

# Cambios del patrón alimentario como efecto de la privación de agua o alimento en ratas en crecimiento

Antonio López Espinoza<sup>1</sup> y Héctor Martínez

*Universidad de Guadalajara. México*

## RESUMEN

Ocho ratas en periodo de crecimiento fueron expuestas a dos tipos de privación, agua o alimento, cada uno con dos variantes en el tiempo de restricción, total (24+24 horas) y parcial (12 horas por día). Cada periodo de privación fue aplicado durante dos días consecutivos permitiendo el libre acceso de agua y alimento por un intervalo de 15 días entre cada periodo de restricción. Se llevaron a cabo 15 periodos de privación completando 280 días continuos de observación. Los resultados confirmaron que posterior al retiro del programa de privación de alimento o agua, el patrón de alimentación se modificó apareciendo grandes consumos de alimento y agua y una recuperación o aumento en el peso corporal de ratas en crecimiento.

*Palabras clave:* periodo post-privación, consumo de agua o alimento, peso corporal, patrón alimentario, crecimiento, ratas.

## ABSTRACT

*Changes of feeding patterns after water or food deprivation in growing rats.* Eight albino rats in their period of growth (they were 2 month-old at the start of the experiment) were exposed to two days of total (24+24 hours) or partial (12 hours per day) food or water deprivation every 15 days. Food and water were freely available after every deprivation period. Fifteen periods of food or water deprivation and 280 consecutive days of observation were completed. Results confirmed that big eating, big drinking, and recovering or increasing body weight resulted when food or water deprivation was removed.

*Key words:* Post-deprivation period, water or food consumption, body weight, feeding pattern, growth, rats.

López-Espinoza y Martínez (2001a,b,c) han reportado un fenómeno denominado efecto post-privación, caracterizado por una modificación consistente en los elementos de la conducta alimentaria (consumo de agua y alimento) y en el peso corporal usando ratas como sujetos. Tal efecto se encuentra vinculado a la aplicación de un programa de privación de agua o alimento. Previo a la privación, el peso corporal se mantiene

<sup>1</sup> La correspondencia sobre este artículo puede dirigirse al primer autor: Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento. 12 de Diciembre 204. Col. Chapalita. Guadalajara, Jalisco, 45030. México. Email: anton779@megared.net.mx; hector@m@udgserv.cencar.udg.mx. <http://udgserv.cencar.udg.mx/~ceip>.

constante o con variaciones muy ligeras al igual que el consumo de agua y comida bajo condiciones de libre acceso de agua y comida. Las modificaciones observadas en el patrón de consumo de agua y alimento se identifican como consumos excesivos de agua y alimento en los primeros 3 días al retornar a condiciones de libre acceso después de un periodo de privación. Posteriormente, en condiciones de libre acceso (5 a 30 días) estos excesos de consumo ocurren ocasionalmente seguidos por periodos de bajo consumo. Por otra parte, el peso corporal que se pierde al aplicar el programa de privación presenta dos modalidades al retornar el organismo a condiciones de libre acceso. La primera es una rápida recuperación del peso corporal perdido hasta igualar el peso registrado en el periodo de libre acceso inmediato anterior a la aplicación del programa de privación. La segunda es un incremento gradual y consistente del peso corporal que permite mantener un peso corporal similar o en ocasiones aumentar por encima del que registra un sujeto control.

López-Espinoza y Martínez (2001a,b,c) han reportado la independencia del efecto post-privación de las siguientes variables: a) si la privación es de alimento o agua (esta última en observaciones no reportadas); b) el programa de privación utilizado ya sea total o parcial; c) si los sujetos tienen o no experiencia experimental; d) el peso individual registrado en línea base; e) la periodicidad de los intervalos de libre acceso entre los programas de privación; y, f) si los sujetos son machos o hembras.

Corwin (2000) ha señalado que la exposición a periodos de privación de comida en ratas tiene consecuencias directas sobre la conducta de los sujetos. Una vez que las ratas han sido expuestas a un programa de restricción de comida y retornan a libre acceso aparecen periodos de grandes comilonas (*big eating*) las cuales pueden persistir por largo tiempo. Iwasaki, Inoue, Kiriike y Hikiji (2000) reportaron grandes comilonas después de la restricción y durante un periodo de 12 semanas de control post-natal como efecto de separar a ratas recién nacidas del alimento materno durante dos días. Domínguez y Pellón (2002) han señalado que bajo condiciones de restricción de alimento en combinación con la exposición a una rueda de actividad las ratas jóvenes disminuyen su peso corporal más rápidamente que las ratas adultas. Estos datos sugieren que el periodo de crecimiento podría ser una variable que modifique la aparición de efecto post-privación reportado por López-Espinoza y Martínez (2001a,b,c). El siguiente experimento pretendió explorar si es posible reproducir el efecto post-privación durante el periodo de crecimiento en ratas bajo programas de privación total o parcial de agua o alimento.

## MÉTODO

### *Sujetos*

Se utilizaron dieciséis ratas de la cepa Wistar experimentalmente ingenuas y con una edad de dos meses al inicio del experimento. Ocho ratas, cuatro machos (M12, M13, M14 y M16) y cuatro hembras (H2, H3, H4 y H6) sirvieron como sujetos experimentales. Otras ocho ratas, cuatro machos (M51, M52, M54 y M55) y cuatro hembras

(H31, H34, H35 y H36) sirvieron como sujetos control.

