

01961



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE PSICOLOGIA

PREFERENCIA POR INTERVALOS ENTRE
REFORZADORES VARIABLES Y SU RELACION CON
LA REGLA DEL PRESUPUESTO ENERGETICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:
**MAESTRO EN ANALISIS
EXPERIMENTAL DE LA CONDUCTA**
P R E S E N T A :
OSCAR VLADIMIR ORDUÑA TRUJILLO

DIRECTOR DE TESIS: DR. EDMUND FANTINO

MEXICO, D. F.

OCTUBRE 2000

235191



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ESTE TRABAJO FUE REALIZADO EN EL LABORATORIO DE ANALISIS EXPERIMENTAL DE LA CONDUCTA DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA, SAN DIEGO, DURANTE UNA ESTANCIA DE INVESTIGACION FINANCIADA POR LA DIRECCION GENERAL DE INTERCAMBIO ACADEMICO DE LA UNAM.

QUIERO AGRADECER A DICHO LABORATORIO LAS FACILIDADES BRINDADAS DURANTE MI ESTANCIA, EN ESPECIAL AL DR. DAVID CASE, SIN CUYA AYUDA NO HUBIERA PODIDO REALIZARSE LA PARTE EXPERIMENTAL EN UN TIEMPO TAN CORTO. AGRADEZCO TAMBIEN AL DR. EDMUND FANTINO, POR SU SUPERVISION, Y AL DR. BEN WILLIAMS POR SUS ATINADAS SUGERENCIAS.

GRACIAS TAMBIEN AL DR. ARTURO BOUZAS TANTO POR SUS SUGERENCIAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA TESIS COMO POR SU ASESORIA DURANTE MIS ESTUDIOS DE MAESTRIA; AL DR. GERMAN PALAFOX, AL MTRO. GUSTAVO BACHA Y AL MTRO. FERNANDO VAZQUEZ POR SUS COMENTARIOS Y REVISIONES; Y FINALMENTE A LOS MIEMBROS DEL LABORATORIO DE COMPORTAMIENTO Y ADAPTACION, Y A MIS AMIGOS DENTRO Y FUERA DE LA FACULTAD POR EL APOYO BRINDADO.

DEDICO ESTE TRABAJO CON MUCHO AMOR A MI ESPOSA,
HILDA ESTELA CASTILLO ISLAS, A MIS PADRES CARLOS
JOEL ORDUÑA SANCHO Y ENRIQUETA TRUJILLO DE
ORDUÑA, A MIS HERMANOS JOAQUIN, EVA LETICIA,
ITZEL Y CARLOS ENRIQUE. MUCHAS GRACIAS POR EL
APOYO Y POR LA VIDA TAN GRATA A SU LADO.

INDICE

INTRODUCCION.....	1
CAPITULO 1 ELECCION BAJO RIESGO EN ECOLOGIA CONDUCTUAL.....	3
a) LA REGLA DEL PRESUPUESTO ENERGETICO (RPE).....	3
b) EVIDENCIA EXPERIMENTAL A FAVOR DE LA RPE.....	5
c) EVIDENCIA EXPERIMENTAL EN CONTRA DE LA RPE.....	9
CAPITULO 2 ELECCION BAJO RIESGO EN PSICOLOGIA OPERANTE.....	12
ELECCION ENTRE PROGRAMAS DE REFORZAMIENTO FIJOS VS VARIABLES.....	13
TRABAJOS QUE EVALUAN LA RPE.....	16
CAPITULO 3 SIMULACIONES OPERANTES DE FORRAJEIO.....	21
ANTECEDENTES.....	21
EL PROCEDIMIENTO DE ENCUENTROS SUCESIVOS.....	23
CAPITULO 4 EXPERIMENTO.....	32
METODO.....	32
RESULTADOS.....	36
DISCUSION.....	46
ANEXO 1 ECONOMIA CONDUCTUAL Y EL INTERES EN ECONOMIAS ABIERTAS VS. CERRADAS.....	53
ANEXO 2 RELACION ENTRE DESCUENTO TEMPORAL Y ELECCION SUCESIVAY SIMULTANEA.....	60
REFERENCIAS.....	62

RESUMEN

El presente estudio evaluó la relación entre la conducta de elección bajo riesgo de pichones y la regla del presupuesto energético, cuya generalidad ha sido cuestionada con base en resultados de diversos experimentos. Dicha regla, propuesta en el área de ecología conductual y comprobada empíricamente, afirma que cuando los animales enfrentan la expectativa de un presupuesto energético negativo se deben comportar de manera propensa al riesgo, y cuando esperan un presupuesto energético positivo deben ser adversos al riesgo. En el experimento realizado, el riesgo se encontraba en la demora al reforzador de una de las opciones, y el presupuesto energético fue manipulado por medio de cambios en la duración de la sesión; se empleó un procedimiento denominado "Encuentros Sucesivos". Los resultados indican que los pichones no se comportan de acuerdo a la regla mencionada, ya que mantienen constantes sus preferencias ante el riesgo tanto en presupuestos energéticos negativos como positivos. Se discuten los resultados con relación a modelos de descuento temporal hiperbólicos.

INTRODUCCION

El proceso de elección en condiciones de riesgo es un tópicó que ha recibido atención de diversas disciplinas como la biología, la economía y la psicología; cada una de ellas ha realizado contribuciones tan importantes para el entendimiento de este problema, que actualmente ninguna puede ignorar a cualquiera de las otras, por lo que el estudio actual de este problema se lleva a cabo de manera interdisciplinaria.

El área de ecología conductual, derivada de la biología, estudia como los patrones de conducta de los organismos han sido moldeados por factores ambientales y presiones evolutivas. Uno de los temas más ampliamente estudiados dentro de este campo es la forma en la que diferentes especies de animales satisfacen sus requerimientos energéticos. Los diferentes modelos propuestos para explicar esta adaptación son conocidos en general como Teoría de Forrajeo Óptimo, y de ella surge la Teoría de Forrajeo Sensible al Riesgo, que es un conjunto de modelos que consideran los efectos de la variabilidad de las fuentes de alimentos sobre la elección. Específicamente, si un animal tiene una elección entre dos estrategias de forrajeo que le brindan la misma cantidad promedio de comida, pero diferentes varianzas, ¿debe el organismo escoger la opción con la varianza más alta, más baja o ser indiferente entre ambas? La cantidad de comida disponible en el ambiente relativa a los requerimientos energéticos del organismo (El presupuesto energético) ha demostrado ser una variable fundamental para la respuesta a esta pregunta. El capítulo 1 resume los hallazgos más importantes de la teoría de forrajeo sensible al riesgo.

Dentro del área de psicología operante se ha planteado también la pregunta de cuál de dos fuentes de alimentos con la misma media pero diferente varianza será preferida. En este caso las opciones entre las que eligen los organismos son programas de reforzamiento -ya sea de razón o de intervalo- fijos vs. variables. La diferencia básica entre los experimentos realizados en el área de psicología y en ecología conductual es que en esta última el riesgo se encuentra en la cantidad de comida que brindará una de las alternativas, mientras que en psicología el riesgo es

programado ya sea en la demora que habrá entre la elección y la presentación de la consecuencia (programas de intervalo), o en el número de respuestas necesario para acceder al reforzador (programas de razón).

El capítulo 2 revisa la literatura sobre elección entre programas de reforzamiento fijos vs. variables. Se incorporan también los estudios recientes en que se evalúa el resultado más influyente del área de ecología conductual, la regla del presupuesto energético.

En laboratorios de psicología operante se han realizado evaluaciones de las predicciones de diversos modelos del área de ecología conductual. Para ello, los procedimientos tradicionalmente empleados en psicología operante han sufrido modificaciones que permiten analogías entre el proceso natural de forrajeo y la ejecución de los sujetos en condiciones de laboratorio. El experimento reportado en esta tesis usa uno de ellos denominado Programa de Encuentros Sucesivos, creado por Stephen Lea en 1979. El capítulo 3 describe la interacción que ha habido entre el área de psicología operante y ecología conductual, en particular se describe el origen del procedimiento de encuentros sucesivos y la literatura que ha hecho uso de él.

Tomando en cuenta estos antecedentes, se realizó un experimento destinado a evaluar la generalidad de la regla del presupuesto energético. Dicho experimento empleó el programa de encuentros sucesivos, pichones como sujetos y demora al reforzador como la variable riesgosa. El capítulo 4 describe el método, los resultados y la discusión de este experimento.

Por último, dada la importancia que algunos conceptos económicos han demostrado para el estudio de la elección, en el anexo 1 se presenta un breve resumen acerca de la importancia del área de economía conductual en laboratorios de psicología operante, particularmente se discute la diferencia entre economías abiertas y cerradas.

ELECCIÓN BAJO RIESGO EN ECOLOGÍA CONDUCTUAL

Caraco (1980) denomina riesgo a la posibilidad de obtener poca cantidad de energía durante el forrajeo habiendo una alternativa que brinda una cantidad mayor con seguridad. La prueba más directa utilizada comúnmente para evaluar si los organismos son sensibles al riesgo, consiste en que un organismo elija entre 2 fuentes de alimento; una de ellas se mantiene constante, mientras que la otra se hace variar aleatoriamente ya sea en la cantidad de alimento otorgada o en la demora entre la elección y la obtención de comida, pero conservando un valor esperado equivalente al de la fuente constante. El organismo selecciona entonces la cantidad de tiempo o respuestas que le dedica a cada una de las opciones. La hipótesis nula es indiferencia, y cualquier desviación significativa de la elección por igual de las 2 fuentes indica sensibilidad al riesgo. Esta sensibilidad puede manifestarse de dos maneras: si el organismo selecciona en mayor medida la opción con resultados constantes, su preferencia es llamada **aversión al riesgo**; pero si selecciona la mayoría de las veces la opción aleatoria (que en algunas ocasiones le da más que la media, pero a veces menos), entonces su preferencia es llamada **propensión al riesgo** (Real y Caraco, 1986).

a) La regla del presupuesto energético.

El área de elección bajo riesgo surgió debido a una implicación de los primeros modelos desarrollados en el área de forrajeo óptimo (p.ej. Charnov, 1976), que suponían como unidad a maximizar la tasa de alimentación obtenida a largo plazo, por lo que los animales forrajeadores deberían ser indiferentes entre dos fuentes de alimentación que a largo plazo le dan la misma tasa, sin importar la variación a corto plazo de dichas fuentes. Sin embargo, Caraco (1980) razona que la respuesta de un organismo a la variabilidad de las fuentes de alimentación debe variar de acuerdo a la energía total poseída por el organismo, ya que la posibilidad de muerte por inanición decremente conforme el organismo acumula energía. Particularmente sugiere que los animales que necesitan cierta cantidad de energía para contrarrestar los costos del forrajeo y además los gastos energéticos nocturnos, deben evitar el riesgo impuesto por la variabilidad cuando el

promedio de los recursos energéticos disponibles es mayor a su requerimiento, y deben buscar el riesgo cuando el requerimiento es mayor al promedio de los recursos disponibles. Este cambio de estrategia de forrajeo maximiza la probabilidad de sobrevivir la noche y se conoce como la regla del presupuesto energético, la cual ha sido enunciada de la siguiente manera: “Si el presupuesto energético es positivo, se debe ser adverso al riesgo, y si el presupuesto energético es negativo, entonces se debe ser propenso al riesgo” (Stephens & Krebs, 1986 p136).

Una forma de modelar esta propuesta es tomar como cantidad a minimizar la probabilidad de un déficit energético; el modelo de puntajes-Z (Stephens y Charnov, 1982; Stephens y Paton, 1986) supone que lo que un forrajeador eficiente debe minimizar es la probabilidad de obtener menos de determinada cantidad de energía (para la supervivencia o para la reproducción, por ejemplo). Los argumentos centrales de este modelo son los siguientes: a) existe una cantidad de energía consumida durante el día, X , la cual es adquirida a lo largo de n oportunidades de forrajeo; para n suficientemente grandes, X se aproxima a la normalidad por el Teorema del Límite Central; La esperanza de X es igual a la media (μ), y la varianza de X es igual a la varianza poblacional (σ^2); b) existe una cantidad de energía, R , la cual permite al animal sobrevivir la noche sin peligro de morir de hambre; de aquí, la probabilidad de que X sea menor que R $pr(X \leq R)$, es tomada como la probabilidad de muerte por hambre. Este modelo supone que la selección natural actúa minimizando esta probabilidad. Minimizar Z es equivalente a maximizar la probabilidad de sobrevivir la noche:

$$Z = \frac{R - \mu}{\sigma} \tag{1}$$

La suposición principal del modelo es que los animales pueden ejercer control sobre la media y la varianza de la distribución de comida mediante la elección de su sitio de alimentación; de acuerdo a la ecuación (1), la reacción que tendrán ante diferentes varianzas, depende de la cantidad esperada, μ en relación a los

requerimientos energéticos, R ; si la cantidad esperada excede el requerimiento, la varianza debe ser reducida, porque disminuyendo la varianza disminuye Z ; pero si la cantidad esperada es menor que el requerimiento, la varianza debe ser incrementada, ya que así disminuye Z . Este modelo es consistente con la regla del presupuesto energético, pero más específico, pues predice que la menor varianza posible debe ser elegida cuando $\mu > R$, y que la mayor varianza posible debe ser elegida cuando $\mu < R$.

b) Evidencia empírica a favor de la regla del presupuesto energético.

El primer trabajo que reporta sensibilidad al riesgo de la manera predicha por la regla del presupuesto energético fue realizado por Caraco, Martindale y Whittam (1980). Debido a la importancia de esta primera demostración, a continuación se expone parte del procedimiento y los resultados más importantes. Pequeños pájaros granívoros, Juncos de ojos amarillos (*Junco Phaenotus*), cuyo peso es aproximadamente 20 gramos, fueron sometidos a una temperatura ambiente constante de 10 grados centígrados y un período de luz de 10 horas (7:30-17:30). El experimento se llevó a cabo en aviarios grandes en los que había dos fuentes posibles de alimentación separadas por una división de madera de un metro de alto que impedía decisiones ambiguas; una de las fuentes tenía un número fijo de hojas de pasto, mientras que la otra podía darle números variables. Previo al experimento se contó, en intervalos de media hora, el número de hojas que los juncos comían durante un día, y este valor fue tomado como el requerimiento alimenticio.

Con estos datos conocidos, el presupuesto energético de los juncos fue manipulado mediante la duración de la privación previa al experimento, D , y el promedio de la tasa de alimentación f , (hojas de pasto/hora) durante la sesión experimental. Si $(8.5-D)f > 600.4$, el junco tenía un presupuesto energético positivo, para esto, D se fijó en 1.5 y f en 120; si $(8.5-D)f < 600.4$, el presupuesto energético esperado era negativo, para esto, D se fijó en 4 y f en 60.

El hallazgo más importante de este experimento fue que los juncos evaluados en presupuestos energéticos positivos fueron adversos al riesgo, mientras que los evaluados en presupuestos energéticos negativos, fueron propensos al riesgo.

En otro trabajo presentado por Caraco (1981), se sometió a un procedimiento similar a otra especie de Juncos llamada de ojos oscuros (*Junco hyemalis*). Los resultados encontrados replicaron el hallazgo anterior, y además indicaron que en presupuestos energéticos balanceados (la tasa de alimentación durante el experimento era apenas suficiente para contrarrestar los costos de todo el tiempo de forrajeo), los animales fueron indiferentes entre las dos opciones. En esencia, la aversión al riesgo disminuyó conforme iba decreciendo el consumo diario esperado, hasta que prefirieron el resultado variable cuando era esperado un déficit

Estos resultados fueron confirmados posteriormente (Caraco, 1982, 1983) en la especie Gorriones corona blanca (*Zonotrichia leucophrys*), que pesa 50% más que los juncos, sin encontrar diferencias inter-especies significativas en cuanto a la aversión al riesgo. Todos estos experimentos fueron blanco de una crítica (p.ej. Staddon y Reid, 1987), pues para mantener a los sujetos en el presupuesto energético deseado, el intervalo entre ensayos posterior a una elección era proporcional a la cantidad de comida recién consumida, por lo que tanto la demora a la recompensa como la cantidad de recompensa fueron variadas, confundiendo entonces los efectos de variabilidad en la demora (cap 3) con el de variabilidad en cantidad; además, debido a que el determinante del presupuesto energético era el tiempo de privación, que siempre comenzaba a las 9:00, la hora de la sesión experimental era diferente según el presupuesto energético. Para resolver estos problemas, Caraco, Blanckenhorn, Gregory, Newman, Recer y Zwicker (1990), condujeron un nuevo experimento en el que mantuvieron constantes tanto el intervalo entre ensayos como la hora del día en que los juncos eran evaluados; se controlaron los presupuestos energéticos mediante la manipulación de la temperatura ambiental; temperaturas cálidas (19 grados centígrados) llevaban a presupuestos energéticos positivos, mientras que temperaturas frías (1 grado centígrado) llevaban a presupuestos energéticos negativos. El patrón de resultados encontrado replicó el resultado anterior, es decir, en presupuestos

energéticos positivos, los sujetos evitaron la opción variable en la mayoría de los casos, mientras que en presupuestos energéticos negativos, lo común fue elegir la opción variable.

Estos importantes resultados han sido replicados mediante el uso de diferentes procedimientos. Por ejemplo, el trabajo de Barnard y Brown (1985) usando "musarañas" (*Sorex araneous*), una especie de roedores pequeños, reporta también la transición de aversión a propensión al riesgo. Estos animales fueron encerrados en tanques de plástico con dos estaciones de alimentación; una estación daba recompensas constantes, mientras que la otra daba recompensas variables. Cuando las musarañas fueron alimentadas a una tasa por debajo de su requerimiento fisiológico, prefirieron variabilidad en la recompensa, pero en presupuestos energéticos positivos, escogieron la recompensa constante el 74% de las veces. Estos autores señalan que esta especie tiene demandas energéticas inusualmente altas, ya que es probable que mueran después de tan solo unas horas de no haber ingerido alimento, por lo tanto, es de esperar que la sensibilidad al riesgo observada haya sido seleccionada naturalmente.

