

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



DEMORA DEL REFORZADOR EN UN PROGRAMA DE INTERVALO FIJO:

EFFECTOS SOBRE LA ESTIMACIÓN TEMPORAL

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRO(A) EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO
PRESENTA

Jonathan Javier Buriticá B.

DIRECTOR: DR. CRISTIANO VALERIO DOS SANTOS
COMITÉ: DR. ÓSCAR GARCÍA-LEAL

Guadalajara, Jalisco

Julio de 2011

Agradecimientos

Quiero agradecer a mi familia. En especial a la señora teresita quién siempre me ha apoyado en todos mis proyectos. También a la tía rosita su ayuda ha sido muy importante. A David quien siempre me da motivos para seguir adelante. Sin su apoyo estudiar esta maestría no hubiera sido posible. A muchos de mis amigos cuyos nombres no menciono porque dar crédito a cada uno por su aporte requeriría más espacio del que dispongo, sin embargo ellos saben quiénes son y en qué medida estoy agradecido por su ayuda personal y académica.

Quiero agradecer mucho a mi tutor Cristiano Valerio Dos Santos por su ayuda y paciencia al asesorarme con este proyecto, ya que aún cuando no fui muy claro todas las veces él siempre estuvo dispuesto a ayudarme y hacer de éste un proyecto interesante; mucho de lo bueno que hay en este trabajo se debe a su dedicación, el resto es un poco mi culpa. En la misma medida quiero agradecer a mi tutor de estudio dirigido Oscar García-Leal quién me ha hecho reflexionar un sinnúmero de veces sobre muchas dificultades de investigar en esta área, su ayuda en este sentido es invaluable.

Quisiera agradecer a mis compañeros del laboratorio 3 por su compañía, y soporte moral en las largas horas de recolección de datos; sus preguntas, comentarios y sugerencias también ayudaron bastante al avance de este trabajo.

Finalmente a los trabajadores de la Universidad de Guadalajara, de las diferentes dependencias administrativas, que me han ayudado a lo largo de mi estancia en la universidad. También quisiera agradecer al personal técnico y administrativo del CEIC que con su labor diaria mantienen el centro en condiciones óptimas para la realización de trabajos como éste.

El autor se benefició de la beca CONACYT No 233159.

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	3
Planteamiento del problema.....	26
Experimento 1.....	32
Método.....	33
<i>Sujetos</i>	33
<i>Instrumento</i>	33
<i>Procedimiento</i>	33
Resultados Experimento 1.....	37
Discusión Experimento 1.....	49
Experimento 2.....	53
Método.....	54
<i>Sujetos</i>	54
<i>Instrumento</i>	54
<i>Procedimiento</i>	54
Resultados Experimento 2.....	56
Discusión Experimento 2.....	60
Discusión General.....	63
Propuesta Experimental.....	70
Serie A.....	71
Experimento 1.....	71
Serie B.....	72
Experimento 1.....	72

Serie C.....	73
Experimento 1.....	73
Referencias.....	74
Anexo1.....	79
Anexo 2.....	83
Anexo 3.....	84

Índice de figuras

Figura 1.	
Se muestra el triangulo XYZ (líneas punteadas) de área A_t de donde se resta el área bajo la curva A_c (línea continua) que representa la ejecución de los sujetos en un intervalo de respuesta para obtener el índice de curvatura.....	11
Figura 2.	
Registros acumulados de los diferentes intervalos (filas) y sujetos experimentales (columnas).....	39
Figura 3.	
Tasa total de respuesta en función del IER obtenido.	40
Figura 4.	
Tasa de carrera en función del IER obtenido.....	41
Figura 5.	
Tasa de carrera en función de la tasa de reforzamiento obtenido.....	42
Figura 6.	
Media y desviación estándar en segundos de la pausa post reforzamiento en función del IF programado.....	44
Figura 7.	
Media y desviación estándar en segundos de la vida cuartilar en función del IF programado.....	46
Figura 8.	
Índice de curvatura en función del IF programado.....	48

Figura 9.

Se muestra la tasa de respuesta (panel superior) y la tasa de carrera (panel inferior) en

función del IER obtenido..... 58

Índice de tablas

Tabla 1.

Adaptación de la Tabla 4 de Guilhardi y Church (2009)..... 14

Tabla 2.

Valor del intervalo fijo en cada condición a la que los sujetos fueron expuestos..... 36

Tabla 3.

Parámetros de la función lineal de mejor ajuste de los promedios y desviaciones estándar de la pausa post reforzamiento y la vida cuartilar con relación al valor del IF..... 45

Tabla 4.

Orden de las condiciones experimentales para cada sujeto Experimento 2..... 55

Tabla 5.

Promedio de tasa de respuesta, tasa de carrea, intervalo entre reforzadores, pausa post reforzamiento, vida cuartilar e índice de curvatura para cada condición experimental... 59

Resumen

Este trabajo intentó estudiar el efecto de introducir una demora de reforzamiento en la estimación temporal de ratas Wistar en un programa de Intervalo Fijo (IF). Primero se muestran medidas de estimación temporal en programas de IF, así como algunas regularidades que se han reportado sobre la variación de estas medidas y la duración del intervalo. Luego se muestra cómo la devaluación del reforzador parece afectar la estimación temporal en intervalos fijos, experimentos de bisección temporal y de procedimiento de pico. Finalmente se justifica el uso de la demora del reforzador como un procedimiento que devalúa el valor del reforzador. En el Experimento 1, se expusieron ratas a diferentes valores de intervalos fijos y se replicaron diferentes hallazgos sobre la relación entre la duración del intervalo y la pausa post reforzamiento, la vida cuartilar y el índice de curvatura. También, la tasa total de respuesta y la tasa de carrera parecen variar ordenadamente con el Intervalo Entre Reforzadores (IER) y la tasa de reforzamiento. Sin embargo, se observó en algunos sujetos una tasa baja de respuesta, lo que podría dificultar el cálculo de algunas medidas de estimación temporal en un procedimiento que se espera disminuya la tasa de respuesta. En el Experimento 2, se introdujo una demora del reforzador de 6 s en un programa IF 30 s. Se encontró que la tasa de respuesta disminuyó en condiciones demoradas en comparación a condiciones de reforzamiento inmediato, tanto cuando el IER era mayor en las condiciones demoradas como cuando era igual entre las condiciones demorada e inmediata. En las medidas de estimación temporal, no se observaron diferencias sustanciales, aunque puede ser que la menor tasa de respuesta haya hecho que menos datos hubieran sido tenidos en cuenta para el análisis de estimación temporal, por lo que el efecto de la variable sobre la estimación pudo no haberse observado

con claridad. Más datos son necesarios para establecer con mayor certeza si existe un efecto de la demora sobre la estimación temporal.

Introducción

Ya en sus primeros trabajos, Skinner (1938) se preguntaba cómo el tiempo podría adquirir control discriminativo de la conducta. El problema es fundamental ya que el tiempo no es un objeto o un evento, sino que podría entenderse como el telón de fondo donde ocurren las cosas. Sin embargo, muchos organismos parecen ajustarse a las regularidades temporales de los eventos, aún cuando tales regularidades están señaladas solo *a posteriori* por la ocurrencia de un evento. Es decir los organismos se comportan con relación a regularidades temporales de una manera ordenada, de manera similar a como lo hacen con estímulos que tienen la capacidad intrínseca o condicionada de evocar respuestas. El objetivo de este trabajo es mostrar cómo la variación de un parámetro temporal del reforzador (su demora) afecta estas regularidades temporales de la conducta.

En análisis de la conducta, diferentes procedimientos han sido planteados para estudiar cómo los organismos se comportan con relación a regularidades temporales. Skinner (1938) fue el primero en usar el término reforzamiento periódico para referirse al uso, en un arreglo operante, de un criterio temporal, el cual establecía que la respuesta del sujeto era seguida de la entrega de un reforzador luego de un intervalo de tiempo. Así, en un programa de Intervalo Fijo (IF) X", la primera respuesta después del paso de X segundos es reforzada. De manera estricta, un programa de IF podría definirse como un programa tándem Tiempo Fijo X" – Razón Fija 1 (Ferster & Skinner, 1957), lo cual es, en alguna medida, el programa inverso al reforzamiento demorado de una respuesta, que puede definirse como un tándem RF 1- TF X", siendo el TF la demora en el reforzador (Morgan, 1970). El intervalo de tiempo puede programarse de dos maneras: en tiempos fijos o empezando después de la entrega del reforzador (Ferster & Skinner, 1957); en este trabajo se usa la segunda manera de programar los intervalos.