### *Aparatos y Materiales*

Se utilizaron 16 cajas-habitación individuales para ratas de 13 x 27 x 38 cm manufacturadas en plástico transparente. Una reja metálica con dos espacios, utilizados como comedero y bebedero, cubría la parte superior de cada caja. Una alfombra de serrín cubría el fondo de cada caja y era removida y substituida por otra cada 4 días. Para el registro del consumo de alimento y el peso corporal se utilizó una báscula de precisión. El alimento utilizado fueron croquetas de la marca comercial *Nutri-Cubos* con nutrientes estandarizados para animales de laboratorio. Para registrar el consumo de agua se utilizaron bebederos graduados en mililitros. El promedio de temperatura fue de 20 grados centígrados durante el día y 18 grados centígrados durante la noche. Las ratas estuvieron expuestas al ciclo luz-oscuridad natural. El registro del consumo de agua y alimento se realizó todos los días a las 8:00 horas. Los datos del peso corporal se obtuvieron del promedio del registro de las 8:00 horas y las 20:00 horas.

### *Procedimiento*

Los sujetos experimentales fueron asignados aleatoriamente por parejas (hembra y macho) a uno de los cuatro programas de privación. La hembra H3 y el macho M13 fueron expuestos a un programa de privación parcial de alimento, mientras que la hembra H6 y el macho M16 a uno de privación total de alimento. La hembra H2 y el macho M12 fueron asignados al programa de privación parcial de agua y la hembra H4 y el macho M14 al programa de privación total de agua. Al iniciar el experimento todos los sujetos fueron expuestos a un periodo de 15 días de acceso libre al agua y alimento, al día siguiente se aplicaron los cuatro programa de privación a los sujetos designados. El programa de privación parcial de alimento o agua incluía una restricción nocturna al acceso de agua o alimento durante las 12 horas comprendidas entre las 20:00 horas y las 8:00 horas, retornando al acceso libre de las 8:00 a las 20:00 horas. La privación total de agua o alimento establecía una restricción total por espacio de 24 horas continuas. Los cuatro tipos de privación se aplicaron durante dos días consecutivos. Así en el programa de privación parcial se contabilizaron 12+12 horas de privación intermitente de agua o alimento y en el programa de privación total la cantidad de 48 horas (24+24) continuas de restricción de agua o alimento. Al término de la aplicación de los programas de privación se retornó al libre acceso de alimento y agua durante otros 15 días. Este ciclo privación / acceso libre se repitió en 14 ocasiones. El periodo de libre acceso entre cada programa de privación mantuvo una duración de 15 días. El experimento finalizó con un periodo de 15 días de libre acceso después del último periodo de privación. El experimento sumó un total de 280 días continuos de observación. En el transcurso de los más de 9 meses que duró el experimento los sujetos control tuvieron libre acceso de alimento y agua y estuvieron expuestos a las mismas condiciones de registro y hábitat que los sujetos experimentales.

## RESULTADOS

La Figura 1 muestra las gráficas comparativas del peso corporal obtenidas durante el experimento entre cada uno de los sujetos experimentales y el total de sujetos control. Para los machos experimentales se utilizaron como comparación los pesos corporales de los machos control M51, M52, M54 y M55 y para las hembras experimentales las hembras control H31, H34, H35 y H36. Los sujetos experimentales están representados con líneas gruesas y los sujetos control con líneas delgadas. En la columna izquierda se presentan las comparaciones respectivas del peso corporal de las hembras y en la derecha las de los machos de acuerdo con cada uno de los cuatro programas de privación. En las cuatro gráficas superiores se agrupan los sujetos expuestos a la privación de agua (parcial o total) y en las cuatro inferiores los que fueron expuestos a la privación alimento (parcial o total) respectivamente. En general, todos los sujetos experimentales a pesar de ser sometidos a algún tipo de restricción, conservaron una curvatura de crecimiento similar a los sujetos control. Los sujetos M13 y H3 fueron los únicos que presentaron una diferencia relevante en el registro del peso corporal por debajo de los sujetos control. Por el contrario, en comparación con los sujetos control, los sujetos M14 y M16, a partir del primer periodo de restricción, mostraron un aumento gradual y sostenido del peso corporal finalizando con una diferencia de 50 gramos el primero y 100 gramos en el segundo con respecto a los sujetos control.

La Figura 2 muestra un comparativo del consumo de alimento entre los sujetos sometidos a privación de alimento total y parcial (columna izquierda) y los sujetos control (columna derecha). La línea base y los periodos de libre acceso son representados por círculos vacíos y los quince periodos de privación de alimento por círculos llenos. La columna izquierda muestra que todos los sujetos experimentales sometidos a una privación de alimento total (gráficas superiores) o parcial (gráficas inferiores) modificaron su patrón de alimentación elevando la ingesta de alimento después de cada periodo de privación de alimento. Esta alteración es acompañada por periodos de baja ingesta a lo largo de los periodos de libre acceso. La variabilidad en el consumo de alimento contrasta con la estabilidad en el consumo de los sujetos control.

