

## **EFFECTOS DEL PERIODO DE PRIVACIÓN DE ALIMENTO SOBRE LA TASA DE COMER EN RATAS**

*EFFECTS OF FOOD DEPRIVATION PERIOD ON EATING RATE IN RATS*

**FELIPE DÍAZ, ANTONIO LÓPEZ-ESPINOZA, KARINA FRANCO, ALMA  
MARTÍNEZ, VIRGINIA AGUILERA Y AZUCENA CÁRDENAS<sup>1</sup>**  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA, CUSUR  
CENTRO DE INVESTIGACIONES EN COMPORTAMIENTO  
ALIMENTARIO Y NUTRICIÓN

### **RESUMEN**

Dos de las variables temporales presentes en cualquier procedimiento de conducta alimentaria son el intervalo entre accesos al alimento y la duración del acceso al alimento. En el presente estudio se investigó el efecto de ambas variables sobre el comportamiento alimentario en ratas. Tres ratas fueron expuestas a diferentes duraciones del intervalo entre accesos en orden ascendente. Tres ratas más fueron expuestas a la duración del intervalo entre accesos al alimento en orden descendente. Para ambos grupos de ratas la duración del acceso al alimento fue igual al complemento de un periodo de 24 horas. Se encontró que la conducta alimentaria de las ratas expuestas a la duración del intervalo entre accesos en orden ascendente mostró cambios sistemáticos. La conducta alimentaria de las ratas expuestas al orden descendente del intervalo entre accesos fue menos sensible a las variaciones del intervalo entre accesos. Los hallazgos de ambos grupos son comparables con estudios en los que se han utilizado algunas de las operaciones

---

1. La correspondencia sobre este artículo deberá enviarse a Felipe Díaz, Universidad de Guadalajara, Centro Universitario del Sur, Centro de Investigaciones en Comportamiento Alimentario y Nutrición. Av. Prolongación Colón s/n, Edificio X-3. Km. 1 Carretera Ciudad Guzmán-Guadalajara. Zapotlán el Grande, Jalisco. México, CP 49000, o al correo electrónico felipe.resendiz@cusur.udg.mx. Los autores agradecen a Julia Rodríguez por su apoyo en la conducción del experimento.

experimentales que son análogas a las variables conceptualizadas en el presente estudio. Por tanto, se evidencia la falta de investigaciones para mostrar la generalidad de ambas variables.

**Palabras clave:** *intervalo entre accesos al alimento, duración del acceso al alimento, conducta alimentaria, ratas.*

## ABSTRACT

Two of the most common temporal variables present in any eating behavior experiment are inter access-to-food interval and access-to-food duration. In this study, the effects of both variables on eating behavior were investigated. Three rats were exposed to different durations of inter access-to-food interval in an ascending order. Another three rats were exposed to the inter access-to-food interval in a descending order. For all the rats the access-to-food duration was the complement of the 24 hours period. The procedure of ascending order changed systematically the eating behavior. On the contrary, the eating behavior of the subjects exposed to the descending order was less sensible to the changes of the inter access-to-food interval. The findings of this study are comparable with previous data in which some of the experimental operations include the temporal variables conceptualized for the present study. Thus, it is necessary increase the evidence focus on the development of the generality of both temporal variables.

**Keywords:** *food access interval, food access duration, eating behavior, rats.*

Dos variables relacionadas directamente con la ingesta de alimento son el tiempo que separa la disponibilidad del alimento entre ocasiones sucesivas y la duración del acceso al alimento. La primera variable es análoga a un periodo de privación de alimento y la segunda es equivalente a un periodo de reforzamiento. El efecto de alargar la duración del periodo de privación es aumentar el consumo de alimento. Asimismo, alargar la duración del acceso al alimento aumenta el consumo (cf. Bolles, 1967). Es apropiado señalar que este efecto ordenado de ambas variables se ha estudiado principalmente en el laboratorio con ratas, utilizando periodos de 24 horas y programando ciclos de luz-oscuridad de 12 horas cada uno. Sin embargo, los efectos de la interacción entre ambas variables han generado resultados que sugieren seguir investigando sobre los efectos de estas variables. Baker (1955) privó de alimento a ratas durante 12, 24 ó 36 horas y permitió el acceso al alimento durante 40, 80 ó 100 minutos. Encontró que las ratas privadas 24 horas consumieron más alimento que las ratas privadas 36 y 12 horas, en este

orden. Collier, Hirsch y Hamlin (1972) encontraron que a pesar de aumentar el periodo de privación de alimento las ratas consumen la misma cantidad de comida. Asimismo, reportaron que las ratas consumen prácticamente su ración habitual cuando tienen un solo acceso a la comida por día. Los hallazgos de ambos estudios coinciden con otros reportes (e.g. Bare & Cicala, 1960; Marx, 1952) y sugieren que es necesario explorar sistemáticamente el efecto de ambas variables.