Los programas de IF han sido ampliamente investigados durante años, por lo que hacer un recuento de toda la investigación que se ha hecho con ellos resulta fuera del alcance de este trabajo. Aunque existe controversia sobre el patrón de respuesta típico en IF, existen dos ejecuciones que se observan normalmente en este arreglo (Josefowicz & Staddon, 2008). En el registro acumulativo (respuestas acumuladas por tiempo transcurrido) de intervalos cortos, suele observarse un patrón de pausa-carrera¹: luego de un punto, la respuesta deja de ocurrir a tasas bajas y empieza a ocurrir a tasas altas (Schneider, 1969). En intervalos largos, se observa generalmente una aceleración positiva de la tasa de respuestas, que se mantiene hasta el final del intervalo, patrón éste denominado festoneo², debido a la forma que toma el registro acumulativo (Ferster & Skinner, 1957).

Otro procedimiento utilizado para investigar el efecto de arreglos temporales en la conducta es el procedimiento de bisección temporal (BT, Church & Deluty, 1977). En este procedimiento, se entrena al sujeto a responder a una palanca (o tecla) cuando un estímulo (luz o sonido) dura mucho tiempo y a otra palanca cuando éste dura poco tiempo. Luego, durante la prueba, se presentan estímulos con duraciones intermedias y se registra la palanca donde responde el animal. Suele encontrarse que la proporción de respuesta asociada al estímulo largo incrementa de manera sigmoïdal a medida que incrementa la duración del estímulo. El valor donde la probabilidad de responder a una u otra palanca es 0.5 se denomina punto de equivalencia subjetiva (PSE); este valor no sería considerado largo ni corto. Otra medida que suele reportarse en estas investigaciones es el umbral diferencial (DL), una medida de exactitud de la discriminación: menores valores de DL

¹ Break and run pattern.

² Scalloped.

indican mayor precisión de la discriminación, ya que supone que la mayoría de las respuestas se encuentran en los extremos de la curva.

El procedimiento de pico (PP), también usado para investigar las regularidades temporales de la conducta, es una derivación de los procedimientos de intervalo fijo. En el PP, se mezclan aleatoriamente ensayos de IF y ensayos de prueba no reforzados que duran tres veces (o más) lo que dura el IF. En este procedimiento, durante los ensayos estables, se encuentra que la curva de respuestas por tiempo del intervalo tiene una forma similar a una curva normal con un valor medio igual al tiempo del IF. Es decir, la respuesta se da siguiendo un patrón inicial de baja tasa de respuesta, luego cambia a una alta tasa de respuesta cerca del valor del IF, y luego regresa a una baja tasa de respuesta (Catania, 1970; Roberts, 1981).

Otro aspecto importante de investigar en estos procedimientos es la tasa de respuesta durante el segmento final del tiempo del intervalo: la tasa de carrera. La tasa de carrera es igual al número de respuestas en el intervalo dividido entre la duración del intervalo menos la pausa post reforzamiento. De acuerdo con Spencer (1981, citado en Wearden & Lejeune, 2006), esta tasa de respuesta es función de la tasa de reforzamiento programada. Y, aunque la tasa de respuesta total no es una medida de estimación temporal, también parece variar ordenadamente con la duración del intervalo como lo muestran Wearden y Lejeune (2006). Estos autores muestran que la tasa de respuesta disminuye con el aumento en la duración del intervalo y que aumenta con el número de reforzadores programados. Esto se debe probablemente a que la tasa de respuesta en IF también parece

aumentar a medida que aumenta la tasa de reforzamiento siguiendo la función hiperbólica de Herrnstein (1970)³.

Los patrones de respuesta que se observan en los procedimientos descritos anteriormente son una forma de correlación de la conducta y un intervalo de tiempo, lo cual define la estimación temporal de intervalos⁴ de acuerdo con Staddon y Cerutti (2003). Para Church (2002), la estimación temporal es una forma de ajuste o adaptación de la conducta a las regularidades temporales de los eventos relevantes para los sujetos.

Así como en el procedimiento de bisección temporal, se han desarrollado medidas cuantitativas de la estimación temporal tanto en procedimientos de intervalo fijo como de pico, por ejemplo, la pausa post reforzamiento, la vida cuartilar (Herrnstein & Morse, 1957), el índice de curvatura (Fry, Kelleher, & Cook, 1960), el punto de transición (Schneider, 1969), la tasa de carrera (ver, Wearden & Lejeune, 2006), entre otras (para una comparación entre algunas medidas ver Dukich & Lee, 1973; Gollub, 1964). Guilhardi y Church (2004, ver tablas 1 y 2) muestran que los estudios sobre IF publicados en el Journal of the Experimental Analysis of Behavior utilizan entre una y tres medidas, siendo la más usada alguna forma de tasa de respuesta, seguida por el gráfico de registro acumulativo, y después en orden de la más a la menos frecuente, una forma de gradiente temporal (p.e. un parámetro de la curva de ajuste de la tasa de respuesta en función del tiempo transcurrido en el intervalo), el tiempo para alguna respuesta (p.e. pausa post reforzamiento), el índice

$$^3 R = \frac{kr}{(r+r_0)}$$

R = Tasa de respuesta. k = nivel asintótico de respuesta. r = reforzamiento programado (o recibido). r_0 = reforzamiento recibido de fuentes extrañas.

⁴ Timing.

de curvatura, el punto de transición y el tiempo para alcanzar algún percentil de las respuestas en el intervalo (p.e. Vida Cuartilar).

Guilhardi y Church (2004), no obstante, no dicen nada sobre las razones que podrían tener los investigadores para reportar unas medidas en lugar de otras; al respecto, puede suponerse que inconvenientes técnicos (o limitaciones tecnológicas en los estudios clásicos), suposiciones teóricas (ver Wearden, 1985), el objetivo del estudio, entre otras razones, podrían llevar a que se reportaran unas medidas y no otras. Por este motivo, aunque existe mucho trabajo empírico sobre los programas de IF, es difícil hacer comparaciones, ya que a veces es imposible reconstruir el dato bruto a partir de los índices reportados, o calcular otras medidas no reportadas en el estudio.

Las medidas mencionadas intentan reflejar qué tanto la ejecución depende del tiempo transcurrido en el intervalo. Aunque la terminología o nombres de las diferentes medidas, así como los algoritmos para calcularlas a veces varían dependiendo del autor, a continuación se presentarán algunas definiciones y maneras de calcular estas medidas (ver Guilhardi & Church, 2004).

La pausa post reforzamiento es el tiempo entre la entrega del último reforzador y la primera respuesta en el ensayo subsecuente. Esta medida puede calcularse restando el tiempo del evento que marca el inicio del intervalo (por ejemplo, la finalización de la entrega del reforzador del intervalo anterior) del tiempo de la primera respuesta. También puede calcularse como el tiempo para la quinta u otra respuesta que, de acuerdo con Hanson y Killeen (1981), correspondería mejor a la finalización de la pausa luego del reforzamiento que las primeras respuestas, que podrían ocurrir azarosamente. En un arreglo de IF, se supone que mayores valores de pausa post reforzamiento reflejan mayor control temporal de la conducta (López & Menez, 2009), ya que las respuestas aparecerían

cerca del fin del intervalo. Ahora, un valor de pausa post reforzamiento mayor al valor del IF podría llegar a considerarse como un indicador de bajo control temporal de un intervalo de tiempo específico, ya que el sujeto no respondería a un período de tiempo particular sino simplemente al paso del tiempo.

