

UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA
CENTRO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AGROPECUARIAS
DEPARTAMENTO DE CIENCIAS AMBIENTALES
CENTRO DE ESTUDIOS E INVESTIGACIONES EN COMPORTAMIENTO

**Efectos del alimento sustitutivo sobre el consumo de alimento, agua y
peso corporal en ratas albinas.**

TESIS

Alejandro Chávez Rodríguez

Asesor: Dr. Antonio López Espinoza

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	2
Capítulo 1: Marco teórico.....	7
El fenómeno de regulación, homeostasis y regulación alimentaria.....	13
Alimentos sustitutivos.....	25
El uso de la privación como método experimental.....	30
Capítulo 2: Propuesta experimental.....	33
Capítulo 3: Experimento I.....	40
Introducción	
Método	
Sujetos	
Materiales y Aparatos	
Procedimiento	
Diseño Experimental	
Resultados	
Discusión	
Capítulo 4: Experimento II.....	58
Introducción	
Método	
Sujetos	
Materiales y Aparatos	
Procedimiento	
Diseño Experimental	
Resultados	
Discusión	
Capítulo 5: Experimento III.....	75
Introducción	
Método	
Sujetos	
Materiales y Aparatos	
Procedimiento	
Diseño Experimental	
Resultados	
Discusión	

Capitulo 6: Discusión general y conclusión.....	90
Referencias.....	106

Al Intento y a la Voluntad, por ponerme donde estoy.

Agradecimientos:

A Lubian, quien su apoyo, paciencia y pequeñas enseñanzas aparecían en infinitas ocasiones cuando el absurdo se hacía presente.

Al Doctor Felipe Cabrera por su inigualable ayuda y sobre todas las cosas su amistad sincera.

A las personas reales.

Y por último y no menos importante a: Alejandro, Alma, Alonso, Andrés, Armando, Astrid, Carlos, Chon, Ciriaco, Cynthia, Daniel, David, Diego, Don Guillermo, Eduardo, Enrique, Eve, Federico, Genaro, Gustavo, Héctor, Hugo, José Manuel, Juan, Julio, María, Mayra, Nahomí, Norma, Rodolfo, Rogelio, Ruth, Sergio, Syd, y La Familia Rodríguez.

Todos ellos saben quiénes son.

A Antonio López Espinoza
Al grupo de conducta alimentara
A la Universidad de Guadalajara
Al CEIC
A la beca CONACYT numero 197764

Yo digo que es inútil desperdiciar la vida en un solo camino, sobre todo si ese camino
no tiene corazón.

Don Juan

Mandar recitar de memoria lo que no se entiende, es hacer papagayos.
Enseñar a los niños a ser preguntones, para que se acostumbren a obedecer a la razón:
no a la autoridad, como los limitados, ni a la costumbre, como los estúpidos.
Al que no sabe, cualquiera lo engaña. Al que no tiene, cualquiera lo compra.

Simón Rodríguez, maestro de Bolívar

Resumen

En el presente trabajo se evaluaron los efectos de la alimentación sustitutiva sobre el consumo de alimento, agua y peso corporal en ratas albinas. En el primer Experimento se evaluó el efecto del cambio en el contenido calórico y en la presentación (líquida o sólida) del alimento, sobre el consumo alimentario, en relación con el contenido calórico. En el Experimento 2 se analizaron las mismas variables que en el primer experimento, pero con el objetivo particular de evaluar el consumo de alimento y calorías ante una exposición secuencial de alimentos: 1) *Nutricubos y Suplementos*; 2) *Suplementos y Nutricubos*. Se finaliza con el Experimento 3 en el que se analizaron el consumo de alimento y calorías ante dos fuentes de alimentación disponible. En general, los resultados obtenidos sugieren que no existen diferencias en el consumo de calorías entre el tipo de alimentación a la habitual y los suplementos alimenticios en los tres experimentos anteriormente descritos. Finalmente, se presenta la discusión general y la conclusión en términos de la relación entre la alimentación sustitutiva y el fenómeno de regulación.

Introducción

La conducta alimentaria involucra tanto aspectos conductuales como biológicos. Los principales elementos psicológicos a considerar para su estudio son: 1) el inicio del acto de comer; 2) el final del acto de comer; y, 3) la selección de aquello que se come. Existen diversos enfoques que destacan características particulares de la conducta alimentaria como la relación entre las calorías y la conducta alimentaria (Janowitz y Grossman, 1949), los efectos orosensoriales (Miller, 1957), los efectos de dietas variadas (Evard, 1916), ó el sabor y las propiedades hedónicas del alimento (Young, 1941).

El estudio experimental de la conducta alimentaria inició con los trabajos de Cannon y Washburn (1912). Estos investigadores señalaron que el acto de comer es controlado por la contracción gástrica. Concluyeron que el contenido gástrico y las contracciones estomacales tenían una relación interdependiente con las sensaciones de hambre. Cuando se presentaban estas sensaciones se iniciaba el acto de comer; cuando la sensación de hambre desaparecía, el acto de comer se detenía.

En 1927, Richter evaluó los factores que determinaban el inicio y el final de la conducta del comer. Para ello, utilizó la privación como control del consumo en los sujetos experimentales. Por su parte, Le Magnen (1971) contribuyó al análisis del fenómeno alimentario evaluando variables fisiológicas involucradas en el acto del comer. Su análisis se basó en las implicaciones postprandiales (situación del organismo después de la ingestión de un nutriente) como efectos aversivos o placenteros, y su correlación con la alimentación libre en las ratas. Destacó la relación entre el intervalo entre comidas y la cantidad de alimento consumido entre una comida y otra. Adicionalmente, desarrolló un análisis con énfasis fisiológico basado en la correlación entre el gasto de energía utilizado

para la ingesta y la obtención de la energía necesaria para el consumo de alimento. Le Magnen (1985) afirmó que los organismos están inmersos en un proceso de aprendizaje, en el que el sabor, olor y textura de los alimentos son asociados con sus consecuencias postingestivas. El resultado de este aprendizaje se manifiesta en los subsecuentes encuentros con el alimento, mediante procesos de preferencia ante la variedad de alimento. Si el alimento es tóxico y produce consecuencias postingestivas negativas, los animales aprenden a evitar estos tipos de alimento. Por otra parte, Mitchell, (1986) mencionó que el consumo calórico que se obtiene al ingerir una variedad de alimentos es controlado por la necesidad calórica de los procesos de ingestión y adaptación que cubren las necesidades biológicas del organismo.

Se ha demostrado que el contenido calórico es un factor determinante en la preferencia de los alimentos y que por lo general los alimentos con alto contenido calórico son altamente seleccionados. Los organismos modifican su conducta alimentaria ante cambios en las características de los alimentos como: el contenido calórico, la presentación, el olor y el sabor (Aubert y Dantzer, 2005; Capaldi, 1996; Sclafani, 1990; Young, 1966).

Explicar los factores propios de la conducta alimentaria es un problema que ha sido abordado por diversos investigadores; sin embargo, un elemento que ha recibido una particular atención son las teorías de regulación como explicaciones del fenómeno alimentario. Entre estas destacan, la regulación del consumo calórico, la homeostasis, la regulación alimentaria y la regulación conductual. Mientras que las tres primeras hacen énfasis en la regulación por medio de procesos físico químicos para lograr un equilibrio corporal, la regulación conductual se enfoca en las características del comportamiento como elementos principales, enfatizando en las conductas que emite el organismo para lograr una regulación alimentaria (Cofer, 1971). En los primeros estudios sobre la conducta

alimentaria se consideró que las respuestas de alimentación eran conductas no aprendidas, determinadas por las señales internas de hambre. Posteriormente, se reconoció el papel del aprendizaje en la alimentación enfatizando la interacción entre la experiencia y las predeposiciones biológicas para establecer el patrón alimentario en los organismos. Esta aportación permitió que el análisis del fenómeno alimentario se realizara desde otras perspectivas, entre ellas la psicológica y que se enfatizaran las variables conductuales para su estudio (Capaldi, 1996).

Clavijo (1998) mencionó que las diversas teorías de regulación de la conducta sostienen que, dadas ciertas condiciones específicas del medio ambiente, los organismos distribuyen sus respuestas de una manera “óptima” y, de esta manera, obtienen un equilibrio. La idea principal en los modelos de regulación es lograr una estabilidad y mantenerla.

Según Murray (1938), algunas necesidades biológicas pueden ser producidas por perturbaciones fisiológicas, pero es más común que se formen a partir de alteraciones ambientales. En su modelo motivacional señaló como los organismos emiten conductas para mantener un equilibrio interno a partir de la siguiente secuencia de eventos: a) una variable estimulante del ambiente que adquiere efectos deseables o indeseables sobre el organismo; b) se forma una necesidad; c) el organismo emite clases particulares de conductas; d) el organismo emite una conducta que causa una tendencia fisiológica para restaurar el equilibrio; e) el organismo llega a la conducta meta u objeto en base al aprendizaje adquirido; y, f) se restaura el equilibrio y cesa la motivación inicial.

Carlson (1977), señaló que el consumo de alimento es uno de los fenómenos más estudiados por la psicología fisiológica. Hay dos razones que justifican este interés: 1) la regulación es primordial para la supervivencia, pues otras funciones no pueden llevarse a

cabo si no existe un equilibrio interno en los organismos; y, 2) establecer cuáles son los mecanismos que controlan las conductas reguladoras haría posible comprender otro tipo de procesos, como por ejemplo, el aprendizaje. Así, se han especulado varias posibles teorías que intentan explicar el fenómeno la regulación en los organismos y sobre todo de la conducta alimentaria.

El interés principal de este trabajo fue evaluar los efectos de la alimentación sustitutiva sobre el consumo de alimento, agua y peso corporal en ratas albinas. Estudios previos demuestran que variables individuales como el sabor (Young, 1949), el contenido nutricional (Staddon, 2003), o la modalidad de presentación del alimento (líquido o sólido) (Woodworth y Schlosberg, 1954) afectan la conducta alimentaria. La presente tesis pretende contribuir a la línea de investigación sobre la conducta alimentaria, analizando y discutiendo la información obtenida en el presente trabajo experimental bajo la perspectiva de la regulación alimentaria descrita por Kanareck (1975) y Keeseey (1986), y en la propuesta de regulación conductual desarrollada por Staddon (2001).

En el primer capítulo se describen los factores que regulan la conducta alimentaria (Bolles, 1973; Collier, Hirsch y Kanareck, 1983; Le-Magnen y Devos, 1982). Señalamos los diversos modelos teóricos que han explicado el fenómeno de la conducta alimentaria a partir de variables como: los factores orosensoriales Miller (1957), los efectos de dietas variadas (Evvard, 1916), la privación alimentaria (Lawrence y Mason, 1955), los ritmos o ciclos alimentarios (Baker, 1953), y la experiencia previa del organismo con el alimento (Baker, 1954).

Adicionalmente, se describen el fenómeno de regulación y sus diversos enfoques, los cuales destacan: el contenido gástrico (Cannon y Washburn, 1912), los niveles hormonales en el torrente sanguíneo (Carlson, 1977; Woods, Decke y Vaselli, 1974) y la

proporción de glucosa en sangre (Mayer, 1955). Posteriormente se analiza el término “homeostasis” y su relación con la conducta alimentaria (Cannon, 1932), la regulación calórica (Janowitz y Grossman, 1949), la regulación alimentaria (Kanareck, 1975; Keeseey, 1986), la regulación conductual (Kanareck, 1975) y la relación de la regulación con los alimentos sustitutivos (Kaufman, Kelly y Rosenberg, 2002). Finalmente, se menciona el uso de la privación como herramienta metodológica (Sidman, 1960) y la justificación de su uso en este trabajo.

En el Capítulo 2 se presenta la propuesta experimental, en la que se justifica el interés principal para la realización de este proyecto y se plantean los objetivos. El objetivo principal de este trabajo fue evaluar los efectos de la alimentación sustitutiva sobre el consumo de alimento, agua y peso corporal en ratas albinas, y se centró en el estudio de la conducta de regulación alimentaria desde una perspectiva psicológica siguiendo una metodología experimental. Se pretende contribuir al estudio de la conducta alimentaria en específico la ingesta alimentaria de la rata, manipulando variables que influyan en su control, modificación y predicción.

En los capítulos 3, 4 y 5 se describen los tres experimentos realizados. En el primer Experimento se evaluó el efecto del cambio en el contenido calórico y en la presentación (líquida o sólida) del alimento, sobre el consumo alimentario, en relación con el contenido calórico. En el Experimento 2 se analizaron las mismas variables que en el primer experimento, pero con el objetivo particular de evaluar el consumo de alimento y calorías ante una exposición secuencial de alimentos: 1) *Nutricubos y Suplementos*; 2) *Suplementos y Nutricubos*. En el Experimento 3 se analizó el consumo de alimento y calorías ante dos fuentes de alimentación disponible. Finalmente, en el capítulo 6 se presenta la discusión general y la conclusión sobre los resultados obtenidos.

Capitulo 1

Marco teórico

Factores que regulan la conducta alimentaria

Explicar los factores inherentes a la conducta alimentaria es un problema que ha ocupado la atención de los investigadores durante muchos años. Se han explorado varias posibilidades, entre ellas: factores orosensoriales, dietas variadas, privación y ritmos o ciclos alimenticios. A continuación se describen algunas investigaciones que han fundamentado cada uno de estos factores.

Al menos temporalmente, la estimulación de la boca y de la región oral, así como los actos de tragar, masticar, lamer y oler, inhiben las contracción estomacales (Carlson, 1977). Miller (1957) estudió el papel de los factores orosensoriales en la regulación del consumo de comida y del reforzamiento en periodos cortos. Realizó un experimento en ratas en el que analizó los efectos de introducir directamente en el estómago, por medio de una fistula, una solución de leche enriquecida en comparación con la ingesta de la leche en forma oral. Los resultados mostraron que la leche introducida por vía oral reducía la tendencia a beber una mayor cantidad de leche en comparación con aquella que era introducida directamente por el estómago.

Por su parte Miller y Kessen (1952) mencionaron que los efectos de recompensa de la comida dada por vía oral son mayores que los de la comida introducida directamente en el estómago. Miller (1957) comparó los efectos de una alimentación vía oral con sacarina sin las propiedades nutritivas y una alimentación vía gástrica de la sacarina con propiedades nutritivas; después de este tratamiento experimental expuso a los sujetos a una alimentación libre. Como resultados obtenidos, los sujetos mostraron una preferencia hacia la sacarina vía oral por la experiencia previa y un menor consumo de sacarina con las propiedades nutritivas.

Estas investigaciones indicaron que la estimulación orosensorial surgida del contacto de los alimentos con los receptores orales y olfatorios ejercen como efecto, el control de la comida siguiente. Sin embargo, el efecto de estos factores sensoriales puede ser de corto plazo (Hull, 1952).

Otro de los factores de interés para el estudio de la conducta alimentaria es lo relativo a las variaciones en las dietas a las que se someten los sujetos. Evvard (1916) observó que los cerdos a los que se les dejaba seleccionar su consumo de alimento de entre una variedad, mostraban aumentos de peso muy superiores a los que se obtienen ordinariamente con dietas no variadas. A estos resultados se agregaron otros estudios, en los cuales, los resultados fueron similares utilizando: pollos (Pearl y Fairchild, 1921), humanos, particularmente niños de preescolar (Davis, 1928), y ratas (Richter, 1939).

Un fenómeno de interés es el llamado “hambres específicas”, es decir, los organismos emiten preferencias selectivas por sustancias en las que su dieta es deficiente. Entre los fenómenos más claros y mejor establecidos está la preferencia por la sal en los animales adrenalectomizados (Richter, 1936). Richter (1939, 1947) sugirió que los organismos muestran preferencias alimenticias con base en una necesidad fisiológica y que la preferencia por estímulos de los que se tiene necesidad surge antes del nacimiento, mediante ajustes automáticos de los receptores sensoriales.

Young (1941, 1948 y 1949), realizó una serie de experimentos sobre preferencias alimenticias, demostrando que las ratas consumían alimentos que podían cubrir o no cubrir sus necesidades de acuerdo a su condición fisiológica. Por su parte, Scott y Verney (1947), demostraron que los organismos privados de sal y tiamina aprenden sus preferencias o “hambres específicas”. Contrario a esta posición Rozin (1965) y Bolles (1970) enfatizaron que existen mecanismos de preferencias iniciales ante una comida que no se basan en el

aprendizaje, sino que el aprendizaje acentúa estas preferencias. Cofer (1971) señaló que es necesario tomar en cuenta factores como: el estado de necesidad (Richter y Barelare, 1938), las características de palatabilidad (Young, 1941), aprendizaje (Young, 1948) y, diferencias individuales y de especie (Scott y Verney, 1947).

Otro tipo de factor que influye en la conducta alimentaria, es la privación. La privación de agua o alimento tradicionalmente ha sido utilizada como una herramienta metodológica en la investigación conductual especialmente en animales (Pavlov 1927; Skinner, 1932; Thorndike, 1898; Young, 1948).

Si se priva a los animales de comida, éstos tienden a modificar su patrón de ingesta. Skinner (1938) demostró que después de exponer una rata a un programa de privación de alimento, al permitírsele comer, iniciará comiendo con rapidez hasta disminuir su tasa de consumo durante la sesión. Bousfield (1933) encontró curvas de alimentación regular, similar a las encontradas por Skinner, tras aplicar privación en gatos y pollos. Por su parte Horenstein (1951), encontró una correlación directa entre el periodo de privación y el consumo de comida. Estas investigaciones demuestran que la privación es una de las condiciones que controlan la conducta alimentaria.

A su vez, Lawrence y Mason (1955) aplicaron programas de privación de 22 h por varios días en ratas y después permitieron el libre acceso al alimento. Observaron que los sujetos incrementaron su consumo de alimento durante la fase de libre acceso post-privación, con respecto al consumo registrado en línea base antes de aplicar la privación. Sus datos demostraron que el patrón alimentario se modificó como resultado de la aplicación de los periodos de privación.

Otra importante línea de investigación que analiza los factores relacionados con la conducta alimentaria es el estudio de los factores temporales (Birch, Burnstein y Clark,

1958; Bolles, 1990; Silva y Timberlake, 1998; Timberlake y Lucas, 1985). Richter (1927) observó que las ratas comían cada 2 horas aproximadamente, independientemente de la disponibilidad del alimento. Richter (1922, 1927) mencionó que las ratas comen entre 5 y 10 veces al día y éstas comidas ocurren cada 4 horas.

Por su parte, Bolles (1973) señaló que las actividades principales de la rata de laboratorio están enfocadas en la conducta de comer, esto, dentro de su repertorio conductual. Este autor mencionó la importancia del consumo calórico en relación al peso corporal, ya que la rata, en comparación con el humano, consume cinco veces más calorías por gramo de peso. Esto lo obtiene en una comida dentro de un rango promedio de tres a cuatro horas al día en condiciones de privación.

Diversos autores (Baker, 1953; Bolles, 1973; Teitelbaum y Campbell, 1958) mencionaron que las ratas en promedio realizan entre 8 a 11 comidas al día, repartidas particularmente en el periodo nocturno. Sin embargo, Baker (1953) estudió los patrones alimenticios cuando se les daba comida y agua en libre acceso, reportó que los patrones mencionados por Richter no suelen ser constantes y están implicados procesos tales como la privación y las condiciones ambientales.

A su vez, varias investigaciones sugieren que la experiencia influye sobre la ingestión y los patrones alimenticios. Bousfield y Elliot (1934) demostraron esta hipótesis al señalar que las ratas necesitaban varios días para volver a mostrar un patrón alimenticio tras una interrupción de sus regímenes alimenticios previos a la modificación experimental. Por otra parte, varios investigadores mencionan que la rata requiere de un periodo considerable para ajustar su ingestión de comida a un nuevo programa de exposición a la comida (Baker, 1954; Lawrence y Mason, 1955; Reid y Finger, 1955). A partir de lo anterior es importante conocer la relación que guardan algunas de las variables

involucradas en el proceso alimentario ya que nos permite predecir y controlar de manera parcial la conducta alimentaria de un organismo. En el siguiente capítulo se abordara el fenómeno de regulación y su relación con la conducta alimentaria.

**El fenómeno de regulación, homeostasis y
regulación alimentaria**

Factores que han sido estudiados para explicar el fenómeno de regulación

Strubbe y Woods (2004) mencionaron que la conducta alimentaria está controlada por un proceso de regulación de entradas y salidas de energía, asegurando la homeostasis en los organismos. La regulación de la conducta alimentaria ha sido estudiada para analizar diversos factores tales como: contracciones gástricas, hormonas y la conducta alimentaria en relación al nivel de glucosa en la sangre (Staddon, 2003). Un cambio en alguno de estos factores puede ocasionar la pérdida de la homeostasis y la consecuente necesidad de volver al equilibrio ajustando la conducta alimentaria del organismo. A continuación se mencionarán algunas variables que han sido estudiadas y que están implicadas en el proceso de la homeostasis y la regulación alimentaria. Finalizando, con una descripción de los términos, homeostasis, regulación del consumo calórico, regulación alimentaria y regulación conductual.

La distensión gástrica

En los organismos, ciertas señales surgidas del estómago indican que se ha ingerido alimento. Un ejemplo es la distensión gástrica. Paintal (1954) señaló que las fibras en el nervio vago se activaban debido a la estimulación de los receptores extensores del músculo suave del estómago; a su vez, mencionó que el papel normal de estas fibras es “anunciar el estado de distensión del estómago al núcleo hipotalámico”.

Algunos estudios indican que la distensión gástrica tiende a reducir el consumo de comida, aunque no a eliminarlo, logrando la distensión del estómago al introducir directamente globos llenos de agua (Share, Martyniuk y Grossman, 1952; Janowitz y Grossman, 1949; Miller, 1957).

Estos investigadores han informado cierta reducción en el consumo de comida en experimentos a corto plazo que implicaban la distensión gástrica. Sin embargo, la regulación de la ingestión de comida en las condiciones arriba mencionadas, de ninguna manera iguala la cantidad de masa introducida por lo que la distensión gástrica no puede ser el único indicio de saciedad (Janowitz y Hollander, 1955).

Hormonas y la conducta alimentaria

Algunos investigadores afirman que ciertos mecanismos humorales (líquidos corporales), pueden producir cambios en el peso corporal manipulando experimentalmente los núcleos ventromediales e hipotalámicos (Woods, Decke y Vasselli, 1974; Teitelbaum, 1980). Ambos núcleos activan las dos categorías conocidas para ajustar las respuestas de regulación de peso: iniciar o terminar de comer.

Luckhard y Carlson (1914) realizaron transfusiones de sangre en perros que habían pasado hambre por varios días, perros con diabetes pancreática, o perros sin ninguna deficiencia. Las transfusiones se administraban independientemente de las condiciones experimentales a las que los perros habían sido sometidos. Descubrieron que, si en el momento de la transfusión el estómago del perro receptor manifestaba cierta tonicidad o algunas contracciones, la transfusión de sangre aumentaba; efecto que duraba entre 10 y 30 minutos. Contrariamente, si en el estómago del perro no había contracciones o estaba atónico, no había efecto alguno. Luckhard y Carlson argumentaron que podría estar implicada una hormona que activaba el hambre. Ante este resultado, Quigley (1955) sugirió que una hormona, la enterogastrona, que es secretada por la mucosa del intestino delgado superior cuando cierta cantidad de grasa o azúcar hace contacto con el estómago, era estimulada por la comida produciendo la sensación de saciedad.

El nivel de glucosa en la sangre

Otro factor implicado en la regulación de la conducta alimentaria es la concentración de azúcar o glucosa en la sangre. Este factor se ha estudiado de tres maneras: 1) midiendo los niveles de azúcar en la sangre durante el ayuno y con los registros de las contracciones gástricas; 2) induciendo hipoglucemia por la administración de insulina, y, 3) observando cómo afecta el hambre a las contracciones gástricas y la ingestión de comida (Cofer, 1971).

Mayer (1955) afirmó que el acto de comer es controlado por los niveles de glucosa en el torrente sanguíneo. Sugirió que a bajas concentraciones de glucosa se iniciaba la sensación de hambre, mientras que las altas concentraciones de glucosa se traducían en sensación de saciedad. Consideró a la *hipótesis glucostática* como una definición fisiológica de los estados de hambre que podía ayudar a discernir qué se regula y cómo se regula.

Por otra parte Grossman (1955) indicó que una inyección de insulina, que reduce el azúcar en la sangre (hipoglucemia), aparentemente ocasiona sensaciones de hambre, un aumento en el consumo de comida y mayor movilidad gástrica. Sin embargo, Quigley (1955) mencionó que el nivel de azúcar en la sangre no varían mucho en los organismos que se privan de alimento (ayuno) y no presentan ninguna relación entre las variaciones manifestadas y la presentación de contracciones estomacales o del hambre.

Homeostasis

En 1932, Cannon acuñó el término "homeostasis" para describir precisamente los estados estables determinados por los procesos fisiológicos en los organismos. Mencionó que los organismos que muestran variabilidad en sus sistemas fisiológicos, desarrollan conductas que les permiten conservar estable su medio interno en presencia de condiciones

ambientales adversas. De esta manera, las condiciones fisiológicas y químicas mantenidas en el cuerpo podrían ser denominadas como *equilibrio* (Brouha, Cannon y Dill, 1939).

Bolles (1973) afirmó que la homeostasis se refiere a las condiciones físicas y químicas constantes que guarda un organismo para mantenerse con vida. Los datos experimentales obtenidos en los trabajos de Cannon, mencionan características corporales de equilibrio tales como la conservación del contenido de agua y sal en la sangre, el balance del azúcar, la grasa, el calcio y las proteínas sanguíneas, la constancia corporal y la conservación de un abastecimiento adecuado de oxígeno. Para Cannon el sistema nervioso, y particularmente su parte simpática, desempeña un importante papel en la preparación del organismo para lo que él llamaba “acciones de emergencia”, como el hambre y la sed. Los organismos que son capaces de mantener sus propias reservas de alimentación para recurrir a ellas cuando sea necesario, son menos dependientes del ambiente. Puede decirse que la independencia de las fuentes de abastecimiento del organismo está relacionada con el nivel de desarrollo de los mecanismos de autorregulación (Spencer, 1855 y Howells, 1947). Pick (1954) apoyó la postura de Cannon y reportó que las especies con mayores variaciones de patrones conductuales presentaban menos dependencia hacia el medio ambiente, esto debido al desarrollo de mecanismos reguladores fisiológicos tales como el control de la temperatura corporal, el hambre o la sed.

Bolles (1973) señaló que la homeostasis que Cannon describió se refiere casi exclusivamente a variables fisiológicas. Por su parte, Cofer (1971) afirmó que Richter amplió el enfoque de la homeostasis de Cannon y describió lo que él llamaba *reguladores conductuales* como complementos de los reguladores químicos y fisiológicos expuestos por Cannon. En una serie de experimentos, Richter demostró que al eliminar los reguladores fisiológicos quirúrgicamente, los animales sometidos a estas condiciones se esforzaban por

mantener un ambiente constante u homeostático en el cuerpo, mediante la conducta exhibida (Cofer, 1971).

Cofer (1971) describió cómo Richter utilizó ratas paratiroidectomizadas y las expuso a dietas regulares para que desarrollaran tétano; sin embargo, si se les permitía llegar a una solución de calcio, tomaban la suficiente cantidad de solución para permanecer vivas y libres del tétano. Richter también señaló que las ratas pancreatomeclomizadas que han perdido sus medios fisiológicos para regular el metabolismo de carbohidratos, ingerían grandes cantidades de agua debido a que de esta manera ayudaba a eliminar la glucosa no oxidada (Cofer, 1971). En otro experimento, Richter reportó que tras la extirpación del lóbulo posterior de la glándula pituitaria en los animales (uno de los de los principales reguladores fisiológicos para la conservación de agua en el cuerpo) secretaban grandes cantidades de orina y como resultado morían. Sin embargo, si se permitía libre acceso al agua aumentaban su consumo hasta duplicar su peso corporal y de esta manera permanecían vivas.

Finalmente, Richter describió experimentos de ajuste conductual ante el desequilibrio de temperatura. En estos estudios utilizó un método en el que proporcionaron cantidades mesurables de papel a un grupo de ratas para la construcción de nidos. Richter mencionó que las ratas a quienes se les habían extirpado los mecanismos fisiológicos reguladores del calor construían nidos con más uso del papel que aquellos a los que no se les había hecho ningún procedimiento quirúrgico (Cofer, 1971). La evidencia señalada por Richter demostró que la conducta es un mecanismo por el cual los organismos realizan y ajustan sus actividades en función de las necesidades fisiológicas o ambientales para la búsqueda de la homeostasis. Un ejemplo de ello son las pruebas de las dietas autoseleccionadas por organismos experimentalmente privados de sustancias alimenticias.