La exploración sistemática de estas variables temporales proporcionaría información sobre el punto en el que la cantidad de alimento se modifica de habitual a deficitaria. Díaz (2008) expuso a ratas a intervalos entre accesos de 720, 180 y 45 minutos y permitió el acceso al alimento durante 40, 10 y 2.5 minutos. Encontró que durante el periodo de luz el consumo de alimento aumentó conforme fue mayor el intervalo entre accesos y que en el periodo de oscuridad el consumo de alimento fue mayor conforme aumentó el periodo de acceso al alimento. Cabe señalar que en todos los estudios descritos anteriormente los sujetos tuvieron acceso irrestricto al agua. Existe evidencia de que el consumo de alimento y de agua se relacionan entre sí estrechamente (e.g. Cizek & Nocenti, 1965; Díaz & Bruner, 2007). La privación de alimento disminuye el consumo de agua y recíprocamente la privación de agua reduce el consumo de alimento (e.g. Bolles, 1969; Engell, 1988; Finger & Reid, 1952; Verplanck & Hayes, 1953).

La comparación entre los diferentes estudios en los que se han utilizado estas variables es posible porque el intervalo entre accesos y la duración del acceso al alimento son dos variables comunes a los procedimientos de los estudios de diferentes áreas de investigación, e.g. análisis experimental de la conducta vs. teoría de la motivación (Díaz & Bruner, 2007). La importancia de identificar variables temporales comunes es que permite generar nuevas líneas de investigación que contribuirán a mejorar nuestro conocimiento sobre la conducta alimentaria; en particular la relacionada con el atracón que impacta directamente en el desarrollo de sobrepeso, obesidad, en casos extremos obesidad mórbida, y es un criterio que se utiliza para el diagnóstico de la bulimia nerviosa y el trastorno por atracón. Otro de los fenómenos relacionados con las variables temporales es el consumo deficitario de alimento vinculado con el desarrollo de patrones conductuales característicos de la anorexia nerviosa y el bajo peso.

Además de los estudios con animales de laboratorio, existe evidencia que apoya la generalidad de las variables temporales que se proponen en el presente estudio. Se ha sugerido que la duración de los episodios de alimentación, la velocidad de consumo, la tasa de consumo y el intervalo entre accesos son variables esenciales para estudiar sistemáticamente la conducta de atracón (e.g. Goldfein, Walsh, LaChaussée, Kissileff & Devlin, 1993; Kissileff, Zimmerli, Torres, Devlin & Walsh, 2008; Rossiter, Agras, Telch &

Bruce, 1990). La importancia de investigar el atracón es que usualmente los sujetos consumen grandes cantidades de alimento en un periodo de tiempo relativamente corto. En el presente estudio se investigó el efecto de variar el intervalo entre accesos y la duración del acceso al alimento sobre la conducta alimentaria en ratas con acceso irrestricto al agua.

## MÉTODO

### *Sujetos*

Se utilizaron seis ratas de la cepa Wistar de ocho meses de edad y con historia experimental en consumo de alimento hipocalórico e hipercalórico. Las ratas tuvieron acceso irrestricto a agua purificada durante todo el estudio y estuvieron en un ciclo de luz-obscuridad de 12 horas cada uno. Durante todo el estudio se mantuvo a las ratas en sus cajas habitación y se les privó exclusivamente de alimento de acuerdo con el procedimiento que se describe más adelante.

### *Aparatos*

Se utilizaron seis cajas habitación de plexiglás de 13 cm de altura, 27 cm de ancho y 38 cm de largo cada una. Cada caja tenía en la parte superior una tapa metálica con división para comedero y bebedero. El fondo de la caja se cubrió con una capa de aserrín que se cambió cada tercer día. El consumo de alimento y el peso corporal de las ratas se registró con una báscula electrónica. Durante los accesos las ratas consumieron alimento normocalórico Formulab Chow.

