

EFFECTOS DE DOS PROGRAMAS DE PRIVACIÓN ALIMENTARIA SOBRE EL PESO CORPORAL DE RATAS WISTAR¹

EFFECTS OF TWO PROGRAMS OF ALIMENTARY DEPRIVATION ON THE CORPORAL WEIGHT OF WISTAR RATS

**ANTONIO LÓPEZ-ESPINOZA
HÉCTOR MARTÍNEZ**
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA

RESUMEN

Dos parejas de ratas (macho y hembra) fueron expuestas a uno de dos programas de privación alimentaria. Una pareja fue privada por completo del acceso al alimento y la segunda tuvo una privación parcial de 12 horas. El periodo de privación tuvo una duración de tres días y se registró el peso corporal, consumo de alimento y agua en una secuencia repetida de libre acceso, privación alimentaria y libre acceso. Se demostró que los programas de privación produjeron un aumento substancial en el peso corporal, una vez que fue suspendida la restricción alimentaria. Para interpretar estos resultados, se propone un mecanismo conductual de regulación alimentaria.

Palabras clave: privación, peso corporal, consumo de alimento, consumo de agua, ratas

ABSTRACT

Two pairs of rats, a male and a female, were exposed to one of two schedules of alimentary deprivation. One pair was completely deprived of the access to food, while other was exposed to partial deprivation of 12 hours. The period of deprivation lasted for three days. Corporal weight, food, and water intake were recorded under cycles of free access, alimentary deprivation, and free access. Deprivation schedules produced substantial increase in the corporal weight, once the alimen-

1. Artículo recibido por la RMAC el 26 de enero de 2001 y aceptado el 28 de mayo de 2001.

tary restriction was suspended. A behavioral mechanism of alimentary regulation is proposed to interpret these results.

Keywords: deprivation, corporal weight, food intake, water intake, rats

Si un organismo es privado de algún elemento necesario para el mantenimiento de su homeóstasis, (como por ejemplo: agua, comida u oxígeno) se origina una necesidad específica por el elemento privado. El término necesidad se utiliza para designar el requerimiento de uno o varios elementos que son esenciales para mantener la homeóstasis, el crecimiento, la reproducción o el funcionamiento normal de un organismo (Young, 1961). Por lo tanto, si el organismo es sometido a un estado de privación, emitirá una respuesta reguladora, en beneficio del estado de equilibrio que mantenía con su medio interno y externo. Según Richter (1947) la recuperación y mantenimiento de tal estado, solo puede lograrse con una o varias conductas específicas emitidas por el sujeto de acuerdo al tipo de privación que fue sometido.

La relación entre el estado de privación y la actividad del organismo ha sido estudiada por Hall y Hanford (1954), quienes sometieron a un grupo de ratas a un programa de privación alimentaria durante 23 horas continuas, permitiendo una hora de acceso libre al alimento. Utilizando una caja de actividad múltiple para la evaluación de diferentes actividades se comparó a un grupo experimental privado de alimento con un grupo control libre de privación. Los resultados mostraron que la actividad del grupo experimental fue superior al grupo control y concluyeron que el aumento en la actividad es una función del programa de restricción alimentaria.

Clark (1958), señaló que en los estudios de condicionamiento operante los efectos de la privación y el reforzamiento sobre la conducta operante originan dos condiciones. La primera es que el aumento de estados estables en la emisión de conductas operantes permite la observación de las ejecuciones en determinados programas y que llamó *pulsión* y *ejecución*. La segunda es que proporciona cambios de estado producidos por la modificación en los niveles de privación denominando a esta característica *pulsión* y *aprendizaje* (Clark 1958).