Estos, por medio de un ajuste conductual, seleccionan el nutriente necesario (Cofer, 1971). Finalmente, Barbano y Cador (2006) mencionaron que la evolución es un proceso para estandarizar las potencialidades de la conducta y de los mecanismos de regulación y superar las condiciones ambientales a las que los organismos están sometidos.

Regulación del consumo calórico

Janowitz y Grossman (1949) afirmaron que los perros reducían apropiadamente la ingestión de comida si se les daba con anterioridad una porción de su dieta regular. Este efecto se presentó después de satisfacer la necesidad calórica. Los animales aumentaron la cantidad de comida que ingerían si el alimento que habían consumido periódicamente tenía menos calorías. Señalaron que el ajuste de la ingestión de comida a la necesidad calórica no se efectúa con rapidez. Por otro lado, Share y Grossman (1950) afirmaron que cuando se administra directamente la comida por medio de una fístula al estómago, evitando las características sensoriales, los organismos necesitan varias semanas para reducir su ingestión de comida y que el total de calorías ingeridas sea lo más parecido a su consumo basal.

Janowitz y Hollander (1955) realizaron un estudio en el que observaron la ingestión de comida de dos grupos de perros durante diez semanas, obteniendo un promedio de ingestión en la línea base. Posteriormente se administró mediante una fístula intragástrica, una parte de su ingestión promedio de calorías, en las seis horas previas a su horario de comida. Durante la primera fase se les dio 50% al primer grupo y 75% al segundo grupo de calorías vía intragástrica, junto a su alimentación vía oral. Los resultados indicaron que con el consumo por la vía oral se igualó el 100 % registrado en la línea base. Adicionalmente, se reportó que a mayor cantidad de prealimentación vía intragástrica se reducía la cantidad de alimentación vía oral. Sin embargo, la regulación del consumo, es decir, el

complementar la alimentación intragástrica con la oral, se alcanzó gradualmente en un promedio de 4.4 semanas. Un factor importante es que el estómago de los perros, en el momento de la alimentación vía oral, estaba vacío, lo que podría indicar que el consumo de comida es regulado por el consumo de calorías y no por la saciedad estomacal. Las características con que estos perros regulaban el consumo de comida según sus necesidades calóricas indica la influencia de un factor que es manipulado por el propio organismo a través de 2 factores: el sistema nervioso central y las características sensoriales (Janowitz y Hollander, 1955).

Regulación Alimentaria

Kanareck (1975) y Keeseey (1986) señalaron que los organismos no sólo aprenden a evitar alimentos asociados con efectos postingestivos negativos, sino que también eligen o prefieren aquellos alimentos con efectos postingestivos asociados a ciertas propiedades nutricionales. El aprendizaje del consumo de ciertos nutrientes es respaldado por otras fuentes de información vitales para el organismo (ecológicos, ambientales contextuales etc.) y controlan tanto lo que se come (preferencia) como cuanto se come (cantidad). De esta manera se afirma que existen mecanismos o procesos con los cuales un organismo, por medio de variables tales como el aprendizaje y el contexto, regula su alimentación.

Strubbe y Woods (2004), afirmaron que uno de los mecanismos que controlan la ingesta o evitación de los alimentos es la regulación alimentaria. La regulación alimentaria es un proceso que asegura el equilibrio entre las entradas y salidas de energía en los organismos, lo que les permite sobrevivir a las exigencias del medio. La regulación alimentaria permite al organismo consumir o evitar ciertos alimentos, lo que se ha relacionado con: a) las necesidades metabólicas (Bolles, 1990; Staddon, 2003; Strubbe y

Woods, 2004), o con, b) la experiencia previa con el alimento (Capaldi, 1996; Young, 1941).

Al respecto, Kanareck (1975) afirmó que la regulación del balance de energía o regulación alimentaria está caracterizada por una relación entre el consumo y gasto de calorías. Para evaluar los mecanismos de regulación se utiliza un procedimiento en el que se ofrece a los animales dietas con diferente cantidad de calorías. La regulación se infiere cuando el animal ajusta su ingesta de alimento, de manera que el consumo de calorías total permanece constante durante la exposición a diferentes tipos de dietas.

Por otra parte, Kanareck (citado en Collier, Hirsh y Kanareck, 1983) realizó un experimento con ratas y gatos en el que manipuló la disponibilidad del alimento y la concentración de calorías y probó la habilidad de los animales para mantener el peso corporal mediante el ajuste del volumen de comida ingerida. La disponibilidad fue manipulada con el uso de un programa de razón, y el reforzador consistió en el acceso ilimitado a un comedero mediante un túnel. Los resultados mostraron que el consumo de comida con alto contenido calórico fue menor que el consumo de comida con bajo contenido calórico. De esta forma, la frecuencia del acto del comer fue ajustada al consumo de calorías, que permaneció constante.

Capaldi (1996), Collier, Hirsh y Kanareck (1983), Staddon y Zanutto (1998), Strubbe y Woods (2004) y Weingarten (1990) evaluaron la modificación de la conducta alimentaria en relación con el contenido calórico de los alimentos, demostrando que las ratas pueden regular su consumo de calorías. Así, la cantidad de alimento consumido puede variar y la cantidad de calorías tiende a mantenerse constante. Esto se conoce como regulación alimentaria (Staddon y Zanutto 1998).

Keesey (1986) y Staddon y Zanutto (1998) propusieron que la cantidad de grasa corporal es regulada por un sistema regulatorio de *set-point*. Es decir, cuando un organismo es restringido a la mitad de sus requerimientos nutricionales, tiende a consumir en porcentaje, el doble de volumen de comida en comparación con lo que anteriormente consumía.

Por su parte, Mayer (1955) mencionó que las ratas de laboratorio entrenadas en presionar una tecla para obtener comida muestran regularidad en el consumo de calorías. Concluyó, que las ratas tienen ritmos de alimentación definidos de 24 horas. Mayer (1955) y Keesey (1986) señalaron que ésta periodicidad en el patrón alimentario de la rata es producto de la regulación de energía.

Una objeción a la teoría del sistema regulatorio o *set point* es que el peso corporal estable no se presenta en todos los organismos (Bolles, 1990). La existencia de organismos con sobrepeso indica que la teoría no puede ser generalizada a todas las situaciones. La teoría del *set point* requiere que el organismo controle la cantidad de grasa corporal (Bolles, 1990).

Regulación conductual

Garcia, Walter y Kenneth (1974) mencionaron que la regulación conductual es el proceso mediante el cual la mayoría de los mamíferos emplean estrategias conductuales ante contingencias ambientales, para mantener en equilibrio desajustes internos y lograr una homeostasis fisiológica. Staddon (2001) mencionó que uno de los aspectos más importantes de la alimentación es la regulación. Afirmó que la regulación alimentaria tiene propiedades conductuales reflejadas en una variable relacionada, como lo es el peso corporal, que regresa a su valor inicial después de alguna perturbación. Señaló que la regulación del peso corporal es a largo plazo durante días o semanas, o a corto plazo de minutos y horas. En el

último caso, la variable regulada no es el peso corporal sino algún componente de la conducta de ingestión, como la tasa de comida consumida (gramos por hora) o de energía (calorías consumidas). Un procedimiento utilizado para demostrar la regulación durante un tiempo corto, consiste en interrumpir el patrón de alimentación habitual y después retornarlo a sus condiciones previas. De esta manera, los organismos pueden mostrar un *control cualitativo* de la ingesta de comida cuando varios alimentos son presentados, manifestando un patrón específico. Por otra parte, cuando al organismo se le ofrece una combinación de alimentos, es capaz de ajustarse a un requerimiento calórico, que se refleja en el mantenimiento del peso corporal. (Davis, 1928; Dove, 1935; Harlow, 1932; Osborn y Mendel, 1915; Richter, 1936; Richter y Eckert, 1937; Richter y Barelare, 1938).

Richter (1947) demostró la existencia de un mecanismo conductual regulador en la actividad general de los organismos que tendía a ocurrir periódicamente y no continuamente. Correlacionó la actividad periódica de diferentes organismos, incluidos los humanos, con perturbaciones fisiológicas periódicas, como las contracciones estomacales. Esto también apoyaba la visión de Wada (citado en Barbano y Cador, 2006) quien afirmó que la reacción incondicionada ante cualquier tipo de privación es la “actividad como tal”, indicando que la privación de agua, comida o ambas incrementa la respuesta del correr en las ruedas de actividad, enfatizando la “actividad” como un mecanismo en el cual el organismo regula su estado biológico, en este caso, hambre o sed. Otro mecanismo de regulación conductual se presenta cuando los organismos modifican su conducta ante variaciones ambientales tales como: cambios en la temperatura, el ciclo luz - oscuridad o modificaciones en los sonidos ambientales (Pick, 1954).

Finalmente es necesario señalar la importancia del estudio de la regulación en general debido a que: 1) la regulación es primordial para la supervivencia, pues otras

funciones no pueden llevarse a cabo si no hay un equilibrio interno en los organismos; y, 2) establecer cuáles son los mecanismos que controlan las conductas reguladoras haría posible comprender otros procesos como el aprendizaje. En el siguiente capítulo se abordará un tema central para la presente tesis, los alimentos sustitutivos y su relación con la conducta alimentaria.

Alimentos sustitativos

El fenómeno de las preferencias alimentarias fue demostrado en el experimento clásico de Richter y Helfrick (1943). En este experimento, los sujetos (ratas) que se les inducía algún tipo de deficiencia orgánica, en este caso sodio, se les presentaba dos alimentos con distintas propiedades uno alto en sodio y el otro alto en fósforo. Al final del experimento las ratas reducían el consumo de alimento alto en fósforo y preferían aquel tipo de alimento alto en sodio. A partir de esta evidencia cabría preguntarse cómo los organismos con deficiencias nutricionales seleccionan el alimento que posee los nutrientes adecuados. Podría argumentarse que la preferencia de los alimentos es debida a *mecanismos innatos*, ya que se presentan cuando los organismos prefieren ciertos alimentos que contienen sodio ante algún tipo de deficiencia orgánica del mismo (Nachman, 1962; Richter, 1956; Strieker, 1983).

Sin embargo, es difícil demostrar que los organismos poseen un sistema de reconocimiento previo para cada una de las sustancias que determinan la preferencia alimentaria. Una visión alternativa ante este problema es que los organismos aprenden a seleccionar aquellos alimentos que producen efectos postingestivos placenteros o reforzantes, y están asociados con las necesidades nutricionales necesarias. De esta manera los organismos adquieren preferencias por sabores que están asociados con un proceso de recuperación de las deficiencias que experimentan. Esta noción permite considerar el aprendizaje como proceso básico de las preferencias alimentarias (Harris, Clay, Hargreaves y Ward, 1933; Scott 1990).

El estudio de las preferencias alimentarias ha sido abordado mediante manipulaciones experimentales, sobre todo en aquellas en las que la comida es modificada en el contenido nutricional para su estudio (Nachman, 1962; Richter, 1956; Strieker, 1983). Una herramienta metodológica que recientemente se ha empleado en el estudio de las

preferencias alimentarias y la regulación energética es el uso de los *suplementos alimenticios*. El término *suplementos alimenticios* se refiere a cualquier adición de elementos nutricios a la dieta que intente mejorar el nivel general de nutrición de los organismos. Los suplementos líquidos a base de proteínas, vitaminas y minerales son el ejemplo más común de este tipo de alimentación. Los suplementos son considerados como una alternativa para corregir o prevenir carencias relacionadas con la nutrición. Los *suplementos alimenticios* pueden ser utilizados como sustitutivos, totales o parciales, de la alimentación tradicional (Kaufman, Kelly y Rosenberg, 2002).

Harris, Clay, Hargreaves y Ward (1933) utilizaron por primera vez los *suplementos alimenticios* para demostrar preferencias alimentarias. Realizaron un experimento en el que ratas previamente privadas de vitamina B fueron expuestas a tres tipos de comida, de las que solo una contenía vitamina B; las ratas previamente privadas eligieron aquella comida que contenía la propiedad nutricional que carecían.

Sin embargo, Scott y Verney (1947) ofrecieron a ratas *suplementos alimenticios*. A un grupo de ratas se le ofreció el suplemento sin un sabor determinado y sin contenido energético; a otro grupo de ratas se le ofreció un suplemento con un sabor determinado y con contenido energético. Los sujetos prefirieron el alimento con sabor y con contenido energético. Posteriormente, el alimento con sabor fue cambiado por aquel que no tenía contenido energético. Como resultado, los sujetos mostraron una continua tendencia a preferir aquellos alimentos con sabor pero sin contenido energético.

Rozin, Wells y Mayer (1964) expusieron a ratas recién nacidas a una dieta carente de tiamina por 21 días. Posteriormente ofrecieron 2 comidas, una carente de tiamina y otra con tiamina. Los animales con deficiencia de tiamina seleccionaron aquella dieta enriquecida con tiamina, mientras que los animales del grupo control no mostraron

preferencias por ese alimento. Un elemento que es necesario considerar es que los efectos producidos por la ingesta de un nutriente no se presentan inmediatamente, sino que se presentan después de minutos u horas de la ingestión (Rozin y Kalat, 1971). Esto plantea algunas cuestiones que resolver, como el periodo de tiempo y el mecanismo de asociación entre los efectos postingestivos y la comida.

Finalmente, Waterland y Jirtle (2003) demostraron que la actividad de algunos genes de la rata podía modificarse si se administraban a la madre algunos *suplementos alimenticios*, antes y durante el embarazo. Este último estudio, relaciona la importancia de la conducta alimentaria de forma directa en un organismo, de la misma manera, en que las madres por medio de sus hábitos alimentarios pueden influir de manera comportamental la forma en que los genes se expresaban en sus crías después de su nacimiento.

El efecto novedoso y los alimentos sustitutivos

Un fenómeno que está involucrado en la preferencia de alimento y en los estudios con *suplementos alimenticios* es el “efecto novedoso” (Rodgers y Rozin, 1966). Este consiste en la preferencia que los organismos muestran por alimentos a los que no habían sido expuestos previamente. La exposición a una comida novedosa puede ser determinante en la preferencia de una comida para su elección (Rodgers y Rozin, 1966). En estos experimentos, ratas con déficit alimentarios mostraron rápidamente una preferencia por una comida novedosa, incluso cuando la comida novedosa poseía deficiencia de nutrientes.

Sin embargo, Scoot y Verney (1947) mencionaron que el efecto novedoso no se presenta en ratas salvajes, ya que éstas presentan *neofobia*, que es definida por la tendencia de los organismos a rechazar aquellos alimentos que nunca habían consumido con anterioridad.

Es necesario considerar que la respuesta de preferencia por una comida novedosa puede ser sustituida por la tendencia a consumir el alimento que posee mayor cantidad de nutrientes. Rodgers y Rozin (1966) ofrecieron a ratas distintas dietas novedosas con déficit nutricional o la misma dieta con *suplementos alimenticios*. Mostraron que la preferencia alimentaria a la dieta con *suplementos alimenticios* no se presentó inmediatamente. Rozin y Kalat (1971) sugirieron que el “efecto novedoso” se presenta por una deficiencia nutricional, debido a que los organismos activan un mecanismo de selección hacia una nueva comida; éste fenómeno es llamado *neofilia*.

Finalmente es necesario enfatizar que los estudios con *suplementos alimenticios* son escasos debido a su reciente incorporación a la dieta tanto en animales como en humanos. Si bien es cierto, que diversos estudios han evaluado el consumo de alimento y peso corporal de ratas expuestas a “suplementos alimenticios” con el propósito de determinar aspectos de la conducta alimentaria, estos no han sido relacionados con la conducta alimentaria, el fenómeno de regulación y las características arriba mencionadas (Cole, 1995; y Levin y Dunn Meynell, 2000). En el siguiente capítulo se describirá el uso de la privación como método experimental y su importancia en la presente tesis.

El uso de la privación como método experimental

El uso de la privación como herramienta metodológica, es útil en el control experimental de las variables que se quieren medir. Sidman (1960) mencionó que la utilización de la alimentación intermitente o de la privación parcial, ha sido una herramienta útil en la experimentación animal. Tanto en los experimentos mencionados por Sidman como en la presente tesis, la utilización de la privación como línea base ahorra considerables periodos de observación y análisis, debido a que es una forma eficaz de evitar que las variables experimentales presenten bajos criterios de control. Así la línea base está integrada por parámetros necesarios para la medición de cualquier fenómeno, y es planeada considerando los problemas específicos e inherentes al fenómeno a investigar.

Por otro lado Gilliard (1958) comentó que varias especies de pájaros no comen mientras están incubando a las crías. Por ejemplo, se sabe que entre los pingüinos, el pingüino macho emperador ayuna por unos dos meses durante la incubación. A este comentario Gilliard agregó que existen observaciones en pingüinos que viven sin comer durante casi cuatro meses. Es posible afirmar que la búsqueda de comida y su consumo no está directamente relacionada, en algunas especies, con la duración de la privación del alimento, respaldando la perspectiva ecológico conductual, la cual, asume que los procesos involucrados en los procedimientos experimentales son los mismos que aquellos involucrados en los estudios ecológicos de obtención de alimento (Shettleworth, 1993; Timberlake, 1991; Timberlake y Clutterbluck, 1993).

Lawrence y Mason (1955) argumentaron que los diferentes programas de privación (total o parcial), pretenden reproducir las variables ecológicas de ausencia de alimento y conductuales, en las que un organismo carece de disponibilidad para la obtención de alimento. Así, los procedimientos experimentales, en particular, los distintos programas de

privación (parciales o totales) utilizados como herramienta metodológica pueden funcionar como un control experimental de precisión para evaluar algunas predicciones de los modelos de optimización con referencia a la conducta alimentaria (Lawrence y Mason, 1955).

Bolles (1973), mencionó que la utilización de la privación como herramienta metodológica sirve principalmente para obtener la adaptación al ciclo alimentario o la llamada “habitación” de los organismos, de esta manera el procedimiento garantiza que los organismos estén motivados.

Davis (1989) ha discutido el papel de la comida (periodo de la alimentación) como un fenómeno unitario versus un fenómeno molar. Mencionó que los periodos de la alimentación poseen 2 características fundamentales: a) los periodos de alimentación son frecuentemente compuestos por 1 o 2 acercamientos del organismo a la comida (Lucas y Timberlake, 1988); y, b) la distribución de la comida se da en referencia al periodo de alimentación. Con esto, Davis (1989) argumentó que la característica de un periodo de alimentación no se da por un análisis de los procesos unitarios sino como un fenómeno o concepto organizacional; es decir, un análisis molar. De esta manera, los periodos en los cuales se implementa una línea base de privación como herramienta metodológica, pueden ser considerados como un claro ejemplo de un periodo de alimentación representativa.

Capitulo 2

Propuesta experimental

Los estudios relacionados con el fenómeno de la regulación alimentaria han aumentado debido al interés por los factores que determinan la ingesta. Este interés se fundamenta en la relación entre estas conductas y el desarrollo de patologías alimentarias. La evidencia experimental demuestra que existe una repercusión directa sobre la salud, el estilo de vida y la longevidad de la población (Hill, 2003).

Osborn y Mendell (1918) y Harris, Clay, Hargreaves y Ward (1933) analizaron y comprobaron el fenómeno de regulación. En sus experimentos reportaron que los organismos, en especial las ratas, tenían la capacidad de regular su ingesta alimentaria controlando la cantidad de alimento que consumían. Estos experimentos fueron insuficientes para determinar si el fenómeno de regulación se relaciona con la característica particular de los alimentos o con la conducta de selección alimentaria (Harris, Clay, Hargreaves y Ward, 1933).

Richter, Holt y Barelare (1938), demostraron que ratas expuestas a una variedad de alimentos no mostraron diferencias en el peso corporal, en comparación con ratas expuestas a un solo tipo de alimento. Sin embargo, las ratas expuestas a diversos tipos de alimentos consumieron un mayor porcentaje de calorías comparadas con el grupo control. Ante esta evidencia, Richter, Holt y Barelare (1938), propusieron que los animales poseían hambres específicas, no sólo por la preferencia a un sabor del alimento, sino también por las propiedades de la comida (porcentaje de: proteínas, vitaminas y minerales) y su contenido calórico. A pesar de estos resultados, esta propuesta no explicó cómo los organismos regulan su consumo ante ciertas carencias nutricionales o regulan la cantidad de comida que ingieren (Rozin y Schull, 1988).

Por su parte, Galef (1991) haciendo una revisión de los diversos estudios referentes al fenómeno de regulación y la selección de los alimentos, reportó que los animales son incapaces de seleccionar la dieta adecuada, aun cuando en condiciones experimentales se les ofrezca una diversidad de alimentos. Lat (1967) realizó un metaanálisis de 17 experimentos sobre preferencias alimentarias. En nueve de estos estudios encontró que los organismos fallaron al seleccionar adecuadamente el tipo de alimento necesario. Concluyó que los organismos no son capaces de regular su consumo de alimento.

Galef (1991) complementó los resultados que encontró Lat, mencionando que la incompatibilidad de resultados a favor de las hipótesis de regulación establecidas, tales como una ingesta estable de comida o calorías, se debe a que los animales sólo seleccionan de una manera azarosa su alimento y que las interpretaciones erróneas son debido a un énfasis teórico en que los investigadores parten de una teoría de regulación particular. Adicionalmente, Galef (1991) propuso que los animales no presentan procesos de regulación alimentaria en todas las circunstancias, solo bajo ciertos parámetros y de acuerdo a las siguientes características: la edad de los organismos, la utilización de alimentos más complejos en su estructura, y el uso de animales de laboratorio.

Weingarten (1990) mencionó que la regulación alimentaria es una variable adaptativa. A partir de esta premisa sugirió la existencia de un control adaptativo, que señaló como un proceso mediante el cual los organismos aprenden acerca del ambiente y usan esa información para ajustarse. En el control adaptativo los organismos utilizan los sentidos para anticipar eventos ambientales, por lo que ha sido de interés analizar procesos relacionados con la conducta alimentaria ante variaciones temporales y/o cambios de alimentación.

Por su parte, Carlson (1977) señaló que una de las razones principales del interés por el estudio del consumo de alimento es el proceso de regulación. Este proceso es primordial para la supervivencia de los organismos, puesto que otras funciones tales como la temperatura corporal dependen del equilibrio obtenido mediante la regulación. A pesar de la importancia del tema, son pocas las aproximaciones experimentales que se relacionan con el fenómeno de regulación alimentaria, en especial, aquellas en que se involucran productos que forman parte de la dieta en humanos.

La evidencia presentada muestra dos posturas para abordar un aspecto del fenómeno alimentario. Por una parte, algunos autores enfatizan que el fenómeno de regulación se demuestra con el control de la ingesta y el mantenimiento del peso corporal, a pesar de que existan cambios en la disponibilidad del alimento (Carlson, 1977; Kessey, 1986; Weingarten, 1990). La postura contraria afirma que el fenómeno de regulación no se presenta de manera general, argumentando que el balance energético estable no puede ser sustentado debido a la inconsistencia en el peso corporal y la manera azarosa en cómo se consumen los alimentos. Adicionalmente, se afirma que los experimentos que apoyan la evidencia del fenómeno de regulación alimentaria aportan poca evidencia empírica sustentable (Lat, 1967; Rozin y Schull, 1989; Galef, 1991).

Cabe señalar que en el presente proyecto pretenderemos analizar el fenómeno de regulación bajo la aproximación teórica que sustenta la existencia de un mecanismo de regulación alimentaria. De esta manera es importante analizar y estudiar el fenómeno de regulación aportando nuevas herramientas para su estudio. Por otra parte, la regulación alimentaria es un fenómeno que pocas veces ha sido evaluado y vinculado experimentalmente con mecanismos conductuales relacionados con la ingesta alimentaria (Collier, Hirsh y Kanareck, 1983; Staddon y Zanutto, 1998; Strubbe y Woods, 2004).

En este proyecto los “alimentos sustitutivos” que se utilizaron tenían las características para evaluar la regulación con productos que forman parte de la dieta en humanos. Adicionalmente, los “suplementos alimenticios”, constituyen herramientas poco utilizadas en el estudio del fenómeno de regulación de la conducta alimentaria. La mayoría de los reportes experimentales señalan experimentos con modificaciones en una sola propiedad del alimento: sabor, contenido calórico o presentación (líquida o sólida) (Capaldi, 1996).

Los “suplementos alimenticios” se caracterizan por ser una opción alimentaria para su evaluación experimental debido a que cambian tanto el sabor como la presentación del alimento. Otra característica es que aportan los elementos nutricios y calóricos necesarios para ser complementos de una dieta en humanos como en animales (Kelley, Hill, Steininger, Zhang y Haber; 2003).

Diversos estudios han evaluado el consumo de alimento y peso corporal de ratas expuestas a “suplementos alimenticios” utilizando un determinado sabor (chocolate) y modificando algún tipo de propiedad nutricia (proteínas, vitaminas ó minerales) con el propósito de determinar aspectos de la conducta alimentaria (Cole, 1995; y Levin y Dunn Meynell, 2000). Por otra parte, las investigaciones realizadas con suplementos alimenticios en la psicología experimental se han enfocado a estudios de condicionamiento a sabores y no como alternativas alimentarias para la evaluación de modelos de regulación (Capaldi, 1996).

Independientemente de los resultados obtenidos para determinar los efectos de los “suplementos alimenticios” y sus propiedades nutricias, las investigaciones poco se han interesado en determinar si los suplementos constituyen una herramienta óptima para analizar el fenómeno de la regulación alimentaria. El objetivo de esta tesis fue evaluar los

efectos de los alimentos sustitutivos sobre el consumo de alimento, agua y peso corporal en ratas albinas. En la actualidad el impacto social de este tipo de “alimentación” ha aumentado considerablemente debido a su inserción en la dieta de los países industrializados implicando un cambio de alimentación en la población. Por otra parte, para evaluar el fenómeno de regulación alimentaria se han utilizado manipulaciones experimentales tales como variación de alimento, diferencias en su contenido nutricional o condiciones de privación.

A partir de la anterior evidencia, los objetivos particulares de esta tesis tratarán de responder el siguiente cuestionamiento: ¿El cambio del contenido calórico, del sabor y de la presentación de alimento afectarán la regulación alimentaria inferida a partir del consumo total de calorías? A partir de ésta interrogante, el objetivo general de este trabajo será evaluar los efectos de la alimentación sustitutiva sobre el consumo de alimento, agua y peso corporal en ratas albinas.

Un factor importante que arrojará este estudio, es la aportación de que una dieta modificada, en este caso los “suplementos alimenticios”, dentro de ciertos parámetros temporales y de laboratorio servirá para medir aspectos de la regulación alimentaria en ratas.

En el primer experimento se evaluó el efecto del cambio en el contenido calórico y la presentación (líquida o sólida) del alimento, sobre el consumo de alimento, agua y calorías. En el Experimento 2 se analizaron las mismas variables que en el primer experimento, pero con el objetivo particular de evaluar el consumo de alimento y calorías ante la exposición secuencial de *Nutricubos* y *suplementos alimenticios*, es decir, un primer grupo fue expuesto a *Nutricubos* en las dos primeras horas de acceso y en las dos segundas horas a *suplementos alimenticios*. Este segundo experimento tuvo como objetivo particular

responder al siguiente cuestionamiento ¿la exposición secuencial de los alimentos afecta el consumo de alimento y agua? Finalmente, en el Experimento 3 se analizó el consumo de alimento y calorías ante dos fuentes de alimentación disponible. Este tercer experimento se diseñó a partir de un último cuestionamiento ¿ante dos fuentes de alimentación disponible, los sujetos afectarán su consumo de alimento y agua?

A partir de los anteriores objetivos, la realización de esta tesis pretende contribuir al estudio de la conducta alimentaria de la rata, en particular en el análisis de la ingesta de alimento.

Capitulo 3
Experimento I

Diversos estudios han evaluado el patrón alimentario de la rata a partir de la disponibilidad de alimentos con diferente contenido calórico bajo diferentes condiciones experimentales (Capaldi, Campbell, Sheffer y Bradford, 1987; Young y Shuford, 1955). Por una parte, Collier, Hirsh y Kanareck (1983) demostraron que las ratas pueden regular su consumo de calorías. Ofrecieron alimentos con diversas cantidades de calorías y evaluaron la cantidad de alimento consumido y el total de calorías ingeridas. Señalaron que a pesar de las diferentes concentraciones de energía en las dietas, las ratas consumieron la cantidad de calorías que habitualmente consumen.