### *Procedimiento*

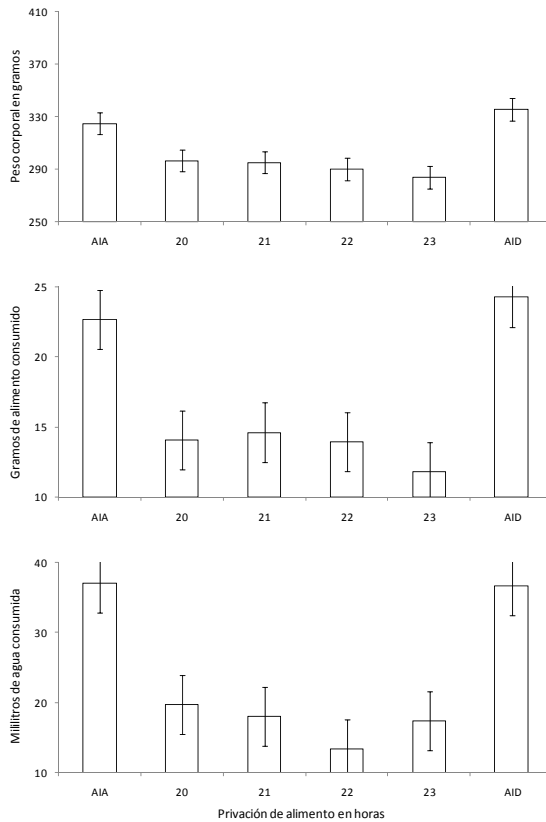
Antes de ser expuestas al procedimiento, las ratas tuvieron acceso irrestricto al alimento y al agua durante cinco días en los que se registró, cada 24 horas y a la misma hora, el peso y los consumos de alimento y agua. El experimento inició el día seis una vez que cada tres ratas fueron asignadas a una de dos condiciones. Las primeras tres ratas fueron expuestas a los intervalos entre accesos largos ascendentes 20, 21, 22 y 23 horas, en este orden. El complemento de 24 horas fue el tiempo total de acceso al alimento para estas ratas, 4, 3, 2 y 1 hora respectivamente. Los accesos al alimento iniciaron siempre a las 9 de la mañana. Las otras tres ratas fueron expuestas a los intervalos entre accesos cortos descendentes 4, 3, 2 y 1 hora. El complemento de 24 horas fue el tiempo total de acceso al alimento para estas ratas, 20, 21, 22 y 23 horas, respectivamente. Los intervalos entre accesos al alimento para estas ratas iniciaron siempre a las 9 de la mañana. Para todas las ratas cada condición tuvo una duración de 10 días. Después de cada periodo

de acceso se retiraba la comida de la caja y se pesaba inmediatamente. Al finalizar la última condición las ratas tuvieron acceso irrestricto al alimento y al agua durante cinco días en los que se siguió el mismo procedimiento que en la primera ocasión de acceso irrestricto. Las duraciones de ambas variables se eligieron porque algunas de éstas fueron utilizadas en los estudios pioneros sobre conducta alimentaria en ratas (e.g. Skinner, 1930, 1932a y b). Adicionalmente, este estudio pertenece a una serie experimental más grande que incluye las manipulaciones complementarias, esto es, intervalo entre accesos largo descendente, 23, 22, 21 y 20 horas, e intervalo entre accesos corto ascendente 1, 2, 3 y 4 horas.

