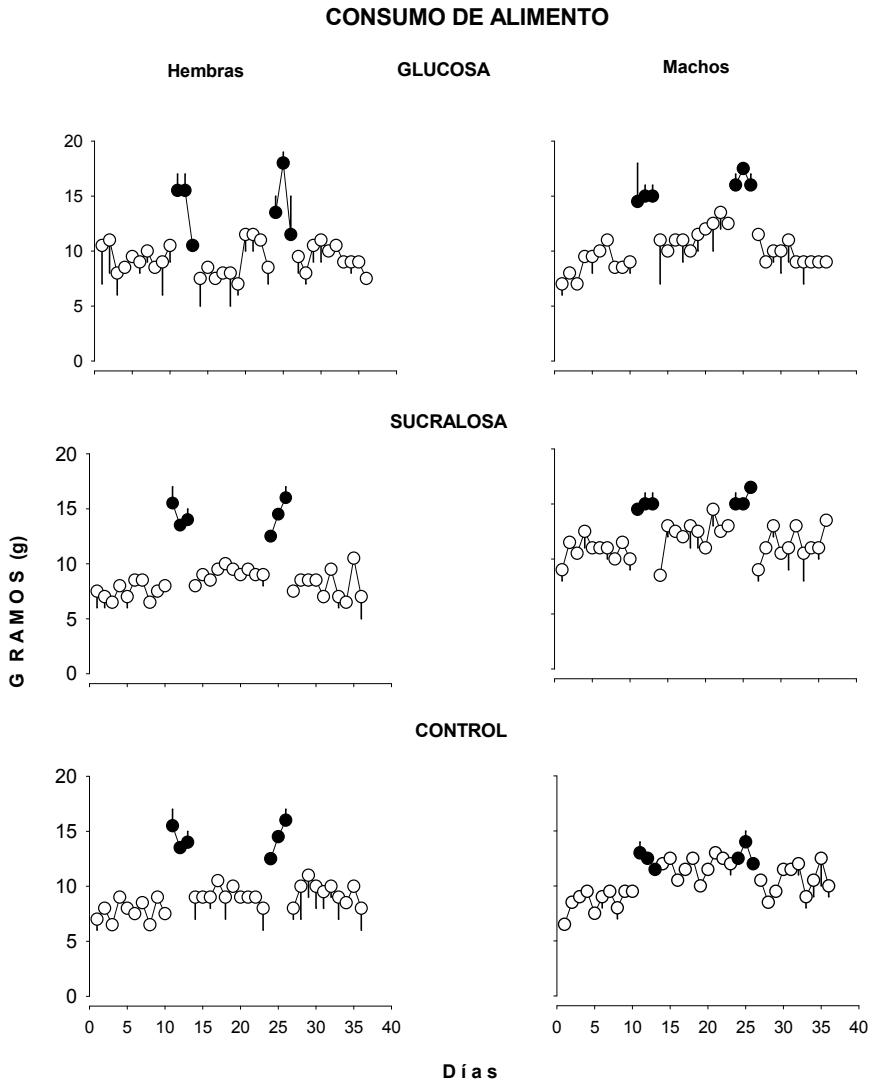


Figura 1. Muestra la media y el error estándar del consumo de alimento de los grupos glucosa, sucralosa y control. Los círculos blancos representan el consumo de alimento durante los periodos de línea base y los círculos negros el alimento consumido durante los periodos de exposición al estímulo estresor.

En la figura 1 se observa de manera general que en las tres condiciones tanto en hembras como en machos se presentaron grandes comilonas durante los periodos en que se aplicó el estímulo estresor. En comparación con los periodos de línea base, el consumo de alimento aumentó en un promedio de 5 a 7 gramos durante los periodos de aplicación del *tail pinch*. De manera particular, el aumento en el consumo de alimento fue menor en los machos que en las hembras por un promedio de 3 a 4 gramos.