Por otra parte, estudios experimentales de la conducta alimentaria de algunos animales como las ratas, han sido consideradas como guías para el estudio de la conducta alimentaria en humanos (Dimitriou, Rice y Corwin, 2000; Polivy y Herman; 1985). Bajo esta perspectiva, para analizar las conductas de alimentación se han utilizado variados procedimientos de origen conductual (como el libre acceso, la privación entre otros) con el propósito de tomar medidas observables y válidas dentro de una investigación experimental (Collier, Hirsh y Kanareck, 1983).

Finalmente, Corwin, Wojnicki, Fischer, Dimitrou, Rice y Young (1998) reportaron que cuando los organismos se encuentran en un periodo de restricción de comida, también se encuentran en un periodo de restricción energética. Señalaron que existe una relación entre el contenido energético de los alimentos y la conducta de comer.

Sin embargo, no se ha evaluado experimentalmente los efectos de modificar el contenido energético, la presentación del alimento (líquida o sólida), el sabor y sus efectos sobre el peso corporal y los consumos de alimento, agua y calorías.

A partir de esto se planteó un primer experimento con el objetivo de evaluar el efecto de los *suplementos alimenticios* sobre el consumo de alimento, agua y peso corporal en ratas. Adicionalmente se evaluó: a) el consumo de calorías obtenidas del alimento; b) el efecto de los diferentes sabores de los *suplementos alimenticios* sobre el consumo de calorías; y, c) el efecto del cambio en la presentación (líquida o sólida) sobre el consumo de calorías.

En la presente tesis el uso de la privación tiene como objetivo: 1) restringir el periodo de alimentación para controlar la observación; 2) controlar la calidad de los suplementos alimenticios ya que se oxidan rápidamente y tienden a coagularse, lo que limita su tiempo de uso; y, 3) controlar el patrón conductual para su análisis.

Método

Sujetos

Ocho ratas de la cepa Wistar (3 meses de edad al inicio del experimento) fueron divididas en 4 grupos de 2 ratas cada uno, 4 hembras (H1, H2, H3, H4) y 4 machos (M1, M2, M3, M4) ingenuas experimentalmente.

Aparatos y Materiales

Se utilizaron 8 cajas-habitación individuales, con medidas de 13cm de altura por 27cm de ancho y 38cm de largo, con una reja metálica en la parte superior, con división para comederos y bebederos. Para el registro del consumo de alimento y peso corporal se utilizó una báscula electrónica de precisión. Croquetas de la marca comercial *Nutricubos* (3.40 Kcal.), especial para animales de laboratorio, fue el alimento que se proporcionó. Su fórmula nutricional fue la siguiente: 3% de grasas, 7% de cenizas, 1 % de calcio, 23% de proteína, 0.6% de fibra, 49% de E.L.N. (extracto libre de nitrógeno), 0.6% de fósforo y 12% de humedad.

Como bebida se utilizó agua durante todo el experimento y durante la manipulación experimental se proporcionó además de agua una solución de *suplemento alimenticio* 115 ml diluidos en 85 ml de agua. Las bebidas se proporcionaron en bebederos graduados de 240 ml.

En la fase experimental el suplemento alimenticio proporcionado fue de la marca comercial *Equate*. Su fórmula nutrimental fue la siguiente: contenido energético: 351 Kcal., proteína: 13 g, grasas: 11 g, carbohidratos: 50 g, Sodio: 240 mg, potasio: 500 mg.

Procedimiento

Una vez adquiridos los sujetos experimentales, se introdujeron al bioterio por 10 días previos al inicio del experimento para su habituación. Se colocaron en cajas individuales, construidas en plástico con aserrín, identificadas con su número de registro, fecha de nacimiento y peso corporal de la rata al inició el experimento. Durante todo este tiempo se mantuvieron en condiciones de libre acceso; fueron manipulados una vez al día y colocados en la báscula para el registro de su peso. Ya iniciado el experimento, todos los sujetos se mantuvieron en la caja habitación y fueron manipulados para el registro de su peso corporal.

Se registró diariamente el peso corporal y el consumo de agua de los sujetos. El consumo de alimento se registró después de las 3 horas de libre acceso. Se calculó el número de calorías consumidas en el alimento y en la solución de *suplementos alimenticios*. Se determinó el número de calorías que aporta el alimento por gramo a partir de la media estandarizada en nutrición animal de 3.4 calorías por gramo consumido. Esta cantidad se multiplicó por el número de gramos consumidos diariamente por el animal. El consumo calórico del suplemento alimenticio, se calculó con el número de calorías que aporta la

concentración de suplemento alimenticio, el cual fue multiplicado por el número de mililitros consumidos diariamente.

Se representó el consumo de alimento y de suplementos alimenticios en centímetros cúbicos (cm³), tanto en la línea base como en la fase experimental, debido a la necesidad de igualar las medidas para su análisis. Esto implicó una ventaja analítica al igualar el consumo de los dos tipos de alimento (*nutricubos y suplementos*) con diferentes presentaciones, ya fuera líquido o sólido. De esta manera, el alimento sólido puede ser comparado en su consumo con el alimento líquido. Otra ventaja importante de igualar las medidas, fue que permitió analizar el consumo de las dos fuentes de alimentación no solo registrando el consumo en cantidad, sino también el consumo de calorías independientemente de la presentación del alimento. Su registro se realizó todos los días a las 9:00 am.

Diseño experimental

Ocho sujetos formaron tres grupos experimentales y uno control, cada grupo estuvo conformado por una hembra y un macho. El primer grupo (M1 y H1) fue asignado a la condición experimental solución vainilla, el segundo grupo (M2 y H2) fue asignado a la condición experimental solución fresa, el tercer grupo (M3 y H3) fue asignado a la condición experimental solución chocolate y el cuarto grupo (M4 y H4) fue asignado como grupo control. La asignación de todos los sujetos se hizo de manera aleatoria.

Cada grupo se expuso a un periodo de línea base, en el cual se implementó un periodo de privación de comida de 21 horas al día con libre acceso de 3 horas, que se mantuvo todo el experimento. Posteriormente fueron expuestos durante 3 horas a una solución líquida (115ml) de alimentación sustitutiva formulada a base de *suplementos*

alimenticios, diluida en 85ml de agua durante 3 días. Se utilizó un sabor diferente para cada grupo experimental (vainilla, fresa ó chocolate). Esta manipulación se repitió 2 veces más durante el experimento. El grupo control fue expuesto a *nutricubos* en el libre acceso de 3 horas durante todo el experimento.

El experimento se dividió en 7 fases. La Fase 1 fue línea base inicial. Las fases 3, 5 y 7 tuvieron una duración de 5 días cada una. En estas fases se proporcionaron 50g de *nutricubos* y 200ml de agua a todos los sujetos. Las fases 2, 4 y 6 tuvieron una duración de 3 días cada una y se proporcionó los 115ml de *suplementos alimenticios*, en sus diferentes sabores, diluido en 85 ml de agua. El grupo control recibió durante estas fases la cantidad de *nutricubos* antes señalada y 200ml de agua.

FASES							
N=8	1	2	3	4	5	6	7
Días	10	3	5	3	5	3	5
Grupos							
Vainilla N=2	NC	SA Vainilla	NC	SA Vainilla	NC	SA Vainilla	NC
Fresa N=2		SA Fresa		SA Fresa		SA Fresa	
Chocolate N=2		SA Chocolate		SA Chocolate		SA Chocolate	
Control N=2		NC		NC		NC	
SA= Suplemento Alimenticio NC= Nutricubos N= Numero de sujetos							

Tabla 2. Diseño del Experimento I. Se representan las 7 fases que conformaron el experimento. En todas las fases se implementó un periodo de privación de 21 horas por 3 de libre acceso.

Resultados

Las figuras 1, 2, 3, 4, 5 y 6 muestran los datos del peso corporal, el consumo de agua, el consumo de alimento, el consumo de calorías, el promedio de consumo de calorías durante todas las fases en hembras y machos y el consumo en promedio de calorías comparando línea base y libre acceso con fase experimental de cada sujeto respectivamente. En las

figuras de la 1 a la 4, se muestran los datos de los machos en la primera columna y de las hembras en la segunda columna, mientras que en las figuras 5 y 6 los machos se presentan en la parte superior y las hembras en la parte inferior. En las figuras de la 1 a la 4, el periodo de libre acceso se representa con una línea, y la exposición a los *suplementos alimenticios* con círculos negros. Los círculos blancos representan el periodo de fase experimental en los grupos control. En las figuras 5 y 6 las barras grises representan la línea base y libre acceso y las barras blancas las fases experimentales. Las barras rayadas representan las fases experimentales en los grupos control.

La Figura 1 muestra el peso corporal de machos y hembras. En general todos los sujetos presentaron un peso corporal constante a través de todo el experimento, es decir, se puede observar una curva de crecimiento propia de la especie en todos los sujetos. Se observó una disminución en el peso corporal en algunos de los sujetos experimentales (M1, M2 y M3) durante la exposición de todos los periodos de *suplementos alimenticios*. Por su parte, los sujetos control presentaron un peso corporal acorde a la curva de crecimiento propia de la especie durante todo el experimento.

La Figura 2 muestra los resultados del consumo de agua. En general se observó una disminución en el consumo durante los periodos de exposición a los *suplementos alimenticios*. Esta disminución se mantuvo durante el primer día de los periodos post-experimentales. El consumo durante este periodo, fue similar al registrado el último día del periodo experimental. Este fenómeno se registró tanto en hembras como en machos. A su vez, el consumo de agua se restableció entre el segundo y tercer día después del retorno a línea base, sin embargo, en los sujetos M1, M2, M3, H1 y H2 se observa una disminución en el consumo de agua el día anterior a la reexposición a la fase experimental. Los sujetos control mostraron un consumo de agua entre 30 y 60 mililitros hasta la mitad del

experimento (20 días) después de este periodo su consumo de agua fue entre 20 y 40 mililitros por día.

La Figura 3 muestra los resultados del consumo de alimento. Se observaron consumos de alimento en un rango de entre 40 y 50 cm³ durante los periodos de presentación de *suplementos alimenticios*, en comparación con los 10 a 15 cm³ registrados en el periodo de línea base en los sujetos experimentales. Este fenómeno se observó en los machos. En contraparte las hembras, mostraron un consumo de alimento en un rango de entre 30 y 40 cm³, en comparación con los 5 a 12 cm³ registrados en línea base, con excepción del sujeto H1, que presentó un rango entre 20 y 40 cm³ en los periodos de fase experimental. Los sujetos control no mostraron diferencias en el consumo.

La Figura 4 muestra los resultados del consumo de calorías obtenidas de los *nutricubos* y de los *suplementos alimenticios* en todos los sujetos. Se observa una tendencia a igualar el consumo de calorías durante las fases de exposición a los suplementos alimenticios con lo registrado en línea base. Se observa que la igualación en el consumo es más estable en hembras que en machos. En el caso de los sujetos M3 y H3 se observa que la tendencia a igualar el consumo de calorías aumenta progresivamente, en cuanto a igualar el consumo en fase experimental con la línea base de los sujetos, en comparación con el resto de los sujetos.

La Figura 5 muestra el promedio de consumo de calorías por fases en todos los sujetos. Las barras grises representan el consumo de calorías en ausencia de suplementos alimenticios (1, 3, 5 y 7), las barras blancas representan las fases con suplementos alimenticios (2, 4 y 6). Las barras rayadas representan la fase de *suplementos alimenticios* en los sujetos control. Al igual que en la Figura 4 se observa una tendencia a igualar el

consumo de calorías durante las fases de exposición a los *suplementos alimenticios* con lo registrados en la línea base.

La Figura 6 muestra el promedio de consumo de calorías totales durante el experimento tanto en machos como hembras, las barras grises representan las fases de línea base (1), y las barras blancas representan las fases con suplementos alimenticios (2). Las barras rayadas representan la fase de *suplementos alimenticios* en los sujetos control. En general se observa una tendencia de igualar el consumo de calorías totales entre las fases sin *suplementos alimenticios* y las fases con exposición a *suplementos alimenticios*. Los machos muestran una diferencia de calorías consumidas en un promedio de 10 calorías, exceptuando el M4 quien su diferencia de consumo de calorías es mayor a 15. En las hembras el promedio del consumo de calorías es menor a 10. Presentando así una mayor igualación en el consumo de calorías en promedio en las hembras en comparación con los machos.

Peso corporal

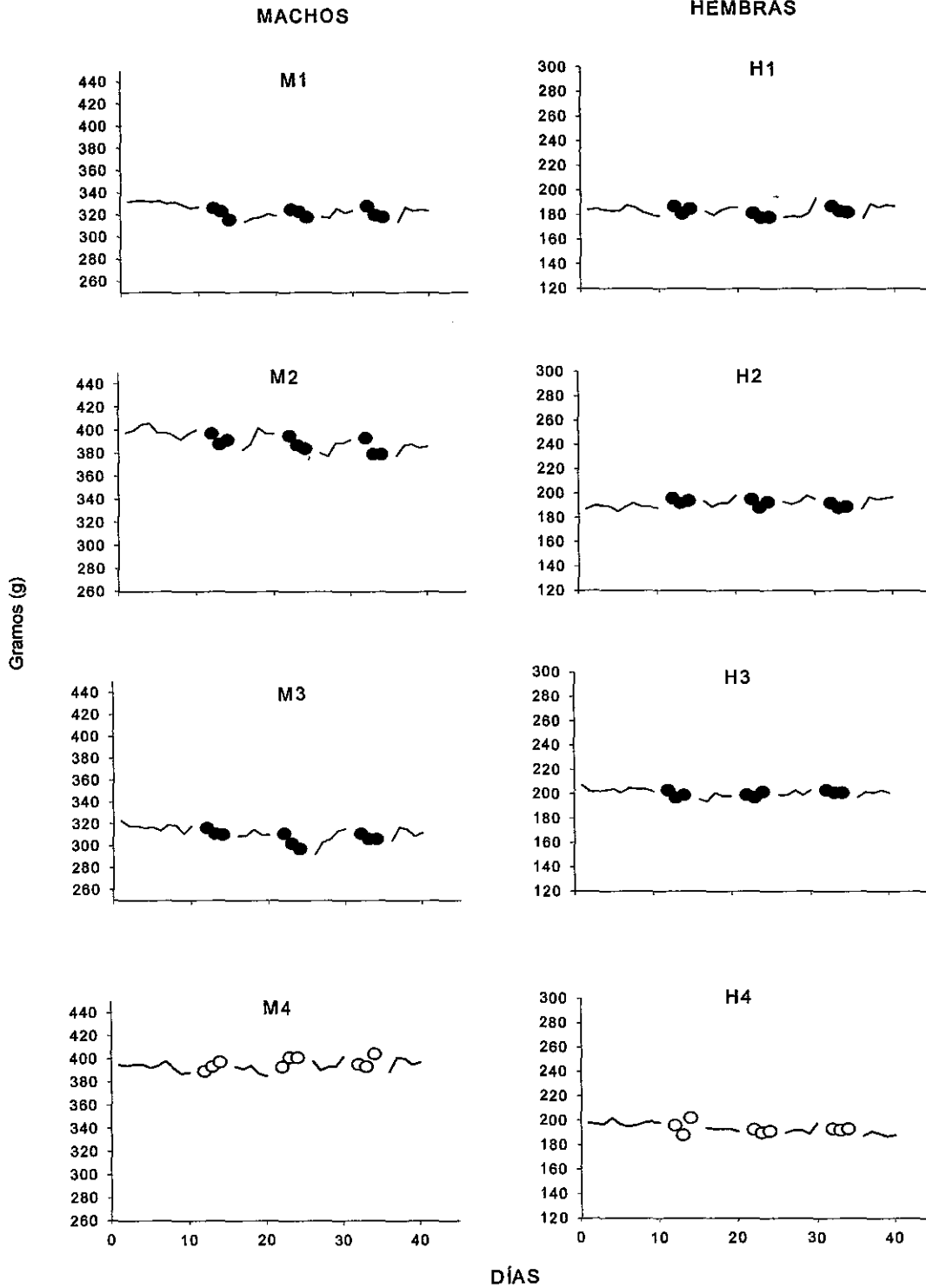


Figura 1. Representa los datos del peso corporal de hembras (H) y machos (M). En la columna izquierda se muestran los datos de los machos y en la columna derecha los de las hembras. M4 y H4 representan los sujetos control. La línea indica la condición de libre acceso y los círculos negros el periodo experimental con suplementos alimenticios. Los círculos blancos en los sujetos control representan la fase en que los sujetos experimentales estuvieron expuestos a *suplementos alimenticios*.

Consumo de agua.

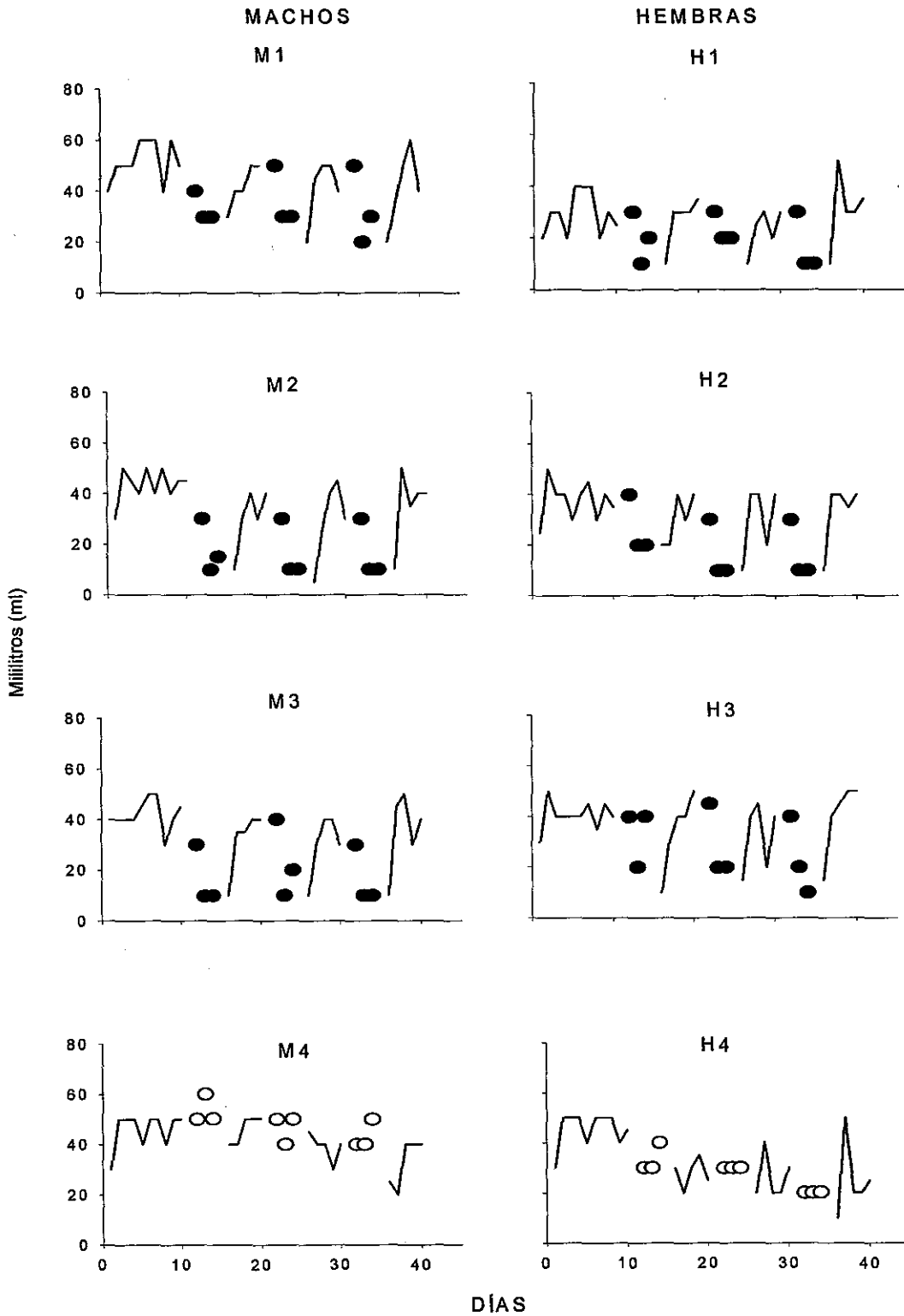


Figura 2. Representa los datos del consumo de agua de hembras (H) y machos (M). En la columna izquierda se muestran los datos de los machos y en la columna derecha los de las hembras. M4 y H4 representan los sujetos control. La línea indica la condición de libre acceso y los círculos negros el periodo experimental con suplementos alimenticios. Los círculos blancos en los sujetos control representan la fase en que los sujetos experimentales estuvieron expuestos a suplementos alimenticios.

Consumo de alimento.

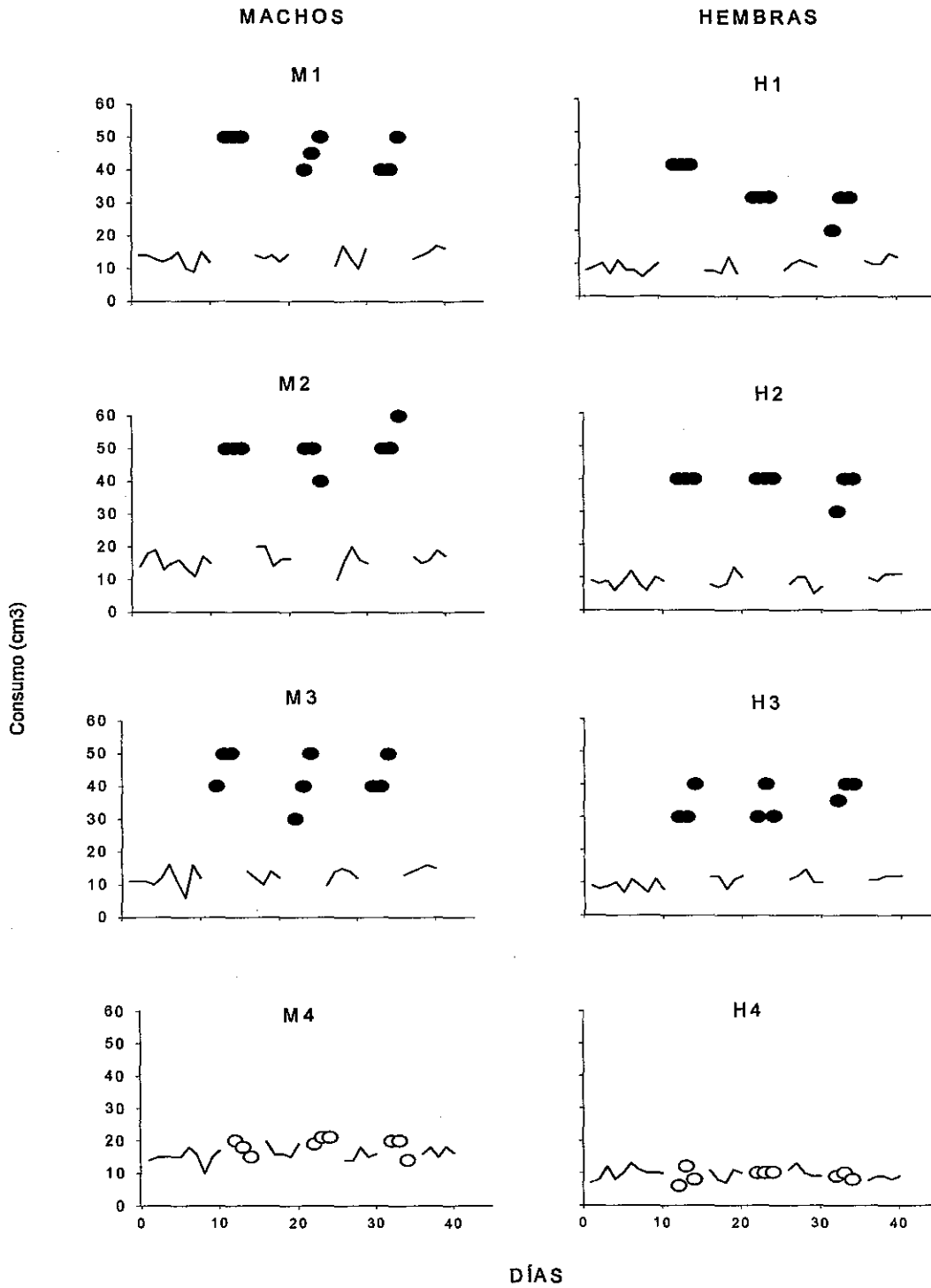


Figura 3. Representa los datos del consumo de alimento de hembras (H) y machos (M). En la columna izquierda se muestran los datos de los machos y en la columna derecha los de las hembras. M4 y H4 representan los sujetos control. La línea indica la condición de libre acceso y los círculos negros el periodo experimental con suplementos alimenticios. Los círculos blancos en los sujetos control representan la fase en que los sujetos experimentales estuvieron expuestos a suplementos alimenticios.

Consumo de calorías

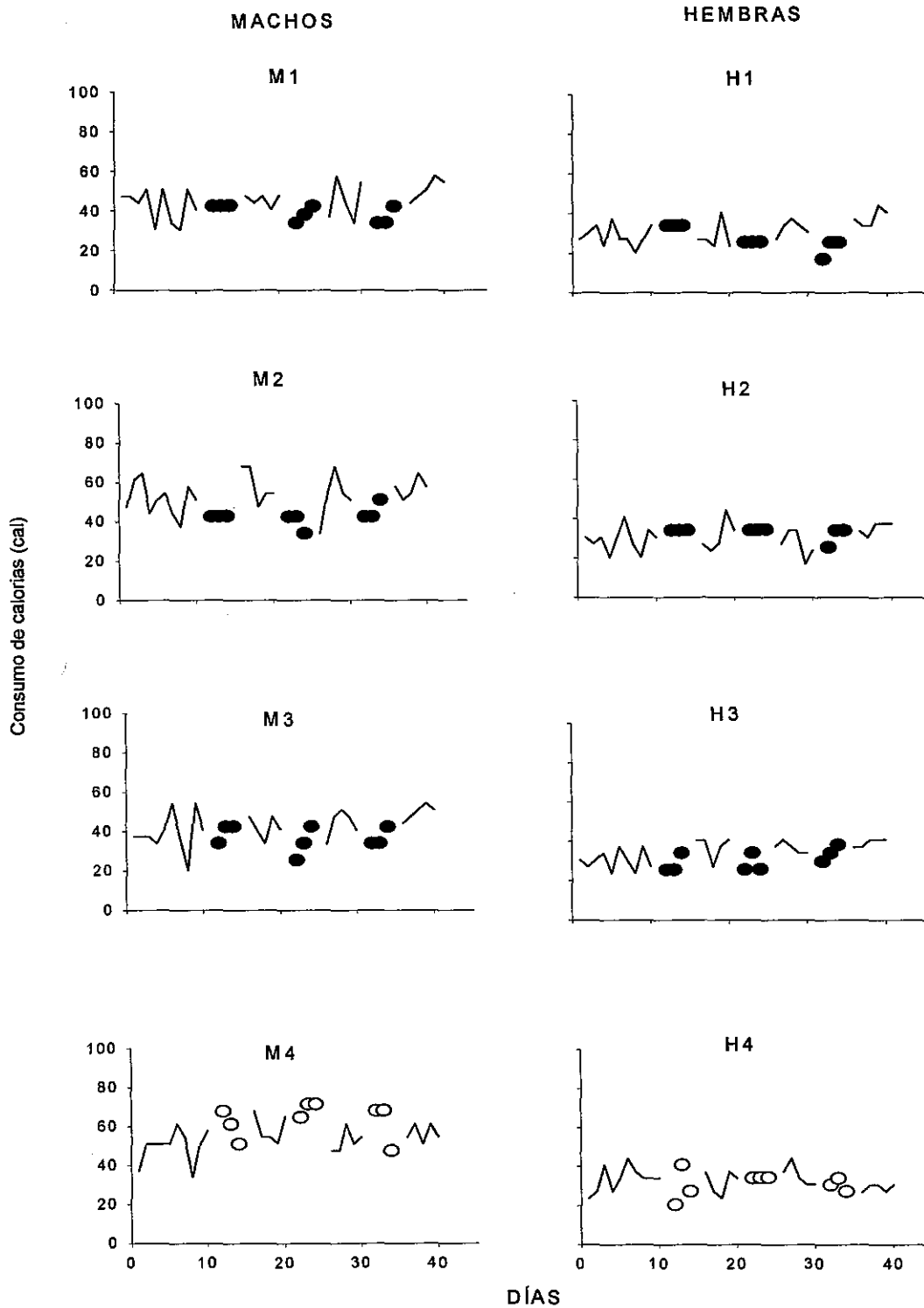


Figura 4. Representa los datos del consumo de calorías de hembras (H) y machos (M). En la columna izquierda se muestran los datos de los machos y en la columna derecha los de las hembras. M4 y H4 representan los sujetos control. La línea indica la condición de libre acceso y los círculos negros el periodo experimental con suplementos alimenticios. Los círculos blancos en los sujetos control representan la fase en que los sujetos experimentales estuvieron expuestos a suplementos alimenticios.