### *Resultados*

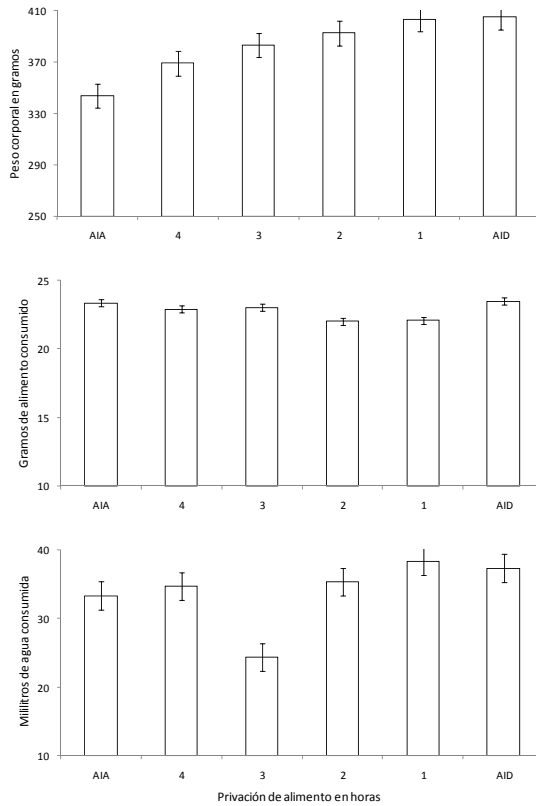
Dado que en este estudio se investigó el efecto de variar el intervalo entre accesos y la duración del acceso al alimento, las principales variables dependientes fueron el peso corporal y los consumos de alimento y agua. Para minimizar posibles efectos de secuencia, el análisis de las variables dependientes se centró en ejecuciones terminales. Dado que en los tres sujetos de cada grupo se observaron prácticamente los mismos efectos de la manipulación de ambas variables, en todas las figuras se presentan los promedios de las últimas cinco sesiones y la desviación estándar.

En la figura 1 se presentan los datos de las ratas que fueron expuestas a los intervalos entre accesos largos ascendentes. En esta figura se presentan tres paneles, de arriba hacia abajo se muestra el peso, el consumo de alimento y el consumo de agua. Asimismo, se muestra el consumo cuando las ratas tuvieron acceso irrestricto (AI) al alimento y al agua antes (AIA) y después (AID) de la manipulación de las variables. Se encontró que el peso disminuyó sistemáticamente conforme aumentó la duración del intervalo entre accesos al alimento. Cabe destacar que el peso de las ratas durante el AID fue mayor que la primera ocasión en que tuvieron acceso irrestricto al alimento y al agua. En el panel central de esta figura se muestra el consumo de alimento en gramos. Se encontró que la ingesta de alimento siguió prácticamente la misma tendencia que el peso, esto es, disminuyó conforme el periodo de privación aumentó. Las ratas consumieron más alimento durante el AID en comparación con el consumo en AIA. En el panel inferior se muestra que el consumo de agua también disminuyó conforme el intervalo entre accesos al alimento aumentó, excepto cuando la duración del intervalo fue de 22 horas. Durante las dos ocasiones de acceso irrestricto el consumo de agua fue el mismo.



*Figura 1. Peso, consumo de alimento y de agua en periodos de 24 horas.*

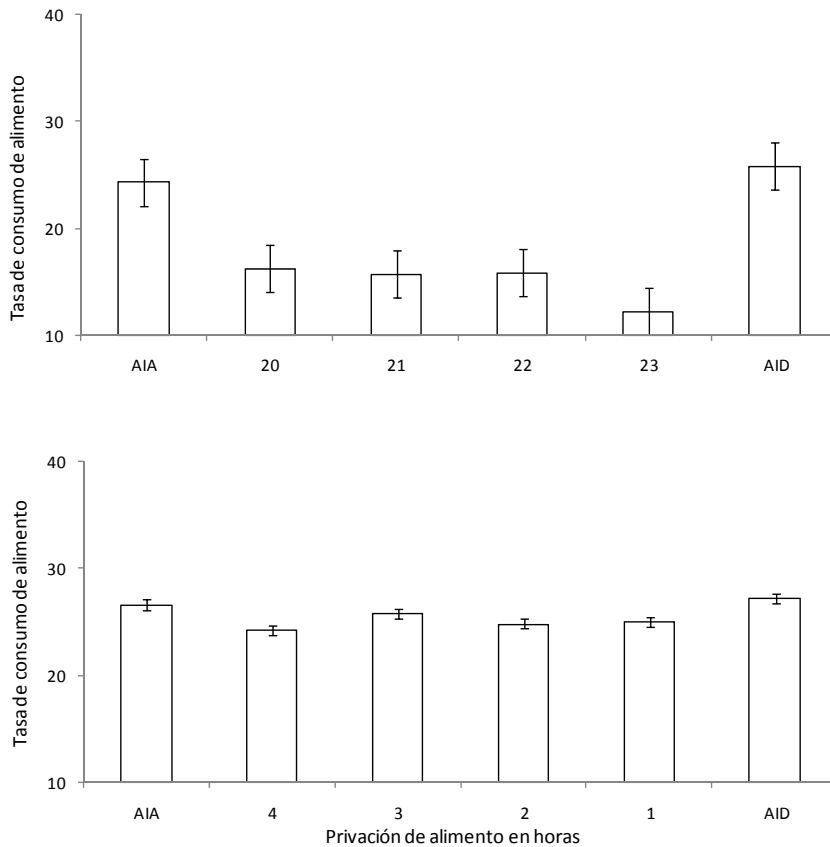
En la figura 2 se muestra, en el mismo formato que para la figura anterior, el peso de las ratas que fueron expuestas a los intervalos entre accesos cortos descendentes. Se encontró que el peso de las ratas aumentó conforme disminuyó el periodo de privación de alimento y siguió esta misma tendencia en la segunda ocasión de AID. En el panel central se muestra que el consumo de alimento no varió sistemáticamente conforme a la duración del intervalo entre accesos; de hecho, prácticamente fue el mismo durante todas las condiciones. En el panel inferior se muestra que el consumo de agua no siguió el mismo patrón que el consumo de alimento. Específicamente, el menor consumo de agua se encontró cuando la duración del intervalo entre accesos al alimento fue de 3 horas.