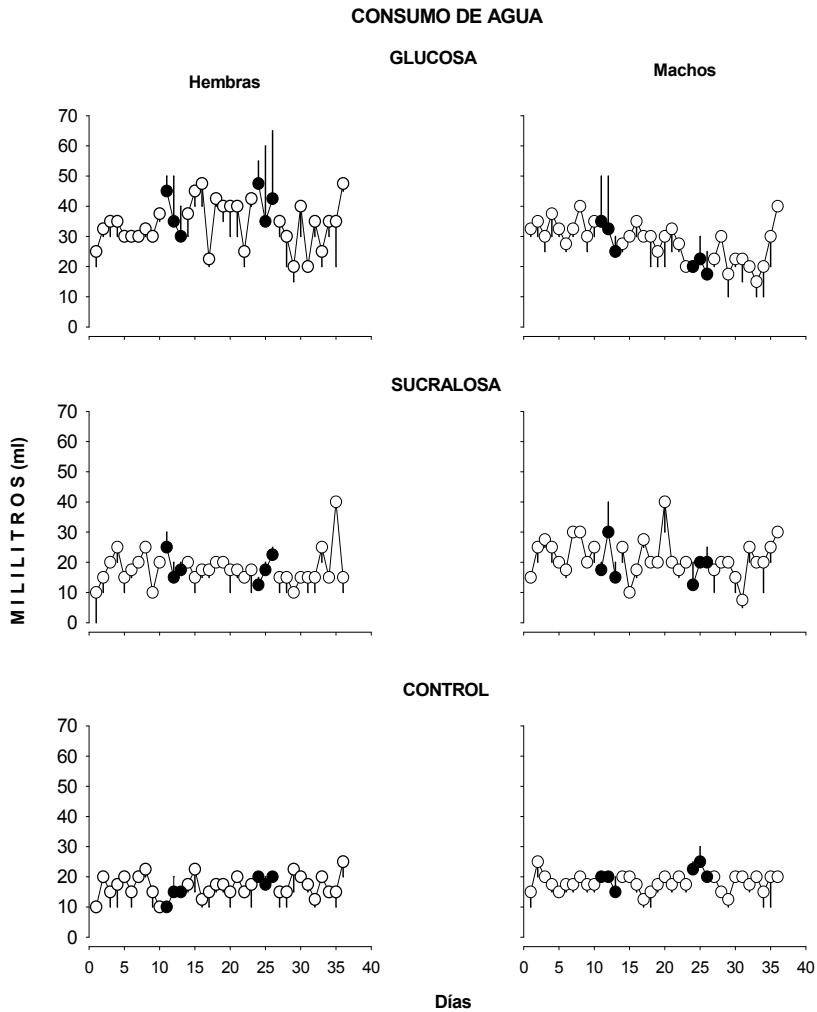


Figura 2. Muestra la media y el error estándar del consumo de agua de los grupos glucosa, sucralosa y control. Los círculos blancos representan el consumo de agua durante los periodos de línea base y los círculos negros el agua consumida durante los periodos de exposición al estímulo estresor.

En la figura 2 se observa que en general no existieron diferencias sustanciales en el consumo de agua con glucosa, agua con sucralosa y agua, entre los periodos de línea base y los periodos en que se aplicó en estímulo estresor. En general, todos los sujetos mantuvieron su consumo entre los 10 y 60 ml, con una variación de 20 ml en promedio. De manera particular, en los sujetos expuestos al agua con glucosa se observó un aumento en el consumo durante la aplicación del estímulo estresor de 5 a 10 ml en promedio.

El análisis estadístico confirmó el efecto del estresor sobre el consumo de alimento y de agua. Un análisis de varianza multivariado (MANOVA) mostró que la interacción tipo de solución x condición de estrés modificó el consumo de alimento ($F = 476.06$, $p < .001$). Comparaciones múltiples mostraron que el consumo de alimento entre las tres líneas base fue el mismo, así como que el consumo en las condiciones en las que se aplicó el estresor fue diferente de cualquiera de las tres condiciones de línea base. Asimismo, se observó que el consumo de alimento cuando se aplicó el estresor fue mayor con la solución de glucosa y de sucralosa que cuando sólo se les presentó el agua. Para el consumo de agua se encontró que no hubo interacción significativa entre el tipo de solución x condición de estrés. Se encontró un efecto principal para el tipo de solución. El consumo de agua fue mayor cuando se utilizó la solución con glucosa en comparación con la solución con sucralosa y el agua ($F = 10.71$, $p < .001$).

Un dato que es necesario señalar es que durante todo el experimento se registró el peso corporal de los sujetos; los cambios fueron mínimos. El promedio de peso inicial en las hembras fue de 156 g y el final de 160 g. Por su parte, los machos presentaron un peso promedio inicial de 187 g para finalizar con 197 g.