Promedio del consumo de calorías

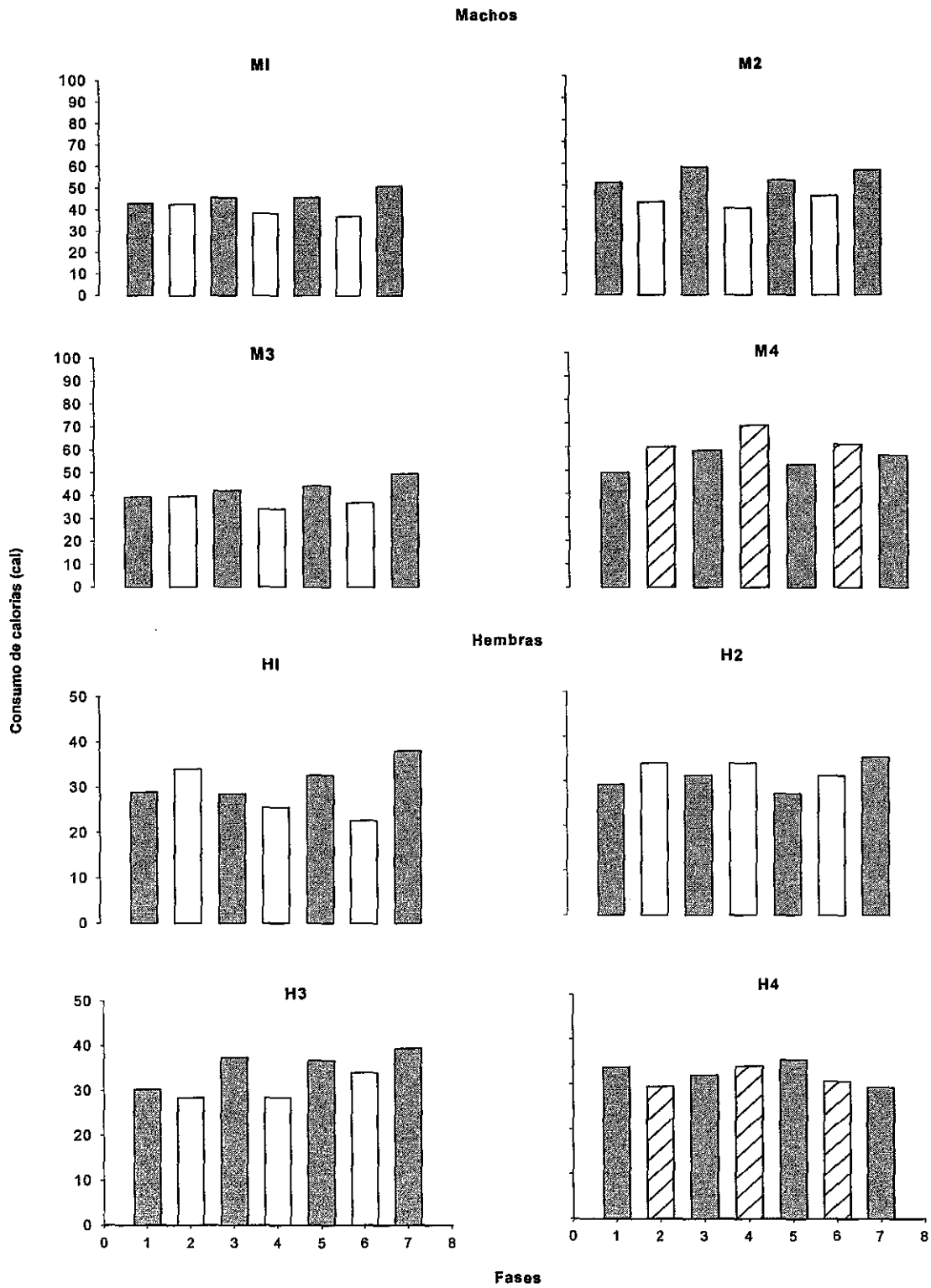


Figura 5. Representa los datos del consumo de calorías en promedio en las fases en hembras (H) y machos (M). En la parte superior se muestran los datos de los machos y en la parte inferior los de las hembras. M4 y H4 representan los sujetos control. Las barras grises indican la condición de libre acceso y las barras blancas el periodo experimental con suplementos alimenticios. Las barras rayadas en los sujetos control representan la fase en que los sujetos experimentales estuvieron expuestos a *suplementos alimenticios*.

Promedio del consumo total de calorías de cada sujeto

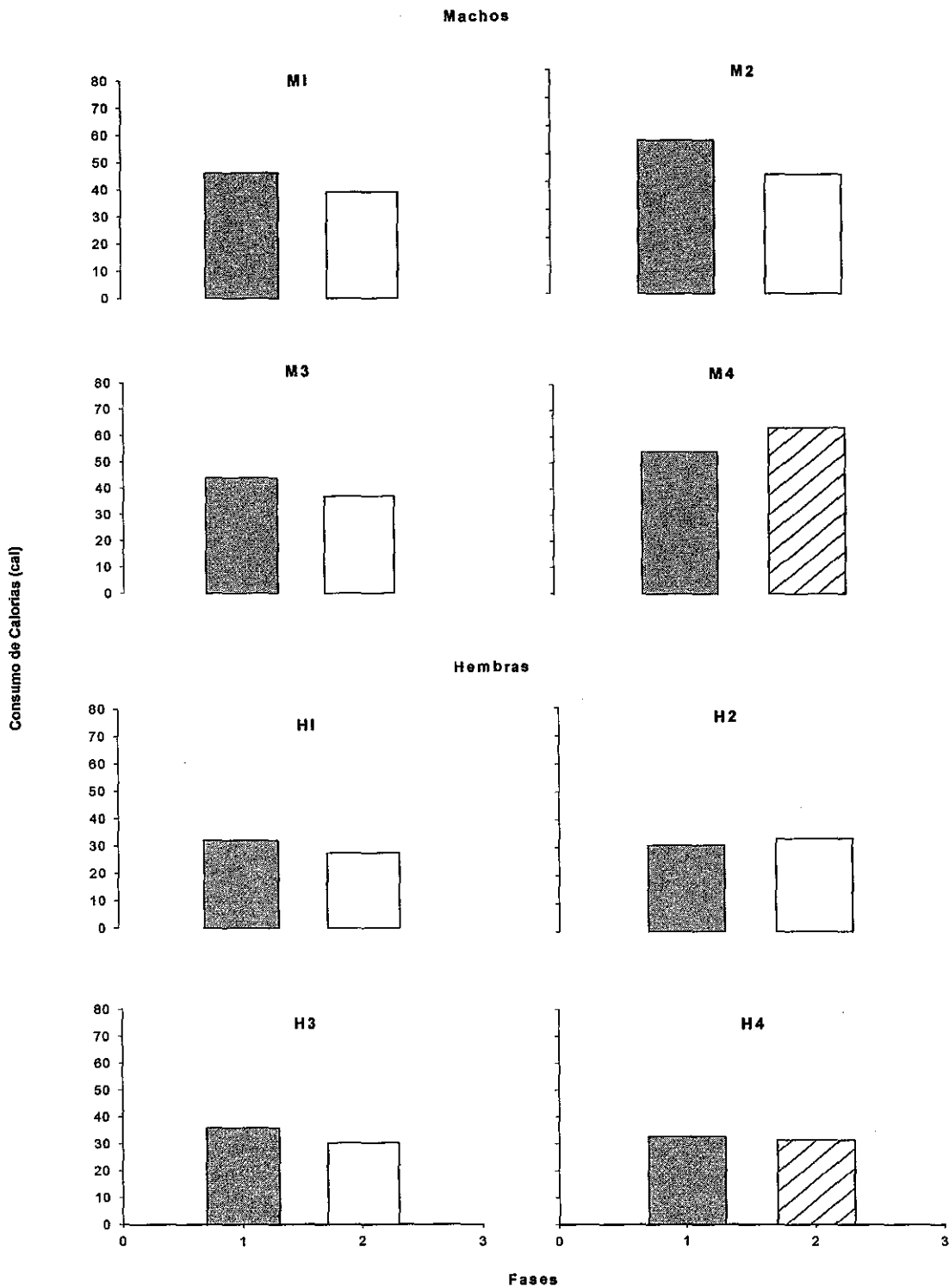


Figura 6. Representa los datos del promedio de consumo de calorías en hembras (H) y machos (M). En la parte superior se muestran los datos de los machos y en la parte inferior los de las hembras. M4 y H4 representan los sujetos control. Las barras grises indican la condición de libre acceso y las barras blancas el periodo experimental con suplementos alimenticios. Las barras rayadas en los sujetos control representan la fase en que los sujetos experimentales estuvieron expuestos a *suplementos alimenticios*.

Discusión

Los resultados mostraron que: 1) El peso corporal se mantuvo constante, 2) la presentación del alimento suplementario (líquido) no alteró el consumo de calorías de los sujetos, 3) se registró un mayor consumo de *suplementos alimenticios* con lo que se igualó el consumo de calorías obtenidas del alimento de laboratorio (Nutricubos), 4) se presentó una disminución en el consumo de agua en los periodos con *suplementos alimenticios* y en el primer día del periodo post experimental, al parecer relacionada con la presentación líquida de los *suplementos alimenticios*, 5) se observó una mayor tendencia de igualación en la obtención de calorías por parte de las hembras que en los machos, logrando una regulación conductual en la ingesta calórica en el consumo total en promedio de calorías durante todo el experimento.

Los datos sugieren que los sujetos regulan el consumo de alimento con base en la cantidad de calorías que obtienen de los *Nutricubos* y de los *suplementos alimenticios*. La diferencia en el sabor de los *suplementos alimenticios* no alteró la regulación energética de los sujetos para la obtención de calorías.

Nuestros datos son compatibles con lo reportado por Jhonson (1986). Este investigador comparó patrones de consumo de alimento con diferente densidad calórica. Reportó que las ratas mantenían un consumo diario constante de calorías y consumían mayores porciones de comidas bajas en calorías, que aquellas porciones con alta densidad calórica. Mencionó que el consumo de alimentos con alto contenido calórico fue consumido con mayor rapidez, que los de menos densidad calórica. Jhonson (1986) concluyó que el consumo calórico actúa directamente sobre la ingesta de la comida.

Por otra parte, los resultados de esta tesis mostraron que el peso corporal se mantuvo constante. Según Staddon (2003) este fenómeno se debe al balance de energía que

se mantiene a pesar de la variación en la disponibilidad del alimento o de las calorías y esto no determina cambios significativos en el peso corporal o en los consumos de alimento de las ratas.

Por otra parte, la presentación del alimento suplementario (líquido) no alteró el consumo de calorías de los sujetos. De esta manera estos resultados contrastan con aquellos experimentos que enfatizan que el sabor del alimento y su presentación (líquido o sólido) son variables que tienen un papel fundamental en el control de la cantidad de alimento que se consume y en la regulación calórica (Woodworth y Schlosberg, 1954). Sin embargo, Young (1941) señaló que las respuestas discriminativas ante los alimentos están basadas en la experiencia sensorial de los mismos, apelando a los sentidos del gusto y del olfato como las bases sensoriales de la conducta apetitiva.

Se registró un mayor consumo de *suplementos alimenticios* en la fase experimental, igualando el consumo de calorías obtenidas del alimento de laboratorio observadas en la línea base (Nutricubos). Los resultados obtenidos en esta tesis, son complementarios a estudios previamente realizados los cuales mencionan que las ratas ajustan su ingesta de calorías cuando se les ofrecen alimentos con distintos valores calóricos (Dimitrou, Rice y Corwin, 2000).

Se presentó una disminución en el consumo de agua en los periodos con suplementos alimenticios (experimental) y en el primer día del periodo post experimental, al parecer relacionado con la presentación líquida de los suplementos alimenticios. Este efecto inició durante la fase experimental y se mantuvo hasta el primer día del periodo post experimental en todos los sujetos. Este efecto se replicó en todas las fases, tanto en hembras como en machos. Una posible explicación a este fenómeno es que el consumo de agua disminuye debido a que la obtuvieron del alimento con presentación líquida. Así, los

animales aprendieron a beber la cantidad de agua requerida por el tipo de dieta que tienen disponible (Capaldi, 1996).

Por otra parte se observó que las hembras presentan un consumo similar de calorías durante todo el experimento, independientemente del tipo de alimento al que fueron expuestas. Esta característica se presenta con más regularidad que en los machos, logrando una regulación conductual en la ingesta calórica en el consumo total en promedio de calorías durante todo el experimento. Esto apoya lo mencionado por Premack, (1959) quien enfatizó que la estabilidad del comportamiento es la tendencia de los organismos a emitir respuestas similares dondequiera que el medio ambiente adquiera características y alternativas variables, y esta tendencia se presenta dependiendo de la duración de la sesión de observación y de las actividades a las que tienen acceso los sujetos, y debe de ser representativa caracterizándose por mostrar un patrón regular del comportamiento al cual los organismos se adecuan.

Por otra parte, Baker (1954), Reid y Finger (1955) y Lawrence y Mason (1955) señalaron que los sujetos experimentales sometidos a programas de privación con periodos de libre acceso limitado modifican su consumo de alimento con tendencia a igualarlo con respecto a la línea base. Se podría argumentar que este hallazgo también se presentó en el experimento anteriormente descrito y que no sólo se da en la ingesta alimentaria sino en el consumo calórico.

Estos resultados son acordes con la propuesta psicológica de los determinantes de la conducta en la que se sugiere que los organismos modifican su conducta cuando el medio alimentario es modificado. Tal conducta tiene como objetivo mantener la integridad del organismo (Young, 1966).

Capitulo 4

Experimento II

Una vez determinado el efecto de los *suplementos alimenticios* sobre la conducta alimentaria (consumo de alimento y calorías), el siguiente experimento evaluará los efectos de los *suplementos alimenticios* sobre la ingesta de alimento y calorías ante la exposición de una secuencia de *Nutricubos* seguida de *Suplementos alimenticios*, y viceversa. Un primer grupo estará expuesto a *Nutricubos* durante las dos primeras horas de acceso y en las segundas dos horas a *suplementos alimenticios*. El segundo grupo estará expuesto las primeras dos horas a *suplementos alimenticios* y en las segundas dos horas a *Nutricubos*.

Diversos autores han afirmado que la periodicidad del patrón alimentario en la rata es producto de la regulación de energía (Collier, Hirsh y Kanareck, 1983; Davis y Levine 1977; Keeseey, 1986; Lane, Ingram y Roth, 1999; Mayer, 1955; Staddon y Zanutto, 1998; Staddon, 2003). Weingarten (1990) y Strubbe y Woods (2004) señalaron que la comprensión del fenómeno de la regulación de energía, desde una perspectiva conductual, debe enfocarse en determinar cómo el organismo controla y distribuye la conducta de comer para mantener su homeostasis y sobrevivir.

Recientemente, Staddon (2003) señaló que la conducta de comer puede explicarse desde dos puntos de vista: la selección de comida y el balance de energía. Afirmó que los animales pueden aprender acerca de los valores nutricionales o energéticos de las comidas. Staddon (2003) reportó que los animales muestran preferencia por aquellos alimentos que contienen los nutrientes o el balance energético necesarios para su adecuado funcionamiento y rechazan aquellos que tienen un déficit de estas características. Por otro lado, Young (1941, 1948 y 1949) demostró que las ratas adquirirían preferencias por ciertos alimentos independientemente de su estado fisiológico, ya sea por un déficit de calorías o de nutrientes.

A partir de la evidencia anterior el objetivo de este experimento será evaluar el consumo de alimento y calorías ante un procedimiento de exposición a una secuencia de alimento.

Método

Sujetos

Doce ratas de la cepa Wistar, 6 machos (M1, M2, M3, M4, M5, M6) y 6 hembras (H1, H2, H3, H4, H5, H6), con 3 meses de edad al inicio del estudio. El número de sujetos se aumentó para un mayor control experimental.

Aparatos y Materiales

Los mismos aparatos y materiales que se usaron en el Experimento I se utilizaron en el Experimento II, excepto que se utilizaron 12 cajas habitación.

Procedimiento

El mismo procedimiento que se utilizó en el Experimento I.

Diseño experimental

Se formaron 2 grupos, cada uno con tres hembras y tres machos. La asignación de los sujetos se realizó de forma aleatoria.

El primer grupo (M1, M3, M5, H1, H3, H5) fue expuesto durante la fase experimental al alimento especial para laboratorio (*nutricubos*) durante 2 horas, seguidas de 2 horas de *suplementos alimenticios* en la misma cantidad que se utilizó en el Experimento 1. El segundo grupo (M2, M4, M6, H2, H4, H6) fue expuesto a las mismas condiciones, solo que la presentación del alimento fue invertida; es decir, primero, se expuso a los *suplementos alimenticios* y al terminar las primeras 2 horas, fueron expuestos

al alimento especial para laboratorio (*nutricubos*). De esta manera se controló la secuencia de exposición a los alimentos utilizados. Los sabores utilizados fueron los mismos que en el Experimento 1

El experimento contó con 7 fases. La Fase 1 fue de línea base con una duración de 5 días. En las fases 3, 5 y 7 se repitieron las condiciones de la Fase 1. En las fases 2, 4 y 6 se expuso a los sujetos del grupo uno al alimento *nutricubos* por dos horas y a los *suplementos alimenticios* por las dos horas siguientes. El grupo dos fue expuesto a las mismas condiciones, sólo que la secuencia fue invertida. Durante todo el experimento el acceso al alimento fue por 4 horas, en el tiempo restante se implementó un periodo de privación de comida de 20 horas al día (Tabla 3).

FASES							
N=12	1	2	3	4	5	6	7
Días	5	5	5	5	5	5	5
Grupos							
Nutricubos / Suplemento N = 6	NC (4 hrs.)	NC (2 hrs.) SA (2hrs.)	NC (4 hrs.)	NC (2 hrs.) SA (2hrs.)	NC (4 hrs.)	NC (2 hrs.) SA (2hrs.)	NC (4 hrs.)
Suplemento / Nutricubos N = 6		SA (2 hrs.) NC (2hrs.)		SA (2 hrs.) NC (2hrs.)		SA (2 hrs.) NC (2hrs.)	
SA= Suplemento Alimenticio NC= Nutricubos N= Numero de sujetos							

Tabla 3. Diseño del Experimento 2. El experimento tuvo una duración de 40 días. En todas las fases se implementó un periodo de privación de 20 horas por 4 horas de libre acceso.

Resultados

La Figura 7 muestra los datos individuales del registro del peso corporal del grupo uno y grupo dos respectivamente, la Figura 8 muestran el consumo de agua, la Figura 9 el consumo de comida, la Figura 10 el consumo de calorías obtenidas en el alimento, la Figura 11 el consumo de calorías en promedio por fases durante el experimento y la Figura 12 el promedio del consumo de calorías entre fases de línea base y fases experimentales. Las líneas continuas representan las fases de línea base y de libre acceso sin *suplementos alimenticios*. Las fases experimentales se representan con círculos negros (Figuras 7 y 8). En las Figuras 9 y 10 las líneas continuas representan las fases de línea base y de libre acceso sin suplementos, los círculos negros representan el consumo de nutricubos y los triángulos blancos el consumo de suplementos alimenticios en las fases experimentales. En cada figura se muestran los datos de los grupos experimentales. En el panel superior se presentan los datos del Grupo 1 (exposición a nutricubos seguido de suplementos) y en la panel inferior los datos del Grupo 2 (exposición a suplementos seguido de nutricubos). Las gráficas superiores de cada panel muestran los datos de los machos y las inferiores de las hembras en cada grupo. La Figura 11 muestra el promedio de consumo de calorías durante cada fase del experimento, las barras grises representan las fases sin *suplementos alimenticios* mientras que las barras blancas representan las fases con suplementos alimenticios. Finalmente, en la Figura 12 se representa el promedio del consumo de calorías. En el panel superior se muestra el consumo de calorías de machos y hembras, mientras que en el panel inferior se representa el consumo de calorías de los 2 grupos experimentales

En la Figura 7 se muestran en la parte superior los datos del peso corporal del Grupo 1, expuesto durante las dos primeras horas a *nutricubos* y las siguientes dos horas a los

suplementos alimenticios. Se puede observar una curva de crecimiento propia de la especie en todos los sujetos. En la parte inferior de la Figura 7, se muestran los datos del peso corporal del segundo grupo, el cual estuvo expuesto las dos primeras horas a *suplementos alimenticios* y las siguientes dos horas a *nutricubos*. Al igual que en el Grupo 1, se observan las mismas características.

En la parte superior de la Figura 8, se muestran los datos del consumo de agua del Grupo 1, se presenta un aumento del consumo de agua previo a las fases experimentales con respecto a la línea base, presentándose en 5 de los 6 sujetos en diferentes momentos del estudio, el sujeto H5 presenta un patrón irregular en el consumo de agua. En la parte inferior de la Figura 8 se muestra el consumo de agua del Grupo 2. Se presentan patrones irregulares en 2 de los 6 sujetos (M2, M4), y el aumento del consumo de agua previo a las fases experimentales son más consistentes en los demás sujetos. En los dos grupos se presenta una disminución del consumo de agua en las fases experimentales.

En la Figura 9 en la parte superior se muestran los datos del consumo de alimento en el Grupo 1, que se representa en cm³. Se muestra un patrón de disminución en el consumo de *nutricubos* en todos los sujetos sobre todo en la segunda y tercera fase experimental. Un fenómeno interesante es el que se presenta en la segunda fase experimental en los sujetos M1, M3, M5 Y H1, en el cual se observa un aumento del consumo de *suplementos alimenticios* en comparación al consumo en la primera y tercera Fase. En la parte inferior de la Figura 9 se muestra el consumo de alimento del Grupo 2. El consumo es similar al del primer grupo en lo que respecta a la ingesta de *nutricubos*, con excepción del M6, H4 Y H6. Por el contrario, la ingesta de *suplementos alimenticios* se mantiene por encima de 20cm³ en todas las fases experimentales.

En la Figura 10 en la parte superior se muestra el consumo de calorías obtenidas de los *nutricubos* y los *suplementos alimenticios* del Grupo 1. Se observa un mayor consumo de calorías obtenidas de los *nutricubos* en comparación con las obtenidas de los *suplementos alimenticios* en la mayoría de los sujetos en la primera fase experimental, con excepción del sujeto H5. En la segunda y tercera fase experimental se muestra un consumo de calorías similares, obtenidas tanto de los *nutricubos* como de los *suplementos alimenticios* con excepción del sujeto M1, su obtención de calorías fue similar a lo observado en la primera fase experimental en la mayoría de los sujetos. En la parte inferior de la Figura 10 se muestra el consumo de alimento del Grupo 2, al igual que en el Grupo 1, los sujetos presentan consumo de calorías similares, que se obtienen de los *nutricubos* y de los *suplementos alimenticios*. En los machos del Grupo 2 se presentan este fenómeno con mayor claridad que en el Grupo 1. Las hembras no presentan diferencias de este fenómeno en ninguno de los 2 grupos

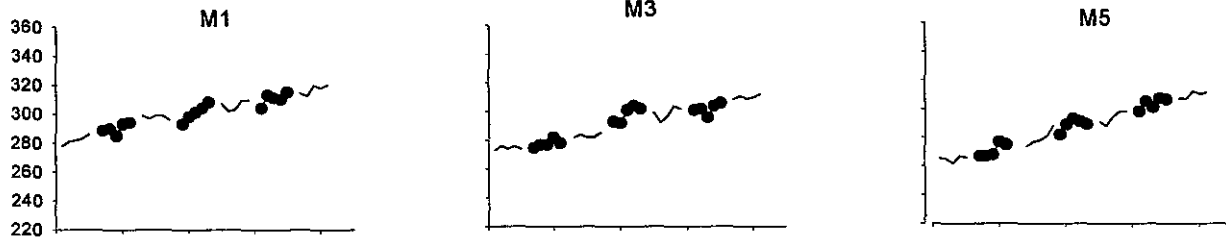
En la Figura 11 se muestra el promedio de consumo de calorías por fases durante el experimento en todos los sujetos. Las barras grises representan el promedio del consumo de calorías en todas las fases en situación de la línea base (1, 3, 5 y 7), las barras blancas (2, 4 y 6) representan las fases experimentales (*nutricubos* y *suplementos*) en el Grupo 1 (panel superior) y (*suplementos* y *nutricubos*) en el Grupo 2 (panel inferior). En general se presenta un consumo de calorías similar en el promedio en la mayoría de los sujetos comparando las fases experimentales con las fases de línea base, con excepción de los sujetos M1, H3, H5, M4 Y M6.

En la Figura 12 se muestra el promedio de calorías consumidas en las condiciones de línea base y fase experimental en machos y hembras en el panel superior, mientras que en el panel inferior se presentan los datos entre grupos. En lo que respecta a las gráficas de los

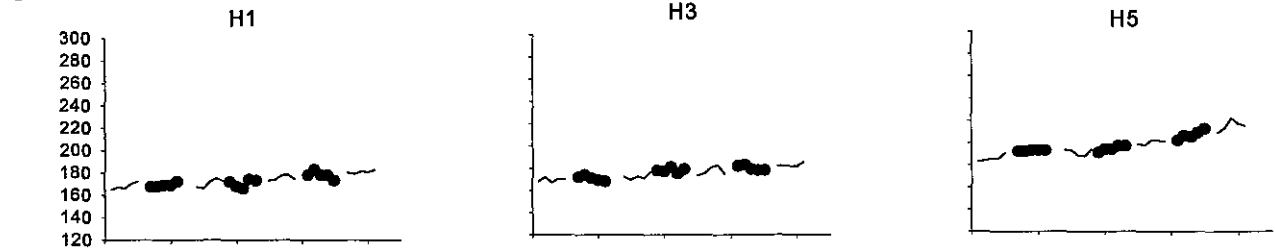
machos, la diferencia del consumo de calorías es mayor a 10 entre las fases, contrario a la grafica de las hembras las cuales su diferencia es menor a 5 entre fases, de esta manera, las ratas hembras regulan mejor el consumó calórico. En el panel inferior que presenta los datos entre grupo, las diferencias en el consumo de calorías no ascienden a 10 calorías en promedio entre los 2 grupos.