Estos estudios sugirieron que la privación es un factor importante en la modificación del estado de necesidad del sujeto. Por lo tanto, la intensidad de la privación se convirtió en un parámetro relevante para evaluar la emisión de conducta y la modificación del estado de privación. La medición de la intensidad del estado de privación normalmente se ha basado en el tiempo como unidad de medida de tal fuerza. Así lo demostraron los estudios de Clark (1958), quien utilizó programas de reforzamiento de intervalo variable y programas de privación bajo diferentes periodos de registro. Sus resultados mostraron que a una mayor cantidad de horas de privación, corresponde una mayor frecuencia en la tasa de respuesta y, por ende en la tasa de reforzamiento. Conrad, Sidman y Herrnstein (1958) entrenaron a simios y ratas en programas de reforzamiento diferencial de tasa bajas con variaciones en el número de horas de privación. Ambos estudios

mostraron que las ejecuciones bajo los diferentes programas de reforzamiento fueron dependientes del programa de privación utilizado. Verplanck y Hayes (1953) también correlacionaron el consumo de alimento y agua en ratas bajo diferentes periodos de privación de agua y alimento demostrando que la privación experimental de agua o comida está asociada a una baja en el consumo del elemento no privado. También reportaron que al término de la privación experimental las ratas tendieron a comer con independencia de si habían sido privados de comida o de agua.

Sin embargo, el uso del tiempo como medida de la fuerza del estado de privación no ha estado exento de dificultades en la eficacia del control experimental. Los sujetos frecuentemente presentan grandes variaciones de ejecución bajo diferentes programas experimentales. En especial, al someter a sujetos experimentalmente ingenuos a entrenamientos específicos, se ha reportado una gran variabilidad en el requerimiento de horas de privación para lograr estados estables de ejecución (Bolles, 1973). Una alternativa de medición de la intensidad de privación cobró importancia cuando se reportó que la conducta instrumental en animales hambrientos y sedientos estaba en función de la pérdida de peso (Bolles y Petrinovich, 1956; Stolurow, 1951). Esta aportación estableció el uso de una medida de control sobre la fuerza de privación basado en el porcentaje de peso perdido más que en el tiempo de privación.

Este aspecto fue investigado por McSweeney (1974) exponiendo a un grupo de palomas a un programa concurrente y modificando el porcentaje de privación de los sujetos en 80%, 95% y 110% de su peso basal. Los datos mostraron una alta variabilidad en la ejecución claramente vinculada con el porcentaje de peso corporal empleado. A pesar del uso del porcentaje del peso como un índice de la fuerza de privación, la variabilidad se mantuvo presente en el resultado experimental. Sin embargo, la utilidad del control en el porcentaje de peso como unidad de medida de la privación ha sido confirmada incluso en situaciones de control aversivo como en ataque inducido por el programa (e.g., Dove, 1976), en conducta de evitación (e.g., Leander, 1973) o en supresión condicionada (e.g., Leslie, 1977).

Si bien es cierto que los esfuerzos se han dirigido especialmente a evaluar los efectos del control del porcentaje de peso sobre la ejecución en diferentes programas operantes, no ha recibido la misma atención el hecho de que la privación también tiene un efecto en el peso de los sujetos experimentales una vez que estos se someten a libre alimentación o libre acceso de agua. Poling, Nickel y Alling (1990) reportaron que las condiciones de laboratorio, en las que normalmente se mantienen a los sujetos experimentales a un 80% de su peso, pueden ser un factor para el desarrollo de sobrepeso en animales de uso experimental. Estos autores capturaron pichones libres y los expusieron a condiciones de laboratorio registrando una ganancia en el peso al término de seis semanas. Este estudio omitió un programa de privación alimentaria y los pichones exclusivamente fueron instalados dentro de cajas habitación del laboratorio,

manteniendo libre el acceso a la alimentación. Cuando finalizó el estudio, observaron un aumento de peso en todos los pichones. Poling y cols. (1990) sugirieron que las condiciones de privación de actividad en cautiverio pueden ser la causa de sobrepeso en animales de laboratorio. Una interpretación tentativa sería que al restringir el movimiento en animales con antecedentes de libertad de movimiento se produce un aumento en la acumulación de calorías y, por lo tanto, un incremento de peso. Este estudio merece una atención especial ya que vislumbra los posibles efectos de un programa de privación una vez que este es retirado.