Cartar y Dill (1990) demostraron que la sensibilidad al riesgo de las abejas (*Bombus Occidentalis*), es también modulada por el presupuesto energético. El presupuesto energético fue manipulado en este experimento agregando o removiendo néctar del panal de las abejas. Es importante señalar que el presupuesto energético manipulado fue a nivel de la colmena y no individual, pues para los sujetos como individuos no existió nunca el riesgo de muerte por inanición, pues el néctar obtenido en las primeras flores en cualquier condición experimental aseguraba su supervivencia. El resultado de este experimento indica que la preferencia por flores artificiales con volúmenes de néctar variables (la preferencia estuvo medida por el primer patch visitado o la distribución de visitas en el primer tercio de cada ensayo) fue mayor cuando el panal se encontraba sin néctar que cuando el panal se encontraba lleno de néctar. Sin embargo, como es indicado por Banschbach y Waddington (1994) los resultados deben ser tomados con precaución debido a que aunque la tasa neta de ganancia de energía fue la misma para ambos tipos de flores, la media del volumen de

néctar obtenido era diferente, ya que con 10 visitas a flores del lado variable obtenían 30 microlitros de néctar, mientras que por el mismo número de visitas a flores del lado constante, obtenían 20 microlitros. Banschbach y Waddington (1994) sugieren que los resultados encontrados se pueden deber a que las abejas son sensibles a los niveles de néctar de su panal, por lo que en la condición de panal vacío, habiendo dos tipos de flores que le dan la misma tasa neta de ganancia energética, pero diferente volumen, las abejas deben preferir el tipo de flor que les brinde un volumen mayor.

Croy y Hughes (1991) demostraron que una especie de peces (*Spinachia spinachia* L) responde al riesgo diferencialmente cuando están hambrientos y cuando están parcialmente saciados. En tres diferentes experimentos encontraron que los animales prefieren el lado riesgoso de un acuario cuando están privados de comida por 24 horas, y el lado seguro cuando han sido privados por únicamente una hora. Los autores no hacen referencia a la regla del presupuesto energético, y por lo tanto sus condiciones no pueden ser directamente tomadas como presupuestos energéticos negativos o positivos. Sin embargo, el cambio en la preferencia observado se encuentra en la dirección predicha por la regla del presupuesto energético.

La regla del presupuesto energético ha sido evaluada también en investigaciones de campo; Cartar (1991) investigó la sensibilidad al riesgo de tres especies de abejas, investigando la distribución de visitas a dos especies de flores que naturalmente brindan la misma tasa neta de ganancia energética, pero diferente variabilidad. La manipulación experimental consistió en remover las reservas de néctar de la colmena para inducir presupuesto energético negativo, o aumentar el néctar de los panales para inducir presupuesto energético positivo. El resultado encontrado fue que en las últimas horas del periodo de forrajeo, 68% de las abejas de las colmenas cuyo néctar fue removido prefirieron la especie de flor con mayor varianza, mientras que cuando el néctar de las colmenas había sido aumentado, el porcentaje de abejas que escogieron explotar esa flor fue 47%

c) Evidencia empírica en contra de la regla del presupuesto energético

A pesar de la abundancia y consistencia de los trabajos que apoyan la regla del presupuesto energético, la generalidad de dicha regla ha sido cuestionada por diversos trabajos cuyos resultados no encuentran el cambio de preferencias predicho. Lawes y Perrin (1995), demostraron que individuos de la especie musaraña elefante de orejas redondas (*Macroscelides proboscideus*) no se adaptan a la regla del presupuesto energético; éste fue manipulado mediante la duración de la privación de alimento (24 ó 48 horas, exp 1) o mediante la temperatura ambiental (24° ó 15° C, exp2). Los resultados indican que aunque la aversión al riesgo disminuyó cuando fueron evaluados en temperatura ambiental de 15 grados centígrados, ni siquiera en ese caso los sujetos mostraron una propensión al riesgo significativa, como es requerido por la regla del presupuesto energético. Los autores citan como posibles causas de este resultado a la habilidad de estos animales para cambiar de dieta (de insectos a hierba, la cual es menos variable). Por lo tanto, esta especie no se ve forzada a cambiar estrategias de forrajeo como resultado de cambios en la disponibilidad de alimento, ya que puede sobrevivir con alimentos cuyas fuentes no se depletan. Descartan como posible explicación de la aversión al riesgo observada que el presupuesto energético no haya sido lo suficientemente negativo, pues con 60 horas de deprivación, los animales estaban notoriamente débiles y ni aún así fueron propensos al riesgo.

Banschbach y Waddington (1994), realizaron un experimento con 40 abejas (*Apis Mellifera ligustica*); alteraron el presupuesto energético de grupos de sujetos removiendo o agregando la miel existente en la colmena, e igualaron las tasas netas de ganancia de energía de dos tipos de flores artificiales que diferían en color y en la variabilidad de concentración del néctar; las flores azules tenían una concentración de néctar constante (20%), mientras que las flores amarillas tenían una concentración de néctar variable, que podía ser 10% o 30% con $p=0.5$. Aunque algunos sujetos mostraron sensibilidad al riesgo, ésta no estuvo relacionada con la cantidad de miel existente en la colmena. En la condición de colmena con poca miel, el 51% de las visitas fue a flores con concentración constante de néctar, mientras que en la condición de colmena con miel abundante, el porcentaje de visitas a estas flores fue 56%. L a

explicación que dan los autores para esta insensibilidad al riesgo es que el gran número de abejas en una colmena y la gran cantidad de flores visitadas por cada una de ellas durante cada periodo de forrajeo hacen que la miel recolectada en conjunto se aproxime a la media de ambos tipos de flores, por lo que las abejas no son afectadas por la variabilidad de las fuentes de néctar.

Perez y Waddington (1996), evaluaron la sensibilidad al riesgo de otra especie de abejas (*Xylocopa micans*), mediante flores artificiales de dos tipos, de baja varianza, las cuales daban siempre el mismo resultado, y de varianza alta, las cuales podían otorgar cantidades de energía bajas o altas, pero con el mismo promedio que el otro tipo. El presupuesto energético fue manipulado de dos diferentes maneras: En el primer experimento, se manipuló la concentración de néctar de ambos tipos de flores; en la condición de presupuesto energético negativo todas las flores proveían nectar diluído al 10%, mientras que en la condición de presupuesto energético positivo todas las flores tenían nectar diluído al 30%. El riesgo se encontraba en el volumen contenido por uno de los tipos de flores (1ml ó 3ml $p=0.5$), mientras que el otro tipo de flor contenía 2ml. con $p=1.0$. En el segundo experimento el presupuesto energético se manipuló mediante el volumen de néctar encontrado en ambos tipos de flores, durante la condición de presupuesto energético negativo todas las flores otorgaban 1 mililitro, y en la condición de presupuesto energético positivo todas las flores daban 3 mililitros. El riesgo se encontraba en la concentración de néctar en uno de los tipos de flores (10% ó 30% $p=0.5$), mientras que la concentración de néctar de las flores del otro tipo se mantuvo constante en 20%. Los resultados indican que las abejas fueron insensibles tanto a la variabilidad en volumen de néctar como a la variabilidad en concentración. La indiferencia al riesgo observada se mantuvo tanto en presupuestos energéticos negativos como positivos. Estos estudios, unidos a otros realizados en laboratorios de psicología operante (ver cap. 2) cuestionan la generalidad de la regla del presupuesto energético, pues parece ser que sus predicciones no se cumplen en todos los casos. De acuerdo a los resultados expuestos, la literatura sobre elección bajo riesgo puede dividirse en dos partes; la primera, que encuentra el efecto predicho por la regla del presupuesto energético, y que emplea como sujetos ya sea especies de pájaros

pequeños, adaptados al frío y del hemisferio norte (Lawes y Perrin, 1995) u otras especies de animales que no pueden almacenar gran cantidad de energía en sus cuerpos; La segunda parte de trabajos encuentra que el cambio de preferencias ante el riesgo predicho por la regla del presupuesto energético no se cumple, y en su lugar encuentra ya sea indiferencia al riesgo u otra reacción ante él, pero de manera no correlacionada con el presupuesto energético. Estos resultados han sido encontrados principalmente en animales. cuya supervivencia no depende exclusivamente de sus requerimientos energéticos a corto plazo.

Como es notado por Case, Nichols y Fantino (1995, p300) esta discrepancia no es necesariamente problemática para la regla del presupuesto energético, pues por ser un modelo que asume selección natural, es posible que cada especie haya desarrollado reacciones al riesgo específicas debido a las diferentes presiones evolutivas que han tenido. Sin embargo, parece necesario un análisis de las condiciones en las que las predicciones de la regla del presupuesto energético no se cumplen, para poder apreciar si las variables responsables de las discrepancias encontradas son las diferencias entre especies, o alguna otra diferencia en el procedimiento de los dos cuerpos de datos aquí presentados.

ELECCION BAJO RIESGO EN PSICOLOGIA OPERANTE.

El tema central de investigación en los laboratorios de psicología operante ha sido el de la elección; uno de los productos más importantes de esta línea de investigación es la Ley de Igualación (Herrnstein, 1961), la cual afirma que en una situación con 2 programas de reforzamiento intervalo variable disponibles concurrentemente, la tasa relativa de respuestas de cada programa es igual a la la tasa relativa de reforzamiento que dicho programa otorga. Esta propuesta original ha sido extendida a situaciones en que una sola alternativa está disponible (Herrnstein, 1970), programas diferentes a concurrentes IV-IV, como un programa concurrente IV-RV (Heyman y Herrnstein, 1986), y a situaciones en que han sido variados parámetros de reforzamiento diferentes a la tasa, encontrando que los sujetos también igualan respecto a cantidad (Catania, 1963) e inmediatez del reforzador (Chung y Herrnstein, 1967). Herrnstein (1964a) extendió la Ley de Igualación a reforzadores condicionados, encontrando que en un programa concurrente encadenado (ver más adelante) la tasa relativa de respuestas en los eslabones iniciales iguala la tasa de reforzamiento primario en los eslabones terminales cuando éstos se encuentran formados por programas de razón variable, intervalo variable o una combinación de ambos. Sin embargo, cuando uno de los eslabones terminales es un programa intervalo variable y el otro un programa intervalo fijo, la tasa relativa de reforzamiento primario en la presencia de cada estímulo no predice adecuadamente la tasa relativa de respuestas en los eslabones iniciales, sino que se encuentra un sesgo a favor de responder en el eslabón inicial que dará acceso al programa variable (Herrnstein, 1964b). Este hallazgo marcó el inicio del interés en investigar la elección entre programas de reforzamiento fijos vs. variables. Debido a la gran cantidad de investigación generada por este trabajo, a continuación se revisa con detalle el procedimiento empleado y los resultados encontrados.

PROGRAMAS CONCURRENTES ENCADENADOS

El programa concurrente encadenado fue creado por Autor en 1960 (citado en Fantino, 1977), como una herramienta que permite distinguir la preferencia por un

programa (medida generalmente por tasa de respuesta) de la tasa de respuestas generada por él. Por ejemplo, si tomamos la tasa relativa de respuestas como medida de preferencia en un programa concurrente simple RV-IF, observaríamos preferencia por el programa RV, pero una explicación alterna es que las tasas de respuestas generadas por programas RV tienden a ser más altas que las generadas por programas IF.

En la primera fase de un programa concurrente encadenado, dos programas están presentes concurrentemente, uno en cada tecla; estos programas son conocidos como eslabones iniciales. Cuando el requerimiento de respuesta de uno de los eslabones iniciales es satisfecho (generalmente es el mismo para ambos programas), se entra al programa terminal asociado con esa cadena, esto es indicado por un cambio exteroceptivo en la estimulación, al tiempo que la otra tecla se vuelve no operativa; los eslabones iniciales están simultáneamente disponibles, mientras que los eslabones terminales son mutuamente excluyentes. El reforzador primario es otorgado por la terminación del requerimiento del eslabón terminal, y después de esto es reiniciado el ciclo. La variable independiente cuando se usa este programa generalmente es alguna diferencia entre los eslabones terminales. La variable dependiente es la tasa relativa de respuesta en los eslabones iniciales y es tomada como una medida de la preferencia por el programa asociado al eslabón terminal. Así, la preferencia por el estímulo asociado a un programa de reforzamiento (tasa de respuestas en los eslabones iniciales) es diferente a la tasa de respuestas generada por el estímulo mismo (tasa de respuestas en cada eslabón terminal).

ELECCION ENTRE PROGRAMAS DE REFORZAMIENTO FIJOS VS. VARIABLES.

En una de las condiciones arregladas por Herrnstein (1964b), el segundo eslabón de cada programa estuvo asociado con un intervalo entre reforzadores con la misma media aritmética (15 segundos), pero diferente variabilidad; uno de ellos era intervalo variable 15 segundos, y el otro intervalo fijo 15 segundos. Como fue indicado por la tasa de respuesta en programas idénticos intervalo variable 60 segundos, que eran los eslabones iniciales del programa (fase de elección), los pichones prefirieron

por una razón de 3:1 como eslabón terminal al programa IV 15 segundos (la opción riesgosa). La idea a probar en este trabajo era si la media aritmética de un programa variable permitía predecir con éxito el valor de dicho programa. Los datos encontrados demostraron claramente que no es así, pues un programa variable con media aritmética de 15 segundos es preferido por mucho a un programa fijo con ese mismo valor. Estos datos sugieren que los subintervalos cortos de un programa de intervalo variable son valorados con un peso mayor que los subintervalos largos. Aunque este hecho sugiere que los sujetos realizan una transformación logarítmica, los resultados no son predichos por la media geométrica del programa variable ni indican cual podría ser la regla de transformación empleada.

Killeen (1968) realizó un experimento para investigar cual es la medida de tendencia central que los animales emplean cuando se enfrentan a un programa variable, y concluyó que siempre que dos programas tengan la misma media harmónica, se debe esperar indiferencia entre los programas. Sin embargo, estudios posteriores demostraron que la regla buscada no era tan sencilla como la propuesta por Killeen, y se realizaron trabajos importantes con la intención de continuar con la búsqueda de una regla de equivalencia para elección entre programas de reforzamiento fijos Vs variables. A pesar de que no fue posible encontrar un modelo que predijera adecuadamente la elección entre opciones variables y fijas en programas concurrentes encadenados hasta la propuesta del Modelo de Elección Contextual (Grace, 1993), se generó una rica base de datos que permite concluir que los organismos prefieren en gran medida y consistentemente demoras al reforzador variables sobre fijas con la misma media aritmética. Por ejemplo, Fantino (1967) investigó la elección entre requisitos de respuesta fijos vs. variables mediante un programa concurrente encadenado. En una de las condiciones el segundo eslabón de uno de los programas iniciales era un programa razón fija 50 (RF 50), en tanto que el segundo eslabón del otro programa era la mitad de las veces razón fija 1, y la otra mitad razón fija 99 (Programa mixto RF1-RF99). Las respuestas de los pichones en la fase de elección en donde estaban simultáneamente disponibles e independientes dos programas intervalo variable 3 minutos, favorecieron al estímulo asociado con el

programa variable, lo cual fue demostrado por una tasa relativa de respuestas de más de 0.7 en el programa intervalo variable que posteriormente daba lugar al programa mixto RF1RF99. Los pichones llegaron a preferir la opción constante solamente cuando el requerimiento de la razón fija de ese programa fue bajado a 10 y ni aún en ese caso fue notoria la preferencia por el estímulo asociado a razón fija constante (0.55).

Davison (1969), empleó un programa concurrente encadenado en el que uno de los eslabones terminales estaba compuesto por un programa mixto IF15-IF45 que se mantuvo constante a lo largo de la sesión. El otro eslabón terminal era un programa simple IF que tuvo los valores de 10, 15, 20, 25 y 30 segundos en diferentes condiciones. En la condición en que la media aritmética de los dos eslabones terminales fue la misma, el promedio de la preferencia por el programa variable fue .88, y el mejor predictor de la preferencia de los pichones consistió en tomar la media harmónica del cubo de los subintervalos del programa variable. Para evaluar si la diferencia entre los resultados de Davison (1969) y Killeen (1968) se debía al número de subintervalos de la opción variable, Davison (1972) manipuló el número de componentes del programa variable y encontró que ante tres diferentes valores, la media harmónica del cuadrado de las demoras predijo adecuadamente las preferencias observadas, es decir, el número de intervalos que compone el programa variable no tuvo ningún efecto en la preferencia por programas variables. En este experimento, la preferencia por el programa mixto con la misma media aritmética que el programa fijo fue en promedio .67, demostrando clara preferencia hacia la opción variable.

La evidencia relacionada con preferencia por demoras al reforzador variables ha sido observada también en programas de tiempo. Rider (1983) midió la preferencia entre un programa tiempo fijo (TF) 15 segundos que era uno de los eslabones terminales, y un programa tiempo mixto (TM) .2-30 segundos que era el otro eslabón terminal. Se varió la probabilidad de presentación de la demora corta (.2 s), tomando en diferentes condiciones los valores de 0, .1, .25, .5, .75, .9 y 1.0; cuando la probabilidad era 0.5, la media aritmética de las demoras de ambos programas fue la

misma. En esta condición, el promedio de las tasas relativas de respuesta ante el programa asociado con demora variable, fue de 0.7, replicando mediante programas de tiempo los resultados descritos en lo referente a preferencias por programas de reforzamiento variables.

Datos consistentes con preferencia por riesgo con demora de reforzamiento como variable aleatoria, han sido encontrados en otros estudios (Logan, 1965; Mazur, 1984, 1985, 1988; Pubols, 1962).

Estos datos nos permiten concluir que la preferencia de pichones por demoras variables es un resultado sólidamente establecido mediante gran cantidad de procedimientos de programación de las demoras; sin embargo, debido a que los pichones son comúnmente evaluados cuando están privados de comida, es posible que la propensión al riesgo observada se deba a que la privación de comida genera un presupuesto energético negativo, lo cual implica que en situaciones en que los recursos energéticos disponibles sean mayores a los requerimientos se debería observar aversión al riesgo. Staddon y Reid (1987) hacen una predicción similar basados en un argumento diferente.

La regla del presupuesto energético hace una clara predicción para la elección entre programas de reforzamiento fijos y variables: un animal sin presiones energéticas escogerá la demora constante, mientras que un animal que espera un déficit energético escogerá la demora variable

Actualmente existen 3 trabajos que han investigado explícitamente si la preferencia de animales por demoras al reforzador variables es dependiente del presupuesto energético.

TRABAJOS QUE EVALUAN LA REGLA DEL PRESUPUESTO ENERGETICO.

Zabludoff, Wecker y Caraco (1988), reportan resultados de un experimento en el que 4 ratas debían elegir entre una demora constante de t segundos y una opción variable con demoras equiprobables de 1 y $(2t-1)$ segundos. El presupuesto energético fue simulado variando el valor de t . Durante las diferentes condiciones fue de 5, 10, 25, 50, 25, 10, y 5. Los resultados indicaron que conforme t incrementaba de 5 a 50, la preferencia de los sujetos cambió de la opción constante a la opción variable, resultado

consistente con el modelo de presupuesto energético. Sin embargo, en la replicación de estas condiciones, las ratas continuaron prefiriendo la opción variable (como en la condición $t=50$), por lo que el modelo de presupuesto energético no fue capaz de explicar los datos. Los autores sugieren que los resultados son más consistentes con el modelo de descuento temporal propuesto por Kagel, Green y Caraco (1986), en el cual, el valor presente de una recompensa disminuye en forma convexa conforme la demora entre elección y consumo se incrementa. La convexidad implica que el disminuir la demora de t a $(t - x)$ unidades de tiempo incrementa el valor presente de una recompensa más de lo que un incremento en demora de las mismas unidades de tiempo disminuyen dicho valor.