*Figura 2. Peso, consumo de alimento y de agua en periodos de 24 horas.*

Dado que los periodos de acceso al alimento limitaron el tiempo que las ratas tenían disponible para consumir comida, una estrategia para consumir la misma cantidad de alimento durante todas las condiciones del estudio era modificar la velocidad de consumo. Por tanto, en la figura 3 se muestra la tasa de consumo de alimento cada 24 horas. En el panel superior se muestra la tasa de alimentación de las ratas que fueron expuestas los intervalos entre accesos largos ascendentes. Se encontró que la tasa de alimentación disminuyó después del AIA y se mantuvo así hasta que nuevamente disminuyó cuando la duración del intervalo entre accesos fue de 23 horas. Durante ambos accesos irrestrictos (AIA y AID) la tasa de alimentación fue la misma. En el panel inferior se muestra la tasa de alimentación de las ratas que fueron

expuestas a los intervalos entre accesos cortos descendentes. Se encontró que la tasa de alimentación se mantuvo constante, independientemente de la duración del intervalo entre accesos al alimento. Cabe señalar que la tasa de alimentación fue mayor durante AIA y AID que en cualquier duración del intervalo entre accesos al alimento.



*Figura 3. Tasa de consumo de alimento en periodos de 24 horas.*



## DISCUSIÓN

El propósito del presente estudio fue investigar el efecto de variar el intervalo entre accesos y la duración del acceso al alimento sobre la conducta alimentaria en ratas con acceso irrestricto al agua. Se encontró que el peso de las ratas que fueron expuestas a los intervalos entre accesos largos ascendentes disminuyó conforme el periodo de privación aumentó. Este hallazgo ha sido ampliamente reportado en los estudios en los que se ha explorado el efecto de esta variable dentro de un parámetro de 24 horas (e.g. Bolles, 1967; Siegel, 1961; Marx, 1952). Sin embargo, debe considerarse además del aumento del periodo de privación, la reducción del tiempo de acceso al alimento de 4 a 1 hora por día. Este hallazgo sobre la reducción del peso se explica por la disminución en el consumo de alimento y de agua. Se sabe que la relación entre el consumo de alimento y de agua es estrecha. Díaz y Bruner (2007) reportaron que la probabilidad de alternar entre comer y beber y su complemento, beber-comer, es mayor que las secuencias beber-beber y comer-comer, en este orden, y utilizando ratas con acceso irrestricto a ambos satisfactores. En otros estudios se ha mostrado la relación positiva entre el consumo de alimento y agua con animales de laboratorio (e.g. Glendinning & Smith, 1994; Kissileff, 1969) y con sujetos humanos (e.g. Engell, 1988). Ambos, el consumo de alimento y de agua, modulan el peso de los sujetos.