A partir de esta evidencia, cobra relevancia explorar los efectos de un estado de privación alimentaria temporal y recurrente sobre el peso del sujeto experimental al término de tal privación. El presente estudio tiene como objetivo principal explorar los efectos de dos programas de privación alimentaria en el mantenimiento del peso corporal en ratas en el periodo post-privación.

MÉTODO

Sujetos

Cuatro ratas Wistar, dos machos (MP4 y MP8) de 8 meses de edad el primero con un peso inicial de 570 gr y el segundo con 530 gr, ambos con experiencia en programas de reforzamiento y dos hembras (HP3 y HP9) de un año de edad, la primera con un peso inicial de 295 gr y la segunda con 314 gr, ambas experimentalmente ingenuas sirvieron como sujetos experimentales. Otra pareja de ratas un macho (MC1) de 530 gr y una hembra (HC1) con 382 gr Wistar de 8 meses de edad que habían participado en experimentos operantes sirvieron como control.

Aparatos y materiales

Se emplearon seis cajas habitación para ratas con medidas de 13x27x38 cm con una reja metálica en la parte superior con dos espacios utilizados como comedero y bebedero. Las cajas tenían en el fondo serrín de madera y cada 5-6 días era removido. Se utilizó una báscula para el registro del consumo de alimento y el peso de los sujetos experimentales. El alimento usado fue croquetas de la marca comercial *Nutri-Cubos* con nutrientes estándares para animales de laboratorio. La temperatura se mantuvo en un promedio de 20° C durante el día y de 17° C durante la noche. El ciclo luz-obscuridad estuvo regido por el ciclo natural aun cuando había luz artificial de neón durante el día en el cuarto en que permanecieron los sujetos. El registro del consumo de agua, alimento y del peso corporal se llevó a cabo dos veces al día a las 8:00 y 20:00 horas durante todo el estudio.

Procedimiento

Los cuatro sujetos experimentales permanecieron durante 10 días con acceso libre de agua y comida. Para la asignación de los programas de privación los sujetos se dividieron en dos parejas con un macho (MP4) y una hembra (HP9) en el programa de privación de 24 horas y la otra pareja (MP8 y HP3) al programa de 12 horas de privación por 12 horas de acceso libre. Ambos programas de privación total y parcial tuvieron una duración de tres días, por lo que la primera pareja acumuló 72 horas continuas sin alimento por cada periodo de privación. En el programa de 12 horas se seleccionó el periodo nocturno, que es cuando las ratas se alimentan normalmente, para aplicar la restricción alimentaria. El agua estuvo disponible durante todo el estudio. Al término de los tres días de privación, los sujetos retornaron a las condiciones de línea base por un periodo de 12 días. Concluido este periodo se replicaron en tres ocasiones los programas de privación alimentaria para finalizar con 12 días de alimentación libre. La pareja de sujetos control todo el tiempo tuvieron libre acceso al alimento y al agua, y permanecieron bajo las mismas condiciones de confinamiento que los sujetos experimentales. El consumo de agua fue registrado en mililitros consumidos por 24 horas, el alimento en gramos por día, y el peso fue tomado como el promedio entre los dos registros diarios 8:00 y 20:00 hr. El tipo de análisis utilizado fue intrasujeto comparando el peso corporal, el consumo de agua y alimento entre los periodos de acceso libre y privación de alimento.

RESULTADOS

La Figura 1 muestra el promedio diario del peso corporal (gráficas superiores), el consumo de agua diario (gráficas centrales) y el consumo de comida diario (gráficas inferiores) de la pareja HP9 y MP4 bajo el programa de 24 horas de privación. Las gráficas son individuales y representan la línea base y los cuatro periodos con libre acceso al alimento (círculos vacíos) alternados con los cuatro periodos de privación (círculos llenos). Las gráficas superiores muestran que los periodos de privación se caracterizaron por el decremento continuo del peso durante las tres sesiones que duró cada periodo. Este patrón contrasta con el aumento gradual del peso a partir del retiro de la privación. Ambos sujetos terminaron cada periodo de alimentación libre con un peso corporal mayor al registrado durante la línea base inicial.