El punto de transición se define como el tiempo en el intervalo donde la respuesta deja de ocurrir a una tasa baja y comienza a darse a una tasa alta (Schneider, 1969). De acuerdo con Schneider (1969), el punto de transición puede identificarse como el máximo punto de aceleración en la curva en el registro acumulativo. Existen diferentes algoritmos para calcular esa medida. De manera general, el algoritmo propuesto por Schneider (1969) supone encontrar el punto que maximiza el ajuste de dos líneas que se interceptan en un punto a que divide el intervalo en segmentos de baja y alta tasa de respuesta (pendientes diferentes); en este caso, el punto a sería el punto de transición. Hanson y Killeen (1981) sostienen que el algoritmo de Schneider viola algunas suposiciones del análisis de regresión, por ejemplo que las observaciones sean independientes, lo que hace que las respuestas finales (que son agregados de respuestas iniciales y finales) pesen más en el análisis de regresión que las respuestas iniciales. El algoritmo de Schneider supone que las tasas de respuesta antes y después del punto de transición son independientes del tiempo y esto hace que variaciones en la tasa de respuesta afecten la estimación de ese punto aún cuando estas variaciones ocurran lejos del punto de transición. Por ejemplo, una disminución de la tasa al final del intervalo hace que el punto de transición se mueva hacia el principio del intervalo. Guilhardi y Church (2004) definen y calculan el punto de transición como el tiempo de la respuesta que maximiza las diferencias entre la tasa de respuesta inicial y final, como se ve a continuación:

$$PT = \max (d1 |r1 - r| + d2 |r - r|) \quad (1)$$

r_1 y r_2 son tasas de respuesta de los segmentos del intervalo d_1 y d_2 (antes y después del PT respectivamente), r es la tasa de respuesta del intervalo completo.

La vida cuartilar es igual al tiempo que le toma al sujeto hacer la cuarta parte de las respuestas totales en un intervalo. Si r es el número de respuestas totales en el intervalo, la vida cuartilar puede expresarse como el tiempo en el que ocurre la respuesta igual a $r/4$. Esta medida refleja la manera en que el animal distribuye sus respuestas a lo largo del intervalo: si la tasa fuera constante, la vida cuartilar sería igual a un cuarto del intervalo (Herrnstein & Morse, 1957). Un valor pequeño indicaría que la mayor parte de las respuestas están al inicio, en tanto que un valor grande supondría una mayor concentración de las respuestas hacia el final del intervalo. Este tiempo también puede expresarse como una proporción de tiempo del intervalo programado; en este caso, un valor de .25 indicaría una tasa de respuesta constante, mientras valores mayores indicarían una mayor concentración de respuestas hacia el final del intervalo (ver Freeman & Lattal, 1992, tablas 1 y 2). Una dificultad de esta medida es que no se puede calcular en intervalos con una sola respuesta (Baron & Leinenweber, 1994). Esto parece poco probable en palomas, ya que sus tasas de respuesta de picoteo suelen ser altas; sin embargo, usando otras especies, otras respuestas, o intervalos cortos, eso podría ocurrir.

El índice de curvatura indica qué tanto la ejecución del sujeto se ajusta a un patrón de respuesta de festón. Primero, se calcula la diferencia entre el área (A_t) de un triángulo XYZ y el área (A_c) de la figura geométrica que represente el registro acumulativo obtenido en el ensayo (ver Figura 1). Las coordenadas de los vértices del triángulo son la primera respuesta en el tiempo ($X = 1, t_1$), la última respuesta n en el tiempo final ($Y = n, t_n$) y el tiempo final y la primera respuesta ($Z = t_n, 1$). Luego, se divide A_c por el área de A_t (Fry, et al, 1960). Un índice negativo indicaría que la curva es negativamente acelerada, en tanto

que un valor positivo indicaría que la curva es positivamente acelerada, y una diferencia de cero indicaría una tasa constante de respuesta. Sin embargo, de acuerdo con Fry et al, el índice de curvatura es inapropiado para ejecuciones atípicas (p.e. una tasa positivamente acelerada seguida por una negativamente acelerada) o bajas tasas de respuesta.

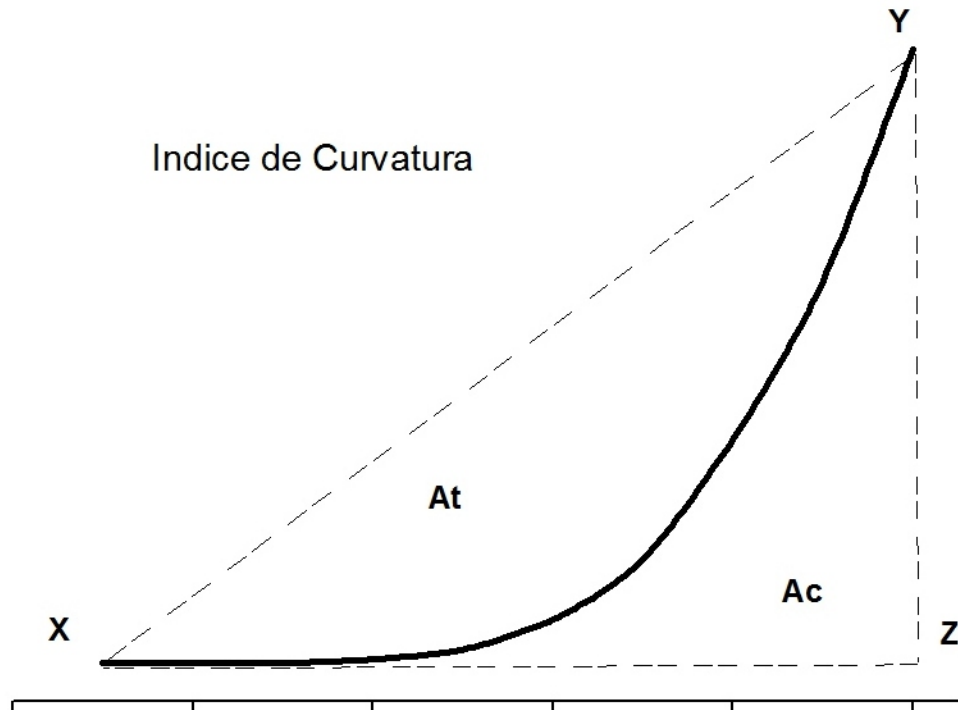


Figura 1. Se muestra el triángulo XYZ (líneas punteadas) de área A_t de donde se resta el área bajo la curva A_c (línea continua) que representa la ejecución de los sujetos en un intervalo de respuesta para obtener el índice de curvatura.

Esas medidas de ejecución asociadas con el transcurso del tiempo son llamadas de estimación temporal y la variación proporcional entre esas medidas y la duración del intervalo se ha denominado estimación temporal proporcional⁵ (Staddon, 2001), ya que estas medidas de estimación temporal parecen variar linealmente con la duración del intervalo. Sin embargo, los resultados no son muy claros: por un lado, diferentes experimentos en programas de IF (Hanson & Killeen, 1981; Lowe, Harzem, & Spencer, 1979) parecen mostrar que la relación entre la duración del intervalo y la medida de ejecución temporal parece ajustarse más a una función de potencia, cuando se observan las medias de la pausa post reforzamiento. Sherman (1959, citado en Schneider, 1969), por otro lado, reporta una variación lineal entre los valores medios de la pausa post reforzamiento y el IF. La desviación estándar de la pausa post reforzamiento, así como la media y desviación del punto de transición, sí parecen variar linealmente con la duración del intervalo (Hanson & Killeen, 1981). La variación lineal de la desviación estándar se ajustaría a la ley de Weber según la cual la desviación de un juicio de percepción es proporcional a la magnitud de la variable juzgada (Hanson & Killeen, 1981).

Guilhardi y Church (2009), haciendo un nuevo análisis de datos anteriores (Guilhardi & Church, 2004), encuentran, en una comparación entre sujetos, resultados similares a los encontrados en trabajos anteriores, en los cuales se han utilizado diseños intra – sujeto. Estos autores calculan valores de diferentes medidas de estimación temporal en programas de IF, y encuentran variaciones lineales entre la pausa post reforzamiento, el punto de transición, la vida cuartilar y otras medidas con relación a la duración del intervalo

⁵ Proportional timing.

(ver Tabla 1). También se observa que el índice de curvatura se mantiene constante, lo cual indica que la medida tiene una propiedad escalar, debido a la manera en que se calcula.

Tabla 1. Adaptación de la Tabla 4 de Guilhardi y Church (2009). Se muestra el promedio en segundos (excepto para el índice de curvatura) de la medida, y entre paréntesis su error estándar, también la pendiente y el intercepto de la función lineal de mejor ajuste para las diferentes medidas presentadas. Sólo el índice de curvatura parece estable con relación a la duración del IF como lo muestra el valor de la pendiente. Los datos provienen de tres grupos de ratas ($n = 4$) que fueron expuestas a diferentes valores de IF (30 s, 60 s y 120s).