**Peso Corporal
Grupo 1**

MACHOS

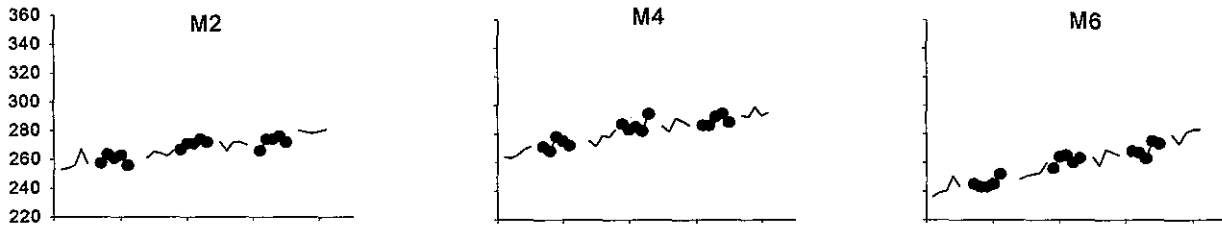


HEMBRAS



Grupo 2

MACHOS



HEMBRAS

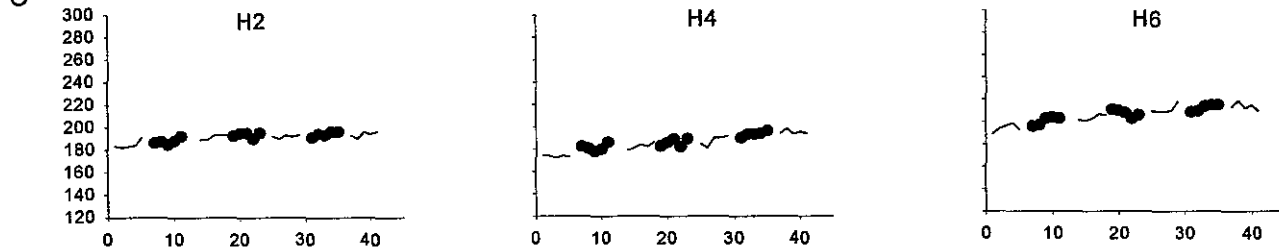
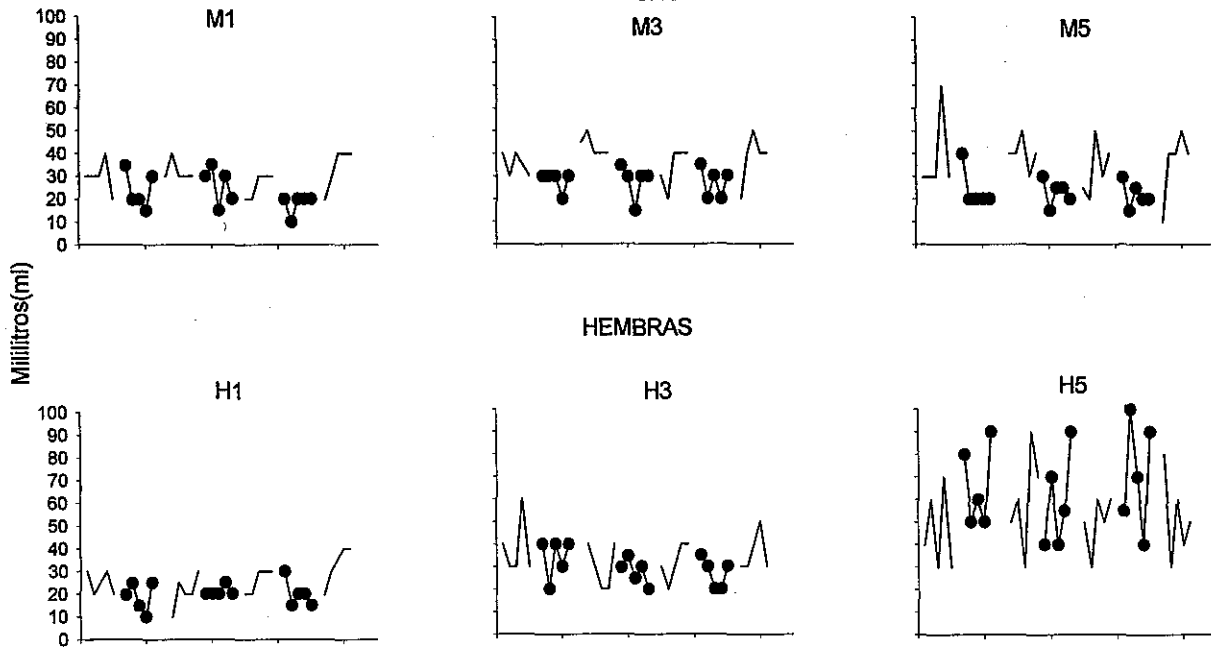


Figura 7. Muestra los datos de hembras (H) y machos (M) del primer y segundo grupo. La grafica presenta los datos del peso corporal. La línea representa la condición de libre acceso, los círculos negros los días de exposición a la solución de suplementos alimenticios y a los nutricubos.

Consumo de Agua

Grupo 1

MACHOS



Grupo 2

MACHOS

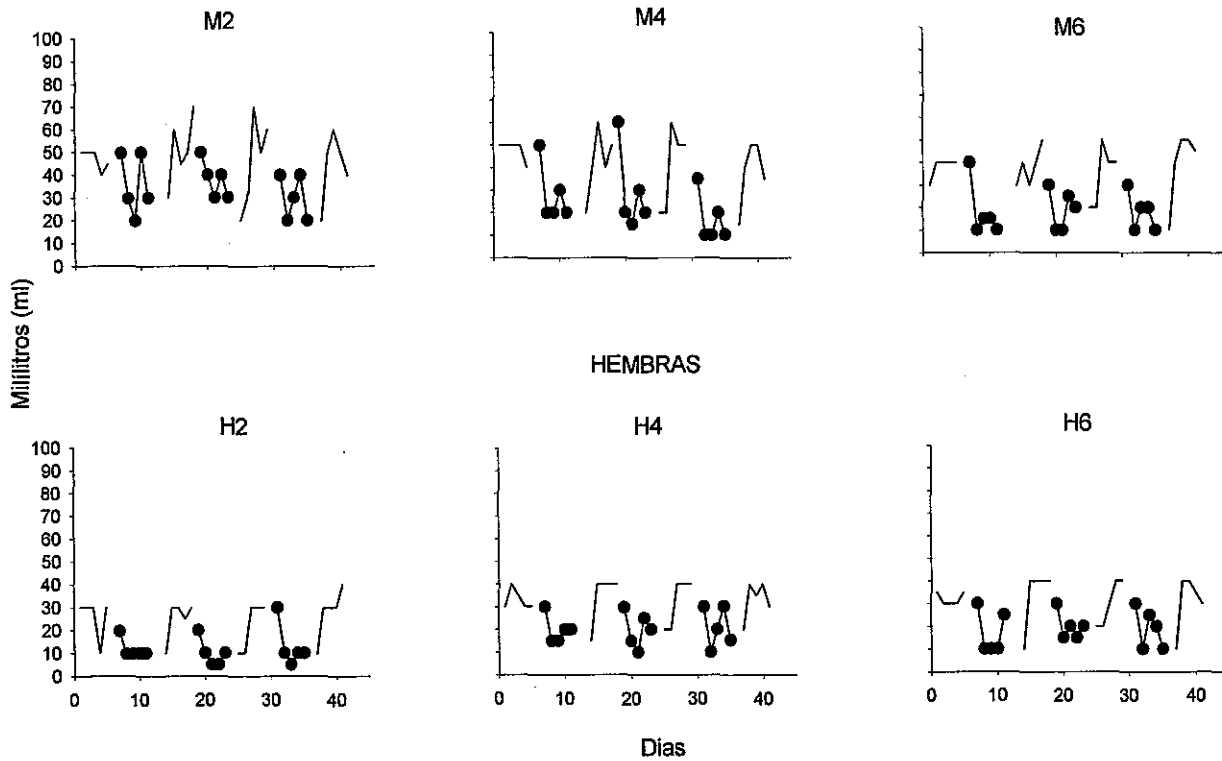


Figura 8. Muestra los datos de hembras (H) y machos (M) del primer y segundo grupo. La grafica presenta el consumo de agua durante todo el experimento. La línea representa la condición de libre acceso, los círculos negros los días de exposición a la solución de suplementos alimenticios y a los nutricubos.

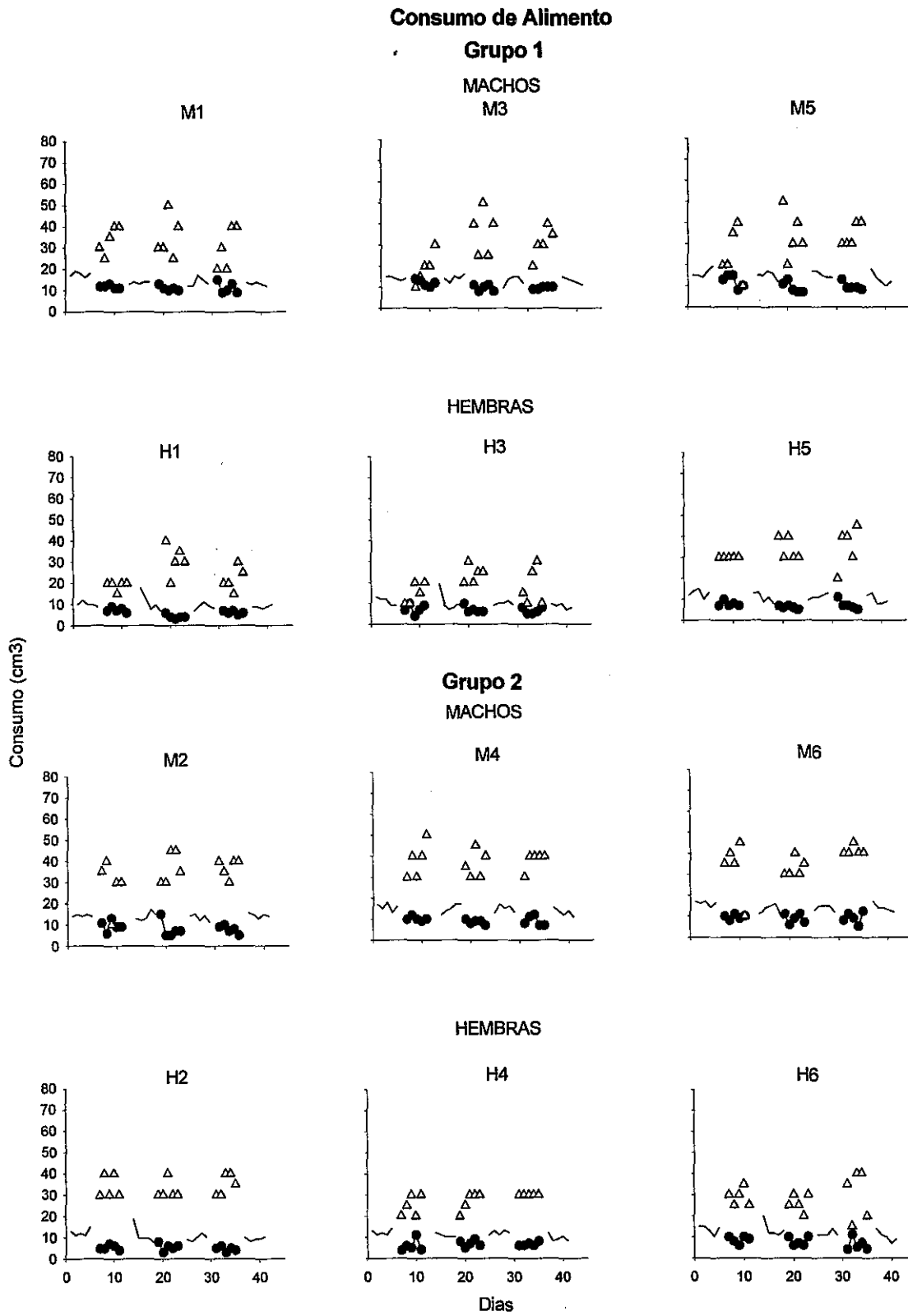
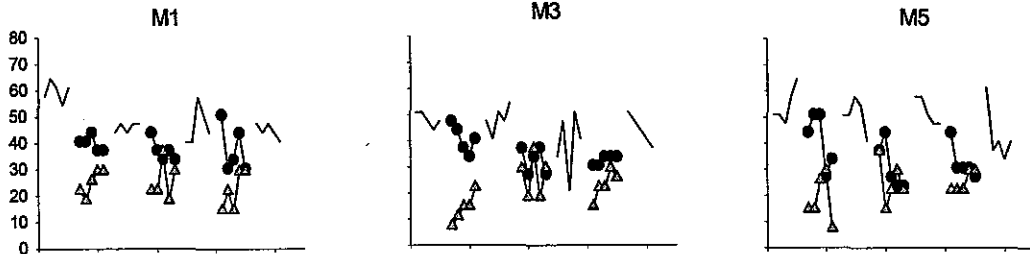


Figura 9. Muestra los datos de hembras (H) y machos (M) del primer y segundo grupo. La grafica presenta el consumo de alimento durante todo el experimento. La línea representa la condición de libre acceso, los círculos negros el consumo de nutricos y los triángulos blancos el consumo de suplementos alimenticios.

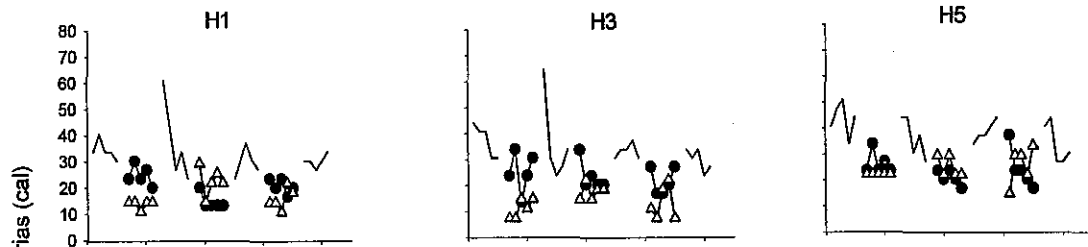
Consumo de Calorias

Grupo 1

MACHOS

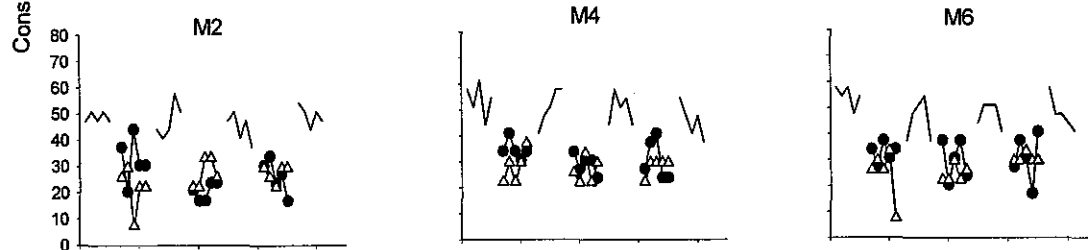


HEMRAS



Grupo 2

MACHOS



HEMRAS

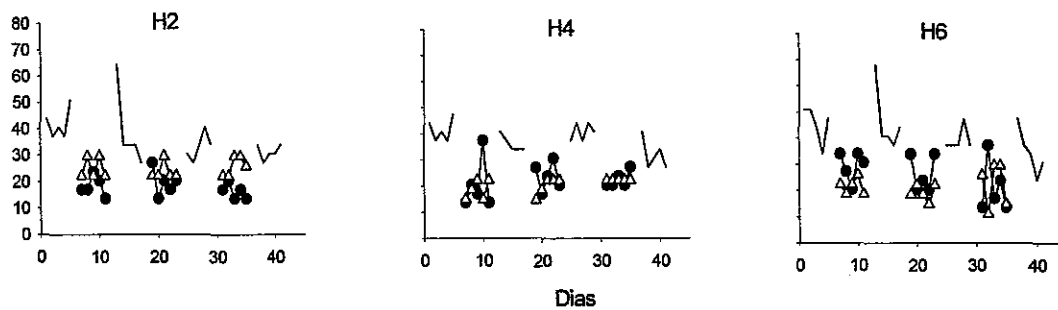


Figura 10. Muestra los datos de hembras (H) y machos (M) del primer y segundo grupo. La grafica presenta el consumo de calorias durante todo el experimento. La línea representa la condición de libre acceso, los círculos negros el consumo de nutribubs y los triángulos blancos el consumo de suplementos alimenticios en calorias.

Promedio del consumo de calorías

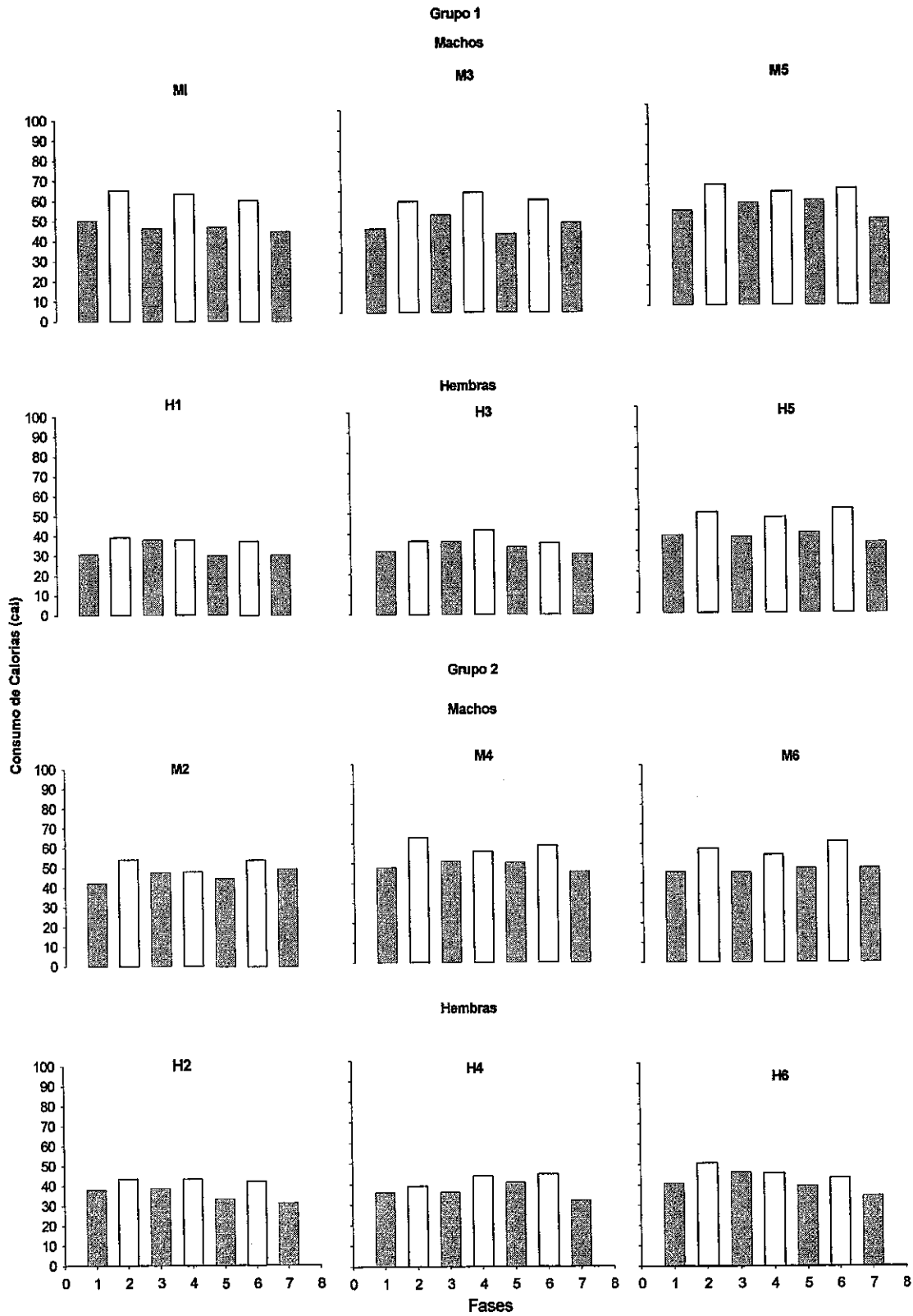


Figura 11. Muestra el promedio de consumo de calorías durante el experimento en el grupo uno y dos, las barras grises representan las fases de línea base (nutricubos). Las barras blancas representan el consumo de calorías de las 2 fuentes de alimento (nutricubos y suplementos alimenticios) en las fases experimentales.

Promedio de calorías consumidas durante el experimento

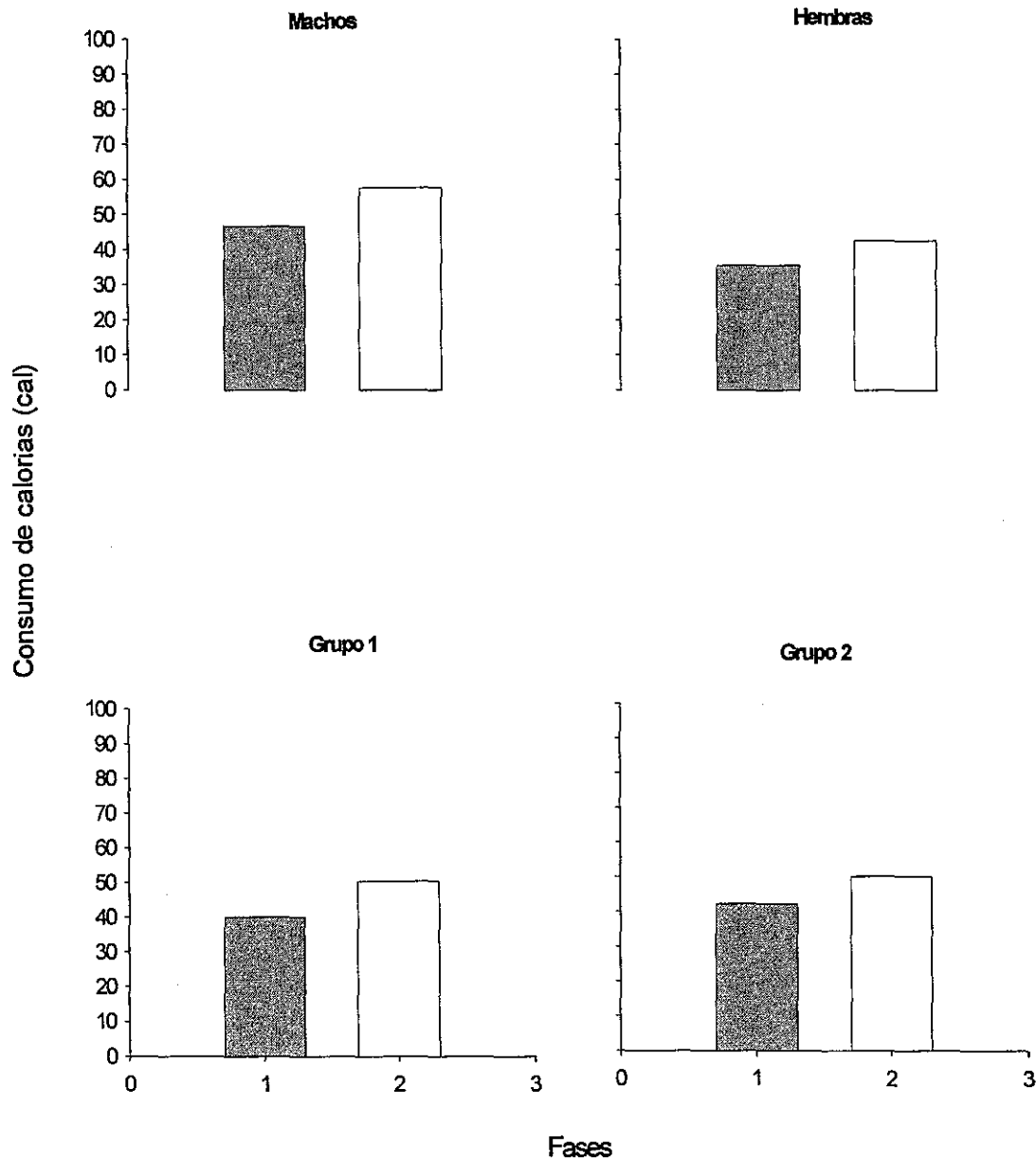


Figura 12. Muestra el promedio general de consumo de calorías durante todo el experimento en Machos y Hembras y en el grupo uno y dos. Las barras grises representan las fases de línea base (nutricubos). Las barras blancas representan el consumo de calorías de las 2 fuentes de alimento (nutricubos y suplementos alimenticios) en las fases experimentales.

Discusión

Los resultados mostraron que: 1) El peso corporal se presentó de acuerdo a las características propias de la especie, 2) se presentó una disminución del consumo de agua en las fases experimentales, 3) se registró un patrón de disminución en el consumo de *nutricubos* en todos los sujetos en comparación con lo observado en la línea base, 4) se presentó un consumo mayor de calorías obtenidas de los *nutricubos* en comparación con las obtenidas de los suplementos alimenticios en la mayoría de los sujetos, 5) en promedio se presentó un consumo de calorías similar en la mayoría de los sujetos comparando las fases experimentales con las fases de línea base, y 6) se observó una tendencia a igualar la obtención de calorías por parte de las hembras, logrando una regulación conductual en la ingesta calórica, en el consumo total y en el promedio de calorías durante todo el experimento.

El peso corporal se mantuvo constante con los consumos de las dos fuentes de alimentación complementarios entre sí; esto es, que el consumo de alimento como fenómeno conductual se obtuvo de acuerdo a la regulación en el consumo de calorías (Lazarevich, Mora y Torner, 2005).

Estos resultados confirman los reportes de Galef (1996) quien demostró que los sujetos que son expuestos a diversos tipos de dietas, no siempre eligen aquellas que contienen los alimentos más nutritivos o con mayor densidad calórica. Staddon (2003) apoyó lo mencionado por Galef aseverando que el balance de energía se refiere al estado de equilibrio que se mantiene a pesar de la variación en la disponibilidad del alimento, situación que no determinó cambios significativos en el peso corporal o en los consumos de alimento de las ratas.

El consumo de agua en los 2 grupos presentó un aumento gradual previo a las fases experimentales no mostrando diferencias entre machos y hembras o un grupo en comparación con el otro.

En el caso del Grupo 2, que estuvo expuesto a los suplementos alimenticios en las primeras dos horas, se observa un patrón de estabilidad más consistente en todos los sujetos en el consumo de alimentos en comparación con el Grupo 1, que fue expuesto a los suplementos alimenticios en el segundo periodo. Un modelo que explicaría los resultados ante la selección de comida de alimentos complementarios, es el modelo de regulación alimentaria anticipatoria (Ramsay, Seeley, Bolles y Woods, 1996). Este modelo señala cómo se activan respuestas correctivas anticipadamente ante una inminente interrupción o desequilibrio en los niveles de determinada variable en un ambiente que está siendo modificado.

A su vez, las ratas hembras mostraron una menor diferencia entre el consumo de calorías en la línea base, y la fase experimental, logrando una mayor regulación en lo que se refiere al consumo de calorías. Estos datos indican que el género es un factor determinante de las conductas de selección y consumo de los alimentos. (Sclafani y Gorman, 1977).

Lawrence y Mason (1955) y Reid y Finger (1955), mencionaron que un factor importante dentro de la conducta alimentaria es la experiencia del organismo ante la situación experimental, ya sea en el contexto o con las variables experimentales de manipulación. Young (1958) refirió que el aprendizaje en la conducta consumatoria se enfoca en el tipo de comida en la cual el organismo está familiarizado. Sin embargo, Cofer (1971) afirmó que los actos consumatorios normalmente van seguidos de un periodo de quietud durante el que el animal deja de responder a estímulos procedentes del objetivo alcanzado y no muestra más conducta objetivo. En algunos casos la respuesta asciende

lentamente cuando ha llegado a la fase de consumación, de manera que se da una relación directa entre el umbral relativo a los estímulos de objetivo y el tiempo transcurrido desde la última realización del acto consumatorio. Esto explicaría el por qué los sujetos del Grupo 1 presentan una constancia menor en la ingesta de las fuentes de alimento al tratar de igualar el consumo de calorías y alimento en comparación con el Grupo 2.

A su vez Wetzel (1959) afirmó que, en las ratas, las soluciones son más reforzantes cuando se presenta un mayor consumo de la solución, si los animales han tenido la oportunidad de beberlas en ocasiones anteriores. Por su parte, Skinner (1932) mencionó que el hambre puede valorarse por ciertas características conductuales (que el animal coma o no, se aproxime al comedero etc.) pero la fuerza del reflejo del hambre debe ser medida en función del tiempo de inicio de un periodo alimentario por la velocidad de los movimientos, y los intervalos entre la ingesta de porciones de alimentos.

Resumiendo, los sujetos regulan su consumo, no sólo por el cambio de alimentación sino también por la cuestión de selección y autoajuste por medio de un fenómeno conductual, representado en el consumo total del alimento como en el consumo energético (calorías). Esto apoya la tesis de Keesey (1986) quien demostró que los animales tienden a regular la ingestión de alimento para mantener el balance del peso corporal.

Capitulo 5

Experimento III

La habilidad de los organismos para seleccionar apropiadamente un alimento de entre una gran cantidad de fuentes de alimentación, muestra que los animales presentan un repertorio conductual basado en la experiencia con los alimentos. Este repertorio ha sido ampliamente demostrado en experimentos que evaluaron el rol de la experiencia y el contacto con la comida (Galef, Kennet y Wigmore, 1984).

Richter y Barelare (1938) expusieron a un grupo de ratas a una dieta fraccionada en su contenido nutricional. En diferentes comederos se colocó alimento con un solo nutriente, proteínas, grasas, carbohidratos, calcio, o cloruro de sodio. Observaron que los animales seleccionaban diferentes cantidades de cada uno de estos alimentos. La separación de nutrientes no afectó las etapas de crecimiento, reproducción y actividad física en las ratas. Sin embargo, Galef (1986) cuestionó el procedimiento de autoselección alimentaria basada en los contenidos nutricionales del alimento. Aseguró que existe una multiplicidad de factores que son determinantes en el proceso de selección de alimento. Entre ellos están la oferta alimenticia disponible en el momento de la selección, la historia alimenticia del sujeto, la influencia de la palatabilidad o el contenido calórico. Galef (1986) afirmó que estos factores deben ser tomados en cuenta antes de intentar establecer un criterio de selección de alimento basado en el "autoconocimiento" del contenido calórico del alimento que se ingiere.