La Figura 3 compara los consumos de agua de los sujetos experimentales (columna izquierda) y de los sujetos control (columna derecha). Aunque el agua estuvo siempre disponible, todos los sujetos experimentales redujeron el consumo de agua durante los periodos de privación total y parcial de alimento. Los sujetos experimentales expuestos al programa de privación total de alimento (gráficas superiores de la columna izquierda) mostraron consumos de agua por encima de los obtenidos por los sujetos control (columna derecha) después de los periodos de privación de alimento. En contraste, comparados con los consumos de los sujetos control (columna derecha) los sujetos experimentales expuestos al programa de privación parcial de alimento (gráficas inferiores de la columna izquierda) no mostraron cambios notables después de los periodos de privación de alimento. La Figura 4 muestra la comparación del consumo de alimento entre los sujetos sometidos a privación total de agua (gráficas superiores de la columna izquierda) y los sujetos control (columna derecha). Estando disponible siempre el alimento, todos los sujetos experimentales mostraron consumos de alimento

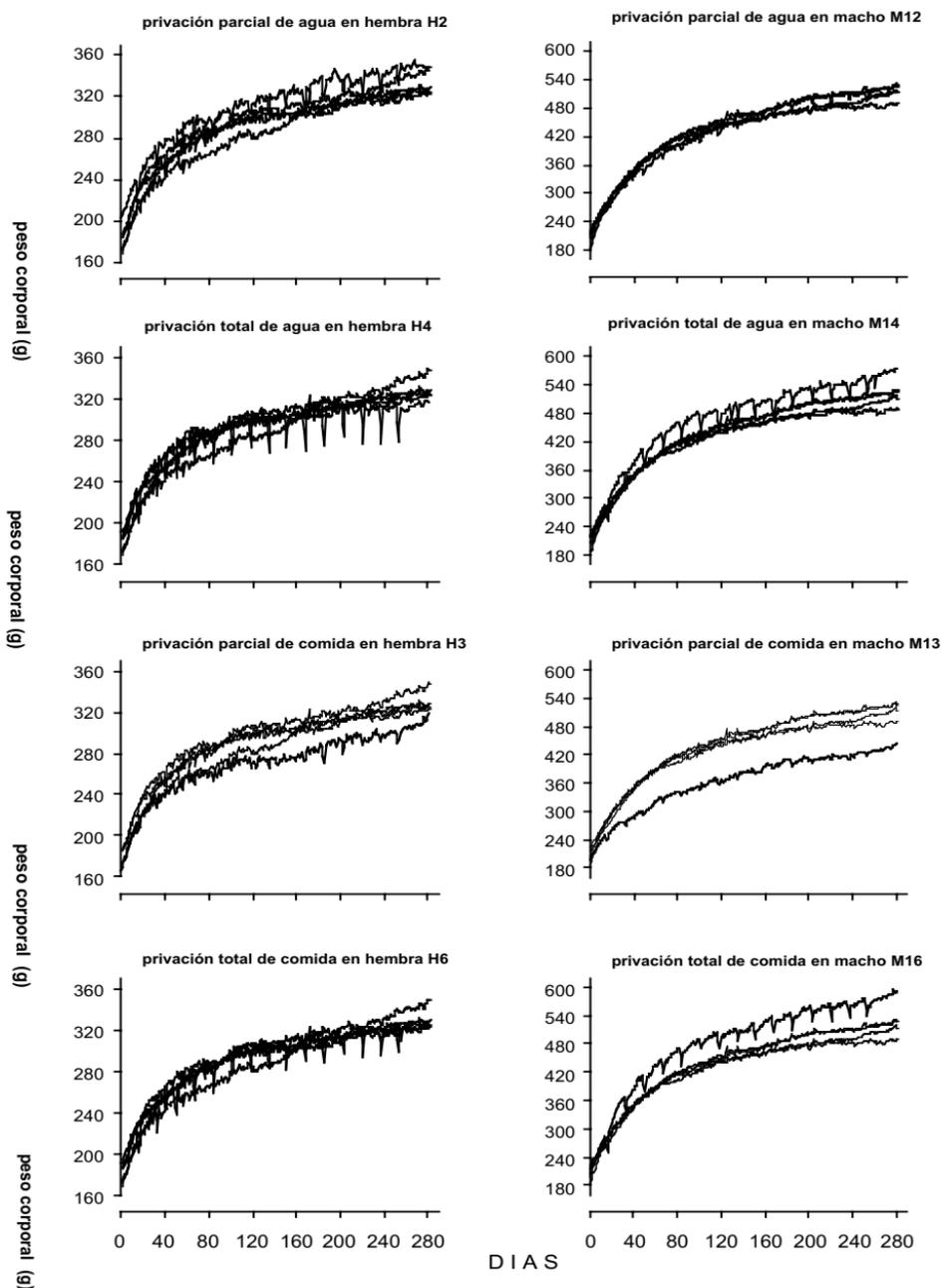


Figura 1. Registros comparativos del peso corporal entre cada sujeto experimental y todos lo sujetos control. Las líneas gruesas representan el peso corporal de cada sujeto experimental y las líneas delgadas representan el peso corporal de los sujetos control.