Medida dependiente	IF 30''	IF 60''	IF 120''	Pendiente	intercepto	r^2
ÍC	0.46(.02)	0.49(.03)	0.52(.05)	0.0006	0.44	.96
PT	19.62 (.1)	39.33(1.24)	76.66(3.77)	1.58	-1.49	.99
PPR	14.86(.51)	25(1.59)	50.32(7.91)	2.5	-5.32	.99
VC	21.2(.2)	41.88(.9)	82.05(4.21)	1.48	-1.64	.99
TRM ⁶	24.71(.17)	49.22(.69)	96.83(2.7)	1.24	-1.12	.99

⁶ Time of Median Response. Tiempo de la respuesta mediana (o percentil 50) del intervalo.

La mayoría de los datos presentados hasta ahora parecen mostrar que diferentes medidas de estimación temporal parecen variar linealmente con la duración del IF, a excepción del índice de curvatura. También se puede reconocer que este procedimiento parece generar ejecuciones bastante estables en varias especies y condiciones experimentales. Lowe y Harzem (1977) estudiaron ratas y palomas, usando diferentes valores de IF, y haciendo contingente o no contingente la entrega del reforzador. Encontraron que, cuando el reforzador es contingente, no existen diferencias sustanciales entre especies en la ejecución durante los intervalos, o en la variación del punto medio⁷ con relación al valor del IF: ambas especies muestran patrones de respuesta similares y el punto medio parece variar de acuerdo con una relación lineal.

Higa y Simm (2004) usando peces beta (*Betta splendens*), y la presentación de un espejo como reforzador, encuentran que la pausa post reforzamiento y el punto de transición varían ordenadamente con la duración del IF programado (30 s, 60 s, 120 s y 240s). Sin embargo, aunque la variación entre las medidas de control temporal y la duración del intervalo parece ajustarse a una función de potencia, la relación lineal no se puede descartar ya que el ajuste de los datos a una recta también es alto y las pruebas estadísticas que reportan los autores no encuentran diferencias en la varianza explicada por

⁷ El punto medio es un parámetro de una curva normal ajustada al registro acumulado de respuestas en el intervalo, en la fórmula a continuación sería M.

$$R = H_e - \left(\frac{(t - M)}{s} \right)$$

R es resp /min; H es la altura de la curva en el tiempo M, t es el tiempo expresado como proporción del intervalo; s es proporcional a la desviación estándar y M es el punto medio de la curva.

ambos modelos. Usando peces dorados (*Carassius auratus*), y comida como reforzador, Talton, Higa y Staddon (1999) encuentran algo similar: el punto de transición varía siguiendo una relación lineal con la duración del intervalo (30 s, 60 s y 240 s), y aunque la pausa post reforzamiento parece tener una tendencia a aumentar a medida que aumenta la duración del intervalo, no se observa la relación lineal que sí muestra esta medida en otros experimentos. Nuevamente el patrón de respuesta (festoneo) en estos peces es similar al observado con ratas y palomas.

Sin embargo, en procedimientos de estimación temporal existen factores no temporales que podrían afectar el momento en el que se da la respuesta a lo largo del intervalo. Por ejemplo, Sanabria, Thraillkill y Killeen (2009), usando palomas, mostraron que las respuestas asociadas al programa IF demoran más en aparecer en un procedimiento en el que responder temprano en el intervalo tiene un costo mayor, comparado a condiciones en las que no existe un costo por responder temprano en el intervalo. Para introducir el costo de respuesta, Sanabria et al colocaron conjuntamente programas de IF y programas de Razón Aleatoria (RA, Experimento 1) e Intervalo Aleatorio (IA, Experimento 2); si el reforzador programado para la RA o el IA se obtiene antes de que se obtenga el reforzador programado en IF, el ensayo termina y luego de un intervalo entre ensayos empieza otro ensayo. Las pruebas se hacen en ensayos no reforzados que suelen ser más largos de lo normal, por lo que se puede observar cuándo la respuesta deja de ocurrir además de cuándo empieza, de manera similar a lo que ocurre en un procedimiento de pico (ver, Roberts, 1981). Sanabria et al encontraron que las primeras respuestas al IF ocurrían más tarde en el intervalo en comparación con condiciones control en la que no había un costo de respuesta por responder temprano en el intervalo. Los autores afirman que la ocurrencia tardía de las primeras respuestas durante el IF cuando existe otro

operando con mayor probabilidad de reforzamiento parece mostrar que respuestas tempranas en un IF típico podrían ocurrir por razones diferentes al control temporal, probablemente resultado de factores motivacionales.

Además del costo de la respuesta, diferentes investigaciones parecen mostrar que la estimación temporal es afectada por la magnitud o valor del reforzador utilizado en los procedimientos. Usualmente suelen encontrar que un mayor valor del reforzador genera una ejecución subestimada del intervalo de tiempo (es decir el sujeto se comporta como si el intervalo fuera más corto de lo que es en realidad), mientras que un valor menor genera una ejecución sobrestimada del intervalo transcurrido (Galtress & Kirkpatrick, 2009, 2010; Ludvig, Balci, & Spetch, 2011; Ludvig, Conover, & Shizgal, 2007; McClure, Saulsgiver, & Wynne, 2009; Plowright, Church, Behnke, & Silverman, 2000). Aunque los efectos observados no son completamente concluyentes, parecen consistentes en diferentes especies (ratas, ratones y palomas), procedimientos de estimación temporal y variaciones en el reforzador como se verá a continuación.

Galtress y Kirkpatrick (2009), usando un procedimiento de pico, intentaron ver cómo cambios en el valor del reforzador afectaban la estimación temporal. En el Experimento 1, los autores probaron a doce ratas en tres condiciones de reforzamiento: a seis les dieron 1 ó 4 pellets de comida en el orden 1-4-1 mientras que, para las otras seis, el orden fue 4-1-4. Luego de esto, expusieron a los sujetos a un procedimiento de entrenamiento de aversión al sabor. En un ensayo les dieron acceso libre a los pellets que normalmente se usaron como reforzador y, luego de 30 min de acabada esta sesión, les inyectaron LiCl; este procedimiento generalmente induce malestar asociado a la comida consumida durante la sesión experimental, lo que se supone reduce su valor como reforzador (Balleine & Dickinson, 1991).

Para determinar las medidas, Galtress y Kirkpatrick (2009) utilizaron el siguiente algoritmo maximizando A:

$$A = dL1(r - rL1) + dH(rH - r) + dL2(r - rL2) \quad (2)$$

Donde dL1, dH y dL2, son la duración del primer estado de baja tasa de respuesta, el estado de alta tasa de respuesta y el segundo estado de baja tasa de respuesta respectivamente, y rL1, rH y rL2 son las tasas de respuesta para cada estado de baja, alta y baja tasa de respuesta. La media de respuesta para todo el intervalo es r (ver Church, Meck, & Gibbon, 1994). El algoritmo arroja el tiempo en el que los sujetos dejan de responder a una tasa baja y empiezan a responder a una tasa alta (tiempo de inicio), cuándo dejan de responder a una tasa alta y empiezan a responder nuevamente a una tasa baja (tiempo de finalización de la respuesta), la duración del estado de alta tasa de respuesta (la diferencia entre el tiempo de finalización de la respuesta y el tiempo de inicio), y el tiempo medio (tiempo de inicio más la duración del estado de alta tasa de respuesta dividido por dos).

Galtress y Kirkpatrick (2009) encontraron que el tiempo de inicio de la respuesta era menor cuando el reforzador era de cuatro pellets, aunque la diferencia no fue significativa en el grupo 4-1-4 cuando cambió de 4 a 1 pellet, pero sí lo fue cuando cambió de 1 a 4. Esta disminución en el tiempo de inicio parece indicar que los sujetos subestiman el paso del tiempo. Otras medidas como el número de respuestas en el estado de alta tasa de respuesta y el tiempo de finalización del estado de alta tasa de respuesta parecen aumentar y disminuir respectivamente a lo largo del experimento independientemente de la fase o del grupo. Aunque los autores reportan diferencias asociadas al cambio en el valor del reforzador, tales diferencias pueden asociarse al orden de presentación del reforzador y no al valor presentado. En el grupo 1-4-1, la diferencia en la tasa de respuesta máxima en el cambio de 1 a 4 es significativa, pero el mismo cambio no es significativo en el grupo 4-1-

4, y esto ocurre porque en las fases finales del experimento ambos grupos alcanzaron la misma tasa de respuesta. Por lo anterior las diferencias en tasa de respuesta máxima no podrían atribuirse a cambios en el valor del reforzador. Las pruebas de devaluación vía asociación del reforzador con LiCl muestran que los tiempos de inicio de la respuesta, el tiempo medio y el tiempo de finalización incrementaron, en tanto que la tasa de respuesta disminuyó en comparación con la fase previa a la devaluación del reforzador. Los incrementos en los tiempos indican que los sujetos sobrestimaron el intervalo de tiempo, en tanto que la disminución en la tasa de respuesta podría indicar que la devaluación del reforzador efectivamente ocurrió, ya que no tienen la misma capacidad para sostener una tasa de respuesta más alta.