En el presente estudio, las ratas expuestas a accesos a la comida cada vez más cortos no modificaron la velocidad de consumo. Se predijo que un posible efecto de reducir el tiempo de acceso a la comida es modificar la velocidad de ingesta de alimento. Las dos opciones para mantener el mismo consumo de alimento eran modificar el tiempo entre respuestas, esto es, ingesta de alimento a una velocidad mayor, o que en cada episodio de alimentación ingirieran una cantidad de alimento mayor. Se encontró que la tasa de alimentación fue la misma durante todas las condiciones del estudio. Probablemente, una respuesta operante explícita (i.e. presionar una palanca) facilitaría modificar la velocidad de consumo. En el presente estudio las ratas emitían una operante (i.e. morder) que les dificultó aumentar la velocidad de consumo, lo cual fue una limitante dado que no fue posible utilizar porciones de comida de tamaño estándar (e.g. 25 ó 45 mg). Asimismo, debe considerarse que probablemente cada respuesta fue reforzada con una cantidad variable de alimento lo cual dificultó el cambio conductual del patrón alimentario de las ratas. Aunado al hecho de que no se modificó la velocidad de consumo de las ratas y de que se sabe que la privación de alimento disminuye el consumo de agua y viceversa (e.g. Bolles, 1962; Finger & Reid, 1952; Hamilton & Flaherty, 1973; Verplanck & Hayes, 1953), probablemente la duración del acceso al alimento fue insuficiente para que las ratas alternaran entre comer y beber. En diferentes estudios se ha descrito que el consumo de comida y agua covarían tanto en cantidades abso-

lutas (e.g. Fitts & Le Magnen, 1969; Kissileff, 1969) como en episodios (e.g. Díaz & Bruner, 2007; Glendinning & Smith, 1994).

El peso corporal de las ratas que fueron expuestas a los intervalos entre accesos cortos descendentes aumentó conforme este intervalo disminuyó. Este dato es comparable con la evidencia en la que se ha mostrado que el peso de las ratas aumenta continuamente cuando tienen acceso irrestricto al alimento y al agua (e.g. Díaz & Bruner, 2007; Weihe, 1987). Una contribución del presente estudio es mostrar que los parámetros utilizados en orden descendente, i.e. 4, 3, 2 y 1 hora de privación de alimento, no modifican el curso natural de peso de las ratas. Este hallazgo sugiere investigar en futuros estudios si otros parámetros del intervalo entre accesos desvían el curso de crecimiento. Estas investigaciones mostrarán en qué momento la duración del intervalo entre accesos al alimento puede desviar el patrón estándar de peso. También se ha sugerido que en sujetos humanos, la duración del acceso al alimento y la velocidad de consumo son variables relacionadas con el atracón (e.g. Goldfein et al., 1993; Kissileff et al., 2008). Las siguientes investigaciones se enfocarán en encontrar los valores apropiados de las variables propuestas en el presente estudio. Una estrategia es utilizar programas de reforzamiento durante los accesos que modulen intervalos entre respuestas de diferente duración y de los cuales obviamente dependa la disponibilidad del alimento.

Es indispensable mencionar que una forma de mejorar el presente estudio es explorando las combinaciones que completen el diseño global de esta investigación. Así, en una siguiente serie experimental se deberán incluir los siguientes grupos, intervalo entre accesos largo descendente 23, 22, 21 y 20 horas, e intervalo entre accesos corto descendente 1, 2, 3 y 4 horas. Ambos grupos con sus respectivos complementos de acceso a la comida y optimizando los recursos disponibles utilizando un diseño intra-sujeto como en el presente estudio.

Otra contribución del presente estudio es analizar desde una perspectiva integradora algunos de los hallazgos reportados en los estudios de la teoría motivación y del análisis experimental de la conducta. Esta integración es posible porque las variables intervalo entre accesos y duración del acceso están presentes en la mayoría de los procedimientos de ambas áreas. En teoría de la motivación el intervalo entre accesos es análogo al periodo de privación y en análisis de la conducta es equivalente al tiempo entre sesiones experimentales. El tiempo de acceso al alimento es análogo al periodo de alimentación que se utiliza en teoría de la motivación y es equivalente al programa de reforzamiento en análisis de la conducta. Ambas áreas han sido consideradas como diferentes entre sí, pero los avances se logran relacionando el conocimiento con los hallazgos previos y no con la creación de sub-áreas dentro de una disciplina (Cabrer, Daza & Ribes, 1975). Por ejemplo,

intervalos entre comidas más largos o periodos de privación más prolongados resultan en efectos denominados de tiempo relativo y en consumos de comida cada vez mayores (e.g. Díaz, 2008). Accesos a la comida cada vez más grandes controlan tasas de respuesta proporcionalmente bajas y controlan consumos de comida que disminuyen conforme se alarga la duración del acceso a la comida.