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron que: 1) todos los sujetos presentaron episodios de grandes comilonas durante las fases de exposición al estímulo estresor; 2) el consumo de agua y de agua con sucralosa no presentó cambios durante la exposición al estresor respecto de las fases sin exposición al mismo; 3) el consumo de agua con glucosa aumentó durante la exposición al estresor; y 4) el peso corporal no se modificó durante los periodos de exposición al estímulo estresor. Los resultados muestran que el pinchazo en la cola utilizado como estímulo estresor produjo efectos sobre el consumo de alimento y la solución con glucosa. Esto es acorde con la evidencia experimental, que afirma que la sola disponibilidad de alimentos puede influir en la cantidad de alimento que los sujetos ingieren bajo condiciones de estrés (Price & Gorzalka, 2002; Pecoraro et al., 2004).

Los datos del experimento indican que el promedio de consumo de alimento aumentó a partir de la primera fase de exposición al estímulo estresor en todos los grupos, con la ocurrencia de grandes comilonas durante los días de estrés. Estos datos concuerdan con los estudios que reportan que el “*tail-pinch*” induce episodios de grandes comilonas o aumentos en el consumo promedio cuando la comida es altamente palatable, o bien cuando se trata de alimentos familiares como los Nutricubos (Antelman, Rowland & Fisher, 1974; Corwin & Buda-Levin, 2004; Wilson & Cantor, 1986).

Estudios en animales que utilizaron estresores como el *tail pinch*, manipulación y aislamiento social han reportado un incremento en la ingesta de comida, y un incremento similar ha sido reportado en gente obesa. Adicionalmente, en un estudio sobre la percepción de la relación entre estrés y la ingesta de *snacks* en un grupo de estudiantes, 73% respondió que el estrés incrementa su consumo mientras que decrementa el consumo de alimentos nutritivos (Ogden, 2003).

No obstante, un resultado interesante es que el aumento en el consumo de alimento fue mayor en las hembras de todos los grupos, lo que podría estar relacionado con la evidencia experimental que afirma que las hembras son más susceptibles a la exposición crónica al estrés, mientras que los machos muestran una habituación más rápida a este tipo de estímulos (Price & Gorzalka, 2002). La respuesta de las hembras probablemente esté relacionada con sus características fisiológicas o con su historia evolutiva basada en la emisión de conductas de protección, ya que esto proporciona seguridad y reducción del estrés. Dichas conductas están relacionadas directamente con la supervivencia de la especie (Taylor, Cousino, Lewis, Gruenewald & Updegraff, 2000).

Una posible explicación de las diferencias entre machos y hembras puede encontrarse en la teoría de la reactividad ante el estrés. Márquez (2006) utilizó diferentes estímulos como la inmovilización, el nado forzado o el laberinto elevado en cruz. Dependiendo de la respuesta de los sujetos, fueron clasificados en hipo-reactivos e hiper-reactivos. Por su parte, las investigaciones respecto a la relación entre estrés y conducta alimentaria en humanos han abordado el rol de la restricción dietética y su relación con el estrés y las diferencias individuales, de manera que se ha clasificado a los sujetos en comedores restringidos y comedores no restringidos. Los comedores restringidos tienden a incrementar su consumo mientras que los comedores no restringidos tienden a disminuir su consumo bajo condiciones de estrés (Lowe & Kral, 2006; Ogden, 2003).

De acuerdo con estas propuestas, la respuesta a una situación en particular estará influenciada por las estrategias de afrontamiento, es decir, por el repertorio conductual utilizado por el sujeto para escapar de la fuente de experiencias aversivas o para reducir el impacto de la situación. Aunque los

miembros de una misma especie comparten los mismos mecanismos fundamentales, los sistemas biológicos y conductuales son complejos y diferentes entre machos y hembras, lo que permite que un mismo objetivo se logre por diferentes vías (Márquez, 2006).

En relación al consumo de bebidas se observó que, al contrario de lo que se esperaba, los sujetos no mostraron un franco aumento en el consumo de agua a pesar de la adición de glucosa o sucralosa. Martínez, López-Espinoza, Díaz y Valdez (2009) afirmaron que la sola exposición de las ratas a una fuente alternativa de energía como lo es una solución de agua con glucosa, puede provocar un considerable aumento en el consumo. Los resultados de este experimento son contradictorios ante la anterior evidencia, ya que no se registró este drástico aumento en el consumo de agua con glucosa. Nuestros resultados muestran que en una situación de estrés crónico, las ratas emiten una conducta de selección sobre el alimento sólido a pesar de tener una fuente alterna de energía, como lo es el agua con glucosa.