A pesar de que el agua siempre estuvo disponible, ambos sujetos disminuyeron su consumo en tres de los cuatro periodos de privación de alimento y lo aumentaron abruptamente, incluso superando el consumo durante la línea base, en la primera sesión después de retirar la privación. En contraste con el aumento gradual del peso corporal, después de un alto consumo de alimento en la primera

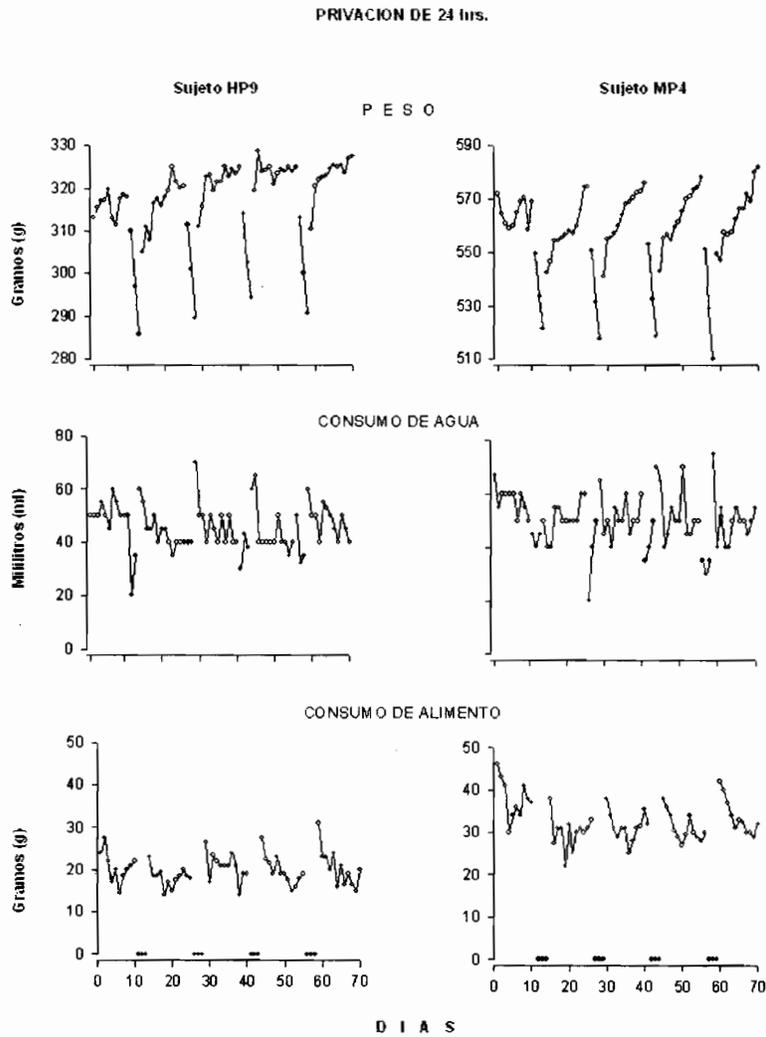


Figura 1. Muestra los datos individuales de la pareja (HP9 hembra y MP4 macho) expuesta a 24 horas de privación. Las gráficas superiores representan el peso promedio en gramos de dos registros diarios. Las gráficas centrales representan el consumo de agua diario. Las gráficas inferiores representan el consumo de alimento diario. En cada gráfica, los círculos llenos representan los datos bajo el programa de privación, mientras que los círculos vacíos representan días de libre acceso al alimento.