Partiendo de la evidencia anterior, el objetivo del tercer experimento fue evaluar la autoselección alimentaria basada en el contenido calórico del alimento ante dos fuentes de alimentación.

Método

Sujetos

Se utilizaron 12 ratas de la cepa Wistar, 6 machos (M1, M2, M3, M4, M5, M6) y 6 hembras (H1, H2, H3, H4, H5, H6), con 3 meses de edad al inicio del estudio. Se utilizaron los mismos sujetos que en el anterior experimento.

Aparatos y Materiales

Los mismos aparatos y materiales que se utilizaron en el Experimento II.

Procedimiento

Se formaron 3 grupos de sujetos experimentales. Los tres grupos contaron con dos hembras y dos machos. La asignación de los sujetos se realizó de forma aleatoria.

Diseño experimental

Durante la fase experimental, el Grupo 1 (M1, M2, H1, H2) tuvo libre acceso al alimento especial para laboratorio (*nutricubos*) y a los *suplementos alimenticios* (115ml) diluidos en 85ml en agua con sabor vainilla, durante cuatro horas. El segundo grupo (M3, M4, H3, H4) fue expuesto a las mismas condiciones que el Grupo 1, sólo que con una solución de *suplementos alimenticios* sabor fresa. El tercer grupo (M5, M6, H5, H6), al igual que el Grupo 2, fue expuesto con las mismas condiciones que el primer grupo sólo que se utilizó con una solución de *suplementos alimenticios* sabor chocolate.

El experimento constó de 7 fases. La Fase 1 fue implementada como línea base. En las fases 3, 5 y 7 se repitieron las condiciones de la Fase 1, sólo que tuvieron una duración de 5 días. En las fases 2, 4 y 6 se permitió el libre acceso con la misma disponibilidad del alimento *nutricubos* y los *suplementos alimenticios* en las condiciones antes mencionadas (Tabla 4).

FASES							
N=12	1	2	3	4	5	6	7
Días	10	5	5	5	5	5	5
Grupos	10	5	5	5	5	5	5
Vainilla N=4	NC (4 hrs)	SA y NC. (4 hrs)	NC (4 hrs)	SA y NC. (4 hrs)	NC (4 hrs)	SA y NC. (4 hrs)	NC (4 hrs.)
Fresa N=4		SA y NC. (4 hrs)		SA y NC. (4 hrs)		SA y NC. (4 hrs)	
Chocolate N=4		SA y NC. (4 hrs)		SA y NC. (4 hrs)		SA y NC. (4 hrs)	
SA= Suplemento Alimenticio NC= Nutricubos N= Numero de sujetos							

Tabla 4. Diseño del experimento 3. En las fases 2, 4 y 6 en el periodo de libre acceso los sujetos dispusieron de los *nutricubos* y *suplementos alimenticios* en el mismo periodo.

Resultados

La Figura 13 muestra los datos individuales del registro diario del peso corporal, la Figura 14 muestran el consumo de agua, la Figura 15 el consumo de comida, la Figura 16 el consumo de calorías obtenidas en el alimento, la Figura 17 el consumo de calorías en promedio por fases durante el experimento y la Figura 18 el consumo de calorías en promedio entre fases de línea base y fases experimentales de todo el experimento. Las líneas continuas representan las fases de línea base y libre acceso sin suplementos. Las fases experimentales se representan con círculos negros (Figuras 13 y 14). En las Figuras 15 y 16 las líneas continuas representan las fases de línea base y libre acceso sin suplementos, los círculos negros representan el consumo de *nutricubos* y los triángulos blancos el consumo de suplementos alimenticios, en las fases experimentales. En cada figura se muestran en la parte superior los datos de los machos y en la parte inferior los datos de las hembras. La Figura 17 muestra el promedio de consumo de calorías durante cada fase del experimento, las barras grises representan las fases sin suplemento alimenticio mientras que las barras blancas representan las fases con suplementos alimenticios.

Finalmente, en la Figura 18 se representa el promedio del consumo de fases con suplementos alimenticios y nutricubos en comparación a las fases de línea base sin suplementos alimenticios.

En la parte superior, de la Figura 13, se muestran los datos del peso corporal de los machos y en la parte inferior se muestran los datos del peso corporal de las hembras. Se puede observar que todos los sujetos mantiene la curva de crecimiento propia de la especie. Se observa una mayor estabilidad en los sujetos M1 y M4 así como en las hembras H4 y H5.

En la Figura 14, tanto en hembras como en machos se presenta una disminución del consumo de agua en las fases experimentales con respecto a las fases de línea base, esta disminución continua en el primer día de las fases posteriores a las fases experimentales presentándose con más consistencia en los machos M1, M2, M3 y M6, y en las hembras en los sujetos H3, H4 y H6. El patrón de disminución del consumo de agua se presenta en todas las fases experimentales y en todos los sujetos.

En la Figura 15 se presenta un promedio del consumo de alimento de 10 cm³ en las fases de línea base en todos los sujetos, a excepción del sujeto M2 en el que su consumo fue de 15 a 20 cm³. En las fases experimentales los sujetos presentaron un consumo menor al registrado en las fases de línea base con relación al consumo de nutricubos. Con respecto al consumo de *suplementos alimenticios* todos los sujetos presentaron un consumo de entre 40 y 60 cm³, a excepción de los sujetos M3 y M6 que presentan un rango mayor entre 50 y 80 cm³. Otra característica interesante es que en los sujetos M3, M5, M6, H1, H2 y H5 en la última fase experimental presentaron un aumento progresivo en el consumo en nutricubos igualando el consumo observado en las fases de línea base.

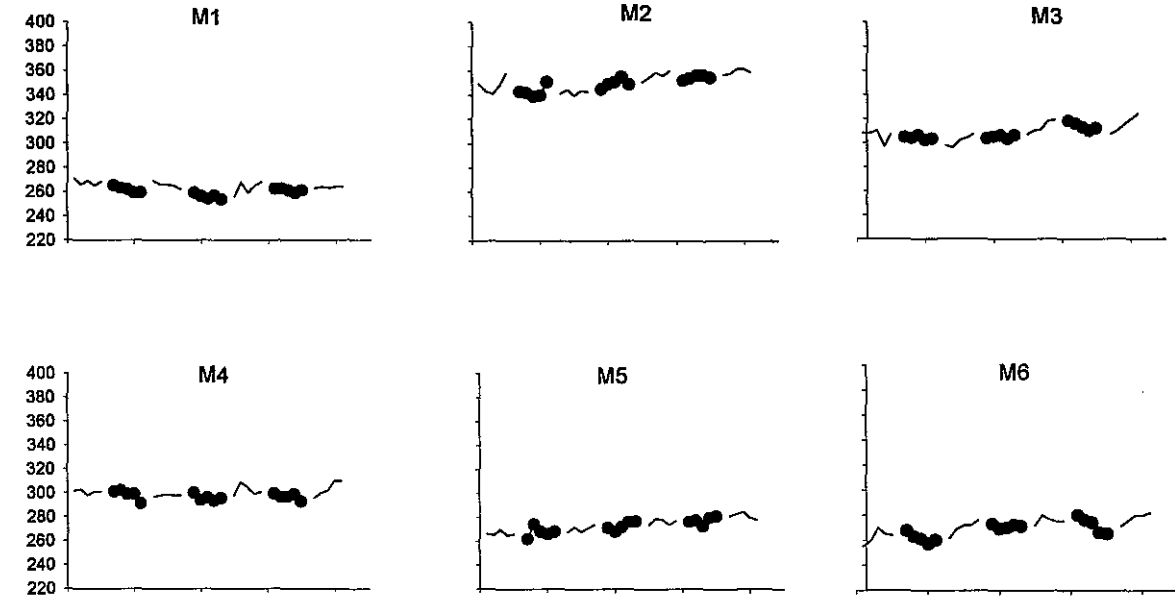
En la Figura 16 se muestra el consumo de calorías de todos los sujetos. Se presentó un consumo de entre 40 a 60 calorías consumidas en machos mientras que en las hembras fue de 30 a 50 calorías. En los sujetos M5, H2 y H5 se observa un mayor consumo calórico en la última fase experimental en comparación con las anteriores fases experimentales.

En la Figura 17 se muestra el promedio de consumo de calorías por fases de todos los sujetos. Las barras grises representan el promedio en el consumo de calorías a través de todas las fases en la situación sin suplementos alimenticios (1, 3, 5 y 7), las barras blancas (2, 4 y 6) representan las fases con suplementos alimenticios durante todo el experimento (Nutricubos y Suplementos). En general se observa una tendencia a igualar el promedio de consumo de calorías entre las fases experimentales y no experimentales; sin embargo, se presentó un aumento en el promedio del consumo de calorías en las fases experimentales en la mayoría de los sujetos de entre 5 a 10 calorías. Este efecto se presentó con más constancia entre las fases 3 a la 6, en donde la diferencia es entre 5 a 10 calorías en promedio por fases. No se observan diferencias específicas entre machos y hembras.

En la Figura 18 se muestra el promedio de calorías consumidas. En la parte superior de la figura se muestran los datos de los machos mientras que en la parte inferior se observa el de las hembras. En el consumo de calorías en los machos se presentó una diferencia mínima de 5 calorías en promedio entre fases experimentales y fases de línea base, en comparación con las hembras quienes presentan un consumo similar de calorías presentando una diferencia entre fases experimentales y fases de línea base de 10 calorías en promedio.

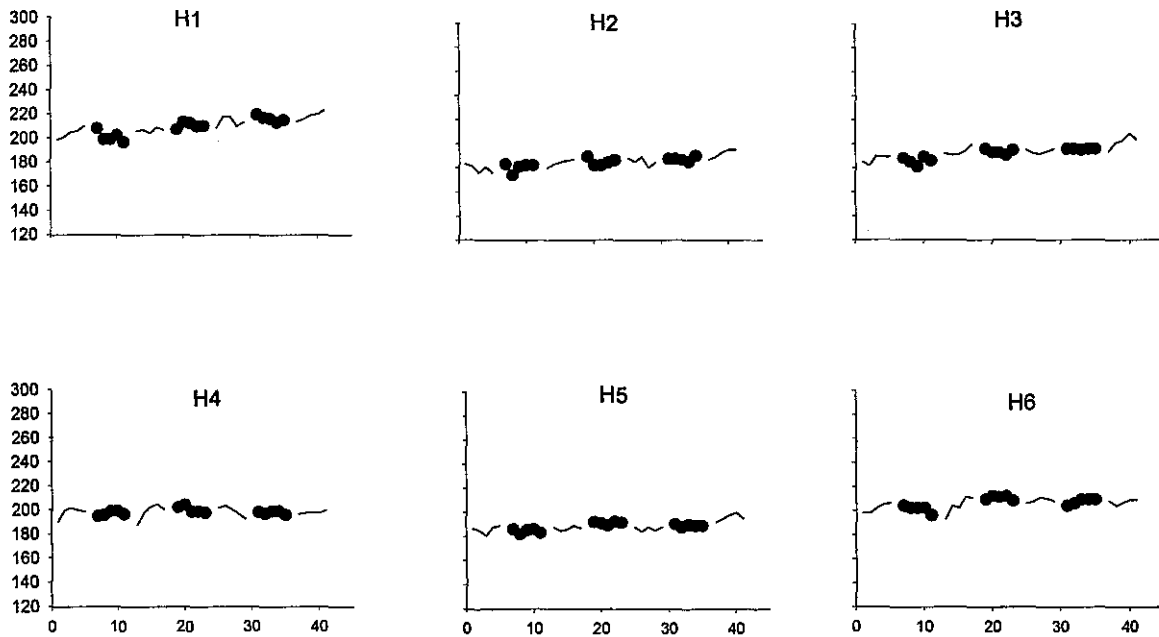
Peso Corporal

MACHOS



GRAMOS (g)

HEMBRAS

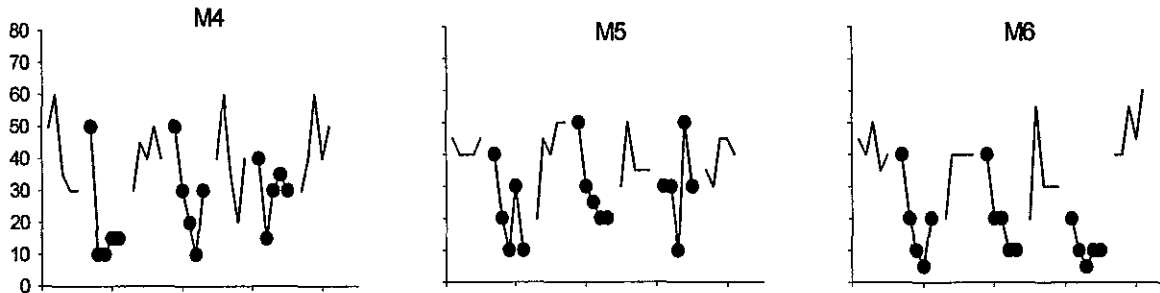
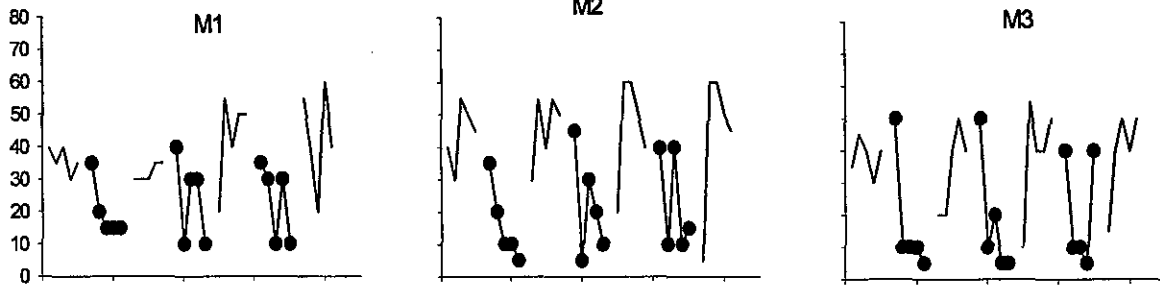


Dias

Figura 13. . Representa los datos del peso corporal de hembras (H) y machos (M). En el panel superior se muestran los datos de los machos y en el panel inferior los de las hembras. La línea indica la condición de libre acceso y los círculos negros el periodo experimental con suplementos alimenticios y nutricubos.

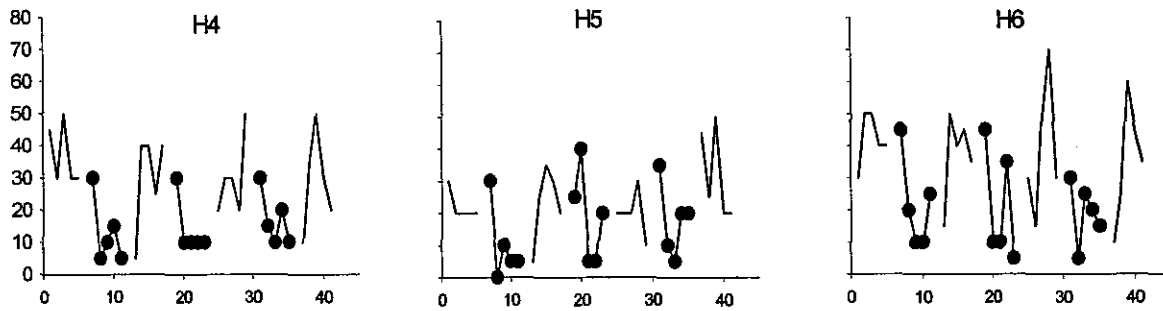
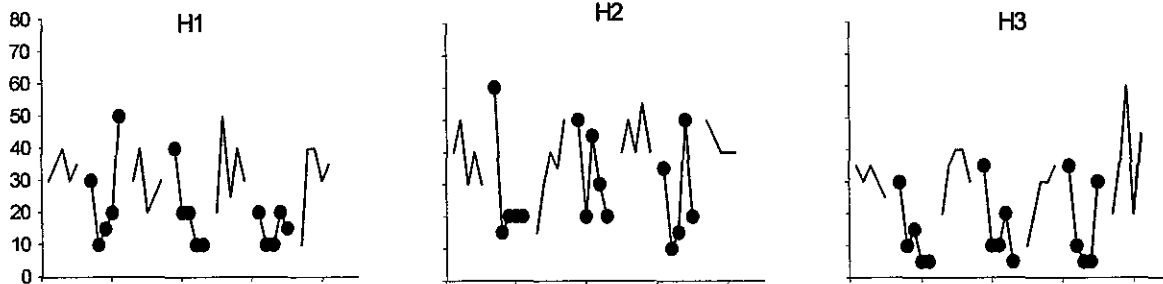
Consumo de Agua

MACHOS



Mililitros (ml)

HEMRAS



Días

Figura 14. Muestra los datos de hembras (H) y machos (M). La grafica presenta el consumo de agua durante todo el experimento. La línea representa la condición de libre acceso, los círculos negros los días de exposición a la solución de suplementos alimenticios junto al alimento nutritivo.

Consumo de Alimento

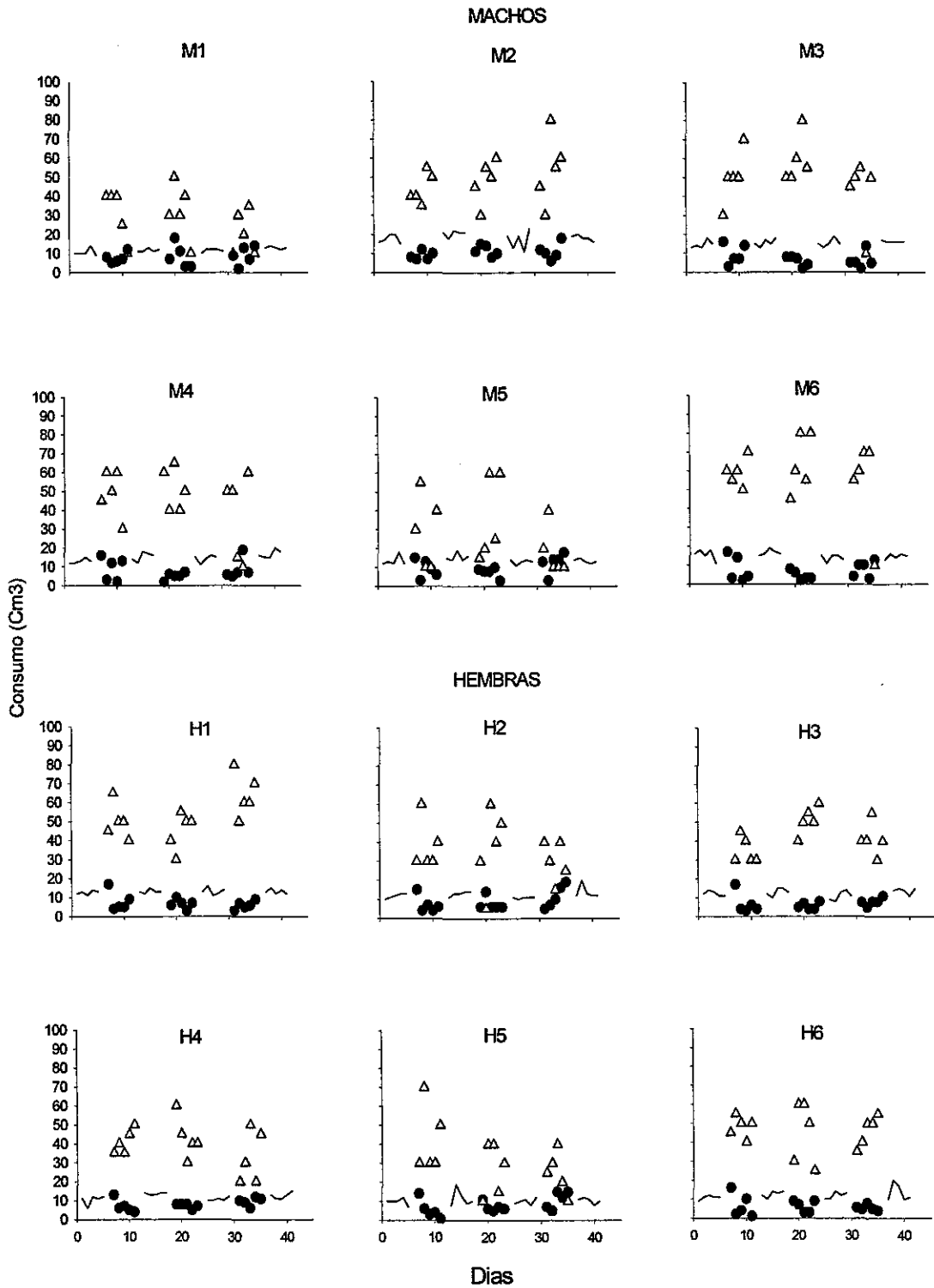


Figura 15. Muestra los datos de hembras (H) y machos (M). La grafica presenta el consumo de alimento durante todo el experimento. La línea representa la condición de libre acceso, los círculos negros el consumo de nutricubos y los triángulos blancos el consumo de suplementos alimenticios.

Consumo de Calorías

MACHOS

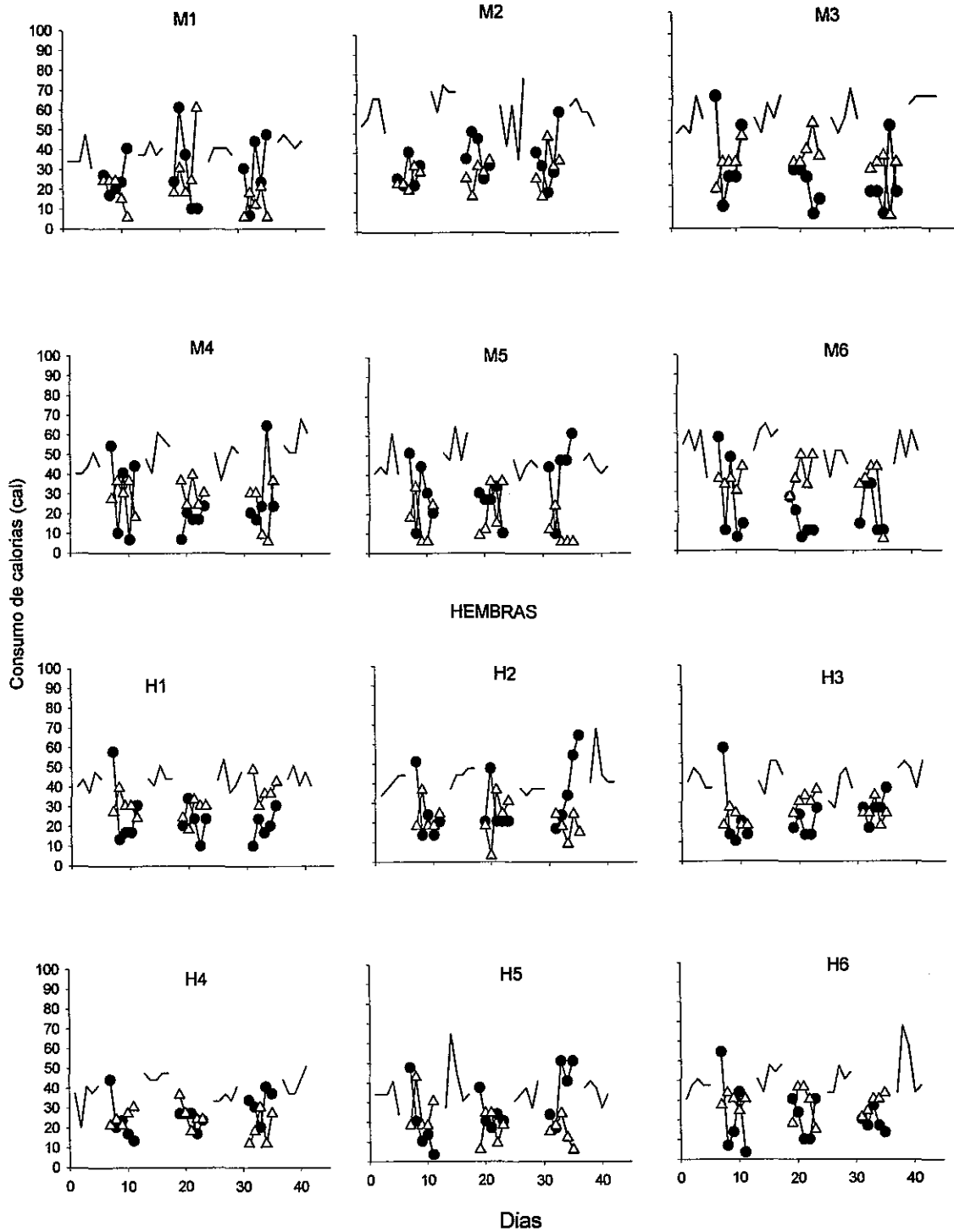


Figura 16. Muestra los datos de hembras (H) y machos (M). La grafica presenta el consumo de calorías durante todo el experimento. La línea representa la condición de libre acceso, los círculos negros el consumo de nutricubos y los triángulos blancos el consumo de suplementos alimenticios en calorías.

Promedio del consumo de calorías

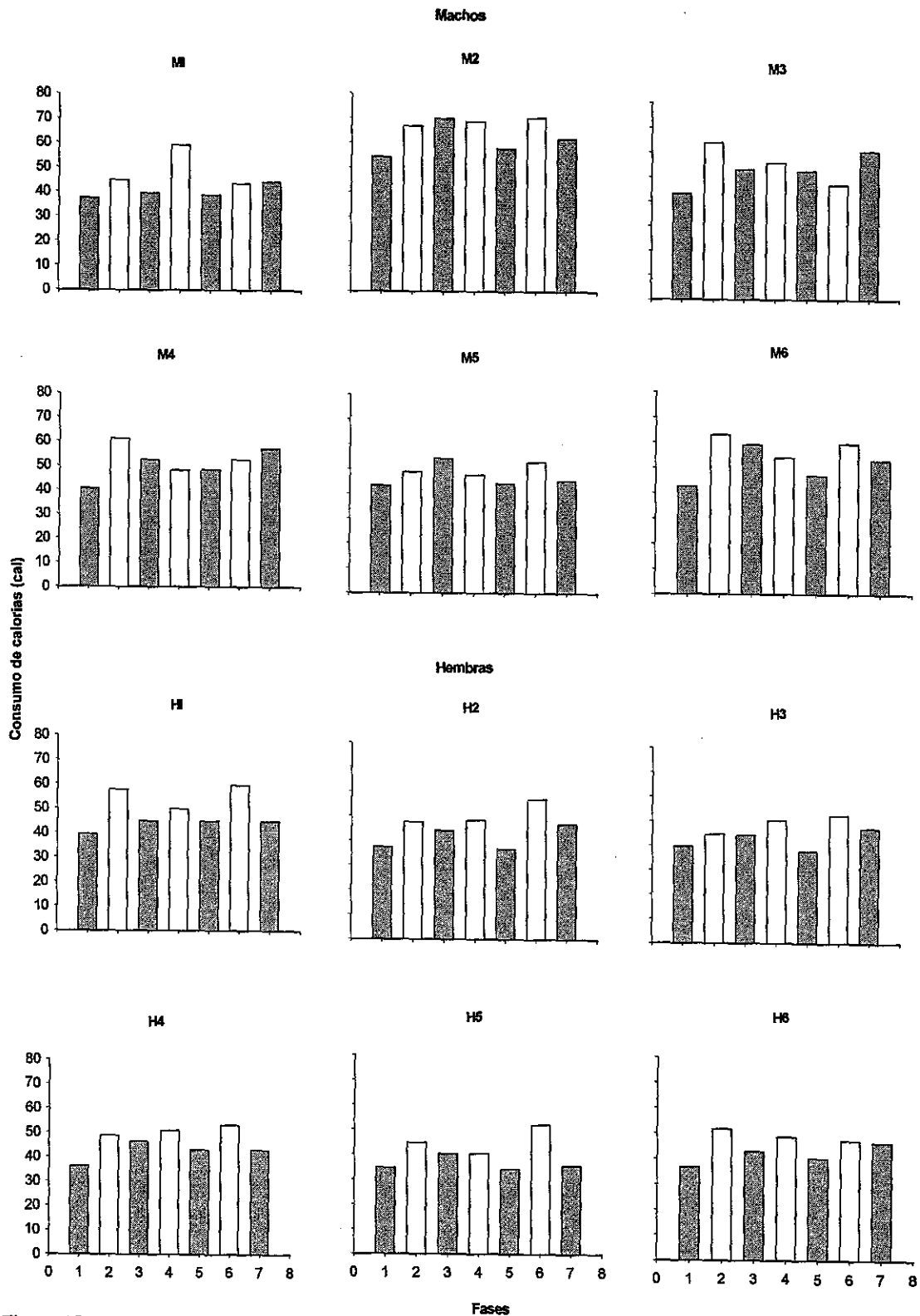
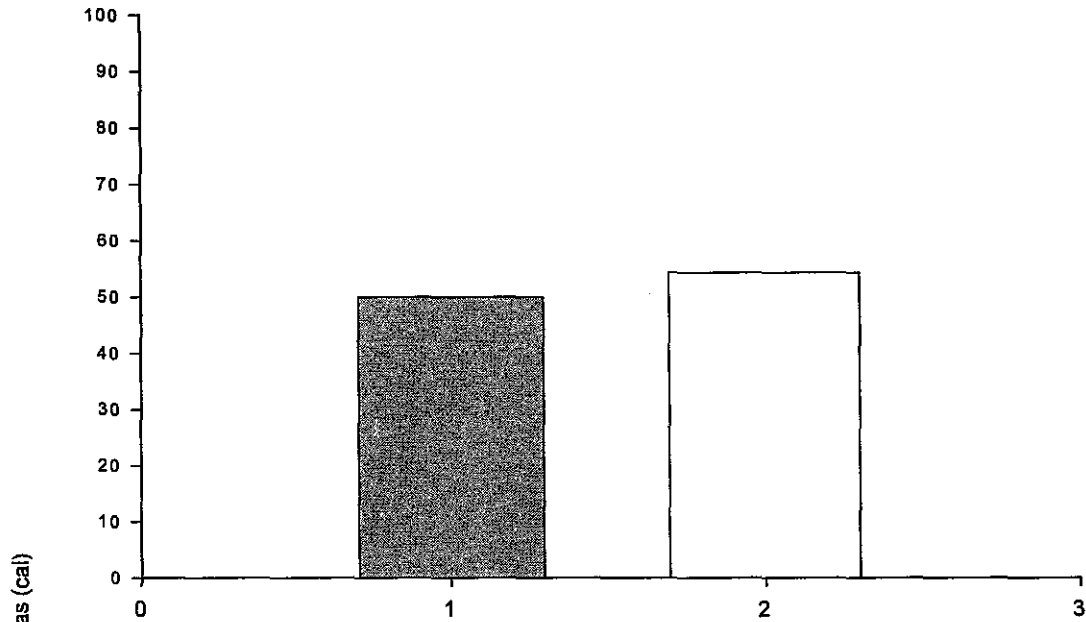


Figura 17. Muestra el promedio de consumo de calorías durante el experimento de machos (M) y hembras (H). Las barras grises representan las fases de línea base (nutricubos). Las barras blancas representan el consumo de calorías ante 2 fuentes de alimento (nutricubos y suplementos alimenticios) en las fases experimentales.