La preferencia en el consumo de la solución de agua con glucosa registrada en nuestro estudio, sugiere que bajo condiciones de estrés, la preferencia por alimentos con sabor dulce y contenido energético podría ser similar a la que emiten sujetos en condiciones no aversivas, a pesar de que la cantidad de agua con glucosa consumida no registró los niveles reportados por Martínez (2008). Este resultado podría estar relacionado también con la postura que afirma que la preferencia y selección de los alimentos en una situación de estrés está relacionada con los efectos postingestivos de los alimentos ya que proporcionan un efecto de alivio ante la tensión provocada por el estrés (Dallman, et al., 2003; Pecoraro et al., 2004).

Bajo esta perspectiva, las diferencias registradas entre consumo de alimento y consumo de agua son de particular importancia. El efecto del estrés fue contundente sobre el consumo de alimento. Todos los sujetos aumentaron el consumo, sin embargo, sólo el consumo de la solución adicionada con glucosa aumentó sin llegar a registrar los consumos que la evidencia científica ha reportado con este tipo de endulzante. Por su parte, el consumo de agua y de agua con sucralosa no aumentó, a pesar de que en la condición de sucralosa existía disponibilidad de sabor. Es decir, en una condición de estrés crónico los sujetos tienden a comer (masticar y deglutir) más que a beber.

A manera de conclusión, podemos afirmar que las posibles respuestas ante el estrés son variadas y adaptativas. La evidencia experimental ha demostrado que no existe un patrón establecido u homogéneo de respuestas ante el estrés. Es de interés señalar que ante un estímulo estresante como lo es el "*tail-pinch*", la ocurrencia de la conducta de comer fue mayor que la de beber, a pesar de la presencia de sabor o contenido calórico en la solución. Esto nos lleva a afirmar que el aumento en la conducta de comer se relacionó

con la aplicación del estímulo estresor. Esto confirma las aproximaciones biológicas al estrés en las que se afirman que comer disminuye los efectos fisiológicos del estrés.

Finalmente, es importante señalar que la exposición crónica al estímulo estresante mostró efectos sobre otras conductas de los sujetos. Si bien no se realizaron registros sistemáticos, fue posible observar aumentos en la frecuencia de conductas tales como correr en círculos dentro de la caja habitación, emisión de sonidos durante y después de la exposición al estímulo, conductas agresivas y de acicalamiento. Estos resultados han sido reportados por otros autores como parte de la respuesta conductual al estrés. En esa medida, futuras investigaciones deberían evaluar su función sobre el consumo de alimento.

REFERENCIAS

- Antelman, S., Rowland, N. & Fisher, A. (1974). Stimulation bound ingestive behaviour: A view from the tail. *Physiology and Behavior*, 17, 743-748.
- Armario, A., Gavaldà, A. & Martí, J. (1988). Forced swimming test in rats: Effect of desipramine administration and the period of exposure to the test on struggling behavior, swimming, immobility and defecation rate. *European Journal of Pharmacology*, 158, 207-212.
- Boggiano, M., Chandler, P., Viana, J., Oswald, K., Maldonado, C. & Wauford, P. (2005). Combined dieting and stress evoke exaggerated responses to opioids in binge-eating rats. *Behavioral Neuroscience*, 119, 1207-1214.
- Corwin, L. R. & Buda-Levin A. (2004). Behavioral models of binge-type eating. *Physiology and Behavior*, 82, 123-130.
- Dallman, M., Pecoraro, N., Akana, S., la Fleur, S., Gomez, F., Houshyar, H., Bell, M. E., Bhatnagar, S., Laugero, K. & Manalo, S. (2003). Chronic stress and obesity: A new view of "comfort food". *PNAS*, 100, 11696-11701.
- Dal Zotto, S. (2002). *Efectos a largo plazo de una sola exposición al estrés: relación con la adaptación al estrés crónico y factores implicados*. Disertación doctoral no publicada, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Epel, E., Moyer, A., Martín, C., Macary, B., Cummings, N., Rodin, J. & Rebuffe-Scrive M. (1999). Stress-induced cortisol, mood and fat distribution in men. *Obesity Research*, 7, 9-15.
- Galindo, A. & López-Espinoza A. (2006). Efectos del sabor y del contenido calórico sobre la conducta alimentaria durante un periodo de privación en ratas albinas. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 32, 95-109.
- Hagan, M., Chandler, P., Wauford, P., Rybak, R. & Oswald, K. (2003). The role of palatable food and hunger as trigger factors in an animal model of stress induced binge eating. *International Journal of Eating Disorders*, 34, 183-197.