Ha, Lehner y Farley (1990), realizaron un experimento empleando un sistema de economía cerrada. Los sujetos fueron 7 individuos de una especie de pájaros de aproximadamente 70 gramos que en su ambiente natural enfrenta los extremos de disponibilidad de alimento, debido a que es una especie no migratoria. Las opciones a escoger fueron 2 programas de razón variable con el mismo valor, uno de ellos con mayor varianza que el otro, y el presupuesto energético fue manipulado mediante variaciones en el valor de los programas; Por ejemplo, dado el sistema de economía cerrada empleado el valor RV 80 llevaba a presupuestos energéticos negativos, mientras que el valor RV10 llevaba a presupuestos energéticos positivos. Los resultados indican preferencia por el programa RV con varianza más alta (propensión al riesgo) ante todas las densidades de reforzamiento.

Case, Nichols y Fantino (1995) usaron un programa concurrente encadenado y agua como reforzador; demostraron que cuando los eslabones terminales eran IV 15 seg e IF 15 seg, los pichones continuaron prefiriendo el programa variable incluso en las condiciones con gran cantidad de agua disponible. El presupuesto energético fue variado de tres diferentes maneras, un periodo post-sesión de acceso al agua por una hora, un periodo pre-sesión de acceso al agua por 40 min, y una sesión más larga (19 horas en lugar de 1.5). Bajo ninguno de estos tratamientos se observó que disminuyera la preferencia por el eslabón terminal IV 15 seg, demostrando que la preferencia por el riesgo no depende del presupuesto energético.

Otros trabajos apoyan la idea de que la sensibilidad al riesgo de ratas y palomas no depende del presupuesto energético. Aunque no tan cercanamente ligados al experimento aquí reportado debido a que investigan la sensibilidad al riesgo ante cantidad de reforzamiento como la variable riesgosa en lugar de demora al reforzador, se revisarán otros dos trabajos.

Battalio, Kagel y MacDonald (1985), empleando un programa de ensayos discretos encontraron que la preferencia de ratas por resultados constantes sobre variables no depende del presupuesto energético. En este estudio, la opción constante consistía en la entrega de 8 pellets con probabilidad 1.0, y la opción variable consistía en la entrega de un pellet con probabilidad 0.75, o la entrega de 29 pellets con probabilidad 0.25; un grupo de ensayos forzados antecedían los ensayos de elección libre. Los ensayos forzados tenían la función de familiarizar a los sujetos con las alternativas, durante estos ensayos solo una de las palancas estaba disponible (lo que era señalado por una luz encendida arriba de ella). En la mitad de estos ensayos se presentaba la palanca asociada a resultados constantes, y en la otra mitad la palanca asociada a resultados variables; cada bloque de cuatro ensayos en esta última palanca otorgaba el valor esperado de la opción. Los ensayos libres empezaban con la iluminación de las luces de ambas palancas, una sola presión de palanca daba lugar a la entrega del reforzador y a la extinción de las luces de las palancas. Posterior a esto se presentaba un intervalo entre ensayos de 30 segundos en el que todas las luces, incluyendo la general eran apagadas; después de este período, comenzaba un nuevo ensayo cuando se encendía la luz general y las luces de cada palanca; estos ensayos servían para medir preferencias. Se varió el presupuesto energético de las ratas mediante el aumento del número de ensayos forzados (siempre en bloques de ocho), con la intención de probar si las preferencias ante el riesgo variaban en diferentes presupuestos energéticos. En los resultados de este experimento se observa que la aversión al riesgo se mantiene tanto en presupuestos energéticos positivos como negativos. Battalio et al (1985) propusieron como explicación de la diferencia en resultados con los trabajos realizados por ecólogos conductuales, el peso corporal y la velocidad de metabolismo de los pájaros usados en ecología conductual respecto al de

las ratas. Esto significa que los requerimientos para sobrevivir de los pájaros pueden ser mucho más intensos que los de las ratas y, consecuentemente, los animales relativamente grandes pueden estar menos predispuestos evolutivamente a cambiar estrategias de forrajeo en respuesta a un deterioro en las fuentes de alimentación. Kagel, MacDonald, Battalio, White y Green (1986), llegan a conclusiones similares usando agua como reforzador.

Hamm y Shettleworth (1987), llevaron a cabo un estudio mezclando los procedimientos típicamente empleados por ecólogos conductuales y por psicólogos; usaron pichones privados al 85% de su peso *ad libitum* como sujetos, como en los experimentos realizados por psicólogos, y cantidad de reforzamiento como variable aleatoria, como en los experimentos realizados por ecólogos conductuales. El primero de los experimentos reportados usó un programa concurrente IVx-IVx. Para un programa, el reforzador consistía en 2 pellets de 75 mg., en tanto que para el otro, podía ser cuatro o cero pellets con $p=0.5$. La preferencia fue medida en distribución de tiempo. En el transcurso de tres condiciones, se varió el valor de programa IV de 20 a 180 segundos, lo que significa, en lenguaje de ecología conductual, mover a los sujetos a condiciones de presupuesto energético negativo. Aunque la aversión al riesgo disminuyó ligeramente conforme el IV incrementaba, no fue observada la propensión al riesgo esperada en presupuestos energéticos negativos.

La evidencia revisada en el presente capítulo indica que las predicciones de la regla del presupuesto energético no se cumplen cuando ciertos organismos como ratas y palomas escogen entre demoras al reforzador o cantidad de alimento fijas contra variables.

Una contrastación entre estos estudios y los que apoyan la regla del presupuesto energético indica que además de emplear diferentes especies de animales, generalmente el procedimiento empleado también es diferente; de esta manera, algunos autores (p.ej. Lea, 1979) han propuesto que la elección óptima es posible únicamente en la situación de forrajeo natural a la que los organismos se han adaptado a lo largo de la evolución; este razonamiento implica que en situaciones

experimentales más cercanas al forrajeo natural es posible esperar una aproximación al cumplimiento de las predicciones de la regla del presupuesto energético.

SIMULACIONES OPERANTES DE FORRAJEО.

ANTECEDENTES

La breve revisión realizada en los capítulos anteriores nos deja ver claramente que el tema de elección bajo riesgo ha sido tratado (al principio de manera independiente) tanto por la psicología operante como por la ecología conductual. Al igual que este tema otros han recibido atención de estas dos áreas de investigación. Este hecho generó que a finales de los 70's y principios de los 80's hubiera un amplio contacto entre las dos líneas de investigación; por ejemplo, durante el congreso de la Sociedad de Conducta Animal en Washington, en 1978, se realizó un simposio sobre conducta de forrajeo en el cual estuvieron presentes tanto ecólogos como etólogos y psicólogos (Kamil, Krebs y Pulliam, 1987). Ese simposio generó la edición del libro **Conducta de forrajeo: aproximaciones ecológicas, etológicas y psicológicas** (Kamil y Sargent, 1981). Otro ejemplo es el congreso sobre Conducta de Forrajeo en 1984 en Providence, Rhode Island, E.U.A., con cuyo material se preparó la edición del libro **Conducta de Forrajeo** (Kamil, Krebs y Pulliam, 1987), en el cual destacados psicólogos operantes (p.ej. Baum, Fantino, Staddon y Reid) presentaron diversos capítulos sobre la relación entre forrajeo y aprendizaje o motivación.

Entre las razones que motivaron el interés en esta interacción podemos encontrar, por un lado, que para los psicólogos operantes la conducta de forrajeo de los animales puede ser vista como un análogo natural de los procedimientos que se han usado para investigar el proceso de elección en laboratorios de psicología operante desde 1960, y a la vez el estudio en laboratorios de esta conducta permite emplear la rigurosa tecnología y la gran base de datos desarrolladas por psicólogos operantes para evaluar los efectos de variables que se supone influyen en el forrajeo natural y así aumentar el grado de validez interna de la investigación (aún a expensas de la validez externa, véase Fantino y Abarca, 1985). La relación entre el forrajeo y el proceso de elección queda claramente descrita en el siguiente párrafo:

“Parece posible que los métodos del condicionamiento operante pueden brindar información sobre los patrones de forrajeo, tanto entre sitios de alimentación como dentro de un sitio de alimentación, pero particularmente entre sitios. Esta posibilidad

depende de una analogía entre un programa de reforzamiento y un patch.... La conducta operante es conducta que varía de acuerdo a sus consecuencias. El forrajeo, también debe variar de acuerdo a sus consecuencias. Por ejemplo, que tipo de presas son capturadas y con qué frecuencia, debe influir en donde, cuando y como un predador forrajea; de aquí la analogía. En el laboratorio, los reforzadores son obtenidos (capturados) de acuerdo a programas de reforzamiento. Si las presas son consideradas reforzadores, entonces los sitios de alimentación serían como programas de reforzamiento" (Baum, 1987, pp 590-591)

Debido a esto, algunos temas tradicionalmente investigados en el área de ecología conductual comenzaron a ser estudiados en laboratorios de psicología operante, entre ellos, uno de los más importantes ha sido la forma en la que los animales deciden cuantos y cuales tipos de presa incluir en su dieta. Dentro del área de ecología conductual, el modelo más influyente acerca de como los animales resuelven este problema, es el modelo de dieta óptima desarrollado por Charnov (1976); según este modelo, los organismos jerarquizan los diferentes tipos de presas disponibles de acuerdo a la cantidad de energía que otorgan (e) y al tiempo que lleva manipularlos (h); la meta de los organismos forrajeadores es maximizar el ingreso neto de energía por unidad de tiempo de forrajeo (En/T) :

$$\frac{En}{T} = \frac{\sum \lambda_i E_i P_i}{1 + \sum \lambda_i h_i P_i} - E_s \quad (2)$$

Donde para cada tipo de presa (i) λ es el número de presas encontrado por unidad de tiempo de búsqueda, E es la energía esperada, h es el tiempo de manipulación esperado, P es la probabilidad de que el predador aceptará la presa encontrada, y E_s es el costo por unidad de tiempo de búsqueda.

Para calcular la dieta óptima, los tipos de presas son clasificados en orden decreciente de acuerdo a la cantidad e/h (entre mayor es e/h , mas preferido es ese tipo). La ecuacion (2) es aplicada a conjuntos de tipos de presas cada vez más grandes, empezando con la dieta que tiene sólo el tipo de presa con e/h más alto, y añadiendo los demás en orden decreciente de e/h hasta que esta cantidad para un tipo

dado x es menor a E_n/T de la dieta con los tipos de presas preferidos. Los tipos de presas aceptables son todos aquellos con valores e/h más altos que el tipo x .

De acuerdo a la ecuación (2) se predicen las siguientes características que toda dieta óptima debe tener: a) el valor de probabilidad de aceptación de cada tipo de presa debe ser ya sea 1.0 ó 0.0, es decir, una presa debe ser aceptada para manipulación en todas las ocasiones que es encontrada, o en ninguna, pues valores intermedios no pueden ser óptimos; b) la probabilidad de aceptación del tipo de presa x será 1.0 si y solamente si e_x/h_x es mayor que el valor E_n/T resultante de incluir en la dieta todos los tipos de presa con e/h mayores que el tipo de presa x ; c) como consecuencia de la predicción anterior, el que un tipo de presa sea o no aceptado no depende de su abundancia en el ambiente (pues la abundancia no está considerada en la cantidad e/h), sino en la abundancia de los tipos de presa con e/h mayores (que ya están incluidos en la dieta, y cuya abundancia influye en el valor de ésta); d) entre mayor sea la abundancia total de comida, mas especialista será el forrajeador, es decir, incluirá menos tipos de presas en su dieta.

La gran mayoría de simulaciones operantes de forrajeo han sido desarrolladas con la intención de evaluar alguna de estas predicciones del modelo de dieta óptima.

Todo experimento que intente hacer alguna de estas evaluaciones debe tomar en cuenta suposiciones fundamentales en las que el modelo está basado; por ejemplo, el modelo asume que la búsqueda de presas y el manejo de éstas una vez encontradas son actividades mutuamente excluyentes; que las presas son encontradas de manera aleatoria y secuencial; que los diferentes tipos de presas son claramente discriminables e inmediatamente reconocibles; y que los organismos forrajeadores tienen un conocimiento preciso de los diversos parámetros ambientales como son la energía obtenida por el consumo de cada presa, sus tasas de encuentro, el tiempo y costo de búsqueda y manipulación, etc.

EL PROCEDIMIENTO DE ENCUENTROS SUCESIVOS.

Lea (1979) desarrolló un programa de reforzamiento llamado procedimiento de encuentros sucesivos, el cual cumple con las suposiciones del modelo de dieta óptima recién mencionadas; en este procedimiento, la sesión comenzaba cuando la luz

general y la tecla central se encendían; esto daba inicio al período de búsqueda, en el cual estaba en marcha un programa de reforzamiento IF x segundos. Una vez que este programa era satisfecho, iniciaba el período de elección, en el cual uno de los dos “tipos de presas” (seleccionado aleatoriamente) aparecía en la tecla izquierda señalado por uno de dos colores, rojo o verde. Durante este período el pichon podía ya sea a) rechazar la presa encontrada dando tres picotazos a la tecla central o dejando de responder durante 4096 segundos, lo cual iniciaba un nuevo período de búsqueda, o b) aceptar la presa encontrada por medio de un picotazo en la tecla izquierda y entrar al período de manejo, en el cual se apagaba la tecla central e iniciaba un nuevo programa de reforzamiento IF cuya duración (5 seg. ó 20 seg) dependía del tipo de presa encontrado. Una vez completado este programa se otorgaba acceso al comedero, cuya duración estaba determinada por el tipo de presa recién manipulada (Es o EI). Para un tipo de presa, el acceso al comedero estaba seguido de un período de detención de d segundos, en el que ningún estímulo estaba encendido (solo en algunas condiciones). Después de esta detención o del acceso al comedero de la otra opción comenzaba un nuevo período de búsqueda.

Lea (1979) evaluó 3 de las predicciones del modelo de dieta óptima mediante variaciones en parámetros del procedimiento de encuentros sucesivos:

- 1.- La hipótesis de que a mayor abundancia general de las presas los organismos son más selectivos fue probada disminuyendo el valor del programa IF de búsqueda de 110 a 5 segundos con valores intermedios de 80, 40, 30, 20, 10 y 7.5 segundos; esta manipulación tiene el efecto de disminuir la densidad de ambos tipos de presas.
- 2.- La hipótesis de que la densidad del tipo de presa preferido debe tener una influencia mayor en la probabilidad de aceptación de la presa menos preferida que la propia densidad de ésta, fue evaluada mediante combinaciones de valores del tiempo de búsqueda y de la probabilidad de presentación de cada tipo de presa de tal manera que en un bloque de condiciones estas combinaciones mantuvieron fija la densidad de la presa preferida mientras la densidad de la menos preferida fue variada, y en un segundo bloque la densidad de la presa menos preferida se mantuvo constante y la de la presa preferida fue variada.

3.- La hipótesis de que el único determinante de preferencia ante dos opciones es la cantidad e/h otorgada por cada una fue evaluada manipulando el tiempo de acceso al comedero. Para que el e/h de las dos opciones fuera el mismo la opción IF 5 seg otorgó 2 seg. de acceso al comedero y la opción IF 20 seg otorgó 8 segundos.

A continuación se describen los resultados mas importantes de la evaluación de cada una de estas hipótesis.

1.- Ante decrementos en el tiempo de búsqueda (disminución en la densidad de ambos tipos de presa) la probabilidad de aceptar la presa menos preferida disminuyó; sin embargo, se observaron preferencias parciales, es decir, la probabilidad de aceptación tuvo valores entre 0 y 1. Además, se observó una tendencia a rechazar la presa menos preferida en situaciones donde el modelo de dieta óptima predecía su aceptación (ante tiempos de búsqueda mayores a 7.5 seg).

2.- Cuando la densidad del tipo de presa preferido fue aumentada, manteniendo la densidad del otro tipo de presa constante, se observó una disminución sistemática de la probabilidad de aceptación de la presa menos preferida; cuando la densidad del tipo de presa preferido se mantuvo constante, mientras que la del tipo de presa menos preferido fue aumentada, se encontró un aumento en la probabilidad de aceptación de la presa menos preferida, que, aunque fue menos drástico y consistente que el aumento ante disminuciones en la densidad del tipo de presa preferido, fue mayor al esperado de acuerdo al modelo de dieta óptima.

3.- Cuando el e/h de ambas opciones fue igualado mediante manipulación del tiempo de acceso al comedero de cada opción, se encontró que los pichones prefirieron consistentemente la presa con tiempo de manejo más corto y menor tiempo de acceso al comedero (IF 5 seg, 2 seg. de acceso al comedero), pues en esta condición la probabilidad de aceptación del otro tipo de presa (IF 20 seg. 8 seg. de acceso al comedero) fue notablemente menor a 1.0 para 5 de los 6 pichones.

Dado que el resultado número 1 indica que la conducta de los pichones no fue la predicha por el modelo de dieta óptima, Abarca y Fantino (1982) supusieron que la tendencia a rechazar la presa menos preferida pudo deberse al uso de programas de intervalo fijo en la fase de manejo; por esta razón, replicaron esta parte del

experimento empleando programas con los mismos valores que Lea (5 seg Vs. 20 seg), pero variables en lugar de fijos. Adicionalmente modificaron el programa original en otros aspectos; para aceptar una presa encontrada los sujetos debían dar tres picotazos en esa tecla en lugar de uno en el procedimiento original; bastaban 30 segundos sin respuesta en la fase de elección para rechazar la presa encontrada, en lugar de los 4096 del procedimiento original; y el número mínimo de sesiones en una condición fue 20 en lugar de 5 en el trabajo de Lea. La variable independiente fue el valor del IF que señalaba el tiempo de búsqueda, el cual fue en las diferentes condiciones 4, 10, 25 y 63 segundos. Los resultados de este experimento, además de replicar el efecto de la duración de la fase de búsqueda sobre la aceptabilidad del tipo de presa menos preferido, demostraron que el promedio de la probabilidad de aceptación de la presa menos preferida (IV 20 seg) fue menor a .5 ante tiempos de búsqueda menores a 7.5, y mayor a .5 ante tiempos de búsqueda mayores a 7.5. Este es un resultado sumamente interesante, porque 7.5 es exactamente el punto en el que el modelo de dieta óptima predice el cambio de aceptar a rechazar la presa menos preferida.

Este estudio tuvo una gran importancia, pues hizo clara la relación existente entre un importante modelo de elección, la Teoría de la Reducción de la Demora (Fantino, 1969) y la teoría de forrajeo óptimo, representada por el modelo de dieta óptima (Charnov, 1976).