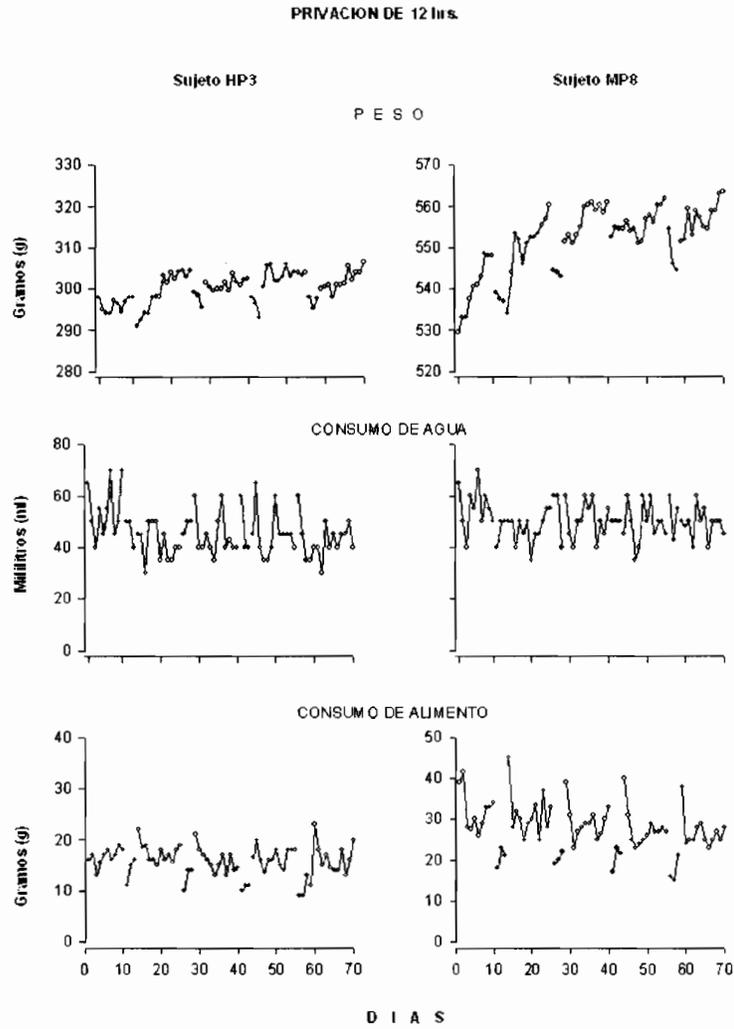


Figura 2. Muestra los datos individuales de la pareja (HP3 hembra y MP8 macho) expuesta a 12 horas de privación. Las gráficas superiores representan el peso promedio en gramos de dos registros diarios. Las gráficas centrales representan el consumo de agua diario. Las gráficas inferiores representan el consumo de alimento diario. En cada gráfica, los círculos llenos representan los datos bajo el programa de privación, mientras que los círculos vacíos representan días de libre acceso al alimento.