En el Experimento 2, Galtress y Kirkpatrick (2009), usando dos grupos diferentes de seis ratas cada uno, replican los resultados con devaluación de LiCl y además evalúan el efecto de alimentar a los sujetos previo a la sesión experimental; ambos procedimientos devalúan el valor del reforzador. También varían el valor del IF que refuerzan (30 s y 60 s). En ambos valores del IF, encuentran que los tiempos de inicio de la respuesta aumentan cuando se devalúa el reforzador, ya sea con LiCl o saciándolos antes de la sesión en el caso de IF 60 s. Cuando se usó 30 s y saciedad, encontraron además un aumento de los tiempos de inicio y finalización de la respuesta así como del tiempo medio. En todos los casos, cuando se devalúa el reforzador, la tasa de respuesta en el estado medio disminuye significativamente en comparación con las líneas base. Estos incrementos en los tiempos de inicio se esperarían si los sujetos sobrestimaran el intervalo. Nuevamente la disminución en la tasa parece congruente con un efecto de disminución de la eficacia del reforzador.

Un efecto similar encontraron Plowright et al (2000) quienes, utilizando palomas y un procedimiento de pico con IF 10 s, observaron que el tiempo pico de respuesta era mayor luego de alimentar a los sujetos antes de la sesión de prueba comparado con condiciones de prueba en las que los animales están privados de alimento. También encontraron que las tasas de respuesta son menores en las condiciones de devaluación del reforzador. No encontraron diferencias en los intervalos entre reforzadores durante los ensayos reforzados en las condiciones devaluadas. Si hubieran encontrado diferencias en estos intervalos, esto podría explicar los tiempos pico observados durante las pruebas, ya que los sujetos estimarían intervalos de tiempo más largos si los intervalos entre reforzadores hubieran aumentado en el entrenamiento. Una de las conclusiones de los autores es que, si bien no se puede asegurar que la devaluación del reforzador afecta la manera cómo el sujeto estima el tiempo, sí parece claro que el procedimiento de pico (más precisamente el tiempo pico de respuesta) no es una medida “pura” de estimación temporal.

Otra manera de observar el efecto de la saciedad en medidas de estimación temporal es observando cómo cambia la conducta a lo largo de la sesión, ya que el consumo del reforzador puede saciar al sujeto hacia el final, lo que podría afectar su ejecución. Este análisis fue hecho por Balci, Ludvig y Brunner (2010) quienes, usando ratones y un procedimiento de pico con IF 30 s, encontraron que los tiempos de inicio de la respuesta son mayores hacia el final de la sesión, en tanto que los tiempos de finalización de la respuesta parecen no afectarse significativamente; estas medidas se calcularon siguiendo un algoritmo de lógica similar al utilizado en otros experimentos (Galtress & Kirkpatrick, 2009; Gallistel, Fairhurst, & Balsam, 2004). Los autores afirman que el cambio en el tiempo de inicio de la respuesta en este procedimiento (el efecto más robusto) podría deberse a que este tiempo es afectado no sólo por la estimación temporal, sino por variables

motivacionales como la saciedad. En este experimento, el efecto parece encontrarse más fácilmente, ya que la especie estudiada parece saciarse más rápidamente que otras. El incremento del tiempo de inicio también es consistente con la idea de que los sujetos sobrestiman la duración del intervalo cuando están saciados, y el reforzador es menos valioso.

En otro experimento, Ludvig et al (2011) utilizaron palomas en un procedimiento de pico de IF 5 s presentando ensayos mezclados (reforzados y no reforzados) de tres estímulos diferentes, asociados cada uno con una magnitud de reforzador. También se introdujeron ensayos de elección donde se presentaban al tiempo los estímulos y se registraba cuál elegían. Los ensayos de elección mostraron que los sujetos eligieron consistentemente el estímulo asociado al mayor reforzamiento, lo que indica que los sujetos discriminaban cual era el estímulo con mayor reforzamiento. Para el análisis de datos en los ensayos de IF no reforzados, se determinaron los tiempos de inicio y finalización de la respuesta de acuerdo con un algoritmo de lógica similar al utilizado en experimentos anteriores (ver Gallistel, et al., 2004). Ludvig et al encontraron que los tiempos de inicio son más cortos cuando se presenta el estímulo asociado al reforzador mayor en comparación a cuando se presentan los otros estímulos, y no observaron diferencias consistentes en los tiempos de finalización de la respuesta. Esto parece indicar que los sujetos estiman que la duración del intervalo asociado al reforzador con mayor reforzamiento es más corta de lo que es en realidad.

Ludvig et al (2007), usando ratas en un procedimiento de pico con IF 20 s y estimulación intracraneal como reforzador, encontraron resultados similares. El tiempo para la primera respuesta era menor en las condiciones de mayor magnitud del reforzador en comparación con la condición de menor magnitud, independientemente de que el ensayo

anterior hubiera sido un ensayo reforzado o un ensayo de prueba (no reforzado); esto último es importante ya que algunos estudios (ver Staddon, 1970) han reportado que la entrega de magnitudes grandes de reforzamiento aumenta el tiempo de la primera respuesta; más adelante se retomará este tema. El análisis de tres estados, similar al utilizado por Church et al (1994), muestra que los tiempos de inicio son más cortos cuando la intensidad de la estimulación intracraneal es mayor; los tiempos de finalización, por otro lado, no cambian significativamente en ninguna de las condiciones. Estos resultados son consistentes con la idea de que mayor reforzamiento parece generar una subestimación del intervalo de tiempo.

Los procedimientos de pico no han sido los únicos procedimientos de estimación temporal donde se ha estudiado el efecto del cambio del valor del reforzador. Galtres y Kirkpatrick (2010) usando un procedimiento estándar de bisección temporal intentaron determinar cómo la magnitud del reforzador afectaba la discriminación temporal. En el Experimento 1, utilizaron dos grupos ($n = 6$) de ratas que debían discriminar duraciones de 2 s y 8 s. En una segunda fase, una duración era reforzada con cuatro pellets y la otra con un pellet; la duración con mayor reforzamiento estaba contrabalanceada entre grupos. Los autores encontraron que las curvas de duración del estímulo vs respuestas a la palanca larga (curvas psicofísicas) eran más aplanadas en las fases de mayor magnitud del reforzador en comparación con la línea base, lo cual fue más evidente para el grupo donde se reforzó duración corta 1- duración larga 4 (1-4 pellets) que para el grupo duración corta 4- duración larga 1 (4-1 pellets). En el grupo donde la duración larga tenía mayor reforzamiento, el PSE disminuyó con relación a la línea base, en tanto que, para el grupo donde el reforzador grande estuvo en la duración corta, hubo un ligero aumento del PSE aunque la diferencia no fue significativa. El DL, que en este caso se calculó como el tiempo asociado al 75% de las respuestas largas menos el tiempo del 25% de las respuestas largas dividido entre dos,

aumentó en ambos casos lo que parece congruente con el aplanamiento de las curvas psicofísicas. La disminución del PSE cuando se reforzó la duración larga parece indicar que los sujetos se comportaban ante ese intervalo como si fuera más corto de lo que en realidad era. El aumento del DL es congruente con esta interpretación: si se disminuye la distancia entre dos valores a discriminar, se puede esperar que disminuya la respuesta diferencial a los valores intermedios, ya que estos valores intermedios serían más parecidos a los valores extremos que cuando los valores extremos son muy diferentes entre sí.