La Teoría de la Reducción de la Demora establece que la fuerza de un estímulo como reforzador condicionado es determinada por una comparación entre la reducción en la demora al reforzador que es señalada por ese estímulo, y la demora al reforzador medida desde el inicio del estímulo anterior. La característica principal de esta teoría es que para determinar la fuerza reforzante de un estímulo no se toma en cuenta únicamente los eventos que ocurren en su presencia, sino que se enfatiza el contexto temporal que brindan los estímulos que lo preceden (Para una revisión de la teoría y sus aplicaciones a diversas situaciones, ver Fantino, 1981)

Fantino y Abarca (1985) hacen notar que ambos modelos hacen idénticas predicciones en cuanto a las condiciones bajo las cuales una presa debe ser

rechazada. Este hecho generó una gran cantidad de trabajos por parte del grupo de investigación del Profesor Fantino en la Universidad de California en San Diego (Fantino y Abarca, 1985; Abarca, Fantino e Ito 1985; Fantino, Abarca y Dunn 1987; Fantino, Abarca e Ito, 1987; Ito y Fantino, 1986; Williams y Fantino, 1994, 1996). Estos trabajos fueron realizados con la intención de evaluar diversas predicciones tanto del modelo de dieta óptima como de la Teoría de la Reducción de la Demora. A continuación se describirán brevemente los trabajos que emplearon el procedimiento de encuentros sucesivos.

Ito y Fantino (1986) evaluaron diferentes aspectos de la selectividad de pichones. Los tipos de presas simulados diferían en el tiempo de acceso al comedero (3 Vs. 6 seg); en un experimento manipularon el tiempo de búsqueda de estas opciones que tenían el mismo tiempo de manejo (IV 20 seg); en otro experimento, conservaron constante el tiempo de búsqueda, y manipularon el tiempo de manejo común a ambas opciones. Como es predicho tanto por el modelo de dieta óptima como por la Teoría de la Reducción de la Demora, la selectividad de los pichones aumentó ante disminuciones en el tiempo de búsqueda y ante incrementos en el tiempo de manipulación común a ambas opciones.

La probabilidad de encontrar comida en un lugar en particular es generalmente variable, por lo que la variabilidad en la probabilidad de reforzamiento debe tener una importancia fundamental sobre el forrajeo. Abarca Fantino e Ito (1985) investigaron la preferencia de pichones por resultados probabilísticos mediante el procedimiento de encuentros sucesivos; la variable independiente fue la probabilidad de que el manejo del resultado preferido (IV 5 seg) terminara en reforzamiento; las diferentes condiciones otorgaron reforzamiento con probabilidad 1.0, .63, .25 y .10 respectivamente, mientras que la probabilidad de reforzamiento para el manejo de la otra opción (IV 20 seg) se mantuvo constante en 1.0 durante todo el experimento. Se observó que los pichones fueron sensibles a la forma en la que la variabilidad ambiental fue manipulada, pues ante disminuciones en la probabilidad de reforzamiento del IV 5 seg, la probabilidad de aceptación del IV 5 seg disminuyó, mientras que la del IV 20 seg aumentó.

Otro trabajo que usó el procedimiento de encuentros sucesivos para simular situaciones de forrajeo fue realizado por Hanson (1987), quien modificó el procedimiento desarrollado por Lea en diferentes aspectos; principalmente, sustituyó los programas de intervalo por programas de razón, para simular el hecho de que los pichones al buscar comida gastan tanto tiempo como esfuerzo, lo cual sucede también en los programas de razón; además empleó programas variables en lugar de fijos para simular la variabilidad inherente a ambientes naturales. Otra diferencia es que una vez que una presa había sido encontrada, la tecla de búsqueda no desaparecía, y un solo picotazo a esta tecla bastaba para reiniciar la búsqueda, aunque el periodo de manipulación ya hubiera sido iniciado. La primera parte de la serie de experimentos reportada por Hanson es similar a la reportada por Lea (1979): El experimento 1 evaluó la selectividad de los pichones ante cambios en el valor del programa RV de búsqueda; los experimentos 2-4 evalúan la selectividad ante cambios en la densidad de: a) las dos presas (exp 2); b) la presa preferida (exp 3) y c) la presa menos preferida (exp 4). Los resultados encontrados indican que, conforme el esfuerzo por búsqueda incrementó, los sujetos aceptaron la presa menos preferida; el efecto de la densidad de la presa preferida fue el esperado, es decir, ante disminuciones en su densidad, la otra presa fue aceptada; sin embargo, se encontró un fuerte efecto de la densidad de la presa menos preferida, pues dos de los 4 sujetos disminuyeron su aceptación de esta presa cuando su densidad fue más alta.

El modelo de dieta óptima asume que las presas son encontradas aleatoriamente; sin embargo, en muchas ocasiones las presas están distribuidas uniformemente en alguna zona en particular. Esta parte del ambiente recibe el nombre de patch (sitio de alimentación). De acuerdo a Schoener (1987), el modelo de dieta óptima puede ser aplicado a situaciones en las que los organismos eligen no entre presas, sino entre sitios de alimentación. El único cambio es que el tiempo de búsqueda es ahora considerado tiempo de viaje, los demás elementos del modelo permanecen igual. La investigación sobre forrajeo en laboratorios de psicología operante ha simulado con éxito esta característica ambiental; la segunda parte del trabajo de Hanson (1987) reporta los resultados de experimentos que evalúan la

selectividad de pichones por patches. Para modelar estas situaciones, el procedimiento fue modificado de la siguiente manera: una vez que el programa de búsqueda era satisfecho, la tecla izquierda se encendía iniciando un programa de razón progresiva en el que la razón aumentaba 1.5 veces cada presentación del reforzador. El patch rico iniciaba con razón 2, y el patch pobre iniciaba con razón 20; de esta manera se simula que entre más tiempo se explote el patch, las presas son cada vez mas difíciles de obtener. Los sujetos podían en cualquier momento abandonar el patch mediante un picotazo a la tecla de búsqueda, y después de completar el siguiente periodo de búsqueda, empezar a explotar un nuevo patch, el cual tendría nuevamente su valor inicial. Con este procedimiento se realizaron las mismas manipulaciones que en la primera serie: manipulación del esfuerzo por búsqueda, manipulación de la densidad del patch rico y del pobre por separado, y manipulación de la densidad de ambos patches. Los resultados encontrados por Hanson son en gran medida similares a los encontrados cuando los sujetos eligen entre presas simples; conforme la calidad ambiental empeoró, los sujetos cambiaron de rechazar a aceptar el patch pobre; el resultado de disminuir la densidad del patch rico fue mayor aceptación del patch pobre, sin embargo, aumentar la densidad del patch pobre tuvo un efecto mas débil y menos consistente en su probabilidad de aceptación.

Al igual que los datos reportados por Lea (1979) y Abarca y Fantino (1982), estos datos en conjunto indican menor selectividad cuando la calidad ambiental se deteriora, y un efecto de la densidad de la presa o el patch menos preferido; sin embargo, a diferencia de los estudios mencionados, la probabilidad de aceptación de la presa o patch menos preferidos en todos los experimentos tendió al predicho por el modelo de dieta óptima, es decir 0 ó 1.0

El hecho de que las simulaciones operantes del forrajeo hayan encontrado que las predicciones del modelo de dieta óptima son comúnmente violadas no disminuye el valor de esta aproximación, pues en la propia área de ecología conductual se han encontrado resultados que difieren a los predichos, y que han demostrado la necesidad de incluir otros factores en los modelos originales; por ejemplo, el modelo de dieta óptima asume que cada tipo de presa es inmediatamente reconocible, sin embargo,

ésta suposición no siempre es correcta, pues algunos animales necesitan un tiempo considerable para reconocer sus presas; por ejemplo, los cangrejos, que cazan mediante claves táctiles y químicas, necesitan entre 1 y 2 segundos para rechazar una presa no deseada. Hughes (1979) ha demostrado que en estas circunstancias, la densidad de la presa preferida debe tener un efecto sobre su propia probabilidad de aceptación. Otro ejemplo es el hecho de que en experimentos realizados por ecólogos conductuales también se han encontrado preferencias parciales (Krebs, Erichsen, Webber, y Charnov, 1977), lo que ha llevado a incluir la conducta de muestreo en los modelos de elección de dieta (Krebs, Kacelnik y Taylor, 1978). De acuerdo a Schoener (1987) "la metodología de la psicología operante está bien definida y probada, y los experimentos psicológicos tienden a ser mas rigurosos que los ecológicos" (Schoener, 1987, pp34), por lo que el hallazgo de conducta aparentemente no óptima mediante procedimientos desarrollados en esta área pueden ser de gran utilidad a los modelos ecológicos.

Debido a que los hallazgos de conducta aparentemente no óptima no son exclusivos de las simulaciones de forrajeo realizadas por psicólogos operantes, y a que la mayoría de los trabajos realizados mediante estos procedimientos desarrollados en el laboratorio de psicología operante encuentran resultados predichos por el modelo de dieta óptima, se favorece el argumento de que dichos procedimientos son analogías correctas del proceso de forrajeo natural. Los experimentos revisados en este capítulo nos indican que es posible simular mediante el procedimiento de encuentros sucesivos diversas características del ambiente natural de los organismos como la calidad ambiental, la densidad de cada tipo de presa, la diferente calidad energética de las presas, la variabilidad ambiental, e incluso el hecho de que existen sitios con distribución uniforme de presas (patches). Sin embargo, uno de los temas que mas interés ha causado en el área de forrajeo óptimo, la relación existente entre el presupuesto energético y la reacción ante el riesgo en las fuentes de alimentación (para una revisión ver Kacelnik y Bateson, 1996) no ha sido investigado mediante este procedimiento. Debido a esto, el trabajo experimental de esta tesis propone explorar este problema usando el procedimiento de encuentros sucesivos; los sujetos

experimentales serán 8 pichones, y el presupuesto energético será alterado mediante cambios en la duración de la sesión, que estarán correlacionados con cambios en la cantidad de alimento disponible. La regla del presupuesto energético predice que en las sesiones de menor duración se debe observar mayor propensión al riesgo que en la línea base, y que en las sesiones más largas la propensión al riesgo debe desaparecer. Sin embargo, la literatura revisada en el cap 2 predice que la preferencia de los pichones por resultados variables será independiente del presupuesto energético. A pesar de que la reversión de preferencias ante cambios en el presupuesto energético no ha sido encontrada en laboratorios de psicología operante, parece importante realizar una prueba con el procedimiento que más cercanamente simula el forrajeo natural.

EXPERIMENTO

Este experimento tuvo la intención de evaluar si la preferencia de pichones por demoras al reforzador variables sobre fijas, que ha sido observada en una gran cantidad de estudios (Davison, 1969, 1972; Fantino, 1967; Herrnstein, 1964b; Killeen, 1968), se mantiene con el procedimiento de encuentros sucesivos, y si esta preferencia es dependiente del presupuesto energético en que la elección es hecha, como es sugerido por la regla del presupuesto energético (Caraco et al 1980).

METODO

SUJETOS

Los sujetos experimentales fueron 8 palomas macho adultos, obtenidos del laboratorio de Análisis Experimental de la Conducta del Departamento de Psicología de la Universidad de California, San Diego. Al inicio del experimento fueron privados de comida hasta alcanzar el 80% de su peso *ad libitum*; a través del experimento recibieron la mayor parte de su comida durante la sesión experimental, pero recibieron comida adicional en caso de que fuera necesaria para que mantuvieran el peso mínimo criterio. Los sujetos habían sido empleados en diversos experimentos con programas concurrentes encadenados, por lo que no necesitaron entrenamiento adicional para picar las teclas consistentemente; dispusieron de agua y grit cárico sin restricciones en sus jaulas habitación.

APARATOS.

Las dimensiones de las 4 cámaras experimentales empleadas fueron 35 cm. de largo, 32 cm. de ancho, y 36 cm. de alto. Tenían montadas en la pared izquierda, a 23 cm. del piso de alambre tres teclas de respuesta circulares de 2.5 cm. de diámetro cada una, las cuales requerían de una fuerza de aproximadamente 0.15 N. para ser activadas. Estas teclas podían ser iluminadas con 12 diferentes estímulos por un proyector montado atrás de ellas. Abajo de la tecla central se encontraba un comedero que contenía una mezcla de grano, y que cuando era activado se iluminaba por una luz blanca de 1-W. Otra luz de 6-W se encontraba en el techo de la caja y proveía luz general siempre que el comedero no estaba activado. Cada cámara estaba insertada en una caja de madera la cual contenía un ventilador que a la vez funcionaba como

generador de ruido para atenuar los sonidos provenientes del exterior. El control de los estímulos y el registro de las respuestas se realizaron mediante una computadora personal IBM localizada en un cuarto adyacente y haciendo uso de un programa creado en Turbo Pascal

PROCEDIMIENTO.

La figura 1 describe el procedimiento usado en el presente experimento. La sesión comenzaba cuando la luz general y la tecla derecha se encendían con luz blanca. Esto daba inicio al período de búsqueda, en el cual estaba en operación un programa Intervalo Fijo 10 segundos. Una vez que el requerimiento de respuesta de este programa era satisfecho, iniciaba el período de elección, en el cual estaban encendidas dos teclas: la derecha con luz blanca, y la izquierda con rojo o verde (Seleccionado aleatoriamente con reemplazo con $p = 0.5$); uno de estos dos colores estaba asociado a un programa de reforzamiento fijo (la opción denominada constante), mientras que el otro estaba asociado con un programa de reforzamiento variable (la opción denominada variable). Los colores asociados a cada opción fueron contrabalanceados entre los sujetos. Durante este periodo de elección, si el pichón completaba un programa Razón Fija 3 en la tecla derecha (búsqueda) o si no presentaba ninguna respuesta durante 20 segundos el periodo de búsqueda era reiniciado y la tecla izquierda se apagaba; si el pichón completaba un programa Razón Fija 3 en la tecla izquierda, se iniciaba el periodo de manejo asociado con el estímulo presente y la tecla derecha era apagada. Después del reforzamiento (3 segundos de acceso al comedero), el ciclo era repetido. La variable dependiente fue la probabilidad de que el pichón completara el RF3 en la tecla izquierda y por lo tanto entrará al periodo de manejo asociado con cada opción presentada. Esta medida se denomina probabilidad de aceptación y dado que hay dos diferentes opciones, se tiene una probabilidad de aceptación para cada una de ellas.

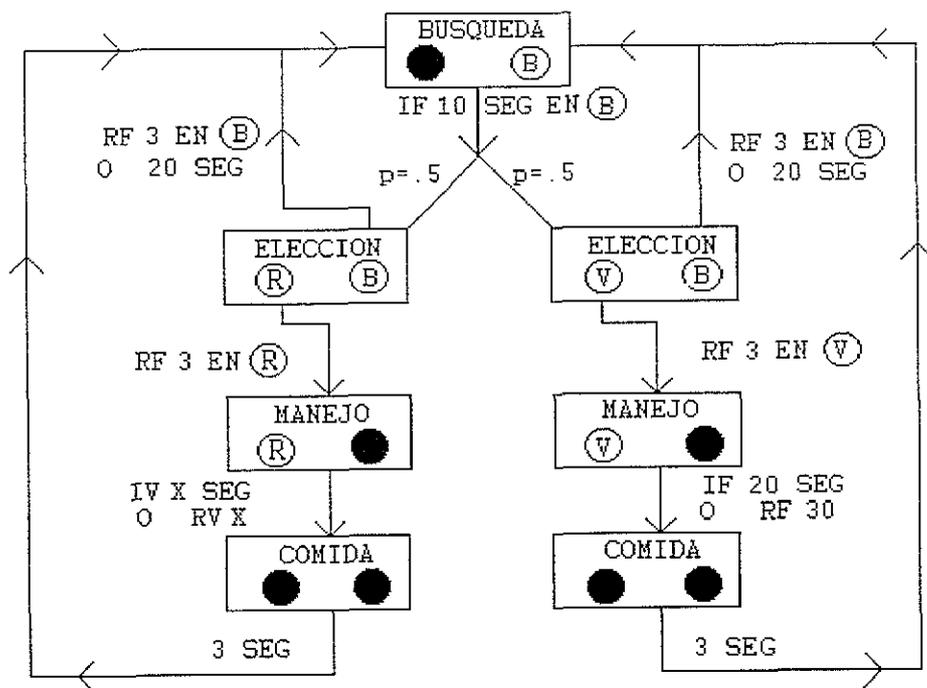


Fig. 1. Diagrama del procedimiento usado en los presentes experimentos. Los rectángulos indican los diferentes estados del programa y las flechas los requisitos para las transiciones. Los círculos indican las teclas y las letras los colores correspondientes a cada estado (B:Blanco; R:Rojo; V:Verde).

Los sujetos fueron divididos en dos grupos de cuatro pichones cada uno. Para el primer grupo, la demora al reforzador estuvo determinada por la ejecución de los sujetos en programas de reforzamiento de intervalo. La opción constante fue un programa Intervalo fijo 20 segundos, y la opción variable fue un programa de Intervalo variable x segundos (ver más adelante). Para el segundo grupo la demora al reforzador dependía del completamiento de programas de razón; en este caso la opción constante fue un programa Razón fija 30, y la otra opción fue un programa de razón variable x .

Fantino (Comunicación personal) ha demostrado que es más probable que los pichones sean sensibles a cambios en la variable independiente cuando una opción es aceptada siempre y la aceptación de la otra alternativa está cerca del rango de indiferencia ($p=0.5$), más que cuando los 2 resultados son aceptados siempre o uno de ellos es rechazado siempre. Para satisfacer esta condición, dos combinaciones son posibles: a) que los pichones siempre acepten la opción variable y sean indiferentes a

la constante, y b) que acepten siempre la constante y sean indiferentes a la variable. Para lograr esto, el valor de la opción variable fue ajustado hasta que se encontraron dos valores: a) uno ante el cual la mitad de cada grupo la aceptaba siempre, mientras que la opción constante era aceptada con $p=0.5$ y b) otro ante el cual la otra mitad del grupo aceptaba opción variable con $p=0.5$ mientras que la opción constante era aceptada siempre. Las sesiones en esta fase terminaron cuando habían transcurrido 2 horas o se habían obtenido 100 reforzadores (lo que sucediera primero).¹

Una vez encontrados estos valores, la duración de la sesión fue manipulada para alterar el presupuesto energético. Se arreglaron dos condiciones; la primera condición se consideró presupuesto energético negativo y tuvo una duración máxima de una hora o 50 reforzadores, mientras que la segunda, considerada presupuesto energético positivo tuvo una duración máxima de tres horas o 150 reforzadores.² El orden de presentación de las condiciones fue contrabalanceado entre los sujetos, y cada condición fue terminada cuando durante los últimos 5 días no se observara tendencia ni a incrementar ni a disminuir de la probabilidad de aceptación de ninguna opción y además hubieran transcurrido por lo menos 10 sesiones.