Promedio de calorías consumidas durante el experimento

Promedio de calorías (Machos).



Promedio de calorías (Hembras).

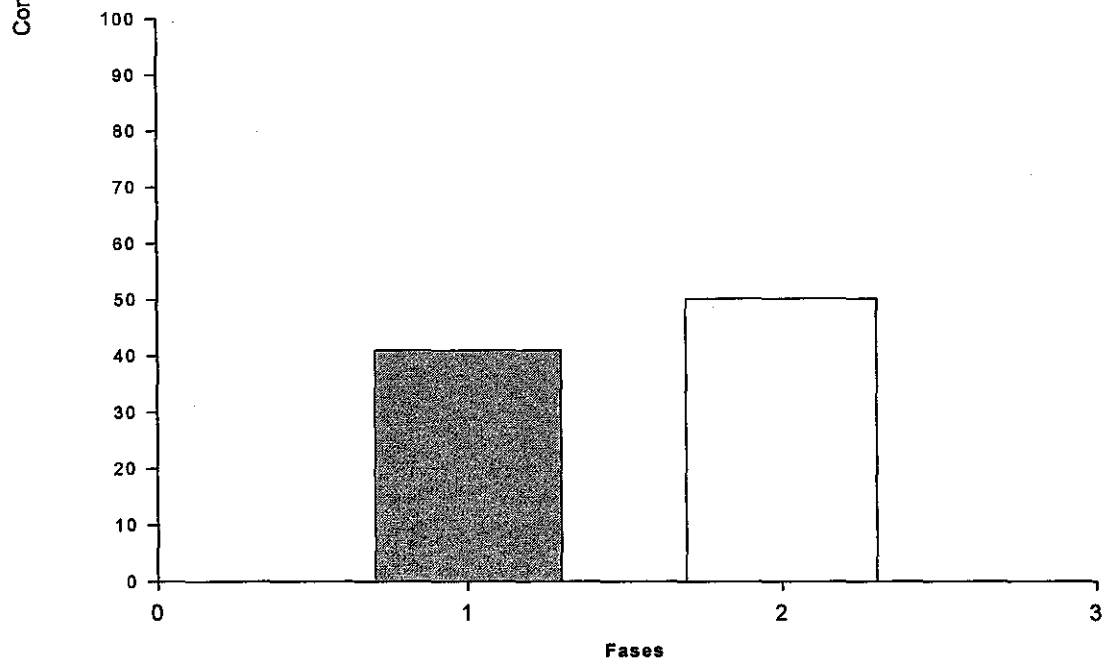


Figura 18. Muestra el promedio general de consumo de calorías durante todo el experimento en Machos (M) y Hembras (H). Las barras grises representan las fases de línea base (nutricubos). Las barras blancas representan el consumo de calorías de las 2 fuentes de alimento (nutricubos y suplementos alimenticios) en las fases experimentales.

Discusión

Los resultados mostraron que: 1) No se observaron efectos sobre el del peso corporal, en general todos los sujetos mantuvieron una curva de crecimiento propia de la especie, 2) se presentó una disminución del consumo de agua en las fases experimentales, 3) en las fases experimentales los sujetos presentaron un consumo menor al registrado en las fases de línea base en relación al consumo de *nutricubos*, 4) se presentó un consumo de calorías de entre 40 a 60 calorías consumidas en machos mientras que en las hembras fue de entre 30 a 50, 5) se observó una tendencia a igualar el promedio en el consumo de calorías entre las fases experimentales y no experimentales, mostrando un consumo mayor en las fases experimentales 6) se observó una igualación en el consumo de calorías entre fases experimentales y fases de línea base en promedio, logrando una regulación conductual en la ingesta calórica durante todo el experimento.

Eward (1916) observó que los cerdos a quienes se les dejaba seleccionar su consumo de alimento con base en una variedad, mostraban aumentos de peso muy superiores a los que se obtienen ordinariamente con dietas fijas. A estos resultados se agregaron otros con diferentes organismos como pollos (Pearl y Fairchild, 1921), con humanos particularmente niños de preescolar (Davis, 1928) y con ratas (Richter y Barellare, 1938). Esto contrasta con los resultados obtenidos ya que las ratas no presentan un aumento en el peso siendo constantes a través de todo el experimento.

Por otro lado, en lo que respecta al consumo de alimento, los organismos muestran un consumo complementario de alimentos, hecho que se observa en la disminución de la ingesta de *nutricubos* en las fases experimentales y un consumo constante de suplementos alimenticios. Esto indica que los organismos ante dos fuentes de alimentación muestran preferencias por el alimento novedoso, reduciendo la cantidad de la ingesta del alimento

habitualmente consumido. Sin embargo, el consumo de las dos fuentes de alimentación sigue regulado por el consumo de calorías que se obtiene de los 2 alimentos. Esto se demuestra en el consumo de calorías en promedio durante todo el experimento, si bien no se ve una igualación en el consumo de calorías por fases si se observó una tendencia para obtenerlo. Los resultados obtenidos en este experimento apoyan lo mencionado por Richter (1936), referente a que los organismos manifiestan hambres específicas, es decir, preferencias selectivas por sustancias en las que su dieta o su necesidad calórica son deficientes. Entre los fenómenos más claros y mejor establecidos están la preferencia de los animales adrenalectomizados por la sal.

Richter (1939) señaló que los organismos muestran preferencias alimenticias con base a una necesidad filológica y que la preferencia por dicha necesidad surge antes del alumbramiento, mediante ajustes automáticos de los receptores sensoriales. Sin embargo, Young (1941, 1948 y 1949), realizó una serie de experimentos sobre preferencias alimenticias, demostrando que las ratas adquirirían fuertes preferencias habituales por alimentos que podían servir o no servir para sus necesidades nutricionales. Por su parte, Scott y Verney (1949) y Smith (1958), demostraron que los organismos privados de sal y tiamina aprenden a elegir dichas preferencias o hambres específicas. Contrario a esta posición Rozin (1965) y Bolles (1973), enfatizaron que existen mecanismos de preferencias iniciales ante una comida y que no se basan en el aprendizaje, sino que el aprendizaje acentúa estas preferencias.

Otro de los hallazgos importantes en el presente experimento fue la disminución del consumo de agua durante las fases de exposición a suplementos alimenticios, esto debido a la obtención de agua en los suplementos alimenticios.

Es necesario señalar que la regulación alimentaria en este experimento se presentó como una tendencia global y no sólo en periodos particulares; es decir, aparece después de periodos largos y no en lapsos temporales pequeños. Esto es sumamente importante puesto que enfatiza que los organismos pueden regular el consumo de calorías a través de periodos de tiempo generales, es decir, que dependen de aprendizaje temporoespacial (Beatty y Shavalia, 1980). Esto es importante de señalar, ya que al observar el promedio de calorías totales consumidas por los sujetos, se puede apreciar una igualación en el consumo de calorías en la sumatoria de todas las fases.

Finalmente, Staddon (2003) sugirió algunas condiciones experimentales de medida para explicar conductualmente la regulación de la alimentación, entre la selección de comida y el balance de energía se encuentran: el peso corporal, la tasa del consumo de comida (gramos) y la tasa de consumo de energía (calorías).

Capítulo 6

Discusión general y Conclusión

Los resultados que se obtuvieron de la presente tesis mostraron que: 1) No se observaron efectos sobre el peso corporal, en general todos los sujetos mantuvieron una curva de crecimiento propia de la especie, 2) se presentó una disminución del consumo de agua en las fases experimentales, 3) se observó una tendencia a igualar el promedio en el consumo de calorías entre las fases experimentales y no experimentales, mostrando un consumo mayor en las fases experimentales particularmente en el Experimento 3, 4) se observó una mayor tendencia de igualación en la obtención de calorías por parte de las hembras que en los machos, 5) se observó una igualación en el consumo de calorías entre fases experimentales y fases de línea base en promedio, logrando una regulación conductual en la ingesta calórica.

Uno de los aspectos importantes de la conducta alimentaria, se refiere a las explicaciones de cómo una conducta está implicada en la necesidad fisiológica de proporcionar sustancias bioquímicas (nutrientes, calorías) para cumplir las funciones biológicas del organismo y mantener un equilibrio energético (Lazarevich, Mora y Torner, 2005).

Lazarevich, Mora y Torner (2005) mencionaron que la regulación alimentaria es un proceso complejo sujeto a diversas influencias genéticas, ambientales y psicológicas. Los organismos ingieren alimentos y mantienen un peso corporal constante gracias a un sistema de retroalimentación con vías aferentes y eferentes que interactúan en el sistema nervioso central para regular la alimentación y establecer un balance entre el ingreso y la utilización de las sustancias energéticas dentro de límites muy estrictos, independientemente de las condiciones en que sean sometidos los organismos. Estos investigadores enfatizaron que el control del peso corporal, al menos en los animales, se debe a esta característica de retroalimentación y el balance de ciertas sustancias.

Los principios básicos acerca del control de la ingestión de los alimentos y de las reservas energéticas propuestos hace años aún permanecen vigentes, pero se han enriquecido debido a los diferentes estudios del fenómeno de la regulación alimentaria. En especial aquellos en los que enfatizan la conducta del organismo como medio para regular aspectos fisiológicos (Lazarevich, Mora y Torner; 2005). Este último punto es de suma importancia en el fenómeno de la regulación ya que se observó que no hay diferencias entre el consumo de calorías con otro tipo de alimentación a la habitual, como es el caso del uso de los suplementos alimenticios en los tres experimentos anteriormente descritos.

Kleiber (1961) refirió que la caloría es la unidad fundamental y común de energía que necesitan los organismos para sobrevivir, al margen de que la energía se utilice en trabajo mecánico, funcionamiento muscular, regulación de la temperatura corporal o en el crecimiento celular y procesos digestivos. Por su parte, Bolles (1973) caracterizó al hambre como el resultante de las deficiencias de la ingestión total de calorías. Esta tesis se caracterizó por contestar preguntas relacionadas con el fenómeno de regulación, en especial ante la variación alimentaria y/o calórica.

Por otra parte, los resultados que se observaron en esta tesis, apoyan la visión de Collier, Hirsh y Kanareck (1983), quienes mencionaron que ante cambios alimentarios debido a variaciones ambientales, las ratas modifican sus estrategias de consumo para regular su ingesta calórica. Conjuntamente otros estudios han evaluado el patrón alimentario de la rata a partir de la disponibilidad de alimentos con diferente contenido calórico bajo diferentes condiciones experimentales (Capaldi, Sheffer y Bradford, 1987; Young y Shuford, 1955), esto se muestra particularmente en el Experimento 3, en que los sujetos son capaces de regular el consumo de alimento en base a la ingesta de calorías que obtienen del alimento independientemente de las características del mismo.

Diversos autores han afirmado que la periodicidad del patrón alimentario en la rata es producto de la regulación de energía (Collier, Hirsh y Kanareck, 1983; Davis y Levine 1977; Keeseey, 1986; Lane, Ingram y Roth, 1999; Mayer, 1955; Staddon y Zanutto, 1998; Staddon, 2003). Weingarten (1990) y Strubbe y Woods (2004) señalaron que para entender el fenómeno de regulación desde una perspectiva conductual, debe enfocarse en determinar cómo el organismo controla y distribuye la conducta de comer para mantener su homeostasis y sobrevivir. Anteriormente, Garrow (1986) señaló que esta ecuación de entrada y salida de energía es la base fisiológica de la relación entre el peso corporal y la comida ingerida.

Un punto relacionado con la regulación alimentaria, es la cantidad de calorías que las ratas consumen en promedio. A través de continuas variaciones experimentales se ha demostrado que las ratas consumen entre 50 y 60 calorías diariamente (Teitelbaum y Campell, 1958). Teitelbaum (1966) apoyó estos resultados encontrando la misma cantidad de consumo de calorías que en los anteriores experimentos.

Anliker y Mayer (citados por Collier, Hirsh y Kanareck, 1983) sugirieron que la regularidad en el consumo de calorías también se presenta en ratas de laboratorio bajo programas operantes entrenadas para presionar una tecla y obtener comida. Es decir, la regularidad temporal en la ingesta que se presentan en las ratas supone ritmos de alimentación definidos de 24 horas. Estos hallazgos se contraponen a los encontrados en esta tesis, ya que en promedio en los tres experimentos se encontró que las ratas consumieron 40 calorías diarias, demostrando que las variables experimentales a las que fueron sometidas influyen para el cambio en la ingesta calórica de las ratas.

Por otra parte, Bolles, Hayward y Crandall (1981) mostraron que la densidad calórica es más importante que el número de calorías. Reportaron que la preferencia es más

clara cuando la densidad calórica es mayor, sin embargo, el consumo puede ser menor si un alimento posee mayor densidad calórica.

Otro punto importante que se encontró en esta tesis son los efectos de las propiedades de los alimentos (sabor y presentación líquida o sólida). Young (1941) señaló que deben postularse estados afectivos positivos y negativos para poder explicar los diversos aspectos de la motivación: alertamiento, mantenimiento y dirección de la conducta. Se ha demostrado experimentalmente que el sabor del alimento es una de las variables que tiene un papel fundamental en el control de la cantidad de alimento que consumimos y en el tipo de alimento que preferimos, debido a que el sabor puede determinar su consumo o rechazo. Young (1941) señaló que las respuestas discriminativas ante los alimentos están basadas en la experiencia sensorial de los mismos, apelando a los sentidos del gusto y del olfato como las bases sensoriales de la conducta apetitiva. Desde el punto de vista fisiológico se ha considerado que los mecanismos sensoriales del sabor y olor llamados también sentidos químicos funcionan paralelamente (Woodworth y Schlosberg, 1963).

Young (1949) señaló la diversidad de factores que controlan las preferencias alimenticias: 1) al estar ausentes las necesidades fisiológicas (sed o hambre) en ratas saludables, se observa una preferencia por alimentos con un sabor específico; 2) ciertas características de la comida, como su concentración, la temperatura, o la composición (líquido o sólido) afectan de manera directa la ingesta del alimento; 3) las propiedades orosensoriales, y no las propiedades nutritivas de los alimentos, hacen que los organismos rechacen o acepten ciertos alimentos bajo ciertas condiciones.

Duffy y Bartoshuk (1996) consideraron que las cualidades olfativas del sabor y olor de un alimento mezcladas perceptualmente producen la sensación de sabor atribuida a la

boca. Sugieren el término “*mouthisenses*” para referir la integración de la sensación oral y nasal producida al ingerir un alimento. Algunos investigadores han señalado que la función más importante de los sentidos químicos es el papel que juegan en la regulación y control de la conducta ingestiva (Gibson, 1966; Hudson y Distel, 1999).

Capaldi (1996) señaló que los animales responden al sabor del alimento basados en preferencias y aversiones que pueden ser innatas o aprendidas. Se ha demostrado que en adición a la preferencia innata por el sabor dulce de la glucosa, las ratas prefieren los sabores a grasa y almidón. Bernstein y Meachum (1990) sugieren que las ratas tienen una aversión innata a los sabores amargos y ácidos. Por otro lado, las preferencias y aversiones aprendidas se establecen empleando al procedimiento de condicionamiento a sabores (Capaldi, 1996).

En los experimentos desarrollados en esta tesis, se demostró que no hay diferencia en el consumo de alimento con respecto a los sabores utilizados; es decir, no existió una preferencia hacia un sabor en particular en los 3 experimentos; esto es importante señalarlo, ya que parece ser que las respuestas consumatorias no se basaron en el sabor del suplemento alimenticio. Este hallazgo aporta evidencia contraria de que algunos sabores o propiedades químicas postingestivas que contienen ciertas sustancias tales como el chocolate, encaminan a los organismos a que prefieran estas sustancias (café, cocoa) debido a las propiedades que se asocian al sabor (Duffy y Bartoshuk, 1996).

Young (1949) sugirió que en la selección de comida participan 2 factores aparte del estado bioquímico o de necesidad del organismo: el aprendizaje o habituación alimenticia y las propiedades del alimento como su presentación sólida o líquida y el sabor.

Ante esta evidencia, Boakes y Juraskova (2001) examinaron si el tipo de comida (líquida o sólida) tiene algún efecto sobre la relación entre actividad y consumo de comida

o agua. Para ello emplearon un diseño 2 x 2, en el cual las variables independientes fueron el tipo de comida y el acceso a la rueda de actividad. Los resultados mostraron que el tipo de comida influyó en la pérdida de peso de los animales, en el nivel de ingesta de la comida y en el consumo de agua. Concretamente, el uso de comida sólida parece estar relacionada para un aumento de actividad. Estos resultados contrastan con aquellos en los cuales se asegura que el fenómeno de regulación está más relacionado con un nivel motivacional independientemente del tipo de reforzador fisiológico que está en juego (comida/sólido vs agua/líquido).

Un aspecto de importancia en los resultados del Experimento 2, es el tiempo en el que está disponible el alimento y su efecto sobre la conducta alimentaria en especial en la regulación alimentaria. Bajo esta perspectiva se reportó que la conducta alimentaria en las ratas posee una organización temporal y secuencial relacionada con la presentación periódica del alimento, en el sentido que el alimento se caracteriza por ser un sincronizador de la ingesta alimentaria (Birch, Burnstein y Clark, 1958; Bolles, 1990; Silva y Timberlake, 1998; Timberlake y Lucas, 1985).

Los primeros estudios dirigidos a explorar la capacidad del alimento como sincronizador se realizaron en ratas, se observó que al restringir el acceso del alimento diariamente modificaba la distribución temporal de su conducta al desplegar intensa actividad locomotora y de búsqueda durante las 3 o 4 horas previas al acceso de alimento, la cual se conoce como actividad de anticipación del alimento (Bolles y Stokes, 1965).

Al respecto, Lazarevich, Mora y Torner (2005) mencionaron que la regulación alimentaria a menudo es anticipatoria y puede iniciarse antes de que ocurra un déficit fisiológico. Los llamados mecanismos de reloj biológicos activan y desactivan las conductas y procesos fisiológicos antes de que ocurran dichas necesidades. Parte

fundamental en el estudio de la conducta alimentaria es la búsqueda de factores temporales que enfatizan que no solo las propiedades alimentarias son esenciales para la modificación de un patrón de ingesta.

Silva y Timberlake (1998) y Bolles (1990) señalaron que los patrones alimentarios son modificados por medio de manipulaciones experimentales de los parámetros temporales. Apoyados en esta evidencia y, sobre todo, en la particular emisión de conductas anticipatorias, es posible considerar que la ingesta alimentaria en especial lo relacionado con el consumo calórico tenga un componente temporal. Esta aproximación es pertinente relacionarla con la propuesta de los factores temporales de la alimentación de la perspectiva psicológica. Sobre todo cuando este análisis está basado en señalar que las modificaciones registradas tanto en el patrón alimentario como en el peso corporal, podrían ser consideradas como registros de conductas que se anticipan con la aparición de un nuevo periodo de privación tanto de comida como de fuente de energía en este caso calorías. El beneficio de esta anticipación sería recuperar en el menor tiempo posible el peso perdido, esto le permitiría a un organismo enfrentar de manera más eficiente periodos en los cuales no tiene contacto con cualquier fuente de alimentación.

Otro resultado de importancia, es el efecto de la experiencia que tienen los organismos ante los tipos de comida sobre la regulación alimentaria mostrado en el Experimento 2. Lawrence y Mason (1955) y Reid y Finger (1955) mencionaron que un factor importante dentro de la conducta alimentaria es la experiencia del organismo ante la situación experimental, ya sea del contexto o de las variables experimentales de manipulación. Young (1959) por su parte, puntualizó y refirió que el aprendizaje en la conducta consumatoria se enfoca en la variable del tipo de comida con la cual el organismo está familiarizado. A su vez, Wetzel (1959) observó que, en las ratas, cuando han tenido

oportunidad de beber ciertas soluciones con anterioridad, por ejemplo, las soluciones de azúcar, son más reforzantes, esto es, se presenta un mayor consumo de la solución.

Lawrence y Masson (1955) sometieron a un grupo de animales a una serie contrabalanceada de privaciones, desde cuatro hasta cuarenta y ocho horas, con comidas a diferentes horas del día; y encontraron que los sujetos en promedio consumían la misma cantidad de comida después del periodo de habituación. Estos hallazgos proporcionarían una explicación del por qué en el Grupo 2, del Experimento 2, presentó un patrón de estabilidad más consistente en su consumo de calorías al no estar habituados a la comida novedosa, el consumo de nutricubos expuesto en segundo orden ofrecía una única alternativa de igualar el consumo de calorías, en comparación con el Grupo 1, en el que, ante la opción a la que estaban habituados, complementarían su consumo con una variedad de alimento; en este caso “los suplementos alimenticios” ofrecidos como una segunda oportunidad de consumir una opción calórica.

La variedad de los alimentos en la dieta es otro factor de interés. Cuando se ofrece un solo alimento, los animales muestran un consumo de alimento estable. Cuando se les ofrece otro tipo de alimentos (incluso con el mismo número de calorías que el alimento anterior) el consumo de alimento aumenta considerablemente (Carlson, 1977). Esto no es consistente con lo observado en los Experimentos 2 y 3 en donde no se presentó el aumento del consumo de las dos fuentes de alimentación, y a su vez, el consumo calórico permaneció estable durante todo el experimento. Demostrando un proceso de regulación consistente en periodos de días e incluso de meses. Esto puede deberse a que las respuestas conductuales como mecanismos aprendidos modulan las diversas necesidades por la retroalimentación sensorial y debido a esto la conducta alimentaria es regulada por otros

factores distintos a las necesidades fisiológicas que son activadas por los mecanismos homeostáticos que están presentes en el organismo.

Por su parte, Kessey (1986) basándose en la demostración de que los animales regulan la ingesta de alimento para mantener el balance de su cuerpo aunque existan cambios en el balance energético en la disponibilidad de comida, o exista una pérdida del peso corporal, mencionó que siempre existe la tendencia a regresar a los niveles previos a la pérdida. Kessey (1986) demostró que los mamíferos adultos tienden a mantener de forma constante su peso corporal. Por su parte, Garrow (1986) señaló que el balance de energía es el equilibrio entre la energía que ingresa al cuerpo (por medio de alimentos y bebidas) y la que sale (por medio de actividad).

Un punto de discusión que es de suma importancia en los experimentos que abordan el fenómeno de regulación alimentaria es el peso corporal de los sujetos. Con respecto a este punto, las ratas expuestas a ambientes estables (p. ej. un laboratorio), con comida y agua disponibles, no muestran modificaciones importantes en el peso corporal cuando se altera su ambiente experimental (Seeley y Woods, 2002). Es decir, las ratas alimentadas con comida especial para laboratorio regulan adecuadamente su peso corporal y ganan peso conforme a su curva de crecimiento filogenético. Sin embargo, bajo procedimientos especiales con dietas altas en grasas y carbohidratos, las ratas pueden aumentar de peso y desarrollar obesidad (Carlson, 1977).

Reportes experimentales demuestran que las ratas mantienen su peso corporal a pesar de modificar el horario de acceso al alimento o la secuencia del alimento (Corwin y Buda-Levin, 2004; Del Prete, Balkowski y Scharrer, 1994), o la composición de su dieta, ya sea por las propiedades del alimento, como el sabor y la textura (Capaldi, 1996; Collier, Hirsch y Kanareck, 1983), o por su consecuencia nutricional y energética (Cabraia,

Vannucchi, y De-Oliveira, 1997; Sclafani, 1990). Estas referencias apoyan los resultados encontrados en esta tesis, ya que en relación a la modificación del horario de comida y la secuencia que se implementó en el Experimento 2, el peso corporal continuó constante. La constancia o establecimiento de un peso corporal independientemente del cambio en la textura o el sabor se observó sin diferencias en los 3 experimentos realizados en esta tesis.

Corwin y Buda-Levin, (2004) y Del Prete, Balkowski y Scharrer, (1994) demostraron que las ratas mantienen su peso corporal a pesar de modificar el horario de acceso al alimento o la composición de su dieta, ya sea por las propiedades del alimento, como el sabor y la presentación o por su contenido calórico. Adicionalmente, se ha mencionado que las ratas expuestas a modificaciones de laboratorio no muestran cambios importantes en el peso corporal cuando se altera su ambiente experimental (Seeley y Woods, 2002).

Algo que es necesario enfatizar son las diferencias encontradas con respecto al sexo de los sujetos experimentales y los resultados encontrados en los experimentos de esta tesis. Logue (2004) explica las diferencias en la conducta alimentaria de hembras y machos a partir de las funciones de reproducción. Las hembras almacenarán más grasa corporal que los machos debido a la necesidad de asegurar la reproducción durante los períodos de restricción alimentaria. Esta capacidad de almacenamiento de grasa en las hembras se ha producido debido a la historia evolutiva de los mamíferos, ocurrida por los cambios en el contexto y las situaciones de abundancia o privación de los alimentos (Logue, 2004).

En contraste, Sclafani y Gorman (1977) reportaron la baja influencia que tiene la experiencia alimentaria y el sexo de los sujetos experimentales sobre las modificaciones en el patrón alimentario y el peso corporal. Con respecto a este último punto, y en contraste con lo observado en esta tesis, la variable sexo tiene un papel casi nulo en lo referente al

peso corporal, sin embargo, en la modificación de la ingesta o el patrón alimentario; las hembras tienden a presentar diferencias con respecto a los machos. En especial en el consumo de calorías mostrando un consumo similar de calorías entre fases experimentales y fases de línea base mostrando una regulación alimentaria más óptima que los machos, esto se presentó en los tres experimentos descritos en esta tesis.