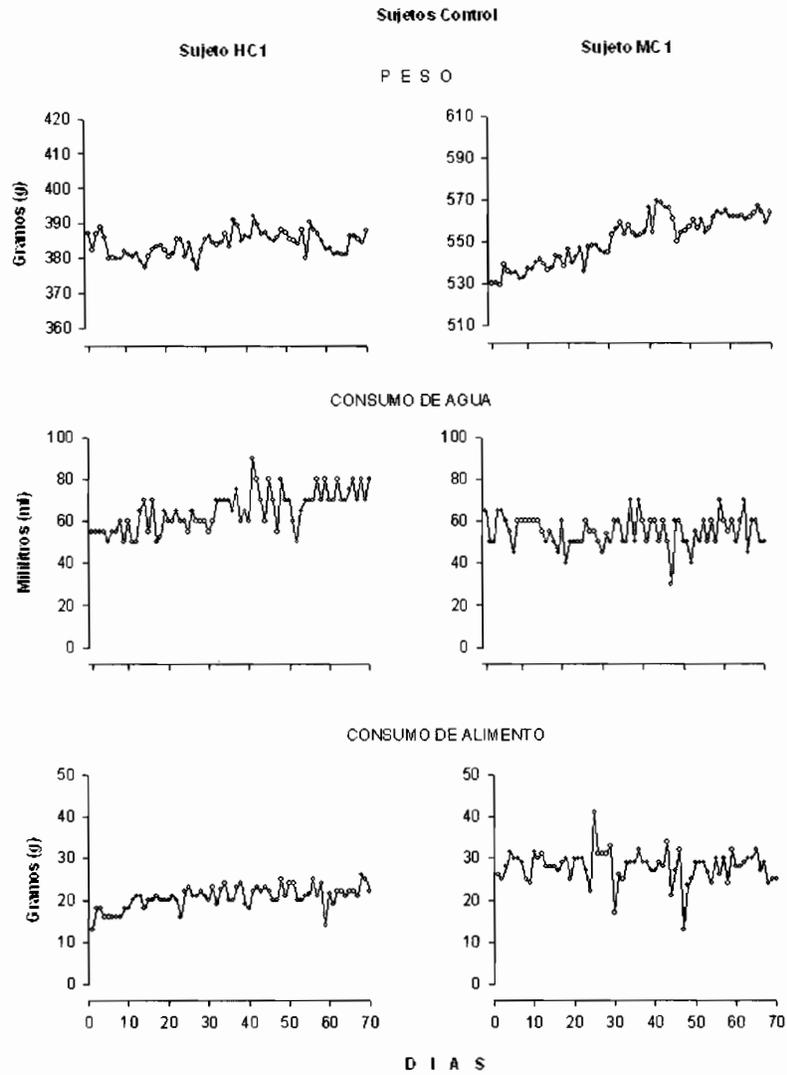


Figura 3. Muestra los datos individuales de la pareja (HC1 hembra y MC1 macho) control que no fue expuesta a ningún programa de privación. Las gráficas superiores representan el peso promedio en gramos de dos registros diarios. Las gráficas centrales representan el consumo de agua diario. Las gráficas inferiores representan el consumo de alimento diario.

sesión después de la privación, ambos sujetos mostraron un decremento gradual conforme avanzaron los días de consumo libre de alimento.

La Figura 2 muestra los mismos datos individuales de la pareja HP3 y MP8. A diferencia del sujeto MP8, el peso durante la línea base fue más estable en HP3. Aunque se replicó el aumento gradual del peso corporal de la pareja anterior, en ambos sujetos se atenuó la reducción del peso durante la privación y en el caso del sujeto MP8 el aumento al término de cada periodo de alimentación libre fue mucho más alto que el mostrado en el último día de la línea base inicial. El consumo de agua de ambos sujetos, siempre fue mayor durante el periodo de línea base inicial comparado con los periodos que siguieron tanto de privación de alimento como de acceso libre. Como se esperaba, el consumo de alimento mostró menores reducciones que la pareja anterior durante la privación parcial de alimento. Sin embargo, se reprodujo el patrón de un decremento gradual después de un alto consumo en la primera sesión posterior al retiro de la privación.

La Figura 3 muestra los datos individuales de la pareja control (HC1 y MC1). Los tres tipos de gráficas de ambos sujetos muestran que el peso corporal, el consumo de agua y el de alimento mantuvieron un patrón estable con agua y alimento disponible las 24 horas durante los 40 días que estuvieron bajo observación. Sólo puede señalarse que MC1 mostró un incremento gradual de su peso corporal con el transcurso de las sesiones.