Una vez finalizadas estas condiciones, se sometió a los sujetos del grupo de programas de intervalo a una condición de economía cerrada³, en la que las sesiones tuvieron una duración de 18 horas; durante estas sesiones los pichones tuvieron acceso ilimitado a agua y grit cárico en la cámara experimental. Una economía cerrada se caracteriza porque todo el alimento y agua de los animales es obtenido durante la sesión experimental, por lo que la supervivencia de los organismos depende exclusivamente de su conducta en el experimento. Durante esta condición los pichones podían iniciar un ensayo en cualquier momento.

ANALISIS ESTADISTICO.

Se realizó para cada sujeto una prueba-*t* de datos dependientes. Se tomaron los últimos 5 datos de cada condición y se tomó como significativo un valor *t* con $p < .01$

¹ A excepción de los 2 sujetos del grupo de intervalos que debían aceptar siempre el IF y la mitad de las veces el IV, cuyo criterio de obtención de reforzadores se disminuyó a 50

² Para los sujetos de la nota 1 el criterio de obtención de reforzadores en la primera condición fue 25, y en la segunda fue 75

³ El anexo 1 presenta un breve resumen de la literatura que investiga la relación entre tipo de economía y elección

RESULTADOS.

La primera fase del experimento consistió en hallar 2 valores del programa variable para lograr que los pichones fueran indiferentes ante uno de los programas. Esto se logró mediante un procedimiento de ajuste de dicho programa. La figura 2 presenta todas las sesiones de esta fase del grupo de programas de intervalo que se pretendía que aceptara siempre la opción variable y mostrara indiferencia ante la constante.

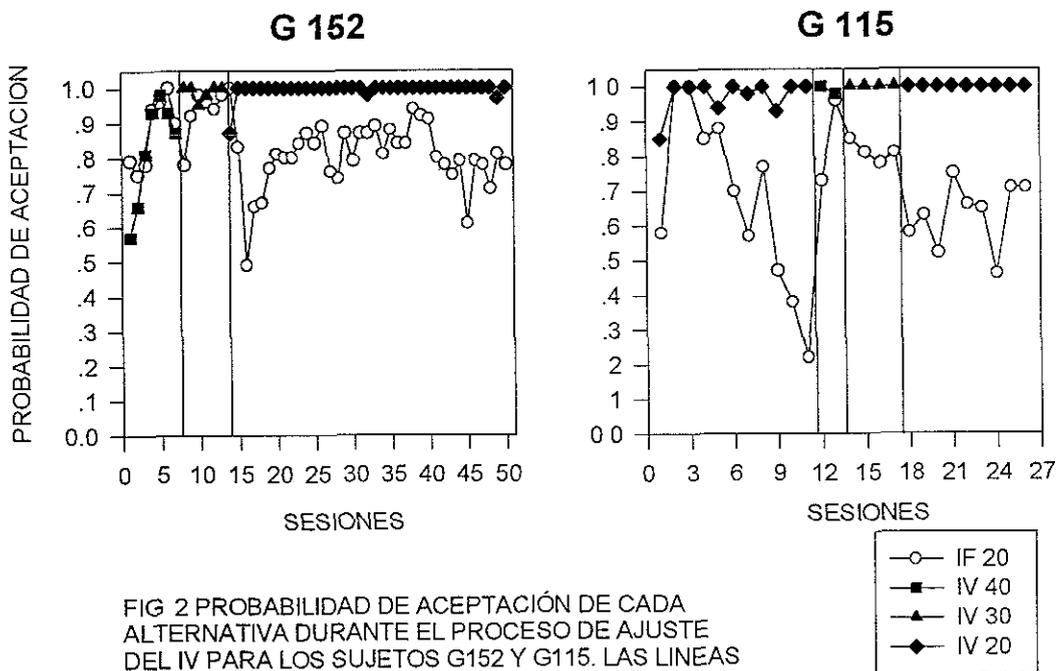


FIG 2 PROBABILIDAD DE ACEPTACIÓN DE CADA ALTERNATIVA DURANTE EL PROCESO DE AJUSTE DEL IV PARA LOS SUJETOS G152 Y G115. LAS LINEAS INDICAN CAMBIO EN EL VALOR DEL IV

Para cada sujeto, se muestra por separado los diferentes valores del IV empleados para lograr lo anterior. Debido a la fuerte preferencia por programas de intervalo variable reportada, el valor inicialmente seleccionado fue IV 40, el cual se suponía lo suficientemente pequeño para ser aceptado siempre y provocar que el IF fuera rechazado la mitad de las veces. Sin embargo, en las primeras sesiones (G152, panel izquierdo) se observa que el programa IV 40 no provocó el resultado buscado, ya

que esta opción no fue aceptada con $p= 1.0$, ni provocó que la otra fuera rechazada la mitad de las veces. Debido a ello, el valor del IV fue disminuido a 30 seg por 6 sesiones, en las cuales se observa que la opción IV fue aceptada con la misma probabilidad que el IF 20 seg, por lo que el IV nuevamente fue disminuido, esta vez a 20 seg. Con este valor, la opción IV 20 segundos fue aceptada consistentemente con $p= 1.0$, sin embargo, el IF fue aceptado por este sujeto en promedio con $p= 0.774$, la cual es mayor a la pretendida. Para lograr la probabilidad de aceptación del IF buscada, se tenía la opción de disminuir aun más el valor del IV, pero no se llevó a cabo este ajuste porque se confundiría si los cambios que posiblemente se observarían como resultado de la aplicación de la variable independiente se deberían adjudicar a un cambio en la preferencia por el riesgo o a un cambio en la sensibilidad a la tasa de reforzamiento global. Dadas estas dificultades se decidió llevar a cabo la manipulación de la duración de la sesión sin haber encontrado el valor óptimo de probabilidad de aceptación de la opción menos preferida. Aunque no óptimo, el valor en el que la probabilidad de aceptación del IF se estabilizó (promedio de los dos sujetos .706) permitía aún observar tanto aumentos como disminuciones a lo largo de las posteriores condiciones⁴.

En la figura 3 observamos la probabilidad de aceptación de las 2 diferentes opciones para los dos individuos del grupo de programas de razón que se pretendía que fueran indiferentes a la opción fija y aceptaran con $p=1.0$ la opción variable. Para ambos sujetos, al final del procedimiento de ajuste del RV antes descrito, la media de la opción variable fue igual a la de la opción constante. Para el sujeto G71, el RV30 provocó que la probabilidad de aceptación del RF 30 fuera muy cercana a .5, por lo

⁴El sujeto G115 sustituyó a un animal que se lastimó el pico y tuvo que ser dado de baja del experimento. Debido a que ya se tenía una idea aproximada del valor del IV buscado, la línea base de este sujeto fue considerablemente mas corta.

que con este valor se dio por terminada la fase de ajuste. El sujeto G158 no mostró preferencia por resultados variables, lo cual es indicado por el hecho de que la

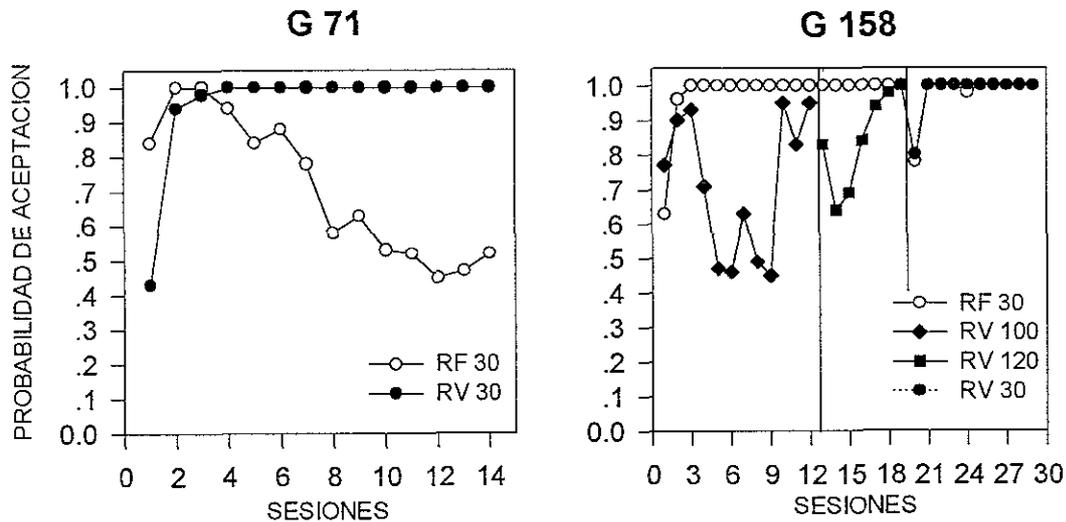
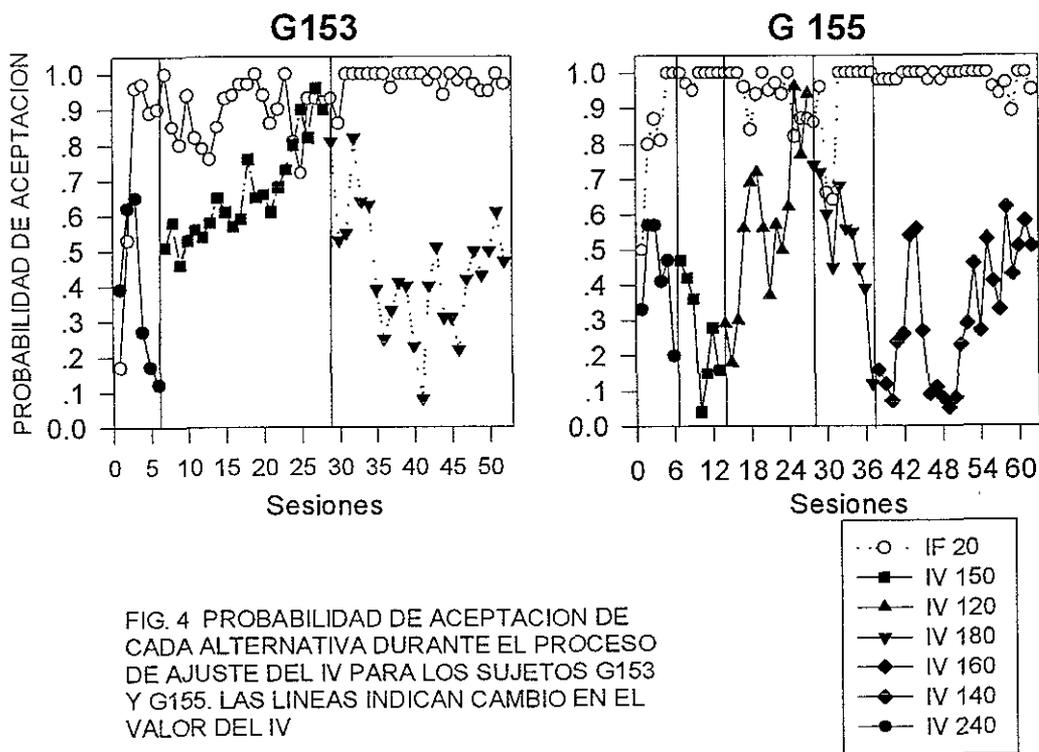


FIG 3 PROBABILIDAD DE ACEPTACION DE CADA ALTERNATIVA DURANTE EL PROCESO DE AJUŠTE DEL RV PARA LOS SUJETOS G71 Y G 158. LAS LINEAS INDICAN CAMBIO EN EL VALOR DEL RV

probabilidad de aceptación de ambos resultados fue 1.0

Como fue descrito en el procedimiento, se pretendía que la mitad de los sujetos cada grupo aceptara la opción IF con $p=1.0$ y fueran indiferentes ante el IV. La Figura 4 presenta los resultados de la fase de ajuste del programa variable para los sujetos del grupo de programas de intervalo. El valor inicialmente seleccionado para ambos sujetos fue 240, el cual demostró ser demasiado grande para provocar que el IV fuera aceptado con $p=0.5$, pues los dos sujetos lo aceptaron después de 6 sesiones con $p<0.2$. Debido a ello, el valor del IV tuvo que disminuirse, quedando al final del proceso de ajuste el valor de 180 segundos para el sujeto G153 y 140 segundos para el sujeto G155. La probabilidad de aceptación de este programa fue .502 y .53

respectivamente, mientras que la aceptación del IF 20 seg alternativo estuvo muy cercana a 1.0



Los últimos resultados de la fase de ajuste corresponden a los dos sujetos del grupo de programas de razón que debían aceptar siempre el RF 30 y ser indiferentes al RV. La fig 5 muestra estos datos. El valor inicial del RV fue considerablemente más alto que la opción constante (160 para el sujeto G111), y mediante el proceso de ajuste antes descrito, se llegó a un valor de 160 para el sujeto G68, y 120 para el sujeto G111. Ante estos valores se dio por terminado el proceso de ajuste, pues la opción RF30 fue aceptada con $p = 1.0$ aproximadamente por ambos sujetos y la opción RV

fue aceptada con una probabilidad de .70 por el sujeto G68 y .518 por el sujeto G111.

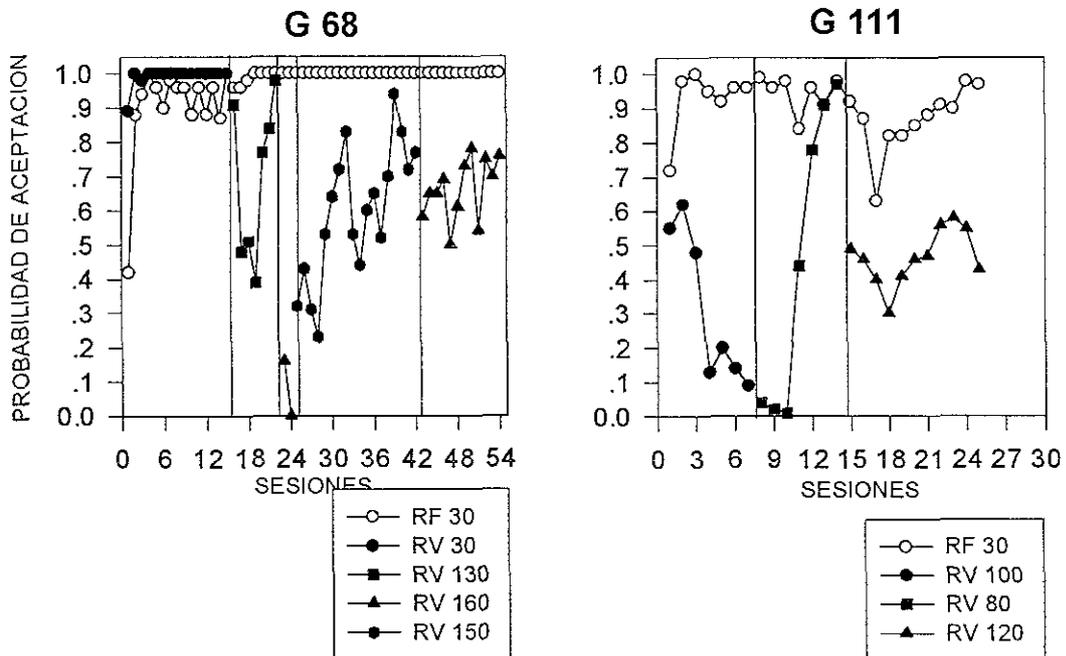


FIG. 5 PROBABILIDAD DE ACEPTACION DE CADA ALTERNATIVA DURANTE EL PROCESO DE AJUSTE DEL RV PARA LOS SUJETOS G68 Y G11. LAS LINEAS INDICAN CAMBIO EN EL VALOR DEL RV

En resumen, los valores finales para los sujetos del grupo de programas de intervalo fueron los siguientes: G152 y G115: V 20 Vs. IF 20; G153: IV180 Vs. IF 20; y G155: IV 140 Vs. IF 20. En el grupo de programas de razón, los valores finales para cada sujeto fueron: G71 y G158: RF30 Vs RV 30; G68: RF 30 Vs RV 160 y G111: RF30 Vs RV 120. Estos fueron los valores con los que se corrieron las siguientes dos condiciones en las que se manipuló el presupuesto energético.

Las figuras 6 y 7 muestran la probabilidad de aceptación de las 2 alternativas durante las últimas 5 sesiones de cada condición en el orden en que fueron corridas por cada sujeto; se incluyen las replicaciones que fueron posibles y las últimas 5 sesiones en economía cerrada del grupo de programas de intervalo.