Por otra parte, es importante señalar que la regulación alimentaria no solo contempla procesos conductuales para su funcionamiento sino también procesos fisiológicos y, en específico hormonales, puesto que en algunos experimentos se ha encontrado que las hembras regulan mejor tanto en el consumo de alimento y su consumo energético (Gutiérrez y Pellón, 2002; Logue, 2004).

De esta manera, se puede argumentar que las diferencias de regulación o consumo de calorías entre hembras y machos se deben a la actividad que estas realizan ya sea con un instrumento de medición en particular (rueda de actividad) o en su caja habitación. La mayoría de los estudios que han investigado la relación entre la actividad y la ingesta de alimento y bebida han utilizado como animales a ratas machos. Solo algunos estudios han intentado comprobar las diferencias sexuales utilizando procedimiento de rueda de actividad y medición del consumo de alimento y la variable peso corporal (Gutiérrez y Pellón, 2002).

Pare, Vicent, Isom y Reeves (1978) reportaron que las ratas hembras eran más vulnerables a los experimentos relacionados con la actividad y la conducta alimentaria que los machos, por que las hembras perdían peso más rápidamente. Sin embargo, se puede argumentar que los datos encontrados se deben al peso inicial de los animales o a la edad.

Por su parte, Doréis, Satanley y Aravich (1991) ante estudios de privación, y selección de comida, compararon hembras y machos de la misma edad (40-41 días)

encontrando que no existían diferencias con relación a la pérdida de peso entre machos y hembras (+/- 5 gramos). Pare (1978) en contraste y ante estudios de privación de la misma naturaleza, señaló que los machos perdían peso más rápidamente que las hembras.

Sin embargo, Boakes, Mills y Single (1999) en un estudio experimental con ratas enfocados a la conducta alimentaria, reportaron que no existen diferencias en los siguientes aspectos: 1) la disminución del peso corporal, 2) la recuperación del peso; 3) el consumo de comida; 4) y el incremento en la pérdida de peso independiente del sexo en ratas con mayor edad; y 5) la recuperación del peso corporal después de un periodo de privación en ratas confinadas en grupo que en forma individual. Pero sí encontró diferencias significativas entre machos y hembras en el nivel de actividad mostrado, encontrando que las ratas hembras presentan una mayor actividad en los periodos pre experimental y experimental en comparación con los machos. De esta manera, un argumento en favor de la regulación alimentaria sería el nivel de actividad. Si los animales mantuvieron sus pesos corporales a pesar de incrementar su ingesta de calorías tuvieron que elevar su gasto de calorías mediante la actividad.

Esto puede plantear dos preguntas ¿la regulación mostrada con más claridad en hembras es debida a una característica comportamental, en este caso la actividad? O ¿si los procesos fisiológicos (hormonas) desarrollan una forma de capacidad para lograr dicha regulación en el caso de las hembras?

Existe una perspectiva del fenómeno alimentario que se sustenta en los mecanismos fisiológicos, en ella el consumo de comida se relaciona con los requerimientos del organismo o con las características fisiológicas. De esta manera la ingesta alimentaría estaría subordinada a las características de los mecanismos fisiológicos lo que explicaría

que las hembras en sus constantes cambios hormonales regulan su consumo alimentario (Brobeck, 1945; Donhoffer y Vonetzki, 1947).

Para finalizar, es importante señalar la relación entre la disminución del consumo de agua en las fases experimentales que se observaron en la mayoría de los sujetos en los tres experimentos realizados en esta tesis. Siegel y Stuckey (1947) señalaron que la conducta alimentaria, en lo referente a un alimento sólido, se relaciona de forma directa con el consumo de agua. El consumo de agua disminuye o aumenta dependiendo de la privación aplicada a cualquiera de las dos fuentes de alimentación. Es probable que la reducción en el beber, cuando no hay comida, ocurra en la mayor parte de los animales. Sin embargo, Cizek (1961) observó que el conejo exhibe un gran incremento en su toma de agua cuando no se le da comida.

A su vez, existen posturas que mencionan que un animal que consume comida en una presentación que sea sólida o en polvo, tiende a consumir más agua por un proceso de apoyo a la digestión en comparación con una comida de presentación líquida como fue el caso de los tres experimentos descritos en esta tesis (Capaldi, 1996).

Estos argumentos, podrían explicar el por qué se presentó una reducción significativa en el consumo de agua en las fases experimentales, mostrado en los tres experimentos de esta tesis.

Conclusión

Se puede concluir que la regulación alimentaria parte de una base fisiológica, sin embargo, el organismo se centra en patrones de respuesta y/o conductuales logrando que la regulación se presente de una manera óptima. Estos cambios conductuales se presentan cuando los estímulos sensoriales o sensoperceptuales son ajustados y adecuados en un

ambiente en donde son requeridos, con lo cual el organismo elige la conducta o conductas metas en pos de un balance.

Cabe señalar o destacar que la regulación conductual no es un fenómeno separado de los llamados modelos homeostáticos o fisiológicos de regulación, sino que, conforman de una manera el modelo explicativo en el cual los organismos presentan la selección alimentaria. También la conducta de regulación esta directamente relacionada con la experiencia ante ciertos ciclos o patrones de comida, desde comidas novedosas hasta la aversión por ciertos sabores.

Un factor importante que arrojó este estudio es la aportación de que una dieta modificada, en este caso los “suplementos alimenticios”, constituye dentro de ciertos parámetros temporales y de laboratorio aspectos para medir la regulación alimentaria en ratas. La pregunta que cabría hacerse dentro de este marco de investigación es por qué la modificación parcial o total de ingesta alimentaria en humanos no aporta las mismas características de comportamiento (comer y beber) y sus supuestos efectos colaterales tales como el peso corporal, y sus diferentes manifestaciones ante el cambio de un régimen alimentario.

Cabe destacar que diversas investigaciones en psicología (Duffy y Bartoshuk, 1996; Capaldi, 1997) enfatizan que debido a las variables culturales y ambientales los seres humanos no poseen la capacidad de regular su ingesta, o al menos no de que esta se manifieste en un peso corporal o en aspectos nutricios estables y desde un punto de vista de salud benéficos para el organismo.

Para finalizar, es necesario enfatizar que la conducta como parte total del organismo es de suma importancia ante los avances o perspectivas psicológicas del fenómeno alimentario, enfatizando no sólo las variables o características del alimento (sabor, textura,

contenido energético o calórico, propiedades nutricionales) sino las variables orgánicas que son los amplios repertorios en el que un organismo puede comportarse.

Referencias

- Aubert, A. y Dantzer, R. (2005). The taste of sickness: lipopolysaccharide-induced finickiness in rats. *Physiology & Behavior*, 84, 437-444.
- Baker, R. A. (1953). A periodic feeding behavior in the albino rat. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 46, 422-426.
- Baker, R. A. (1954). The effects of repeated deprivation experience on feeding behavior. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 47, 37- 42.
- Bash, K. W. (1939). An investigation of into a possible organic basis for the hunger drive. *Journal of Comparative of Physiology*. 28. 109-135.
- Barbano, M. F. y Cador, M. (2006). Differential Regulation of the Consummatory, Motivational and Anticipatory Aspects of Feeding Behavior by Dopaminergic and Opioidergic Drugs. *Neuropsychopharmacology*. 31.1371-1381.
- Beatty, D. (1978). Brief communication: Operant responding in rats with dietary obesity. *Physiology and Behavior*, 21, 671-672.
- Beatty, W. y Shavalia, D. (1980). Spatial memory in rats: time course of working memory and effect of anesthetics. *Behavioral & Neural Biology*, 28, 454-462.
- Bernstein, I. L. y Meachum C. L. (1990). Food aversion learning: Its impact on appetite. En: E. D. Capaldi y T. L Powley (Eds.) *Taste, experience, and feeding: Development and learning*. USA, Washington D. C.: American Psychological Association. p. 170-178.
- Birch, H. G., Burnstein, E., y Clark, R. A. (1958). Response strength as a function of hours of food deprivation under controlled maintenance schedule. *The Journal of comparative and Physiological Psychology*, 51, 350- 354.
- Boakes, R. A. Mills, K. J. y Single, J. P. (1999). Sex differences in the relationship between activity and weight loss in the rat. *Behavioral Neuroscience*. 113. 1-10.
- Boakes, R. A. y Juraskova, I. (2001). The role of drinking in the suppression in food intake by recent activity. *Behavioral Neuroscience*. 115, 718 – 731.
- Bolles, R. C. (1970). Species-specific defense reactions and avoidance learning. *Psychological Review*, 77, 32-48.
- Bolles, R. C. (1973). *Teoría de la motivación*. México: Trillas.
- Bolles, R. C. (1990). A functionalistic approach to feeding. En: E. D. Capaldi y T. L Powley (Eds.) *Taste, experience, and feeding: Development and learning*. USA, Washington D. C.: American Psychological Association. p. 3-13.

- Bolles, R.C., Hayward, L., y Crandall, C. (1981). Conditioned taste preferences based on caloric density. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 7, 59-69.
- Bousfield, W. A. (1933). Certain quantitative aspects of the food behavior of cats. *Journal of Genetics Psychology*. 446-454.
- Bousfield, W. A. y Elliot, M. H. (1934). The effect of fasting on the eating behavior of rats. *Journal of Genetics Psychology*. 45, 227-237.
- Brouha, L. Cannon W. B. y Dill D. B. (1939). Blood-sugar variations in normal and insympathectomized dogs. *Journal of Physiology*. 95. 431-438.
- Cambraia, R.P.B., Vannucchi, H., y De-Oliveira, L.M. (1997). Food intake and weight of lactating rats maintained on different protein-calorie diets, and pup growth. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 30, 985-988.
- Cannon, W. B. (1932). *The wisdom of the body*. New York: Norton
- Cannon, W. B. y Washburn, A. L. (1912). An explanation of hunger. *American Journal of Physiology*. 29, 441- 454.
- Capaldi, E. D. (1996). *Why we eat what we eat*. USA, Washington, D. C: American Psychological Association.
- Capaldi, E. D., Campbell, D. H., Sheffer, J. D. y Bradford, J. P. (1987). Conditioned Flavor Preferences Based on Delayed Caloric Consequences. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 13, 150 – 155.
- Carlson, N. R. (1977). *Fisiología de la conducta*. México: Compañía Editorial Continental.
- Cizek, L. (1951) Effect of extracellular electrolyte depletion on water intake in dogs. *American Journal of Physiology*. 164. 415-422.
- Clavijo, A. (1998). Regulación de la conducta y teoría del refuerzo: conceptos básicos. En R. Árdila, W. López, A. M. Pérez, R. Quiñones y F. Reyes. *Manual de Análisis Experimental del Comportamiento*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Cofer, C. N. (1971). *Psicología de la motivación*. México: Trillas.
- Cole, J. L. (1995). Reduction in body weight following chronic central opioid receptor subtype antagonist during development of dietary obesity in rats. *Brain Research*. 678. 168-176.
- Collier, G., Hirsch, E. y Kanarek R. (1983). La operante vista de nuevo. En *Manual de conducta operante*. Eds. W. K Honig. y J.E.R Staddon. México: Trillas.
- Corwin, R. L. y Buda-Levi, A. (2004). Behavioral models of binge-type eating. *Physiology and Behavior*, 82, 123-130.

- 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.
- Davis, C. M. (1928). Self-selection of diet by newly weaned infants *American Journal of Discapacity in Child*, 36, 951.
- Davis, J. D., y Levine, M. W. (1977). A model for the control of ingestion. *Psychological Review*, 84, 379-412.
- Del Prete, E., Balkowski, G. y Scharrer, E. (1994). Meal pattern of rats during hyperfagia induced by long-term food restriction is affected by diet composition. *British Journal of Nutrition*, 23, 79-86.
- Dimitrou, S. G., Rice, H. B., y Corwin, J. (2000). Effects of limited access to a fat option on food intake and body composition in female rats. *International Journal of Eating Disorders*. John Wiley & son's Inc.
- Doerriés, L. E. Stanley E. Z. y Aravich, P. F. (1991). Activity based anorexia: Relationship to gender and activity – stress ulcers. *Physiology and Behavior*. 50, 945 – 949.
- Dove, W. F. (1935). A Study of Individuality in the Nutritive Instincts and of the Causes and Effects of Variations in the Selection of Food. *The American Naturalist.*, 69, 483.
- Duffy V. B. y Bartshuk L. M. (1996). Sensory factors in feeding. En: E. D. Capaldi (Ed.) *Why we eat what we eat*. USA, Washington, D. C: American Psychological Association. p. 145-171.
- Evvard, J. M. (1916). Is the appetite of swine a reliable indication of physiological needs. *Science* 4. 91-98.
- Garcia, J. Walter, G. Kenneth, W. (1974). Behavioral regulation of the milieu interne in man and rat: Food preferences set by delayed visceral effects facilitate memory research and predator control. *Science*. 185. 824-831
- Galef, B. G. (1986). Social interactions modifies learned aversions, sodium appetite, and both palatability and handling-time induced dietary preference in rats (*Rattus norvegicus*). *Journal of Comparative Psychology*, 100, 432-439.
- Galef, B. G. (1991). A contrarian view of the wisdom of the body as it relates to dietary self-selection. *Psychological Review* 98. 218–223.
- Galef, B. G. (1996). Social influences on food preferences and feeding behavior of vertebrates. En E. D Capaldi (ed). *Why we eat what we eat*. USA: American Psychological Association, 207-231.

- Galef, B. F., Kennet, D. J. y Wigmore, S. W. (1984). Transfer of information concerning distant foods in rats: A robust phenomenon. *Animal Learning and Behavior*. 12. 292-296.
- Garrow, J. S. (1986). Physiological aspects of obesity. En K. D. Brownell y J. P. Foreyt (Eds.), *Handbook of eating disorders*. New York: Basic Books., Publishers, 45-62.
- Gibson J. J. (1966). *The senses considered as perceptual systems*. Boston: Houghton Mifflin company.
- Gilliard, E. (1958). *Living birds of the world*. Hamish Hamilton, London. 400 pp.
- Grossman, M. (1955). Integration of current views in the regulation of hunger and appetite. *Annals of New York*. 63. 76-89.
- Gutiérrez, M. T. y Pellón, R. (2002). Anorexia por actividad: Una revisión teórica y experimental. *International Journal of Psychology and Psychological Therapy*. 2. 131-145.
- Harlow, H. F. (1932). Social facilitation of feeding in the albino rat. *Journal of Genetic Psychology*, 41, 211-220.
- Harris, I. J., Clay, J., Hargreaves, F., y Ward, A. (1933). Appetite and choice of diet. The ability of the vitamin B deficient rat to discriminate between diets containing and lacking the vitamin. *Proceedings of the Royal Society, London (Series B)*, 113, 161-190.
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of the behavior*. Nueva York. Wiley.
- Hill, J. O. (2003). Obesity and the environment: where do we go from here. *Science*. 299. 853 – 855.
- Horenstein, B. R. (1951). Performance of conditioned responses as a function of strength of hunger drive. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 43, 210 – 224.
- Howels T. H. (1947). Lamarckian - Darwinian reorientation. *Psychological Review*. 54. 24-40.
- Hull, C. L. (1952). *A Behavior System*. New Haven: Yale University Press.
- Hudson, R. y Distel H. (1999). The flavor of life: perinatal development of odor and taste preferences. *Schweiz Med Wochenschr*, 129, 178-181.
- Janowitz, H. D. y Grossman M. I. (1949). Effects of variations in nutritive density on intake of foods of dogs and rats. *American Journal of Physiology*. 158. 184-193.
- Janowitz, H. D. y Hollander F. (1955). The time factor in the adjustment of food intake to varied caloric requirement in the dog: A study of the precision of appetite regulation. *Annals of New York Academy Science*. 63. 56-67.

- Johnson, C (1986). Auto regulation of blood flow. *Journal of American Health Association*. 5. 110-115.
- Kanareck, L. B. (1975). Availability and caloric density of the diet as determinants of meal patterns in cats. *Physiology and Behavior*, 15, 611-618.
- Kaufman, D. W, Kelly J. P, Rosenberg, L. (2002). Recent patterns of medication use in the ambulatory adult population of the United States: The Slone survey. *Journal of the American Medical Association*. 287: 337-344.
- Keesey, R. E. (1986). A Set-Point Theory of Obesity. *Handbook of Eating Disorders*. Edit Kelly D Brownell y Jhon P. Foreyt. Basic Books, Inc., Publishers: New York.
- Kelley, A. Hill, M. Steininger, T. Zhang, M. y Haber, S. (2003). Restricted daily consumption of a highly palatable food (chocolate ensure) alters striate encephalin gene expression. *European Journal of Neurosciences*. 18. 2592-2598.
- Kleiber, M. (1961). *The Fire of Life: an Introduction to Animal Energetic*. Wiley, New York.
- Lane, M. A., Ingram, D. K., y Roth, G. S (1999). Nutritional modulation on aging in nonhuman primates. *The Journal of Nutrition, Health y Aging*, 3, 69-78.
- Lat, J. (1967). Self-selection of dietary components. In: *Handbook of Physiology. Alimentary Canal. Control of Food and Water Intake*. Washington, DC: American Physiological Society, 27. 367-386.
- Lawrence, D. H. y Mason, W. A. (1955). Intake and weight adjustments in rats changes in feeding schedule. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 48, 43-45.
- Lazarevich, I. y Rodríguez, J. (2003). Manifestaciones psiquiátricas en los trastornos tiroideos, diabetes mellitus y obesidad. *Psiquis*, 23(5):149-151.
- Le Magnen, J. (1971). Advances in studies in the physiological control and regulation of food intake. In E. Stellar & J. M. Sprague (Eds), *Progress in physiological psychology*. (Pp. 204-261). New York: Academic Press.
- Le Magnen, J. (1985). *Hunger*. New York: Cambridge University Press.
- Le Magnen, J. y Devos, M. (1970). Metabolic correlates of the meal onset in the free food intake of rats. *Physiology and Behavior*, 5, 805-814.
- Le-Magnen, J., y Devos, M. (1982). Daily body energy balance in rats. *Physiology and Behavior*, 29, 807-811.
- Levin, B. E., Dunn-Meynell, A. A (2000). Defence of body weight against chronic caloric restriction in obesity prone and resistant rats. *American Journal of Physiology. Regulatory Integrative and Comparative Physiology*, 278, 231-237.

- Logue, A. W. (2004). Strictly about females. En A. W. Logue. *The Psychology of eating and Drinking*. USA: Taylor & Francis Books, 237-253.
- Luckhardt, A. y Carlson, A. (1914). Contributions to the psychology of the stomach. *American Journal of Physiology*. 36, 37-46.
- Mayer, J. (1955). Regulation of energy intake and body weight: The glucostatic theory and the lipostatic hypothesis. *Annals New York Academy of Sciences*, 63, 15-43.
- Miller, N. E. (1957). Experiments on motivations: Studies combining psychological, physiological and pharmacological techniques. *Science*. 126. 1271-1278.
- Miller, N. E. y Kessen, M. L. (1952) Reward effects of food via stomach fistula compared with those of food via mouth. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*. 45, 555-564.
- Mitchell, J. E. (1986). Bulimia: Medical and physiological aspects. En *Handbook of Eating Disorders*. Eds. K. D. Brownell y J. P. Foreyt. New York: Basic Books., Publishers.
- Murray H. A. (1938). Explorations in personality. Nueva York. Oxford university press.
- Nachman, M. (1962). Taste preferences for sodium salts by adrenalectomized rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 1124-1129.
- Osborne T, B, y Mendel L, B (1915). The resumption of growth after long continued failure to grow. *Journal of Biological and Chemical* 23: 439-454.
- Paintal, A. S. (1954). A study of gastric stretch receptors. Their role in the peripheral mechanism of satiation of hunger and thirst. *Journal of Physiology*. 126, 255-270.
- Pare, W. P. (1978). Sex differences and the incidence of activity stress ulcers in the rat. *Psychological Reports*. 43, 591 - 594.
- Paré W., Vincent G., Isom K. y Reeves J. (1978). Restricted feeding and incidence of activity stress ulcers in the rat. *Bulletin of the Psychonomic Society*, 12, 143-146.
- Pavlov I. P. (1927). *Conditioned reflex at inhibitions*. New York: Dover Publicationes Inc.
- Pearl, R. y Fairchild, F. E. (1921). *American Journal of Physiology*. 1, 253.
- Pick, J. (1954). The evolution of homeostasis. *American physiologic of association* 98. 298-303.
- Premack, D. (1959). Toward empirical behavior laws. *Psychological Review*. 66. 219-233.
- Quigley, J. (1955). The role of the digestive tract in regulating the ingestion of food. *Annals of New York*. 63. 6-14.

- Ramsay, D. S., Seeley, R. J., Bolles, R. C., y Woods, S. C. (1996). Homeostasis: the primacy of learning. En E.D Capaldi (ed). *Why we eat what we eat*. USA: American Psychological Association, 11-27.
- Reid, L. S. y Finger, F. W. (1955). The rats adjustment to 23-hour food-deprivation cycles. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 48, 110-113.
- Richter, C. P. (1922). A behaviorist study of the activity. *Comparative Psychologie Monographs I serie 2*.
- Richter, C. P. (1927). Animal Behaviour and internal drives. *Quarterly Review of Biology*, 2, 307-343.
- Richter, C. P. (1936). Increased salt appetite in adrenalectomized rats. *American Journal of Physiology*, 115, 155-61.
- Richter, C. P. (1939). Salt taste thresholds of normal and adrenalectomized rats. *Endocrinology*, 24, 367-361.
- Richter, C. P. (1947). Biology of drives. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 40, 129-134.
- Richter, C. P. (1956). Salt appetite of mammals: its dependence on in stinct and metabolism. In: *l'Instinct dans le Comportement des Animaux et de l'Homme*. Paris: Masson, p. 577-629.
- Richter, C. P. y Barelare, B. (1938). Nutritional requirements for normal growth and reproduction in rats studied by the self selection method. *American. Journal of. Physiology*, 122, 734 - 744.
- Richter, C. P. & Eckert, J. F. (1937). The effect of hypophyseal injection and implants on the activity of hypophysectomized rats. *Endocrinology*, 21: 481.88.
- Richter, C. P. y Helfrick, S. (1943). Decreased phosphorous appetite of parathyroidectomized rats. *Endocrinology*, 33, 349 - 52.
- Richter, C. P., Holt, L. & Barelare, B. (1938). Changes in fat, carbohydrate, and protein appetite in vitam b deficiency. *American. Journal of. Physiology*.126: 734-44.
- Rodgers, W. y Rozin, P. (1966). Novel food preferences in thiamine-deficient rats. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 61, 1-4.
- Rozin, P. (1965). Specific hunger for thiamine: recovery from deficiency and thiamine preference. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 59, 1, 98-101.
- Rozin, P., Wells, C., y Mayer, J. (1964). Thiamine specific hunger: Vitamin in water versus vitamins in food. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 57, 78-84.

- Rozin, P., Kalat, J. W. (1971). Specific hungers and poisoning as adaptative specializations of learning. *Psychological Review*, 78, 459-486.
- Rozin, P., & Schull, J. (1988). The adaptive–evolutionary point of view in experimental psychology. en R. C. Atkinson, R. J. Herrnstein, G. Lindzey, & R. D. Luce (Eds.), *Steven's handbook of experimental psychology*, 1. 503–546. New York: Wiley.
- Sclafani, A. (1990). Nutritionally based learned flavor preferences. En E. D. Capaldi, y T. L. Powley (eds.). *Taste, experience & feeding: development and learning*. USA: American Psychological Association.
- Sclafani, A., y Gorman, A.N. (1977). Effects of age, sex, and prior body weight on the development of dietary obesity in adults rats. *Physiology and Behavior*, 18, 1021-1026.
- Scott, T. R. (1990). The effect of psychological need of taste. *Taste, experience & feeding: development and learning*. USA: American Psychological Association.
- Scott, E. M., y Verney, E. L. (1947). Self selection of diet. VI. The nature of appetites for B vitamins. *Journal of Nutrition*, , 34, 471-480.
- Share, I. y Grossman M. (1950) Regulations of food intake of dogs. *American Journal of Physiology* 163. 749-750.
- Share, I., Martyniuk, E. y Grossman M. (1952). Effect of prolonged intragastric feeding on oral food intake in dogs. *American Journal of Physiology*. 169. 229-235.
- Shettleworth, S. J. (1993). Varieties of learning and memory in animals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 19, 5-14.
- Sidman, M. (1960). *Tactics of scientific research. Evaluating experimental data in Psychology*. New York. Basic Books Inc.
- Silva, K. M., y Timberlake, W. (1998). The organization and temporal properties of appetitive behavior in rats. *Animal Learning & Behavior*, 26, 182-195.
- Skinner, B. F. (1932). On the rate of formation of a conditioned reflex. *Journal General Psychology*, 7, 274 - 286.
- Skinner, B.F. (1938). *The Behavior of Organisms: An experimental analysis*. New York: Appleton Century Crofts.
- Spencer, H. (1855) *The principles of psychology*. Nueva York: Cambridge University Press.
- Staddon, J. E. R. (2001). *Adaptive dynamic. The theoretical analysis of behavior*. Massachusetts Institute of Technology.

- Staddon, J. E. R. (2003). *Adaptive behavior and learning*. (Internet ed.). Nueva York: Cambridge University Press.
- Staddon, J. E. R. y Zanutto, B. S. (1998). In Praise of Parsimony. En *Models of action: mechanisms for adaptative behavior*. Edits. Clive D. L. Wynne y John E. R. Staddon. L. Lawrence Erlbaum Associates, Publishers:USA.
- Stricker, E. M. (1983). Thirst and sodium appetite after colloid treatment in rats: Role of the rennin-angiotensin-aldosterone system. *Behavioral Neuroscience*, 97, 725-737.
- Strubbe, J. H., y Woods, S. C. (2004). The timing of meals. *Psychological Review*, 111, 148-121.
- Teitelbaum, P. (1980). El empleo de los métodos operantes en la evaluación y el control de los estados motivacionales. En *Manual de conducta operante*. Eds. W. K Honig y J.E.R Staddon) Mexico: Trillas.
- Teitelbaum P. y Campbell, B. A. (1958). Ingestion patterns in hyperphagic and normal rats. *The Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 51, 135 –141.
- Thorndike, E. L. (1898). Animal intelligence: an experimental study of the associative processes in animals. *Psychological Review Monographic* 11, 1-107.
- Timberlake, W.E. (1991). Temporal and spatial controls of Aspergillus development. *Curr. Opin. Genet. Dev.* 1, 351-357.
- Timberlake, W.E., and Clutterbuck, A.J. (1993). Genetic regulation of conidiation. In *Physiology and Genetics of Aspergillus*, D. Martinelli and J. Kinghorn, eds (London: Chapman and Hall), in press
- Timberlake, W. y Lucas, G. A. (1985). The basis of superstitious behavior: Chance contingency, stimulus substitution, or appetitive behavior? *Journal of the Experimental Analysis of Behaviour*, 44, 279 –299.
- Verplanck, W. S., y Hayes, J. R. (1953). Eating and drinking as a function of maintenance schedules. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 46, 327-333.
- Weingarten, H. P. (1990). Learning, homeostasis and control of feeding behavior. En E. D. Capaldi, y T. L. Powley (eds.). *Taste, experience & feeding: development and learning*. USA: American Psychological Association.
- Wetzel, M. C. (1959). The Effect of Rate of Intragastric Injection of Hypertonic Fluid Upon Subsequent eating. *Physiology and Behavior*, 21, 671-672.

- Woods, S.C. (1974). Metabolic hormones and regulation of body weight. *Psychological Review*, 81, 26-43.
- Woods, S., Decke, E., y Vasselli, J. R. (1974). Metabolic hormones and regulation of body weight. *Psychological Review*, 81, 26-43.
- Woodworth, R. S. y Schlosberg, H. (1954). *Experimental psychology*. Nueva York. Holt.
- Young, P. T. (1941). The experimental analysis of appetite. *Psychological Bulletin*, 38, 129-164.
- Young, P. T. (1948). Appetite, palatability and feeding habit: a critical review. *Psychological Bulletin*, 45, 289-320.
- Young P. T. (1949). Food seeking drive, affective process and learning. *Psychological Review* 56, 98-121.
- Young, P. T. (1959). The role of affective processes in learning and motivation. *Psychological Review*, 66, 104-105.
- Young, P. T. (1966). Hedonic organization and regulation of behaviour. *Psychological Review*, 73, 1, 59-86.
- Young, P. T., y Shuford, E. H. (1955). Quantitative control of motivation through sucrose solutions of different concentrations. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 48, 114-118.