- Harris, R., Zhou, J., Youngblood, B., Rybkyn, I., Smagin, G. & Ryan, D. H. (1998). Effect of repeated stress on body weight and body composition of rats fed low and high fat diets. *American Physiology Society*, 44, 1928-1938.
- Joseph-Bravo, P. & De Gortari, P. (2007). El estrés y sus efectos en el metabolismo y el aprendizaje. *Biotecnología*, 14, 65-76.
- Katz, R., Roth, K. A. & Carroll, B. J. (1981). Acute chronic stress effects on open field activity in the rat: Implications for a model of depression. *Neuroscience Biobehavioral*, 5, 247-251.
- Lowe, M. & Kral, T. (2006). Stress-induced eating in restrained eaters may not be caused by stress or restraint. *Appetite*, 46, 16-21.
- Márquez, C. (2006). *Diferencias individuales en la respuesta endocrina al estrés: Influencia de los rasgos de conducta*. Disertación doctoral no publicada, Universidad Autónoma de Barcelona.
- Martí, O. & Armario, A. (1998). Anterior pituitary response to stress: time related changes and adaptation. *International Journal of Development Neuroscience*, 16, 247-260.
- Martínez, A. G. (2008). *Análisis experimental de la gran bebida en ratas albinas (Rattus norvegicus) y octodones (octodón-degú)*. Disertación doctoral no publicada, Universidad de Guadalajara.
- Martínez, A. G. & López-Espinoza, A. (2007). Efectos post-privación con dos alternativas energéticas en ratas. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 33, 43-59.
- Martínez, A. G., López-Espinoza, A., Díaz, F. & Valdez, E. (2008). Consumo de soluciones endulzadas en ratas albinas: sabor vs. calorías. *Psicothema*, 21, 196-203.
- Ogden, J. (2003). *The psychology of eating: From healthy to disordered behavior*. Malden, Massachusetts: Blackwell.
- Oliver, G., Wardle, J. & Gibson L. (2000). Stress and food choice: A laboratory study. *Psychosomatic Medicine*, 62, 853-865.
- Pacák, K. & Palkovits, M. (2001). Stressor specificity of central neuroendocrine responses: implications for stress-related disorders. *Endocrine Reviews*, 22, 502-548.
- Pecoraro, N., Reyes F., Gomez, F., Bhargava A. & Dallman, M. (2004). Chronic stress promotes palatable feeding, which reduces signs of stress: Feedforward and feedback effects of chronic stress. *Endocrinology*, 145, 3754-3762.
- Perpiñá, C. (1989). Trastornos alimentarios: de los problemas en los criterios diagnósticos al esbozo de un nuevo modelo para su conceptualización. *Revista Española de Terapia del Comportamiento*, 7, 2, 199-219.
- Price, I. & Gorzalka, B. (2002). Effect of restraint duration on macronutrient intake in the female rat. *Nutrition Research*, 22, 931-943.
- Riccio, D., MacArdy, E. A. & Kissinger, S. C. (1991). Associative processes in adaptation to repeated cold exposure in rats, *Behavior Neuroscience*, 105, 599-602.
- Rybkin, I., Zhou, Y., Volaufova, J., Smagin, G., Ryan, D. & Harris, R. (1997). Effect of restraint stress on food intake and body weight is determined by the time of day. *American Journal of Physiology, Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 263, 1612-1622.

- Silveira, P., Xavier, M., Souza, F., Manoli, L., Rosat, R., Ferreira, M. & Dalmaz, C. (2000). Interaction between repeated restraint stress and concomitant midazolam administration on sweet food ingestion in rats. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 33, 1343-1350.
- Taylor, S., Cousino, L., Lewis, B., Gruenewald, T. & Updegraff, J. (2000). Biobehavioral responses to stress in females: Tend-and-befriend, not fight-or-flight. *Psychological Review*, 107, 411-426.
- Vallés, A., Martí, O., Garcia, A. & Armario, A. (2000). Single exposure to stressors causes long-lasting, stress-dependent reduction on food intake in rats. *American Journal of Physiology*, 279, 1138-1144.
- Willner, P. (1997). Validity, reliability and utility of the chronic mild stress model of depression: a 10-year review and evaluation. *Psychopharmacology*, 134, 319-329.
- Willner, P., Benton, D., Brown, E., Cheeta, S., Davies, G., Morgan, J. & Morgan, M. (1998). "Depression" increases "craving" for sweet rewards in animal and human models of depression and craving. *Psychopharmacology*, 136, 272-283.
- Wilson, J. & Cantor, M. (1986.) Noise induced eating in rats facilitated by prior tail pinch experience. *Physiology and Behavior*, 37, 523-526.