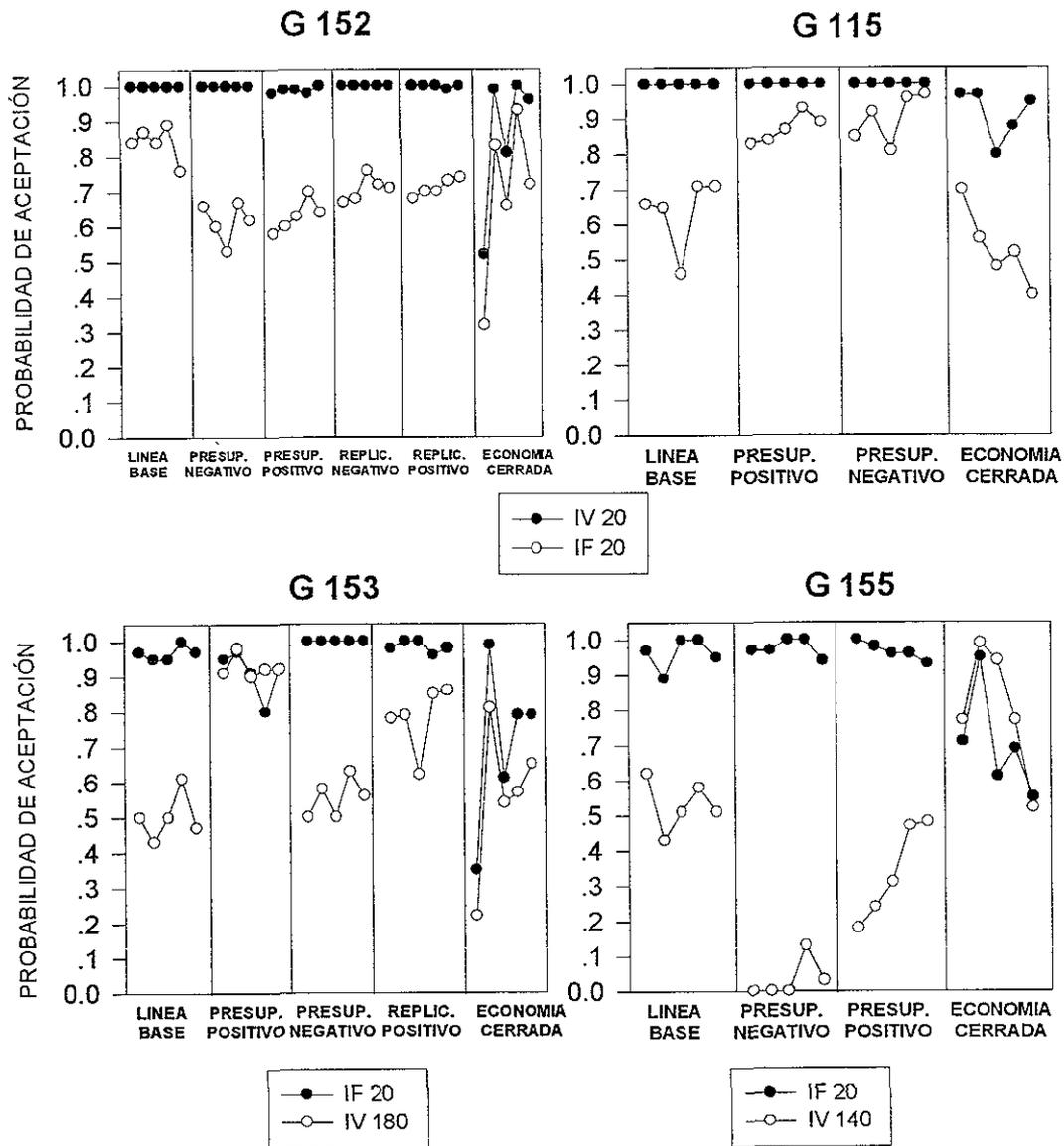


FIG. 6 PROBABILIDAD DE ACEPTACION DE CADA ALTERNATIVA DURANTE LOS ULTIMOS 5 DIAS DE CADA CONDICIÓN, EN EL ORDEN EN QUE FUERON CORRIDAS POR CADA SUJETO

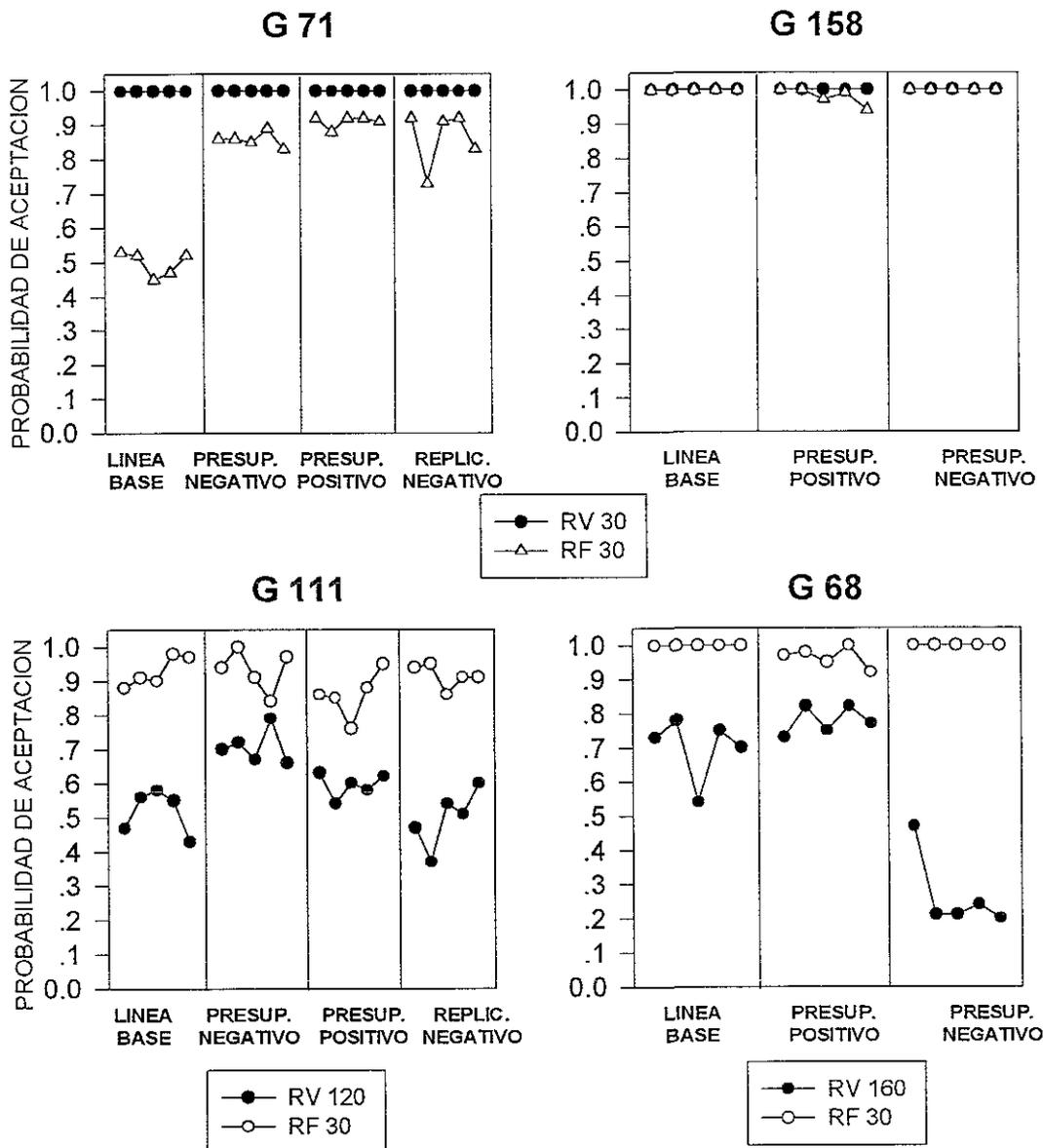


FIG. 7 PROBABILIDAD DE ACEPTACION DE CADA ALTERNATIVA DURANTE LOS ULTIMOS 5 DIAS DE CADA CONDICION, EN EL ORDEN EN QUE FUERON CORRIDAS POR CADA SUJETO.

La tabla 1 resume estos datos, presentando ya sea el promedio de la probabilidad de aceptación del resultado menos preferido durante los últimos 5 días de cada condición o el promedio entre repeticiones; también se muestra el resultado de las pruebas-t que evalúan el cambio en la probabilidad de aceptación del resultado

menos preferido como resultado del cambio en el presupuesto energético. La probabilidad de aceptación del programa IF 20 seg de los sujetos G115 y G152 se mantuvo constante ante cambios en el presupuesto energético. Para los sujetos G153 y G155 sin embargo, la probabilidad de aceptación del IV incrementó conforme el presupuesto energético se hizo más rico. Esta diferencia es significativa para ambos sujetos. Las sesiones de economía cerrada conservan este mismo patrón, no cambio para los sujetos que tuvieron la misma media en los dos programas de reforzamiento, y aumento de la probabilidad de aceptación para los sujetos que estuvieron expuestos a diferentes medias. La probabilidad de aceptación del RF 30 permaneció constante para los sujetos G71 y G158. Sin embargo, en la otra mitad de grupo, se observa un aumento de la probabilidad de aceptación del programa RV 160 para el sujeto G68 en la condición de presupuesto energético positivo. El sujeto G111 conserva invariante su probabilidad de aceptación del RV.

TABLA 1. Probabilidad de aceptación del resultado menos preferido en las diferentes condiciones

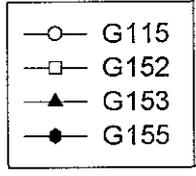
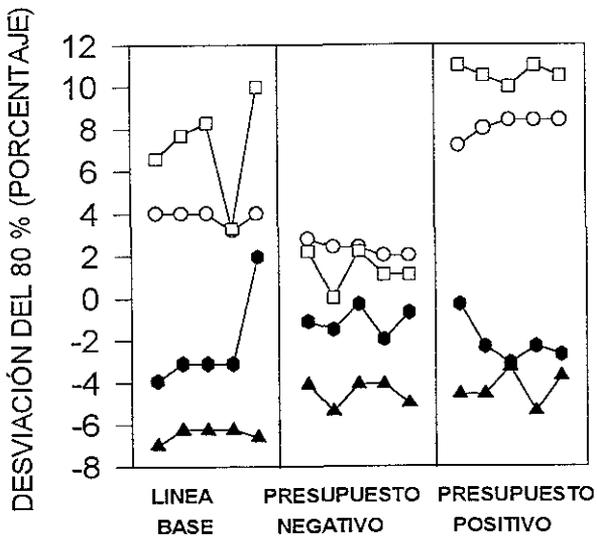
SUJETO	PROGRAMA PREFERIDO	PROGRAMA MENOS PREFERIDO	LÍNEA BASE	PRESUPUESTO NEGATIVO	PRESUPUESTO POSITIVO
G115	IV 20	IF20	.638 (.103)	.902 (.070)	.872 (.040)
G152	IV 20	IF20	.774 (.038)	.662 (.066)	.657 (.045)
G153	IF 20	IV 180	.502 (.067)	.554* (.055)	.853* (.102)
G155	IF 20	IV 140	.530 (.073)	.032* (.056)	.336* (.135)
G71	RV 30	RF 30	.498 (.036)	.860 (.910)	.910 (.017)
R158	RV 30	RF 30	1 (.000)	.98 (.025)	1 (.000)
G111	RF 30	RV 120	.518 (.065)	.603 (.129)	.594 (.036)
G68	RF 30	RV 160	.70 (.094)	.266* (.115)	.778* (.041)

Desviación estándar en paréntesis

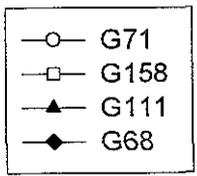
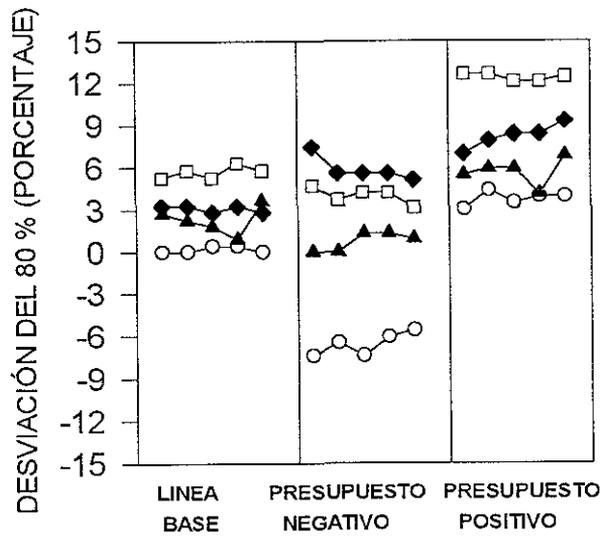
* prueba *t* significativa al .01

En Resumen, de los cuatro sujetos que eligieron entre 2 demoras al reforzador con la misma media pero diferente variabilidad, 3 de ellos prefirieron de manera significativa la demora variable. Esta preferencia se mantuvo constante para todos los sujetos en las dos diferentes condiciones. De los cuatro sujetos que eligieron entre 2 demoras al reforzador con diferentes medias y variabilidad (media mayor para la opción variable), los cuatro prefirieron la opción con demoras fijas, sin embargo, en presupuestos energéticos positivos esta preferencia se vio disminuída para 3 de los sujetos.

El panel superior de la figura 8 muestra el promedio del peso al final de las últimas 5 sesiones de cada condición del grupo de programas de intervalo, mostrando que para los sujetos G115 y G152 el peso fue aproximadamente 10% mayor que el 80% en la condición de presupuesto energético positivo, en tanto que en la condición de presupuesto negativo se encontraron ya sea en el 80% (G152) o 2% más arriba. Para los sujetos G153 y G155 la condición no tuvo ningún efecto sobre el peso de los sujetos al final de la sesión, pues aunque la cantidad de comida disponible aumentó notablemente, aparentemente el esfuerzo invertido respondiendo ante el alto valor del IV compensaba dicho aumento resultando en que los sujetos no subieron de peso. El panel inferior muestra este mismo dato de los sujetos del grupo de programas de razón; el peso de los sujetos G71 y G158 fue aproximadamente 10% mayor en la condición de presupuesto energético positivo con respecto a la condición de presupuesto energético negativo (+3% en presupuesto energético negativo Vs. +12% en la condición de presupuesto energético positivo para el sujeto G158, y -7% en presupuesto energético negativo Vs. +3% en el presupuesto energético positivo para el sujeto G71). Al igual que en el otro grupo, el peso de los sujetos que estuvieron expuestos a un valor elevado de la opción variable tuvo un cambio menos drástico entre las condiciones.



GRUPO DE PROGRAMAS DE INTERVALO



GRUPO DE PROGRAMAS DE RAZÓN

FIG. 8 PROMEDIO DEL PESO AL FINAL DE LAS ULTIMAS 5 SESIONES DE CADA CONDICION.

DISCUSION

Los resultados de la primera fase del experimento para los sujetos G152 y G115 (Fig 2) indican que la preferencia por programas variables sobre fijos con la misma media es notablemente menor a la reportada ampliamente en la literatura. Como fue descrito anteriormente, en diversos estudios (p.ej. Herrnstein, 1964b) los pichones prefirieron por una razón de 3:1 o más el eslabón inicial que daría acceso al eslabón terminal IV. En el presente estudio, la probabilidad de aceptación del IF fue .706, y la del IV fue de 1.0, lo que significa una razón de aceptación IV:IF de 1.41:1. La razón de esta discrepancia parece encontrarse en una diferencia importante entre los procedimientos empleados, ya que en los estudios anteriormente mencionados los pichones hacían elecciones simultáneas (los dos eslabones iniciales estaban presentes concurrentemente), mientras que en el presente experimento los pichones hicieron elecciones sucesivas (entre aceptar o rechazar una opción estando la posibilidad de aceptar la otra temporalmente alejada). Asumiendo que los pichones prefieren programas variables sobre fijos, el procedimiento de encuentros sucesivos presenta un problema análogo a aquel encontrado en el paradigma empleado para investigar autocontrol e impulsividad (Ainslie, 1974; Rachlin y Green, 1972). En este paradigma existen 2 opciones que varían tanto en la cantidad de reforzamiento como en la demora entre la elección y la presentación del reforzador, y comúnmente se encuentra que la opción que da la menor cantidad es elegida si su disponibilidad se encuentra más cercana en el tiempo que la de la otra opción. Cuando se presenta una elección entre aceptar el intervalo fijo o rechazarlo y regresar al programa de búsqueda, en términos del paradigma de autocontrol se puede interpretar como una elección entre un reforzador condicionado menos preferido (estímulos asociados a IF 15) obtenido inmediatamente (y con $p=1.0$), o un reforzador condicionado preferido (estímulo asociado a IV 15) demorado 10 seg (y con $p=0.5$). Extensa literatura sobre autocontrol ha demostrado la dominancia de impulsividad sobre autocontrol cuando no se emplea un procedimiento de precompromiso, y entre mas anticipada sea la oportunidad de precompromiso, mas probable es que se observe autocontrol. Por esta razón, es de esperarse que bajo este procedimiento, dado que no hay oportunidad de

precompromiso, se encuentre también impulsividad. Para explicar la relación entre las respuestas de precompromiso y autocontrol, se ha postulado y comprobado empíricamente el decaimiento hiperbólico del valor del reforzador con respecto a la demora. Mazur (1985) probó diferentes ecuaciones y encontró que la siguiente describe adecuadamente sus datos:

$$V = \frac{A}{1 + KD} \quad (3)$$

donde V es el valor de un reforzador obtenido después de una demora D, A es la magnitud de reforzamiento y K es un parámetro variable. Extendiendo esta ecuación a situaciones en que una alternativa de elección es un programa intervalo variable, donde la demora puede tomar cualquiera de n valores (donde n es el número de subintervalos del programa variable, generalmente 10 o 12). De acuerdo a Mazur (1984), la suposición mas simple es que V, el valor de la alternativa variable es un promedio ponderado de los valores de sus componentes. De acuerdo a esta suposición, propone la siguiente ecuación para conocer el valor de un programa variable:

$$V = \sum_{j=1}^n p_j \left(\frac{A}{1 + KD_j} \right) \quad (4)$$

donde p_j es la probabilidad que una demora D_j ocurrirá. Mediante estas dos ecuaciones y usando un procedimiento de ajuste de la demora variable, Mazur (1984) hizo una estimación del valor de K para cuatro pichones, encontrando que el promedio de K fue igual a 1.0. Aplicando este valor y las ecuaciones (3) y (4) a los resultados de Herrnstein (1964b), y tomando la proporción de respuestas en los eslabones iniciales como la proporción de valor:

$$\frac{R1}{R1 + R2} = \frac{V1}{V1 + V2} \quad (5)$$

tenemos que se predice adecuadamente una razón de respuestas 3:1 que favorece la opción variable⁵. Esta situación cambia cuando el procedimiento empleado es el de

⁵El anexo 2a presenta las predicciones de las ecuaciones (3), (4) y (5) para las situaciones de elección en programas

encuentros sucesivos, como en el presente experimento, ya que en el momento de la elección entre aceptar o rechazar el programa fijo, una demora de 10 seg (periodo de búsqueda) debe ser necesariamente añadida a cada posible componente del IV, lo que disminuye drásticamente el valor de dicha opción, encontrándose que en el momento de la elección entre aceptar el IF o rechazarlo y regresar al periodo de búsqueda, las dos opciones pueden ser redefinidas de la siguiente manera: 1) IF 20 segundos inmediatamente o 2) IV 20 seg 10 segundos después con $p= 0.5$ + IF 20 segundos 10 segundos después con $p= 0.5$. Las ecuaciones (3), (4) y (5) predicen un valor relativo ligeramente superior de la opción de aceptar el intervalo fijo $=.56^6$. Aunque estos cálculos no permiten predecir exactamente la probabilidad de aceptación, demuestran que es lógico esperar que en el procedimiento de encuentros sucesivos la preferencia por resultados variables se vea fuertemente disminuída como una función de la longitud del periodo de búsqueda.

Los datos del sujeto G71 indican que la preferencia por requerimientos de respuesta variables sobre fijos cuando se emplea el procedimiento de encuentros sucesivos también es menor a la encontrada con programas concurrentes encadenados. El sujeto G158 demuestra indiferencia ante ambas opciones, pues las dos son aceptadas con $p=1.0$. Un análisis más detallado de los datos de este sujeto muestran que el tiempo promedio para completar los programas de la fase de manejo (ya fuera RF o RV 30) fue muy corto (menor a 7 segundos). Las ecuaciones (3), (4) y (5) predicen que conforme el valor medio de demora de las 2 opciones tiende a 0, la preferencia de los sujetos debe convergir en indiferencia entre las opciones.