En el Experimento 2 (Galtress & Kirkpatrick, 2010), utilizaron los mismos procedimientos pero se hicieron comparaciones entre tres grupos ($n = 6$) de ratas. Se encontró un DL mayor en los grupos donde el reforzamiento era mayor en una de las duraciones comparado con el grupo donde ambas duraciones se reforzaban con un pellet. El PSE fue menor en los grupos experimentales comparados con el control aunque las diferencias no fueron significativas. En el Experimento 3 se replicó la condición 1 - 4 del Experimento 1 y se agregó un grupo que debía discriminar entre duraciones de 4 s y 16 s, se alargó el tiempo de la sesión y se incluyeron tiempos de prueba más largos de los utilizados en el entrenamiento. Se encontró al igual que en los experimentos anteriores un aplanamiento de la curva psicofísica cuando cambió la magnitud del reforzador, también un incremento del DL, y una disminución del PSE que era significativa para el grupo entrenado a discriminar entre 2 y 8 s pero no para el grupo de 4 y 16 s. En conclusión, el aplanamiento de la curva y el aumento del DL indican que aumentos en la magnitud del reforzador afectan consistentemente la ejecución en esta tarea, en cierta medida aumentando las respuestas a las palancas y disminuyendo la precisión en la discriminación entre las duraciones cortas y largas. La disminución del PSE que se observa en los experimentos (aunque no en todos es una disminución estadísticamente significativa) indica

que el cambio en el reforzador parece afectar la manera en que el sujeto estima los intervalos de tiempo, subestimándolos.

McClure et al (2009) investigaron con seis palomas y duraciones de 8 s y 2 s el mismo fenómeno, aunque utilizaron un procedimiento de prueba que difiere un poco de lo usual. Los autores probaron el efecto de dar comida antes de la prueba, el efecto de no reforzar las respuestas correctas, y el efecto de entregas no contingentes de comida durante los intervalos entre ensayos. Intercalaban diariamente las sesiones de prueba con sesiones control, es decir una sesión de control era seguida al otro día por una sesión de prueba (extinción, o comida en los intervalos entre ensayos, o comida antes de la sesión), al otro día nuevamente una sesión de control y así sucesivamente. Sólo encontraron efectos del tratamiento experimental en el PSE que estaba desplazado a la derecha en las pruebas donde se omitió el reforzador y de alimento previo a la sesión; sin embargo, el efecto de alimento previo solo fue significativo cuando les dieron acceso a 40 g y no cuando tuvieron 20 g. Estos resultados son consistentes con la idea que una disminución del valor del reforzador hace que los sujetos sobrestimen la duración real del intervalo.

En resumen, parece existir cierta consistencia del efecto en los resultados obtenidos, aunque no en todos los casos. Los resultados parecen indicar que un valor mayor de reforzamiento produce sobre-estimación del intervalo, mientras que la devaluación del reforzador produce subestimación. No obstante, este efecto difiere un poco de lo encontrado en programas sencillos de intervalo fijo.

También se ha estudiado el efecto de la variación de la magnitud del reforzador en programas simples de intervalo fijo. Staddon (1970), usando dos palomas en programas simples de IF 60 s y diferentes tiempos de acceso al comedero, encontró que la pausa post reforzamiento variaba linealmente con la magnitud del reforzador: entre mayor duración

del reforzador, mayor la pausa post reforzamiento en los ensayos siguientes. Usando tres ratas en IF 60 s y diferentes concentraciones de azúcar, Lowe, Davey y Harzem (1974, experimento uno) encontraron un resultado similar. En ambos experimentos, las variaciones en la magnitud se hicieron en la misma sesión y el efecto reportado es el efecto inmediato que generó la entrega del reforzador sobre los ensayos siguientes. Estos resultados parecen incongruentes con lo encontrado en procedimientos de pico y de bisección temporal, ya que si una mayor cantidad de reforzamiento genera una subestimación del intervalo de tiempo, esto debería disminuir la pausa post reforzamiento, y lo que se observa es exactamente lo opuesto.

Una diferencia fundamental entre los trabajos con IF (Lowe, et al., 1974; Staddon, 1970) y otros procedimientos de estimación temporal (Balci, et al., 2010; Galtress & Kirkpatrick, 2009, 2010; Ludvig, et al., 2011; Ludvig, et al., 2007; McClure, et al., 2009) es que en las investigaciones con IF se observan variaciones inmediatas en periodos relativamente cortos (p.e. cinco ensayos), mientras que en otras preparaciones se observa la conducta de períodos estables o luego de una exposición prolongada (p.e. 20 sesiones). Tal vez una comparación en condiciones similares podría mostrar si existe consistencia en los resultados obtenidos. Otra posible explicación a esta incongruencia en los resultados puede ser la manera en la que se mide el efecto de la variable. En los experimentos de pico o bisección temporal, la variable dependiente suele ser un parámetro de alguna función que se ajusta a la ejecución promedio de los sujetos, mientras que en los estudios con IF la variable dependiente reportada es la pausa post reforzamiento, la cual es una medida directa de la conducta. Ludvig et al (2007) afirman que el efecto de la magnitud del reforzador puede ser de dos tipos, uno inmediato y otro a largo plazo, siendo el efecto inmediato un aumento de la pausa post reforzamiento mientras que el efecto a largo plazo es un cambio

en la expectativa del reforzador. De acuerdo con estos autores, un procedimiento de pico evaluaría el efecto a largo plazo al utilizar intervalos entre ensayos largos que controlarían el efecto inmediato de la entrega de un reforzador grande. En cualquier caso, es necesaria más evidencia empírica para determinar si existe o no una incongruencia en los hallazgos reportados.

Usar el concepto de valor del reforzador es una manera de resumir los efectos de diferentes variaciones del reforzador (magnitud, concentración, duración del acceso, asociación con malestar, saciedad) mencionadas hasta el momento. Cuando se usa el concepto de valor del reforzador (Mazur, 2001), se puede hablar de la eficacia de un evento (reforzador) para aumentar la probabilidad de respuesta. En otro sentido, el valor del reforzador es similar al concepto económico de utilidad subjetiva, que suele equipararse a la satisfacción generada por el consumo de un bien. En esa medida, manipulaciones como aumentar la magnitud de la comida entregada, asociar el reforzador con malestar inducido por drogas o disminuir la privación previo al inicio de la sesión son procedimientos que alteran el valor del refuerzo, ya que afectan la capacidad del reforzador de funcionar como tal, y tal vez la satisfacción que genera su consumo. El sustento lógico de este tipo de razonamiento (el uso de una variable interviniente o de un constructo hipotético) de acuerdo con Zuriff (1985) radica en su utilidad como medio para establecer deducciones sobre los efectos de la manipulación de variables similares en diferentes procedimientos experimentales.

Planteamiento del problema

Algunos autores han propuesto que la demora del reforzador es uno de los factores que afecta su valor. Baum y Rachlin (1969) proponen, a partir de los datos que reportan,

así como el análisis de datos relacionados, que varias medidas conductuales (la frecuencia y la duración de la respuesta) se igualan al valor del reforzador, aunque no existe un consenso absoluto sobre la utilidad de esta proposición (ver Killeen, 1972). El valor del reforzador variaría proporcionalmente con su cantidad y frecuencia e inversamente con la demora (o proporcionalmente con la inmediatez). Baum y Rachlin se basan en la evidencia del trabajo de Chung y Herrnstein (1967) para afirmar que existe una relación inversamente proporcional entre valor y demora.

Chung y Herrnstein (1967) mostraron que, en un programa concurrente de intervalos variables donde se recibía el mismo reforzador en ambas opciones, los sujetos respondieron más al programa donde la demora, manipulada en diferentes fases, fue corta y respondieron menos si la demora era larga, comparado con otro programa IV donde la demora era de cero, ocho o dieciséis segundos (constante para un sujeto pero variable entre diferentes grupos). Así, encontraron que los sujetos igualan la proporción de respuestas a la proporción de inmediatez de la entrega del reforzador, de manera similar a como se iguala la tasa de respuesta a la de reforzamiento: mayor reforzamiento mayor tasa de respuesta, mayor inmediatez mayor tasa de respuesta (Herrnstein, 1970).