## REFERENCIAS

- Baker, R. (1955). The effects of repeated deprivation experience on feeding behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 48, 37-42.
- Bare, J. K. & Cicala, G. A. (1960). Deprivation and time of testing as determinants of food intake. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 53, 151-154.
- Bolles, R. (1962). The readiness to eat and drink: The effect of deprivation conditions. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 230-234.
- Bolles, R. (1967). *Theory of motivation*. Nueva York: Harper & Row.
- Bolles, R. (1969). The interaction of hunger and thirst in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 204, 15-30.
- Cabrer, F., Daza, B. & Ribes, E. (1975). Teoría de la conducta. Nuevos conceptos o nuevos parámetros. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, 1, 191-212.
- Cizek, L. & Nocenti, M. (1965). Relationship between water and food ingestion in the rat. *American Journal of Physiology*, 208, 615-620.
- Collier, G., Hirsch, E. & Hamlin, P. (1972). The ecological determinants of reinforcement in the rat. *Physiology & Behavior*, 9, 705-716.
- Díaz, F. & Bruner, C. (2007). Comer y beber en ratas con libre acceso a la comida y al agua. *Acta Comportamental*, 15, 111-130.
- Díaz, F. (2008). *Variables que controlan la ingesta de alimento en ratas: un enfoque paramétrico entre teoría de la motivación y el análisis experimental de la conducta*. Tesis de doctorado en Psicología, Universidad Nacional Autónoma de México.
- Engell, D. (1988). Interdependency of food and water intake in humans. *Appetite*, 10, 133-141.
- Finger, F. & Reid, L. (1952). The effect of water deprivation and subsequent satiation upon general activity in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 45, 368-372.
- Fitzsimons, T. & Le Magnen, J. (1969). Eating as a regulation control of drinking in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 67, 273-283.
- Glendinning, J. & Smith, J. (1994). Consistency of meal patterns in laboratory rats. *Physiology & Behavior*, 56, 7-16.
- Goldfein, J. A., Walsh, B. T., LaChaussée, J. L., Kissileff, H., R. & Devlin, M. J. (1993). Eating behavior in Binge Eating Disorder. *International Journal of Eating Disorders*, 14, 427-431.

- Hamilton, L. & Flaherty, C. (1973). Interactive effects of deprivation in the albino rat. *Learning and Motivation*, 4, 148-162.
- Kissileff, H. (1969). Food-associated drinking in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 67, 284-300.
- Kissileff, H. R., Zimmerli, E. J., Torres, M. I., Devlin, M. J. & Walsh, B. T. (2008). Effect of eating rate on binge size in Bulimia Nervosa. *Physiology & Behavior*, 93, 481-485.
- Marx, M. (1952). Infantile deprivation and adult behavior in the rat: retention of increased rate of eating. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 45, 43-49.
- Rossiter, E. M., Agras, W. S., Telch, Ch. F. & Bruce, B. (1992). The eating patterns of non-purging bulimic subjects. *International Journal of Eating Disorders*, 11, 111-120.
- Siegel, P. S. (1961). Food intake in the rat in relation to the dark-light cycle. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 54, 294-301.
- Skinner, B. F. (1930). On the conditions of elicitation of certain eating reflexes. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 16, 433-438.
- Skinner, B. F. (1932a). Drive and reflex strength. *The Journal of General Psychology*, 6, 22-37.
- Skinner, B. F. (1932b). Drive and reflex strength II. *The Journal of General Psychology*, 6, 38-48.
- Verplanck, W. S. & Hayes, J. R. (1953). Eating and drinking as a function of maintenance schedule. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 46, 327-333.
- Weihe, W. H. (1987). The laboratory rat. En R. R. Poole (Ed.), *The UFAW Handbook on the Care and Management of Laboratory Animals* (pp. 309-330).