Los resultados de los sujetos G115, G152, G71 y G158 en las siguientes condiciones son fáciles de contrastar con la mayoría de los experimentos sobre elección bajo riesgo reportados, pues la media de las dos opciones era la misma, por lo que se asume que la preferencia por una u otra opción estuvo únicamente influenciada por la variabilidad de las alternativas. La probabilidad de aceptación del IF

concurrentes asumiendo el programa IF como una demora simple.

⁶El apéndice 2b presenta, con base en las mismas ecuaciones, el valor relativo de rechazar o aceptar el programa IF 20 seg en el procedimiento de encuentros sucesivos.

cuenta la constancia en la probabilidad de aceptación de ambas alternativas de la otra mitad de cada grupo, la segunda interpretación es más probable, por lo que parece ser que el presupuesto energético está influyendo no en la sensibilidad a la variabilidad, sino en la sensibilidad a la tasa de reforzamiento global; es decir, aunque la opción variable provee menos comida por unidad de tiempo, en presupuestos energéticos positivos la abundancia de recursos aparentemente minimiza los costos (en términos de peso corporal, por ejemplo) de preferir la opción variable. En presupuestos energéticos negativos, los sujetos parecen ser más sensibles al hecho de que mayores cantidades de comida por unidad de tiempo pueden ser obtenidas rechazando más seguido la opción variable.

Los resultados de este estudio apoyan la evidencia de que el presupuesto energético no tiene ninguna influencia en la elección entre demoras fijas Vs variables; sin embargo, todos los estudios que investigan este problema han usado especies con pesos corporales relativamente altos. Considerando que toda la evidencia empírica a favor de la regla del presupuesto energético se ha obtenido con especies de escaso peso corporal que eligen entre cantidades fijas Vs. variables de comida, para concluir que no existe un efecto del presupuesto energético sobre la preferencia por demoras variables hace falta un estudio que emplee alguna especie con la que se ha obtenido evidencia positiva para la regla del presupuesto energético.

Zabludoff et al (1988) reportan que en su estudio, cuando el valor medio de ambas opciones era disminuído, la preferencia por la opción variable disminuía. Aunque no se encontró la reversión de preferencias predicha por la regla del presupuesto energético, este hecho puede ser interpretado como un ligero efecto del presupuesto energético, ya que fue en la dirección predicha. Sin embargo, este hecho es también predicho por un modelo de descuento temporal (Kagel, Green y Caraco, 1986). Por ejemplo, para el procedimiento empleado por Zabudoff et al, las ecuaciones (3), (4) y (5) predicen que las preferencias deben convergir en indiferencia cuando el valor medio de ambas opciones tiende a 1.0.

Este análisis sugiere que la forma de manipular el presupuesto energético tiene una importancia crucial en la interpretación de resultados, porque algunas

manipulaciones pueden tener un efecto directo sobre variables que se sabe afectan la preferencia (la demora al reforzador, por ejemplo) y un efecto indirecto en la sensibilidad al riesgo. Por ejemplo, si en el presente experimento se hubiera manipulado la longitud del periodo de búsqueda, al mismo tiempo que la cantidad de comida disponible por sesión, se hubiera alterado la relación entre el valor de cada opción, provocando que en periodos de búsqueda prolongados las elecciones de los sujetos resulten en indiferencia.

El descuento temporal implicado en la ecuación (3) predice que el cambio en la duración de la sesión llevado a cabo en los presentes experimentos no debería tener ningún efecto sobre la preferencia; sin embargo, Kagel, Green y Caraco (1986) proponen un modelo de descuento temporal y sugieren que la tasa de descuento temporal debe de alguna manera estar influenciada por la situación en la que los animales son evaluados. Concretamente, afirman: "los animales en riesgo de muerte por inanición deben darle más peso al presente y descontar más abruptamente el futuro, mientras que animales en mejores condiciones deben descontar el futuro menos abruptamente" (Kagel, Green y Caraco, 1986, p 279). Conforme k en la ecuación 1 disminuye, el valor relativo de aceptar la opción constante incrementa, por lo que deberíamos esperar mayor aceptación de esta opción en la condición de presupuesto energético positivo. Esta relación no se encuentra, por lo que los presentes datos sugieren que el valor de K se mantiene constante ante variaciones en el presupuesto energético. Otra prueba del modelo representado por las ecuaciones (3), (4) y (5) consiste en variaciones del valor medio de ambas alternativas, pues ante aumentos en éste, debería esperarse decrementos en la aceptación del intervalo fijo. Esta hipótesis fue probada en un experimento de seguimiento del presentado en esta tesis, el cual empleó los mismos sujetos. En un sistema de economía cerrada los valores de las figuras 2-5 constituyeron la primera condición, y esos mismos valores multiplicados por 10 constituyeron la segunda condición. En la segunda condición se observó un abrupto decremento en la probabilidad de aceptación del IF (Case, comunicación personal). Este resultado enfatiza la importancia de ser cuidadosos al interpretar los resultados, pues aunque la manipulación recién descrita puede ser vista como un cambio en el

presupuesto energético, explicaciones más sencillas como el decaimiento hiperbólico de valor respecto a demora pueden dar cuenta de los datos. Dada esta observación, parece importante realizar un experimento que contraste las 2 posibles explicaciones del anterior resultado. Dicho experimento podría ser realizado mediante el procedimiento de encuentros sucesivos, alterando de dos diferentes maneras el presupuesto energético para dos grupos de sujetos; por ejemplo, para un grupo aumentar el periodo de búsqueda y para el otro aumentar el valor medio de los dos programas a elegir (manteniendo el número de reforzadores obtenido constante entre grupos por condición), con la intención de llevar el presupuesto energético a negativo. Mientras que para la regla del presupuesto energético, la forma en la que se altere éste no hace ninguna diferencia en sus predicciones, para un modelo de descuento temporal, aumentar el período de búsqueda tendría como consecuencia una tendencia hacia la indiferencia, mientras que aumentar el valor medio de los programas provocaría preferencias más extremas. De obtenerse apoyo para los modelos de descuento temporal probablemente convendría analizar los resultados del área de elección bajo riesgo en términos de variables como la sensibilidad diferencial a la demora o a la cantidad en diferentes presupuestos energéticos en diversas especies.

ANEXO 1. ECONOMÍA CONDUCTUAL Y EL INTERÉS EN ECONOMÍAS ABIERTAS VS. CERRADAS

El origen de la economía conductual lo podemos encontrar en el hecho de que la economía y la psicología operante tienen un objeto de estudio con características comunes. Ambas disciplinas estudian la forma en la que los individuos distribuyen recursos limitados (dinero en el caso de la economía, tiempo o respuestas en el caso de la psicología) para obtener una combinación de satisfactores (bienes consumibles en economía, reforzadores en psicología) que les permita la supervivencia.

La interacción de estas disciplinas ha tomado dos direcciones: a) la aplicación de diversos conceptos económicos (p. ej. tipo de economía, elasticidad de la demanda, interacción entre bienes) al estudio de la conducta animal (Hursh 1980, 1984) y b) El empleo de la metodología experimental desarrollada en los laboratorios de psicología para evaluar las leyes fundamentales o los axiomas de las teorías económicas y comparar su efectividad con la de modelos psicológicos de elección (Kagel, Battalio y Green, 1995; Rachlin, Battalio, Kagel y Green, 1981). Dado el tema de investigación de esta tesis se revisará la literatura relevante a la primera parte.

La importancia de esta área radica en la demostración de que algunos conceptos derivados de la economía deben necesariamente ser introducidos en el Análisis Experimental de la Conducta para explicar resultados conflictivos. Hursh (1980) discute 3 conceptos económicos que son comúnmente encontrados en experimentos realizados en el área de análisis de la conducta; el tipo de sistema económico (economía abierta o economía cerrada), el concepto de elasticidad de demanda, y el tipo de comodidad en que se pueden clasificar los diferentes reforzadores disponibles, complementos o sustitutos; finalmente discute una consecuencia de estos conceptos para los modelos unidimensionales de elección como la Ley de Igualación.

Trasladado al Análisis Experimental de la Conducta, el tipo de economía se refiere a la relación que existe entre la ejecución de los sujetos durante la sesión experimental y la cantidad de alimento obtenida durante un día; cuando no hay una correlación entre estas dos variables, por ejemplo cuando a los animales se les da alimento extra después de la sesión, con el fin de mantenerlos en un peso fijo, o cuando las sesiones terminan cuando se otorga un número fijo de reforzadores se dice que el experimento es un sistema de economía abierta; pero cuando el

consumo diario de comida está determinado únicamente por la ejecución de los sujetos durante la sesión, sin importar que ésta sea corta o larga, se encuentran en un sistema de economía cerrada. Un gran número de experimentos ha demostrado que la ejecución de sujetos de varias especies difiere drásticamente según el tipo de economía en el que son evaluados; uno de los problemas que el Análisis Experimental de la Conducta ha estudiado y que ejemplifica perfectamente esta discrepancia, es la relación existente entre la tasa de respuesta y la tasa de reforzamiento. Por ejemplo, Catania y Reynolds (1968, exp 1) emplearon pichones como sujetos y el valor de un programa simple IV como la variable independiente con 7 niveles que llevaron la tasa de reforzamiento de 300 a 8.4 reforzadores/hora, las sesiones terminaron a lo largo del experimento cuando un número fijo de reforzadores (61) había sido otorgado, satisfaciendo así uno de los criterios de definición de economía abierta. El resultado encontrado fue que la tasa de respuestas disminuyó notablemente conforme la tasa de reforzamiento se hizo más baja. Este trabajo, unido a otros que reportan la misma relación entre tasa de respuesta y tasa de reforzamiento (Herrnstein, 1961) contrasta marcadamente con otro grupo de trabajos en los que la relación entre la ejecución de los sujetos y el consumo diario de comida estaba directamente relacionada (satisfaciendo el criterio de una economía cerrada). Graft, Lea y Whitwort (1977) y Collier, Hirsch y Hamlin (1972) demostraron que bajo estas circunstancias, ante incrementos en el tiempo entre reforzadores o incrementos en el valor de un programa RF, los sujetos aumentan su tasa de respuesta, resultado que es exactamente opuesto al descrito anteriormente. Dada esta discrepancia, Hursh (1978) evaluó directamente la importancia del tipo de economía mediante un programa concurrente con tres alternativas, dos de ellas con comida como reforzador y la otra con agua. Los cambios en la tasa de reforzadores disponibles se llevaron a cabo variando el valor del IV de una de las dos alternativas de comida de 30 seg a 480 seg con valores intermedios de 60, 120 y 240 seg, mientras que los otros dos IVs, uno con agua y otro con comida como reforzadores se mantuvieron constantes en 60 segundos. El cambio en el tipo de economía se realizó de la siguiente manera: En el primer experimento las sesiones terminaban cuando transcurrían 100 minutos o 100 reforzadores de agua eran obtenidos y los sujetos no recibían ni alimento ni agua adicional entre sesiones (economía cerrada). En el segundo experimento las sesiones terminaban cuando un número fijo de pellets (150) eran obtenidos, y los sujetos recibían agua después de la sesión hasta recibir una cantidad fija diaria (240 ml). En el experimento de

economía cerrada se observó una relación inversa entre tasa de respuesta y tasa de reforzamiento de comida (las dos alternativas juntas). En el experimento que usó economía abierta, el resultado encontrado fue notablemente diferente pues ahora la tasa de respuesta ante los programas reforzados con comida (comida 1 + comida 2) permaneció relativamente constante ante aumentos en la tasa de reforzamiento con comida, lo cual contrasta con el brusco decremento observado en el experimento 1.

Resultados parecidos se encuentran cuando se analiza la relación entre tasa de respuesta y otros parámetros de reforzamiento como cantidad. Catania (1963a,b) reporta que la tasa de respuesta está directamente relacionada con la magnitud del reforzador cuando el procedimiento es un programa concurrente IV-IV, e insensible a la magnitud cuando el procedimiento es un programa simple IV, mientras que Collier, Hirsch y Kanarek (1977) demuestran con ratas y con cujos que respondían en un programa RF 200 disponible 24 horas al día que duplicar el tamaño del pellet (de 45 mg. a 90 mg) disminuyó la tasa de respuesta a la mitad, mientras que disminuir a la mitad el tamaño del pellet tuvo como consecuencia duplicar la tasa de respuesta. La conclusión de esta serie de estudios es que cuando los incrementos en la tasa de respuesta permiten incrementos en el consumo diario, las restricciones en la disponibilidad o el aumento del costo del bien generan incrementos en la tasa de respuesta, pero cuando los incrementos en la tasa de respuesta no permiten incrementos en el consumo diario, como cuando hay una cantidad fija de comida disponible en la sesión, las restricciones en la disponibilidad o el aumento del costo del bien disminuyen la tasa de respuesta.

La clara evidencia de la influencia del sistema económico recién mencionada parece estar limitada a algunas variables. Fantino y Abarca (1985) reportan los resultados de varios experimentos en los que evalúan la influencia de diferentes variables sobre la preferencia de pichones. Las variables investigadas fueron el tiempo de viaje, la accesibilidad de los dos diferentes tipos de presa y la probabilidad de presentación de la presa preferida. Una mitad del grupo fue evaluada en economía cerrada, y la otra fue evaluada en economía abierta. La economía cerrada fue implementada de dos diferentes formas: a) la duración del reforzador fue de 5 segundos en la economía cerrada y de 3 en la economía abierta, y b) la sesión de los sujetos en economía cerrada terminaba a los 80 reforzadores, en lugar de a los 50 en la condición de economía abierta. Según Fantino y Abarca (1985, p 323) “Ambas maneras de programar

economías cerradas cumplen los requisitos de una economía cerrada: Los sujetos recibieron suficiente comida en la sesión experimental, por lo que no requirieron suplemento fuera de la sesión experimental". Sin embargo, para Hursh (1980, p 223) una economía abierta puede ejemplificarse como "...Mantener a un sujeto al 80% de su peso con comida adicional, proveer dos horas de acceso libre a comida después de la sesión o asegurar un consumo diario constante terminando la sesión cuando una ración fija de comida es ganada". De esta manera, es confuso si las condiciones arregladas por Fantino y Abarca deben ser consideradas economías abiertas o cerradas. Con estas reservas en mente, sus resultados pueden resumirse de la siguiente manera: ni el tiempo de viaje ni la accesibilidad de las presas cambiaron su influencia según el tipo de economía, sin embargo, la probabilidad de presentación de la presa preferida, sugiere una diferencia (aunque estadísticamente no significativa), entre economías abiertas o cerradas, dado que los sujetos en economía cerrada aceptaron mas la opción segura (fueron mas adversos al riesgo) que los sujetos evaluados en economía abierta; este resultado es predicho por la regla del presupuesto energético (Caraco *et al*, 1980) sin necesidad de recurrir al término de tipo de economía puesto que la comida otorgada en la condición de economía cerrada era más abundante, lo cual se manifestó en un mayor peso corporal de los pichones durante el experimento.

Dado que el experimento reportado se relaciona cercanamente con aquel en el que Fantino y Abarca (1985) y Abarca, Fantino e Ito, (1985) encuentran una posible influencia del tipo de economía, se decidió correr dentro del experimento reportado en esta tesis una condición de economía cerrada.

Un concepto cercanamente relacionado al tipo de economía es el de elasticidad de la demanda. En términos económicos demanda significa la cantidad de un bien que será consumida a un precio dado. En términos del Análisis Experimental de la Conducta, por demanda se puede entender la cantidad de reforzadores por día o por sesión que serán consumidos a un valor de programa de reforzamiento dado. El concepto de elasticidad captura la noción de que no todos los bienes tienen la misma importancia para el consumidor; algunos, como el agua y la comida son considerados esenciales, mientras que otros, como la asistencia a cines o teatros, son considerados no esenciales. Esta diferencia la podemos observar en la curva de demanda de diferentes bienes; una curva de demanda que decae lentamente conforme el precio aumenta

significa que un cambio grande en precio tendrá un efecto relativamente pequeño en la cantidad consumida. A esto se le llama demanda inelástica. Una curva de demanda que decae bruscamente conforme el precio aumenta significa que un cambio pequeño en el precio tendrá un efecto grande en la cantidad demandada del bien. A esto se le conoce como demanda elástica.

Hursh y Natelson (1981) realizaron un experimento con tres ratas que vivían en las cajas experimentales y que tenían siempre disponible un programa concurrente de dos alternativas, una de ellas otorgaba como reforzador comida y la otra estimulación eléctrica en el cerebro (EBS). Las 2 alternativas tenían el mismo valor de IV, el cual tuvo valores de 3, 7.5, 15, 30 y 60 segundos en las diferentes condiciones. El resultado ante incrementos en el valor del IV fue que la tasa de respuesta por comida incrementó mientras que la tasa de respuesta por EBS disminuyó. La cantidad de comida demandada o consumida disminuyó gradualmente, mientras que la cantidad de EBS decayó bruscamente, lo cual puede ser explicado mediante el concepto de elasticidad, pues evidentemente la curva de demanda por estimulación eléctrica debe ser mas elástica que la de comida debido a que la comida es un bien esencial

La relación existente entre tipo de economía y elasticidad de la demanda la podemos ver claramente en el siguiente caso: si asumimos que la curva de demanda por comida de un organismo es inelástica, entonces, para defenderse de un aumento en el precio de los reforzadores, la única opción que tiene es aumentar la tasa de respuesta para así minimizar el decremento en el nivel de consumo. Esto es observado en experimentos de economía cerrada. El hecho de que en economías abiertas la relación entre tasa de respuesta y tasa de reforzamiento sea inversa también puede ser explicado por este concepto, pues la elasticidad de la demanda no es una propiedad intrínseca del reforzador, sino un resultado del contexto económico; si existe una fuente adicional de una comodidad (la comida adicional a la sesión en este caso), es de esperarse que la curva de demanda de la comodidad durante la sesión sea elástica, situación en la cual pequeños cambios en el precio de los reforzadores provocan un gran decremento en la cantidad de la comodidad demandada, lo que se manifiesta conductualmente en el decremento de la tasa de respuesta observado en los experimentos descritos que usaron economías abiertas.

El cambio en la elasticidad que surge como resultado del tipo de economía lleva al tercer punto discutido por Hursh. La demanda de un bien es sensible a cambios en el precio o cantidad disponible de otros bienes. La relación existente entre los tipos de reforzadores disponibles para

un organismo puede ir de los extremos de completa sustituibilidad a completa complementariedad. Esta relación se manifiesta gráficamente en lo que se conoce como curvas de indiferencia, las cuales indican las diferentes combinaciones de dos bienes que tienen el mismo valor para un organismo. La pendiente de una curva de indiferencia indica la cantidad requerida de un bien que se requiere para compensar una pérdida del otro bien. Cuando los dos bienes son perfectamente sustituibles las curvas de indiferencia son líneas rectas; cuando los dos son enteramente complementarios, su curva de indiferencia tiene un ángulo recto, puesto que tener más del bien 1 sin aumentar la cantidad del bien 2, no significa mejora alguna; el ejemplo típico es la relación entre zapatos derechos y zapatos izquierdos. Aunque estos son los dos extremos, se asume que la mayoría de las veces la relación entre dos bienes está en un punto intermedio, lo cual significa que la curva de indiferencia es convexa al origen.