La proposición de que la demora afecta el valor del reforzador ha sido explícitamente investigada en diferentes procedimientos. Por ejemplo, Mazur (1987), usando dos magnitudes de reforzamiento (una grande y una pequeña), encontró que, si la demora en la alternativa grande se hace lo suficientemente larga, el animal prefiere con igual frecuencia una cantidad pequeña pero más inmediata. Mazur presentaba a los sujetos dos opciones de reforzamiento en ensayos discretos, una de magnitud pequeña con demora fija (PDF) y otra de magnitud grande con demora ajustable (GDA). Luego de un bloque de cuatro ensayos, dos forzados y dos libres, la demora de la alternativa GDA aumentaba un

segundo si era elegida en los dos ensayos libres; si se elegía la PDF, la demora ajustable disminuía un segundo. Cuando se alcanzaba estabilidad en este procedimiento, se consideraba que ambas opciones tenían el mismo valor. Entre fases, la opción PDF tenía una demora diferente, lo que permitía establecer cómo la demora descontaba el valor de la alternativa GDA. En este caso, el valor de la alternativa PDF se consideraba constante en cada condición, y se utiliza como comparación para establecer el valor de la alternativa GDA.

Los puntos de indiferencia, o el valor donde las opciones son iguales, obtenidos por Mazur (1987) parecen ajustarse al siguiente modelo:

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

Donde V es el valor del reforzador, A su magnitud y D su demora. De acuerdo con Mazur, agregar 1 al denominador evita ciertas dificultades, por ejemplo que V se aproxime a infinito a medida que D se acerca a cero, que sería consecuencia de una ecuación recíproca simple (p.e. $V = C / KD$).

Aunque la ecuación 2 ha funcionado bien en diferentes situaciones (ver Mazur, 2001) algunos autores han hecho objeciones al modelo. Myerson y Green (1995) proponen un modelo hiperboloide, o cuasi-hiperbólico, que pretende dar cuenta de los resultados individuales que parecen no estar bien representados en el modelo de Mazur (1987) agregándole un parámetro adicional. La expresión matemática de Myerson y Green sería la siguiente:

$$V = \frac{A}{(1 + kD)^s} \quad (4)$$

Los autores muestran que la s puede reflejar diferencias en la estimación de cantidades y demoras cuando se sigue la suposición de Mazur (1987) sobre la relación directamente proporcional de la magnitud e inversamente proporcional de la demora con el valor del reforzador.

Así, si se supone que la demora de reforzamiento disminuye el valor del reforzador, se puede esperar que la adición de una demora en un procedimiento de estimación temporal genere una subestimación del intervalo de tiempo. Sin embargo, como se mostrará a continuación, la demora del reforzador es una manipulación experimental compleja que podría ejercer un efecto a través de diferentes mecanismos, no necesariamente a través de lo que se entiende como una reducción en el valor del reforzador, en el sentido económico de disminución de la satisfacción generada por el consumo de un bien.

De acuerdo con Lattal (2010), el trabajo de Thorndike es uno de los principales antecedentes históricos del estudio experimental de la demora del reforzamiento, en especial el trabajo que se resume en la ley del efecto. La ley sostiene que “de las respuestas hechas en la misma situación, aquellas que son acompañadas, o seguidas rápidamente, por satisfacción del animal, si otras condiciones se mantienen constantes, estarían más firmemente conectadas a la situación, por lo que cuando esta situación vuelva a ocurrir es más probable que ocurra la respuesta⁸” (Lattal, 2010; pp. 136 -137). En otros términos, la ley sostiene que la efectividad del reforzador disminuye a medida que se aleja

⁸ [o]f several responses made to the same situation, those which are accompanied or closely followed by satisfaction to the animal will, other things being equal, be more firmly connected to the situation, so that, when it recurs, they will be more likely to recur (1911, p. 244).

temporalmente la respuesta del reforzador, o se rompe la contigüidad respuesta - consecuencia.

Una explicación posible del efecto del reforzamiento demorado es la disminución de la tasa global de reforzamiento. En un período dado de tiempo donde se introduce una demora entre la respuesta y el reforzador, la tasa de reforzamiento disminuye en comparación al mismo periodo de tiempo sin demora en el reforzador⁹, y si la tasa de respuesta es dependiente de la tasa de reforzamiento, se espera que con una disminución en ésta se produzca una disminución en la conducta (p.e. probabilidad de ocurrencia, frecuencia, duración). Un argumento similar es presentado por Gallistel y Gibbon (2002) quienes sostienen que no existe efecto del reforzamiento demorado, solo un cambio del tiempo entre reforzadores estimado por el sujeto, lo que cambiaría el momento en el que las respuestas empiezan a aparecer.

Aunque la disminución de la tasa global de reforzamiento podría dar cuenta de algunos resultados obtenidos cuando se introduce una demora en el reforzamiento, Lattal (2010) muestra que existe evidencia del efecto de la demora independiente de cambios en la tasa de reforzamiento. Por ejemplo, Sizemore y Lattal (1977; 1978) usando palomas en programas tándem (intervalo variable) (tiempo fijo) encontraron disminución de la tasa de respuesta cuando la demora era mayor a 3 s en comparación a programas de intervalo variable con tiempos entre reforzamiento similares a los producidos por el programa tándem (p.e. tándem (IV 60) (TF10) vs. IV 70). En estos programas, se puede decir que el efecto se debe a la ausencia de contigüidad entre respuesta y reforzador, aunque se mantiene la contingencia entre los eventos y el intervalo entre reforzadores.

⁹ $\frac{\text{No reforzadores}}{\text{intervalo}} > \frac{\text{No reforzadores}}{\text{intervalo} + \text{demora}}$

Existen trabajos en los que se han utilizado demoras, o requisitos de tiempo entre la respuesta y la entrega del reforzador, en programas de IF, pero algunas cuestiones metodológicas y de análisis de los datos impiden una evaluación de los efectos de la demora sobre la estimación temporal. Por ejemplo, Leung y Winton (1986) estudiaron el efecto de segmentar la parte final de un programa encadenado sobre la preferencia de programas tándem o encadenados (IF X") (TF5"). Sin embargo, los resultados no dicen mucho sobre el efecto de la demora, ya que no se compara la tasa de respuesta, o alguna medida de control temporal, con alguna condición donde no se demore la entrega del reforzador, o se demore con valores diferentes a 5 s.

Asimismo, el análisis de los datos se ha centrado en aspectos diferentes al control temporal de conducta. Por ejemplo, Skinner (1938) hizo varios experimentos en los que introducía demoras previo a la entrega del reforzador en programas IF. En una comparación entre grupos de tres ratas, Skinner estudió el efecto de la introducción de demoras de 2, 4, 6 y 8 s en un programa IF 5 min; el programa en operación era un IF 5 min - Reforzamiento Diferencial de Otras respuestas X" (X igual al valor de la demora para cada grupo). Skinner encontró una reducción en la tasa de respuesta en comparación a IF 5 min sin demora y el efecto de disminución de la tasa fue mayor con demoras largas, aunque no fue diferente entre demoras cortas de 2 s y 4 s y demoras largas de 6 s y 8 s. Así, aunque se hicieron comparaciones entre diferentes demoras y una condición control sin demora, el énfasis en la tasa de respuesta impide un análisis del control temporal en este procedimiento.

Igualmente, Stitzer y McKearney (1977), usando palomas en programas tándem IF 3 min - RDB y RDA¹⁰, encontraron que requisitos de tiempo con espaciamientos grandes entre respuestas que producen el reforzador (RDB 4, 5 y 6 s) producen menores tasas de respuesta que las producidas cuando el requerimiento de espaciamiento es corto (RDA 40 ms). El interés en esta investigación era el efecto de diferentes drogas (anfetaminas y pentobarbital) sobre la tasa de respuesta, por lo que no se reporta si se afectaron medidas de control temporal como resultado de la introducción de un requerimiento de espaciamiento de la respuesta, que podría actuar parcialmente como una demora en el reforzador.

El presente estudio pretende explorar el efecto de introducir una demora en el reforzador en un programa de intervalo fijo, evaluando sus efectos sobre medidas de control temporal. Los resultados podrían dar indicios acerca de la naturaleza del efecto de demora, si produce un efecto alterando la manera en que la conducta de los sujetos se ajusta al paso del tiempo ya sea reduciendo el valor subjetivo del reforzador o cambiando el valor del intervalo de tiempo relevante al que se ajusta la conducta del sujeto.