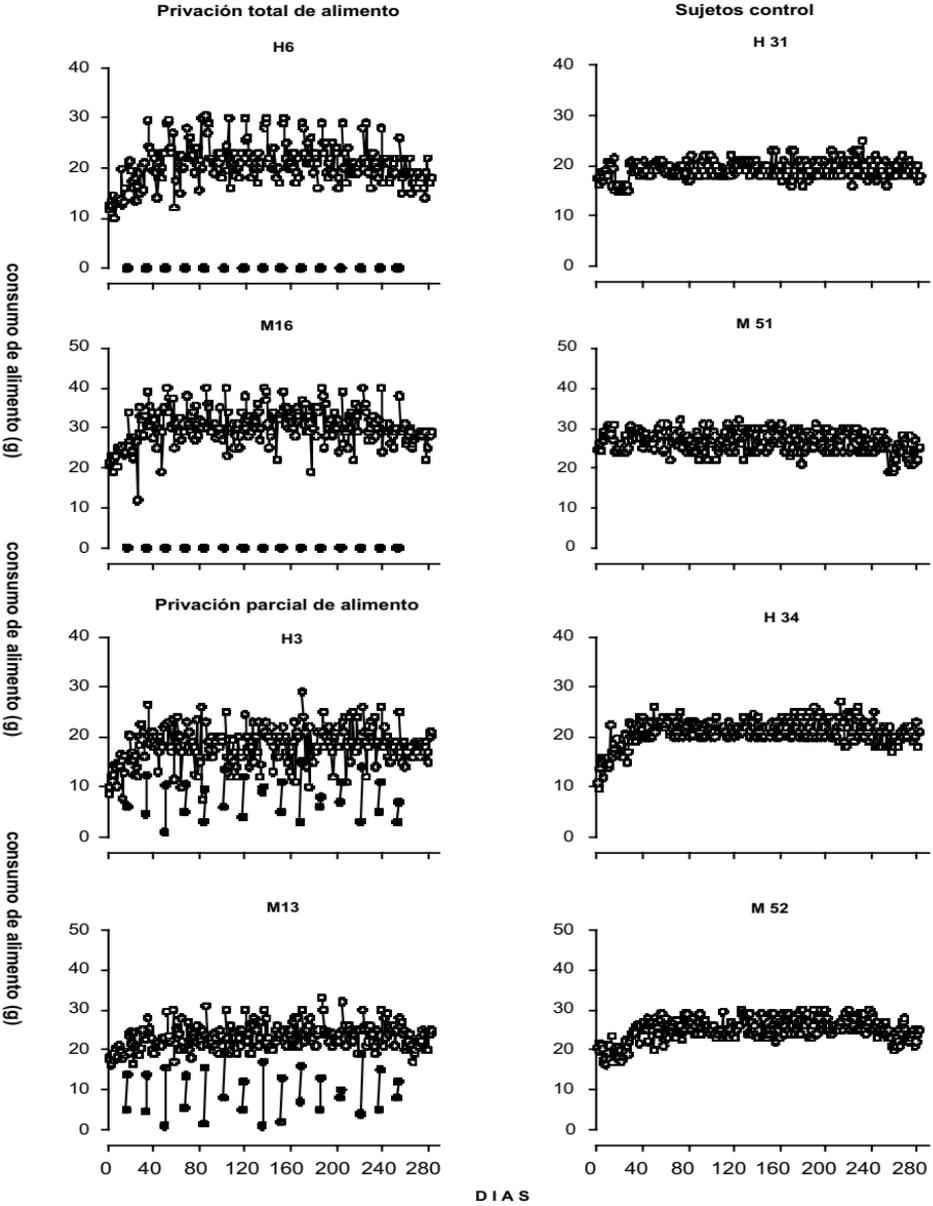


Figura 2. En la columna izquierda se muestra el consumo de alimento de cada sujeto experimental. Las dos gráficas superiores muestran los datos de la privación total y las dos inferiores los datos de la privación parcial de alimento. La columna derecha muestra el consumo de alimento de los sujetos control. Los círculos vacíos representan los días de libre acceso y los círculos oscuros los días de privación de alimento.