La aplicación de estos conceptos en el área de elección ha sido de gran importancia, pues la relación existente entre dos tipos de reforzadores nos permite predecir si el aumento en la disponibilidad de uno tendrá como consecuencia mayor o menor consumo del otro. Por ejemplo, (Hursh, 1978) reporta un experimento en el que tres alternativas estaban presentes simultáneamente; una de ellas era un programa IV 60 con agua como reforzador, otra un IV 60 con comida como reforzador, y la otra (la variable independiente) un IV con comida como reforzador cuyo valor varió entre condiciones de 480 a 30 segundos. El problema a investigar era si el incremento en la cantidad de comida provocaría cambios en la tasa de respuesta de las alternativas constantes. El resultado encontrado fue que la tasa de respuesta de la alternativa constante de comida disminuyó bruscamente conforme incrementaba el suministro de la otra fuente de comida, mientras que la tasa de respuesta en la alternativa que otorgaba agua como reforzador incrementó bajo estas mismas circunstancias. Así podemos ver que las dos fuentes de comida deben ser consideradas como sustitutos, mientras que el agua y la comida deben ser considerados complementos.

Esta diferencia es sumamente importante para los modelos de elección, por ejemplo, en una revisión de experimentos realizados sobre el modelo más importante de elección, la Ley de Igualación, De Villiers (1977) resume que: “la conducta de ratas, pichones, monos y (en el único caso que encontramos) gente, es igualmente bien explicada (*por la ley de igualación*)⁷ cuando la

⁷El texto entre paréntesis no se encuentra en el texto original

ESTA TESIS NO DEBE SALIR DE LA BIBLIOTECA

conducta es presionar una palanca, picar una tecla, la velocidad de carrera, o la latencia de respuestas, en gran variedad de situaciones experimentales. Los reforzadores pueden ser tan diferentes como comida, agua azucarada, escape de choques eléctricos ruidos o agua fría, o estimulación eléctrica en el cerebro” (De Villiers, 1977, p 262). Como es notado por Hursh (1984), el hecho de que la tasa relativa de respuestas iguale la tasa relativa de reforzamiento, está limitado a que los reforzadores disponibles sean sustitutos perfectos, por ejemplo, cuando el reforzador para dos alternativas de respuestas es el mismo tipo de comida. Cuando la relación entre los reforzadores de dos alternativas es diferente a perfecta sustituibilidad, por ejemplo, cuando el reforzador para una alternativa es agua y para la otra es comida, debemos esperar un resultado que se aleja más al predicho por la ley de igualación conforme los dos bienes se hacen menos sustituibles. En el caso extremo de que los reforzadores sean complementos perfectos, el resultado encontrado es contraigualación (Hursh 1978), es decir, disminuciones en el nivel de disponibilidad del reforzador de una alternativa llevan tanto a disminuciones en la conducta de esa alternativa, como a disminuciones en la conducta de la otra opción, resultado que contrasta al predicho por la ley de igualación.

Esta breve revisión de la aplicación de conceptos económicos al Análisis Experimental de la conducta indica que todo experimento sobre elección debe tomar en cuenta el contexto económico en que la elección es hecha, es decir, la relación existente entre el o los reforzadores empleados dentro de las sesiones experimentales y los disponibles fuera de éstas. Por esta razón dentro del experimento reportado en esta tesis se decidió correr una condición de economía cerrada, encontrando que la preferencia por demoras variables al reforzador se mantuvieron constantes ante cambios en el presupuesto energético tanto en una economía abierta como en una cerrada.

ANEXO 2a.

Se muestran los cálculos para predecir el valor de cada alternativa. en el experimento de Herrnstein 1964b, de acuerdo a las ecuaciones (3), (4) y (5) en el capítulo 4

Para el programa IF 15 seg $V = \frac{A}{1+K15} = .1875$

Para el programa IV 15 seg $V = \sum_{j=1}^n p_j \left(\frac{A}{1+KD_j} \right) = .4572$

tomando el valor relativo del IV $\frac{.4572}{.4572+.1875} = .71$, el cual es aproximadamente

igual a la proporción de respuestas ante el eslabón inicial que posteriormente daría acceso al programa IV 15 seg encontrada por Herrnstein (1964b)

Subintervalos del IV 15 empleados para el cálculo .642, 2.00, 3.51, 5.18, 7.15, 9.21, 11.72, 14.74, 18.53, 23.62, 31.48, 52.27.

A= 3

K= 1

ANEXO 2B

Se muestran los cálculos para predecir el valor relativo de aceptar o rechazar programa IF 20 seg en el procedimiento de encuentros sucesivos.

$$\text{Aceptar el IF 20 seg} \quad V = \frac{A}{1 + K(20)} = .1428$$

el valor de la opción de rechazar el IF 20 estuvo compuesta de la suma del valor de los siguientes eventos:

a) .5 de probabilidad de que el siguiente resultado encontrado sea el IV; tomando en cuenta los 10 seg de búsqueda, a cada subintervalo del programa variable se le agregaron 10 seg,

$$V = \left[\sum_{j=1}^n p_j \left(\frac{A}{1 + K(D_j + 10)} \right) \right] \times .5 = .0652$$

b) .5 de probabilidad de que el siguiente resultado encontrado fuera el IF 20 seg, pero esta vez demorado 10 seg

$$V = \left(\frac{A}{1 + K(20 + 10)} \right) \times .5 = .048$$

el valor de rechazar el IF es la suma de estas dos posibilidades, .1132, por lo que el valor

relativo de aceptar el IF es $\frac{.1428}{.1428 + .1132} = 0.56$, el cual es ligeramente mayor a

rechazarlo, por lo que de acuerdo a estas ecuaciones es de esperarse que la preferencia por programas variables sea menor en el procedimiento de encuentros sucesivos que en programas concurrentes encadenados.

Subintervalos del IV 20 empleados para el cálculo .856, 2.67, 4.68, 6.90, 9.53, 12.28, 15.63, 19.65, 24.71, 31.50, 41.97, 69.69.

A=3
K=1

REFERENCIAS

- Abarca, N., y Fantino, E. (1982). Choice and foraging. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 38, 117-123.
- Abarca, N., Fantino, E., e Ito, M. (1985). Percentage reward in an operant analogue to foraging. *Animal Behavior*, 33, 1096-1101.
- Ainslie, G. W. (1974). Impulse control in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 21, 485-489.
- Banschbach, V.S., y Waddington, K.D. (1994). Risk-sensitivity in honey-bees--no consensus among individual and no effect of colony honey stores. *Animal Behaviour*, 47, 933-941.
- Barnard, C.J. y Brown, C.A.J. (1985). Risk sensitive foraging in common shrews (*Sorex Araneus* L.). *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 16, 161-164
- Battalio, R.C., Kagel, J.H. y McDonald, D.N. (1985). Animals choices over uncertain outcomes: Some initial experimental results. *American Economic Review*, 75, 597-613.
- Baum, W.M. (1987). Random and Systematic Foraging, Experimental Studies of Depletion and Schedules of Reinforcement. En A.C. Kamil., J.R.Krebs y H.R. Pulliam (Eds), *Foraging Behavior* (pp 587-607) Plenum Press, New York.
- Caraco, T. (1980). On Foraging time allocation in a stochastic environment. *Ecology* 61, 119-128.
- Caraco, T. (1981). Energy budgets, risk and foraging preferences in dark-eyed juncos. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 8, 213-217.
- Caraco, T.(1982). Aspects of risk aversion in foraging white crowned sparrows. *Animal Behaviour*, 30, 719-727.
- Caraco, T. (1983). White crowned sparrows (*Zonotrichia leucophris*) foraging preferences in a risky environment. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 12, 63-69.

Caraco, T., Blanckenhorn, W.U., Gregory, G.M., Newman, J.A., Recer, G.M., y Zwicker, S.M. (1990). Risk-sensitivity: Ambient temperature affects foraging choice. *Animal Behaviour*, 39, 338-345.

Caraco, T., y Lima, S.L. (1987) Survival, Energy Budgets, and Foraging Risk. En M.L. Commons, A. Kacelnik, y S. Shettleworth. (Eds.) *Quantitative Analyses of behavior: Vol 6 Foraging*. (pp 1-21). Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey.

Caraco, T., Martindale, S., y Whittam, T. (1980). An empirical demonstration of risk-sensitive foraging preferences. *Animal behaviour*, 28, 820-830.

Cartar, R.W. (1991). A test of risk sensitive foraging in bumble bees. *Ecology*, 72, 888-895.

Cartar, R.W. y Dill, L.M. (1990). Why are bumble bees risk sensitive foragers? *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 26, 121-127.

Case, D. A., Nichols, P., y Fantino, E. (1995). Pigeon's preferences for variable interval schedules of reinforcement under widely varied water budgets. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 64, 299-311.

Catania, A.C. (1963a). Concurrent performances: Reinforcement interaction and response independence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 253-263.

Catania, A.C. (1963b). Concurrent performances: A baseline for the study of reinforcement magnitude. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 6, 299-300.

Catania, A.C. y Reynolds, G.S. (1968). A quantitative analysis of the responding maintained by interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 327-383.

Charnov, E.L. (1976). Optimal foraging: attack strategy of a mantid. *American Naturalist*, 110, 141-151.

Chung, S.H. y Herrnstein, R.J. (1967). Choice and delay of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10, 67-74.

Collier, G., Hirsch, E., y Hamlin, P. (1972). The ecological determinants of behavior in the rat. *Physiology and behavior*, 9, 705-716.

Collier, G., Hirsch, E., y Kanarek, R. (1977). The Operant revisited. En W.K. Honig y J.E.R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp 28-52). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Croy, M.I., y Hughes, R.N. (1991). Effects of food supply, hunger, danger and competition on choice of foraging location by the fifteen spined stickleback, *Spinachia Spinachia* L. *Animal Behaviour*, 42, 131-139.

Davison, M.C. (1969). Preference for mixed interval versus fixed interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 247-252.

Davison, M.C. (1972). Preference for mixed interval versus fixed interval schedules: number of component intervals. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 17, 169-176.

De Villiers, P. (1977) Choice in concurrent schedules and a quantitative formulation of the law of effect. En W.K. Honig y J.E.R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp 233-287). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Fantino, E. (1967). Preference for mixed- versus fixed-ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10, 35-43.

Fantino, E. (1969). Choice and rate of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 723-730.

Fantino, E. (1977). Conditioned Reinforcement: Choice and information. En W.K. Honig y J.E.R. Staddon (Eds.), *Handbook of operant behavior* (pp 313-339). Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall.

Fantino, E. (1981) Contiguity, Response Strength, and the Delay-reduction Hypothesis. En P. Harzem y M. H. Zeiler (Eds) *Predictability Correlation, and Contiguity*. John Wiley and sons LTD. New Jersey.

Fantino, E. y Abarca, N. (1985). Choice, optimal foraging and the delay-reduction hypothesis. *The Behavioural and Brain Sciences*, 8, 315-362.

Fantino, E., Abarca, N., e Ito, M. (1987). Choice and Optimal Foraging: Tests of the Delay-Reduction Hypothesis and the Optimal-Diet Model. En M.L. Commons, A. Kacelnik, y S. Shettleworth. (Eds.) *Quantitative Analyses of behavior: Vol 6 Foraging*. (pp 181-207). Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey.

Fantino, E., Abarca, N., y Dunn, R. (1987). The Delay-Reduction Hypothesis: Extensions to Foraging and Three-Alternative choice. En M.L. Commons, J.E. Mazur, J.A. Nevin, y H. Rachlin. (Eds.) *Quantitative Analyses of behavior: Vol 5 The Effect of Delay and of Intervening Events on Reonforcement value.* (pp 181-207). Lawrence Erlbaum Associates. New Jersey.

Grace, R. (1993). Violations of transitivity: Implications for a theory of contextual choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 60, 185-201.

Graft, D.A., Lea, S.E.G. y Whitworth, T.L. (1977). The matching law in and within groups of rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 27, 183-194.

Ha, J.C. (1991). Risk sensitive foraging: The role of ambient temperature and foraging time. *Animal behaviour*, 41, 528-529.

Ha, J.C., Lehner, P.N., y Farley, S.D. (1990). Risk-prone foraging behaviour in captive grey jays *Perisoreus canadensis*. *Animal Behaviour*, 39, 91-96.

Hamm, S. L. , y Shettleworth, S.J. (1987). Risk aversion in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 13, 376-383.

Hanson, J. (1987). Tests of Optimal Foraging Using an Operant Analogue. En En A.C. Kamil., J.R. Krebs y H.R. Pulliam (Eds), *Foraging Behavior* (pp 335-362) Plenum Press, New York.

Herrnstein, R.J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4, 267-272.

Herrnstein, R.J. (1964a). Secondary reinforcement and rate of primary reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7, 27-36.

Herrnstein, R.J. (1964b). Aperiodicity as a factor in choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7, 179-182.

Herrnstein, R.J. (1970). On the Law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 13, 243-266.

Heyman, G.M., y Herrnstein, R.J. (1986). More on concurrent interval-ratio schedules: A replication and review. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 331-351.

Hughes, R.N. (1979). Optimal diets under the energy maximization premise: The effects of recognition time and learning. *American Naturalist*, 113, 209-221

Hursh, S.R. (1978). The economics of daily consumption controlling food- and water-reinforced responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 29,475-491.

Hursh, S.R. (1980). Economic concepts for the analysis of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 34,219-238.

Hursh, S.R. (1984). Behavioral economics. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 42,435-452.

Hursh, S.R. y Natelson, B.H. (1981). Electrical brain stimulation and food reinforcement dissociated by demand elasticity. *Physiology and behavior*, 26, 509-515.

Ito, M. y Fantino, E. (1986). Choice, foraging and reinforcer duration. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 93-103.

Kacelnik, A., y Bateson, M. (1996). Risky theories—The Effects of Variance on Foraging decisions. *American Zoologist*, 36, 402-434

Kagel, H., Battalio, R.C. y Green, L. (1995). *Economic choice theory: An Experimental Analysis of Animal Behavior*. Cambridge University Press. N.Y.

Kagel, H., Green, L., y Caraco, T. (1986). When foragers discount the future: constraint or adaptation?. *Animal Behaviour*, 34, 271-283.

Kagel, H., McDonald, D.N., Battalio, R.C., White, S., y Green, L., (1986). Risk aversion y rats (*Rattus Norvegicus*) under varying levels of resource availability. *Journal of Comparative Psychology*, 100, 95-100.

Kamil, A.C., y Sargent, T.D. (1981). *Foraging Behavior: Ecological, Ethological, and Psychological Approaches*. Garland, New York, New York, USA.

Kamil, A.C., Krebs, J.R., y Pulliam, H.R. (1987). *Foraging Behavior*. Plenum Press: New York.

Killeen, P. (1968). On the measurement of reinforcement frequency in the study of preference. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 263-269.

Krebs, J.R., Erichsen, J.T., Webber, J.I., y Charnov, E.L. (1976). Optimal prey selection in the great tit (*Parus major*). *Animal behaviour*, 25, 30-38

Krebs, J.R., Kacelnik, A., y Taylor, P. (1978). Test of optimal sampling by foraging great tits. *Nature*, 275, 27-31.

Lawes, M.J., y Perrin, M.R. (1995). Risk-sensitive foraging behaviour of the round-eared elephant shrew (*Macroscelides proboscideus*). *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 37, 31-37.

Lea, S.E.G. (1979). Foraging and reinforcement schedules in the pigeon: Optimal and non-optimal aspects of choice. *Animal Behaviour*, 27, 875-886.

Logan, F.A. (1965). Decision making by rats: Uncertain outcome choices. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 59, 246-251.

Mazur, J.E. (1984). Test of an equivalence rule for fixed and variable reinforcer delays. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 10, 426-436.

Mazur, J.E. (1985). Probability and delay of reinforcement as factors in discrete-trial choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 43, 341-351.

Mazur, J.E. (1986). Fixed and variable ratios and delays: Further tests of an equivalence rule. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 12, 116-124.

Mazur, J.E. (1987). An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. En M.L. Commons, J.E. Mazur, J.A. Nevin y H. Rachlin (Eds.) *Quantitative Analyses of Behavior: The effect of delay and of intervening events on reinforcement value*. (pp 55-73). Erlbaum, Hillsdale, New Jersey.

Perez, S.M., y Waddington, K.D. (1996). Carpenter bee (*Xilocopa micans*) risk-indifference and a review of nectarivore risk-sensitivity studies. *American Zoologist*, 36, 435-446.

Pubols, B.H. (1962). Constant versus variable delay to reinforcement. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 55, 52-56

Rachlin, H., y Green, L. (1972). Commitment, choice and self-control. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 17, 15-22.

Rachlin, H., Battalío, R., Kagel, J., y Green, L. (1981). Maximization theory in behavioral psychology. *The Behavioural and Brain Sciences*, 4, 371-417.

Real, L., y Caraco, T. (1986). Risk and foraging in stochastic environments. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 17, 371-390

Rider, P. (1983). Preference for mixed versus constant delays of reinforcement: Effect of probability of the short, mixed delay. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 39, 257-266.

Schoener, T.W. (1987). A Brief History of Optimal Foraging Ecology. En A.C. Kamil., J.R.Krebs y H.R. Pulliam (Eds), *Foraging Behavior* (pp 5-67) Plenum Press, New York.

Staddon, J.E.R. y Reid, A.K. (1987). Adaptation to reward. En A.C. Kamil., J.R.Krebs y H.R. Pulliam (Eds), *Foraging Behavior* (pp 497-523). Plenum Press, New York.

Stephens, D.W., y Charnov, E.L. (1982). Optimal foraging: Some simple stochastic models. *Behavioural Ecology and Sociobiology*, 10, 251-263.

Stephens, D.W., y Krebs, J.R. (1986). *Foraging theory*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

Stephens, D.W., y Paton, S.R. (1986). How constant is the constant of risk aversion? *Animal Behaviour*, 34, 1659-1667.

Williams, W.A. y Fantino, E. (1994). Delay-Reduction and optimal foraging: Variable-ratio search in a foraging analogue. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, 465-477.

Williams, W.A., y Fantino, E. (1996). Response-dependent prechoice effects on foraging -related choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 65, 619-641.

Zabludoff, S.D., Wecker, J., y Caraco, T. (1988). Foraging choice in laboratory rats: Constant vs variable delay. *Behavioural Processes*, 16, 95-110.