DISCUSIÓN

Los resultados del presente experimento pueden ser resumidos como sigue: a) en todos los sujetos experimentales se replicó la rápida pérdida de peso corporal cada vez que fueron expuestos al programa de privación respectivo; b) con excepción del sujeto MP4, todos los sujetos mostraron un punto de máxima pérdida de peso corporal en el primer periodo de privación; c) los cuatro sujetos mostraron una recuperación del peso corporal en un menor tiempo a partir del tercer periodo de alimentación libre; d) comparado con el periodo inmediato anterior de acceso libre, los cuatro sujetos experimentales aumentaron su peso corporal después de un periodo de privación; e) el consumo de alimento de los cuatro sujetos se modificó en los periodos de privación, mostrando un consumo elevado al término de la restricción y decreciendo gradualmente durante los días subsecuentes; f) el consumo de agua mostró efectos diferenciales dependiendo del programa de privación. Bajo 24 horas de privación alimentaria el consumo de agua decreció durante los periodos de privación y en los periodos de libre acceso mostró aumentos en el consumo mayores al de la línea base. En el programa de 12 horas el consumo siempre fue mayor durante la línea base; y, g) los sujetos control mostraron patrones estables de peso corporal, consumo de alimento y agua.

Estos resultados parecen demostrar que un programa de privación alimentaria parcial o total tiene como efecto aumentar el peso corporal de los sujetos experimentales, una vez que el periodo de privación ha sido retirado. Poling y cols. (1990) han demostrado un efecto similar con palomas que vivían libremente y aumentaron su peso corporal con alimentación libre tras el confinamiento en un laboratorio de experimentación animal. Los sujetos fueron privados de actividad física lo que podría explicar un ahorro de calorías que se convierten en sobre peso. Sin embargo, la ausencia de cambios notables en el peso corporal de nuestros sujetos control atenuarían el alcance de esta explicación en términos de la disminución del gasto calórico.

En nuestra perspectiva, el aumento del peso corporal podría estar relacionado con dos aspectos, ambos importantes. El primero, observado en tres de los cuatro sujetos experimentales, es la disminución en el punto máximo de pérdida de peso desde el segundo periodo de privación. Es decir, se redujo el impacto inicial de la restricción alimentaria. Sin embargo, el sujeto restante que era el más pesado, mostró la máxima pérdida en el último periodo de privación. Según Bolles (1973), sujetos experimentales de la misma edad pero más pesados, pierden una mayor cantidad de peso al ser sometidos a un programa de privación. El segundo aspecto, es que los cuatro sujetos mostraron una recuperación más rápida del peso perdido durante la privación conforme transcurrieron los periodos de privación. Ambos aspectos parecen estar relacionados con la interpretación que Clark (1958) sugirió acerca de que la privación produce un cambio de estado en el organismo. Aunque esta noción de cambio de estado sólo se aplica al periodo que dura la privación, también se podría interpretar como el resultado de una modificación por aprendizaje debido a la exposición repetida a las condiciones alternadas privación-alimento. Griffiths (1962), proporcionó una interpretación alternativa basada en la tolerancia cuando demostró que la privación produce una gran tolerancia a los choques eléctricos. En esta línea de razonamiento el aumento de peso posterior a la privación podría ser explicado por una posible tolerancia hacia a la propia privación.

En el presente experimento observamos el efecto de autoprivación reportado por Siegel y Talantis (1948) y Verplanck y Hayes (1953) quienes afirman que al privar de alimento a un sujeto experimental este disminuye su consumo de agua hasta en un 70% del consumo inicial y que también puede ocurrir el fenómeno recíproco. Al privar de agua se esperaría la auto-privación de alimento. Aunque en nuestro caso, la autoprivación de agua sólo ocurrió durante la privación de alimento de 24 horas, en la pareja expuesta a 12 de horas de privación, el consumo de agua disminuyó a partir del primer periodo de privación de alimento. Este hallazgo es interesante porque implica que dependiendo de la intensidad de la privación ambos consumos podrían estar vinculados por lo que deberían ser explorados sistemáticamente.

Otro aspecto que es necesario señalar, es que nuestros programas de privación fueron establecidos bajo un criterio temporal. Desde las aproxima-

ciones de Stolurow (1951) y Bolles y Petrinovich (1956), el uso del tiempo como unidad de medida de la intensidad de la privación ha caído en desuso en la experimentación operante. A pesar de ello, esta medida sigue siendo confiable en los estudios que utilizan el agua como reforzador y por lo tanto puede ser útil para evaluar la influencia de la privación sobre el peso del sujeto.