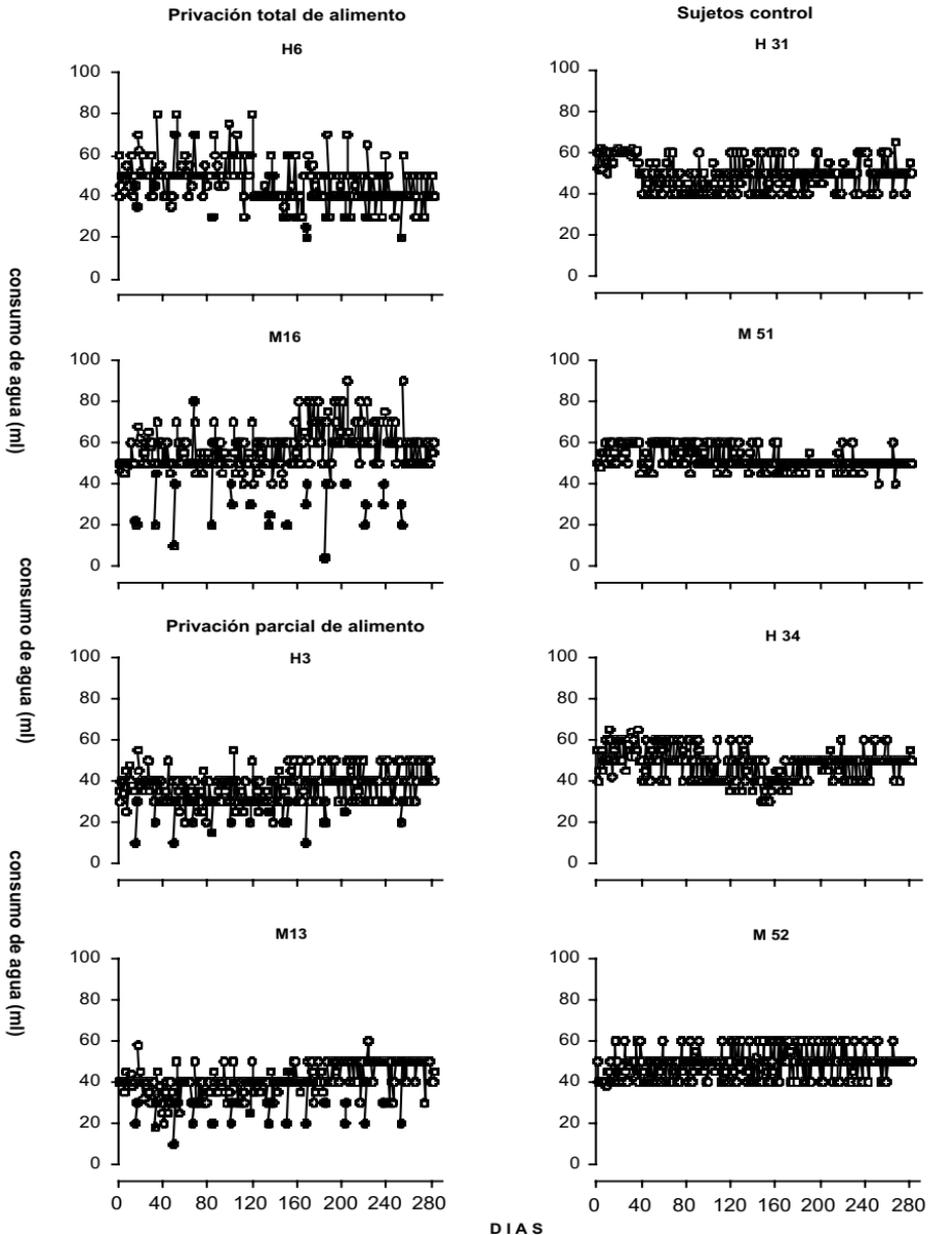


Figura 3. La columna izquierda muestra el consumo de agua de cada sujeto experimental. Las dos gráficas superiores representan los datos de la privación total y las dos inferiores los datos de la privación parcial de alimento. La columna derecha representa el consumo de agua de los sujetos control. Los círculos vacíos representan los días de libre acceso y los círculos oscuros los días de privación de alimento.

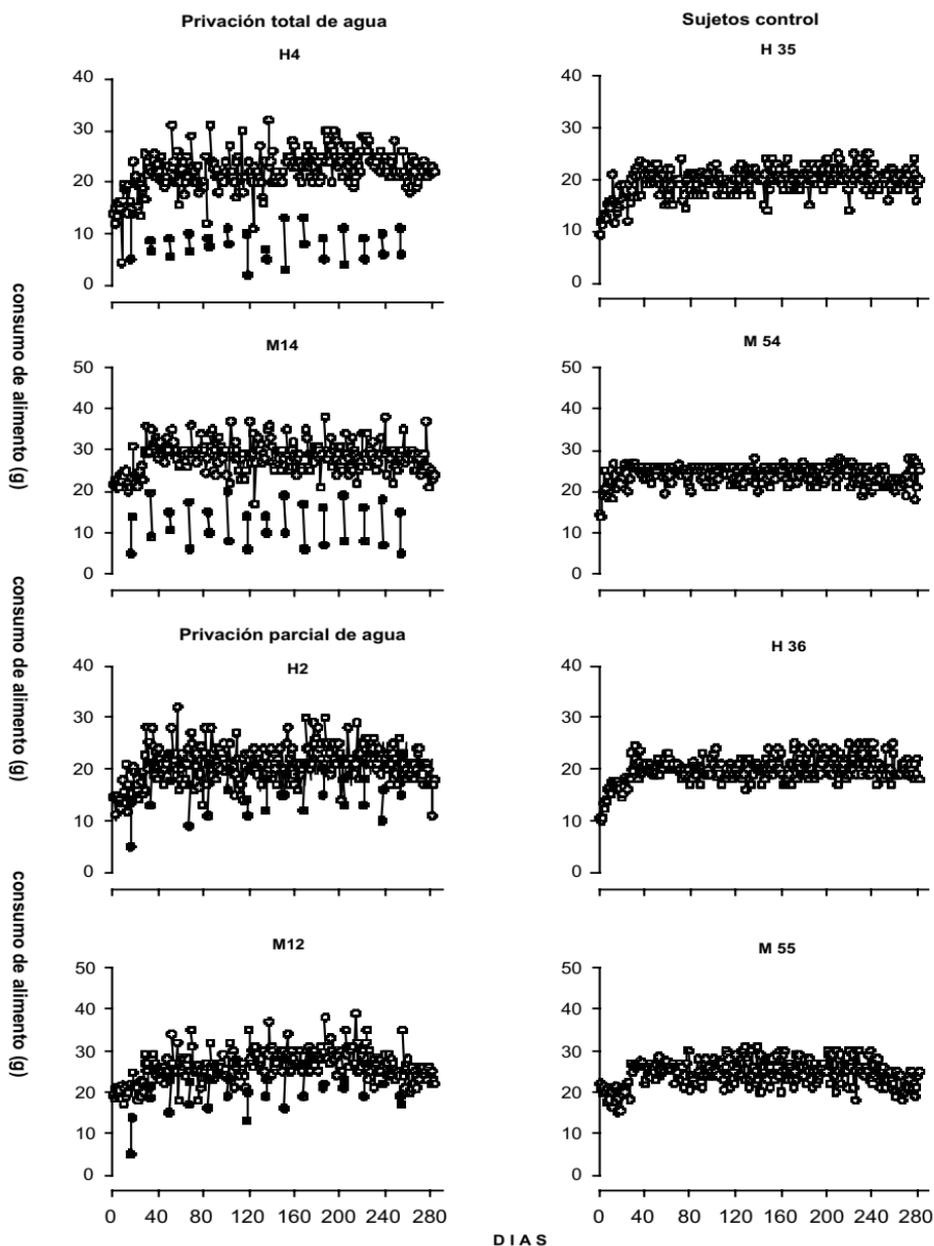


Figura 4. En la columna izquierda se muestra el consumo de alimento de cada sujeto experimental. Las dos gráficas superiores muestran los datos de la privación total y las dos inferiores los datos de la privación parcial de agua. La columna derecha muestra el consumo de alimento de los sujetos control. Los círculos vacíos representan los días de libre acceso y los círculos oscuros los días de privación de agua.