Un dato de mayor interés de este estudio es que todos los sujetos experimentales mostraron una relación inversa entre el aumento de peso corporal y la disminución del consumo de alimento durante los periodos de alimentación libre. Cada vez que entraba en operación un periodo de alimentación libre, los sujetos mostraron un incremento gradual del peso corporal diario, mientras el consumo de alimento después de un inicio substancial de consumo de alimento gradualmente fue disminuyendo. Esto contrasta con los datos de Siegel y Stuckey (1947) quienes reportaron que el patrón alimentario de las ratas de laboratorio en alimentación libre se mantiene estable en 24 horas e incluso por semanas y meses. Sin embargo, no buscaron relacionar el consumo con el peso corporal. Los sujetos control de nuestro estudio confirmarían la estabilidad de los patrones alimentarios bajo alimentación libre.

Richter (1947), señaló que el mantenimiento de la homeóstasis sólo es posible mediante la emisión de una o más conductas. Esta perspectiva difiere de las teorías fisiológicas porque coloca el énfasis del control de los patrones alimentarios en agentes externos al individuo más que en mecanismos internos. Si se establece la existencia de un mecanismo regulatorio para la conservación del equilibrio interno del organismo, dicho mecanismo implicaría la emisión de conductas reguladoras y específicas. El análisis de la conducta alimentaria se convierte en una prioridad para mejorar nuestra comprensión acerca de los factores que participan en la adquisición y mantenimiento de los patrones alimentarios en especies infrahumanas. En el futuro será necesario profundizar en la investigación de los efectos de la privación sobre los patrones alimentarios describiendo con mayor precisión los parámetros de la ingesta de alimento, el consumo de agua o el peso de los sujetos experimentales.

REFERENCIAS

- Bolles, R. C. (1973). *Teoría de la motivación*. México: Trillas.
- Bolles, R. C. y Petrinovich, L. (1956). Body weight changes and behavioral attributes. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 49, 177-180.
- Clark, F. C. (1958). The effect of deprivation and frequency of reinforcement on variable-interval responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 221-227.
- Conrad, D. G., Sidman, M. y Herrnstein R. J. (1958). The effects of deprivation upon temporally spaced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 1, 59- 65.
- Dove, L. D. (1976). Relation between level of food deprivation and rate of schedule-induced attack. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 25, 63 - 68.

- Griffiths, W. J. Jr. (1962). Effect of food and water deprivation on shock tolerance of albino rats. *Psychological Reports*, 11, 163-166.
- Hall, J. F. y Hanford, P. V. (1954). Activity as a function of restricted feeding schedule. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 47 (5), 362-363.
- Leander, J. D. (1973). Effects of food deprivation on free-operant avoidance behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 19, 17-24.
- Leslie, J. C. (1977). Effects of food deprivation and reinforcement magnitude on conditioned suppression. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 28, 107-115
- McSweeney, F. K. (1974). Variability of responding on a concurrent schedule as a function of body weight. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21, 357-359.
- Poling, A., Nickel, M. y Alling, A. (1990). Free birds are not fat: weight gain in captured wild pigeons maintained under laboratory conditions. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 53, 423-424.
- Richter, C. P. (1947). Biology of drives. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 40 (3), 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 (5), 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 (1), 62-65.
- Stolurow, L. M. (1951). Rodent behavior in the presence of barriers: II. The metabolic maintenance method; a technique for caloric drive control and manipulation. *Journal Genetic Psychology*, 79, 289-335.
- Verplanck, W. S. y Hayes, J. R. (1953). Eating and drinkings as a function of maintenance schedules. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 46, 327-333.
- Young, P. T. (1961). *Motivation and Emotion*. New York: John Wiley & sons, Inc.