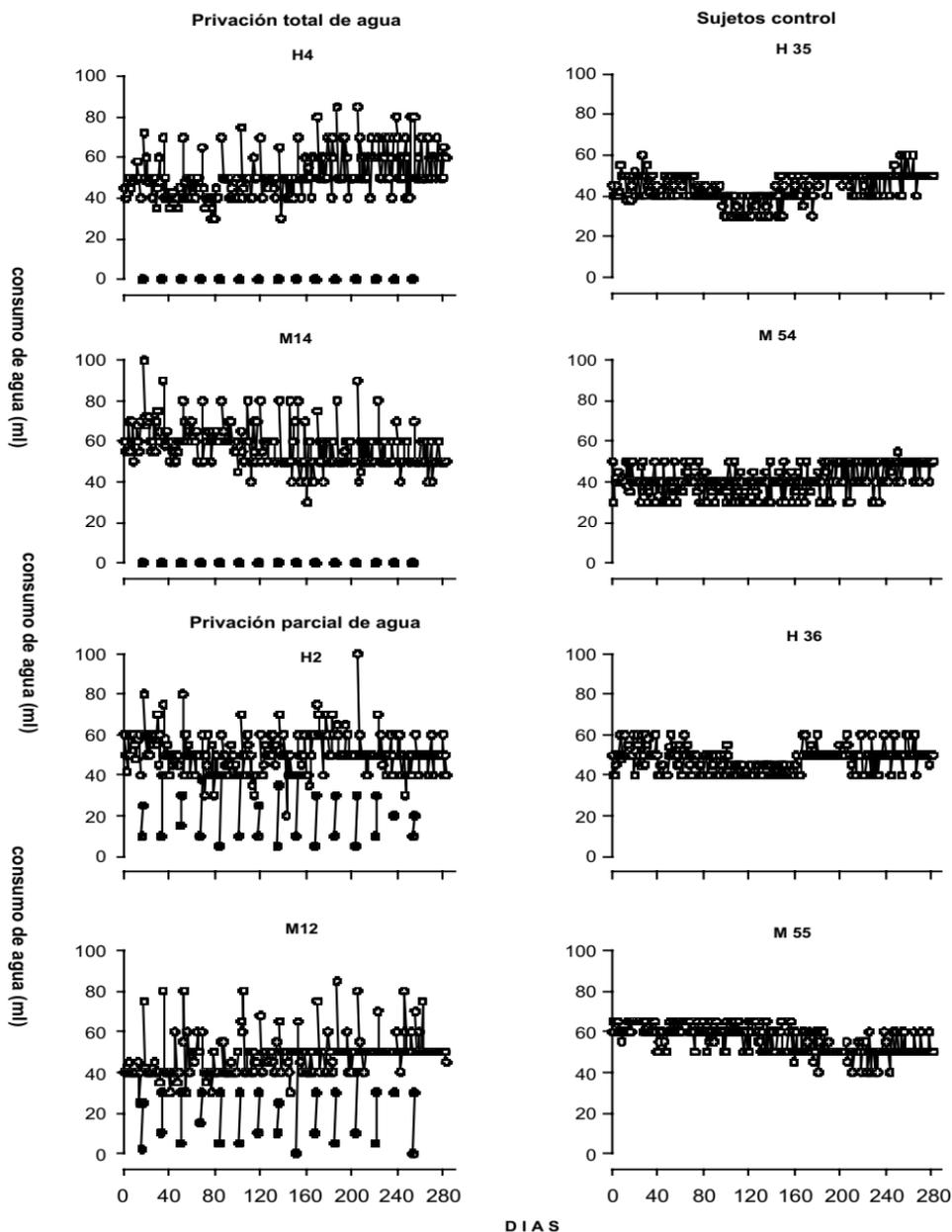


Figura 5. En la columna izquierda se muestra el consumo de agua de cada sujeto experimental. Las dos gráficas superiores muestran los datos de la privación total y las dos inferiores los datos de la privación parcial de agua. La columna derecha muestra el consumo de agua de los sujetos control. Los círculos vacíos representan los días de libre acceso y los círculos oscuros los días de privación de agua.

que rebasan el patrón de consumo demostrado por los sujetos control. Además, también se observó en todos los sujetos experimentales una reducción del consumo de alimento durante los periodos de privación total o parcial de agua.

La Figura 5 muestra que los patrones de consumo de agua de los sujetos expuestos a la privación total (gráficas superiores de la columna izquierda) y parcial (gráficas inferiores de la columna izquierda) de agua se modificaron notablemente después de los periodos de privación en comparación con los patrones estables de consumo de los sujetos control (gráficas de la columna derecha). Al igual que bajo la privación de alimento, destacan los grandes consumos de agua inmediatamente después de los periodos de ambos tipos de privación y seguidos también por una reducción en los consumos de agua.

### DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este experimento confirman los reportes previos de López-Espinoza y Martínez (2001b,c) y sugieren que el efecto post-privación es una alteración conductual consistente, que depende de la aplicación de algún programa de restricción de agua o alimento ya sea parcial o total. Esta alteración contrasta con la estabilidad en el patrón alimentario de ratas bajo condiciones de libre acceso y sin ningún tipo de manipulación experimental (Barnett, 1966; Collier, Hirsch y Kanarek, 1983; Richter, 1947; y Siegel y Stuckey, 1947).

Estos resultados también parecen sugerir que las características del efecto post-privación persisten aun en sujetos en periodo de crecimiento. La curva de crecimiento en los sujetos experimentales no se alteró tras la aplicación de periodos de privación parcial o total de agua o comida, ni por los altos consumos de alimento y agua posteriores a la privación. Los datos presentan evidencia que confirman las tres características principales del efecto post-privación. En primer lugar, se modificó el patrón de consumo de alimento, en segundo término se afectó el consumo de agua y finalmente el peso corporal perdido durante los periodos de privación fue recuperado o se presentó una ganancia del mismo.

Una característica que se presentó solo en los programas de privación total de agua y alimento en los machos, fue un aumento considerable en el peso corporal una vez que finalizaron los programas de restricción. Este resultado podría sugerir que la exposición a periodos de privación de alimento o agua durante el crecimiento puede influir en el aumento de peso corporal cuando los sujetos finalizan su desarrollo. Sin embargo, esta peculiaridad ha sido motivo de controversia ya que existen datos experimentales que confirman nuestro reporte (Hagan y Moss, 1997; Iwasaki, Inoue, Kiriike y Hikiji, 2000) y por otro lado también existen datos que afirman que el peso corporal no se modifica al aplicar algún tipo de restricción alimentaria. (Corwin, Wojnicki, Fisher, Dimitriou, Rice, y Young; 1998).

Otro rasgo relevante fue la autoprivación que apareció en el elemento no privado durante los periodos de privación y que ha sido descrito por varios investigadores (Bolles, 1973; Siegel y Talantis, 1948; Verplanck y Hayes, 1953). Estos autores concuerdan en que existe una relación directa entre el comer y el beber planteándose un

problema de interacción ya que cuando se priva de comida se afecta el consumo de agua y viceversa.

Otro fenómeno asociado a la interacción entre comer y beber es el beber inducido por el programa. Falk (1961) demostró que cuando se priva a una rata de alimento y es expuesta a un programa de reforzamiento intermitente, aun cuando no ha sido privada de agua, puede incrementar su consumo de agua hasta tres veces por encima de lo normal durante una sesión experimental. Este incremento excesivo del beber se conoce en la literatura como *polidipsia* (Falk, 1961). Una diferencia importante con nuestro procedimiento es que el acceso a la comida es total una vez concluido el periodo de privación, mientras que para producir la polidipsia es indispensable la entrega de comida espaciada (v. gr., un programa de reforzamiento). Sin embargo, sería de utilidad explorar si las grandes comilonas y la autoprivación pueden ser consideradas como conductas adjuntivas que dependen de la restricción de alimento.

El modelo conocido como anorexia por actividad también ha llamado la atención sobre los efectos de la interacción entre comer, beber y actividad en una rueda giratoria en ratas. En el procedimiento típico una rata en su caja habitación solo dispone de comida durante un periodo limitado (i.e. 1 hora) del día. El agua esta disponible todo el tiempo y una rueda de actividad es operativa todo el tiempo excepto durante el periodo de acceso a la comida. Un resultado usual de este procedimiento es que la actividad de las ratas en la rueda giratoria aumenta al mismo tiempo que la ingesta de comida disminuye progresivamente. Las ratas pierden peso rápida y sustancialmente hasta incluso poner en peligro su supervivencia (para una revisión ver Gutiérrez y Pellón, 2002). Aunque existen un número de variaciones en el procedimiento, los sujetos del presente estudio no tuvieron acceso a una actividad motora equivalente a la que se requiere para producir la anorexia por actividad; dada esta condición básica no es sencillo establecer una interpretación común para la pérdida y recuperación del peso corporal en términos estrictamente conductuales.

Por otra parte, los periodos de grandes comilonas (*binge eating*) que constituyen uno de los tres elementos que integran el efecto post-privación han llamado la atención por su relación con la bulimia (Corwin, 2000; Iwasaki, Inoue, Kiriike y Hikiji, 2000). Hagan y Moss (1997) han demostrado que someter sujetos experimentales a una historia de restricción de alimento puede producir la persistencia de grandes comilonas. Con esa evidencia, señalan que la restricción de alimento debe ser tomado en cuenta como factor de riesgo en el desarrollo de bulimia. Adicionalmente, en este estudio mostramos que con la restricción de agua, se producen también excesos en el consumo de agua de manera similar a las grandes comilonas. Estos consumos excesivos podrían ser denominados como "grandes bebidas" que se presentan inmediatamente después de un periodo de privación ya sea de agua o alimento. Ambas conductas, la gran comilona y la gran bebida, ocurren durante el libre acceso al agua o al alimento. Cabría aquí preguntarnos si la privación simultánea de agua y alimento tendrían efectos sobre el consumo de agua y alimento al retornar a periodos de libre acceso. Sin duda, esta situación podría estar relacionada directamente con condiciones ambientales naturales en las que existen restricciones para el acceso al agua y alimento.

Los resultados obtenidos en este experimento también plantean interrogantes

sobre el papel de las restricciones alimentarias en cualquier etapa de la vida y los efectos sobre la conducta alimentaria y el peso corporal de los sujetos expuestos a este tipo de condiciones. Probablemente estemos ante un campo experimental con un amplio futuro, a saber, el estudio de las relaciones entre la conducta alimentaria y las variables que influyen en su control, modificación y predicción.

#### REFERENCIAS

- Barnett, S.A. (1966). *The rat. A study in behaviour*. Chicago: Aldine Publishing Company.
- Bolles, R.C. (1973). *Teoría de la motivación*. México: Trillas.
- Collier, G., Hirsch, E. y Kanarek, R. (1983). La operante vista de nuevo. En W.K Honig y J.E.R Staddon (Eds.), *Manual de conducta operante* (pp. 47-78). México: Trillas.
- Corwin, R.L. (2000). *Biological and behavioral consequences of food restriction*. *Appetite*, 34, 112.
- Corwin, R.L., Wojnicki, F.H., Fisher, J.O., Dimitriou, S.G., Rice, H.B. y Young, M.A. (1998). Limited access to a dietary fat option affects ingestive behavior but not body composition in male rats. *Physiology and Behavior*, 65, 545-553.
- Falk, J.L. (1961). Production of polidypsia in normal rats by an intermittent food schedule. *Science*, 133, 195-196.
- Gutiérrez, M.G. y Pellón, R. (2002). Anorexia por actividad: una revisión teórica y experimental. *Internacional Journal of Psychology and Psychological Therapy*, 2, 131-145.
- Hagan, M.M. y Moss, D., E. (1997). Persistence of binge-eating patterns after a history of restriction with intermittent bouts of refeeding on palatable food in rats: Implications for bulimia nervosa. *International Journal of Eating Disorders*, 22, 411-420.
- Iwasaki, S., Inoue, K., Kiriike, N., y Hikiji, K. (2000). Effect of maternal separation on feeding behavior of rats in later life. *Physiology and Behavior*, 70, 551-556.
- López-Espinoza, A. y Martínez, H. (2001a). Efectos paradójicos de las dietas ¿Porqué no funcionan?: Un modelo experimental. *Revista Mexicana de Psicología*, 18, 160.
- López-Espinoza, A. y Martínez, H. (2001b). Efectos de dos programas de privación alimentaria sobre el peso corporal de ratas Wistar. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 27, 35-46.
- López-Espinoza, A. y Martínez, H. (2001c). Efectos de dos programas de privación parcial sobre el peso corporal y el consumo total de agua y comida en ratas. *Acta Comportamental*, 9, 5-17.
- Richter, C.P. (1947). Biology of drives. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 40, 129-134.
- Siegel, P.S. y Stuckey H.L. (1947). The diurnal course of water and food intake in the normal mature rat. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 40, 365-370.
- Siegel, P.S. y Talantis, B.S. (1948). Water intake as a function of privation interval when food is withheld. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 43, 62-65.
- Verplanck, W.S. y Hayes, J.R. (1953). Eating and drinking as a function of maintenance schedules. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 46, 327-333.

Recibido, 30 Junio 2003  
Aceptado, 25 Marzo 2004