Experimento 1

El objetivo de este experimento era determinar cómo varían algunas medidas de control temporal con relación a la duración del intervalo programado. Establecer las variaciones entre medidas de control temporal, como la pausa post reforzamiento y la duración del intervalo, permitiría establecer cuál sería una variación esperada en los valores de la variable dependiente si un procedimiento como la introducción de una demora cambiara el intervalo que estima el sujeto. Por otro lado, este experimento permitiría

¹⁰ RDB = Reforzamiento diferencial de tasas bajas; RDA = Reforzamiento diferencial de tasas altas.

establecer si se replican las ejecuciones típicas de este procedimiento a pesar de algunas variaciones con relación a los trabajos en el área, por ejemplo el uso de agua como reforzador, lo que garantizaría la validez de los resultados obtenidos con otras manipulaciones como la introducción de una demora en el reforzador.

Método

Sujetos

Cinco ratas hembras Wistar de 129 días al inicio del experimento. Se alojaron en cajas individuales de aproximadamente 24 cm de ancho por 32 cm de largo y 15 cm de alto. El período de luz-oscuridad fue de 12 horas de 8 am a 8 pm. Las sesiones experimentales se realizaron durante el periodo de luz. Los sujetos tenían acceso libre a comida rodent laboratory chow 5001. Estaban privados de agua, sólo recibían 30 min de acceso cada día 30 min después de la sesión experimental.

Instrumento

Se usaron cuatro cajas MED ENV - 008. Cada caja tenía un bebedero MED ENV – 202M en el centro del panel frontal, a 2 cm del piso, una palanca retráctil MED ENV – 112CM a la izquierda 6 cm del bebedero y a 6 cm del piso, y una luz general ubicada en el panel posterior de la caja. Para accionar la palanca, era necesaria una fuerza de 0.12 N. El reforzador entregado era igual a 0.2 ml de agua. El piso era de rejillas de acero inoxidable con 1.5 cm entre ellas.

Procedimiento

Las sesiones de entrenamiento fueron llevadas a cabo siete días a la semana y terminaban luego de 30 min o 150 reforzadores, lo que ocurriera primero. Para entrenar a los sujetos se utilizó un programa conjuntivo Razón Fija (RF) 1 Tiempo Fijo (TF) X”; el tiempo X inició en 30 s e incrementó en 30 s en cada sesión siguiente (máximo 120 s). Las

entregas no contingentes de reforzadores se mantuvieron hasta que los sujetos consiguieron al menos 100 reforzadores antes de terminar la sesión. La introducción del TF y su mantenimiento hasta la adquisición de la respuesta se hicieron para entrenar al sujeto la aproximación al bebedero, y para acercarlo al panel frontal donde estaba la palanca. Luego sólo estuvo en operación RF1 hasta que los sujetos consiguieron durante dos sesiones consecutivas 150 reforzadores antes de 30 minutos. Finalmente, se introdujo un programa de intervalo fijo, cuyo valor inicial fue 2 s, luego se aumentó a 5 s y de ahí en adelante fue incrementado en 5 s hasta llegar a 30 s. El criterio para el incremento en el valor del programa era que la mayoría de las respuestas que producían el reforzador estuvieran entre 0 y 1 segundo de haberse cumplido el valor del intervalo. Para ello, se hizo un histograma con los tiempos entre la disponibilidad del reforzador y la respuesta procuradora con segmentos de 1 s y se observó si el primer segmento (de 0 a 1 s) tenía la mayor frecuencia de respuestas.

En la fase experimental, se expuso a los sujetos a diferentes valores de IF como se muestra en la Tabla 2. Cada sesión terminaba después de 120 ensayos (intervalos) o 120 minutos, lo que ocurriera primero. Cada fase duró un mínimo de 10 sesiones y hasta que los sujetos alcanzaran el criterio de estabilidad. Para calcular la estabilidad, se hizo un gráfico $Q - Q^{11}$ (Wilk & Gnanadesikan, 1968) usando los percentiles 6 al 95 de las distribuciones de la pausa post reforzamiento de las últimas tres y las penúltimas tres

¹¹ Un gráfico Q-Q es un gráfico de dispersión en el que se insertan los percentiles X de un conjunto de datos contra los mismos percentiles de otro conjunto de datos. Si esos conjuntos de datos tienen distribuciones similares, una regresión lineal debe generar una recta de pendiente igual a 1 e intercepto igual a 0.

sesiones. Se estableció como criterio de estabilidad que la pendiente de la línea recta de mejor ajuste ($r^2 > .9$) estuviera entre 0.9 y 1.13, y que el intercepto estuviera entre -1 y 1. Con este criterio se garantizaba la similitud entre las distribuciones de la pausa post reforzamiento entre las últimas y penúltimas sesiones.

Tabla 2. Valor del intervalo fijo en cada condición a la que los sujetos fueron expuestos. Los números entre paréntesis indican el número de sesiones para alcanzar estabilidad. Los asteriscos marcan que no se cumplió el criterio de estabilidad en esa exposición al programa. Para las condiciones de 30 y 45, se cambió de fase sin haber alcanzado estabilidad, ya que el criterio inicial era menos estricto y para la fase 3 porque no se había considerado inicialmente incluir este valor de IF en la comparación. En las condiciones donde no se alcanzó estabilidad no se muestra el IER obtenido. Para las fases finales de F31 y F32 no se muestra el IER ya que no se han completado las sesiones experimentales para esas condiciones.

	Condición															
	2		3		4		5		6		7		8		9	
	IF	IER	IF	IER	IF	IER	IF	IER	IF	IER	IF	IER	IF	IER	IF	IER
F11	30(40)	32.3	45(16)	48.5	60(12)	63.7	15(13)	18.1	90(11)	95.4	120(10)	126.3	-	-	-	-
F31	30(40)	32.9	45(18)*	-	60(61)	72.1	15(14)	22.1	45(17)	57.7	90(-)	-	120(-)	-	-	-
F32	30(40)	38.7	45(20)*	-	60(27)	84.2	15(15)	20.3	45(24)	52.4	90(17)	98.6	120(-)	-	-	-
F91	30(40)*	-	45(20)*	-	60(14)	63.1	15(12)	17.2	30(21)	31.8	45(11)	47.2	90(18)	95.5	120(11)	125.5
F92	30(40)*	-	45(20)*	-	60(34)	105.3	15(18)	27.6	30(11)	37.6	45(12)	58.2	90(10)	109.5	120(31)	142.5

Resultados Experimento 1

En la Figura 2 se observan los registros acumulativos de los intervalos 40 a 46 de una de las sesiones de estabilidad para cada rata en cada condición experimental. Los registros acumulativos muestran que en la mayoría de los intervalos se observa un patrón de pausa – carrera, en tanto que el festón se observa menos frecuentemente; se observa especialmente en la rata F11 para el intervalo de 120 s. En algunos casos, especialmente en los intervalos cortos se observa que la pausa va seguida de una sola respuesta que precede la entrega del reforzador.

El intervalo entre reforzadores (IER) promedio es más grande en los intervalos fijos más grandes (ver Tabla 2). La tasa de respuesta total disminuyó a medida que aumentó el IER en al menos tres de las cinco ratas como puede verse en la Figura 3. El promedio de los datos muestra una tendencia similar de disminución de la tasa de respuesta a medida que aumenta el IER: la pendiente de la recta de mejor ajuste es negativa y lo mismo ocurre en todos los sujetos excepto para F11. Para este sujeto, la tasa promedio de respuesta se mantiene constante en un rango de 4.63 y 7.75 resp/min, lo que es bajo en comparación con el promedio de todos los sujetos que está entre 7.13 y 13.92 resp/min. La tasa de carrera muestra un patrón similar de resultados; para el cálculo de esta medida no se tuvo en cuenta los intervalos con una sola respuesta (Figura 4). Todos los sujetos tienen pendientes negativas, aunque F11 y F91 tienen pendientes menores a 0.1, lo que indica que no hay mucha variación en la tasa con relación a la variación en el IER. En conjunto los resultados muestran que la tasa de respuesta disminuye a medida que incrementa el IER, aunque existen algunas excepciones especialmente cuando la tasa de respuesta es baja.

El resultado anterior hace pensar que la tasa de carrera debe incrementar a medida que incrementa la tasa de reforzamiento. Se ajustaron los datos a la curva hiperbólica de

Herrnstein, y se encontró que el modelo explica buena parte de la varianza en la mayoría de los sujetos, así como en el promedio; una excepción es el sujeto F11 que tiene el coeficiente de determinación más bajo (ver Figura 5).

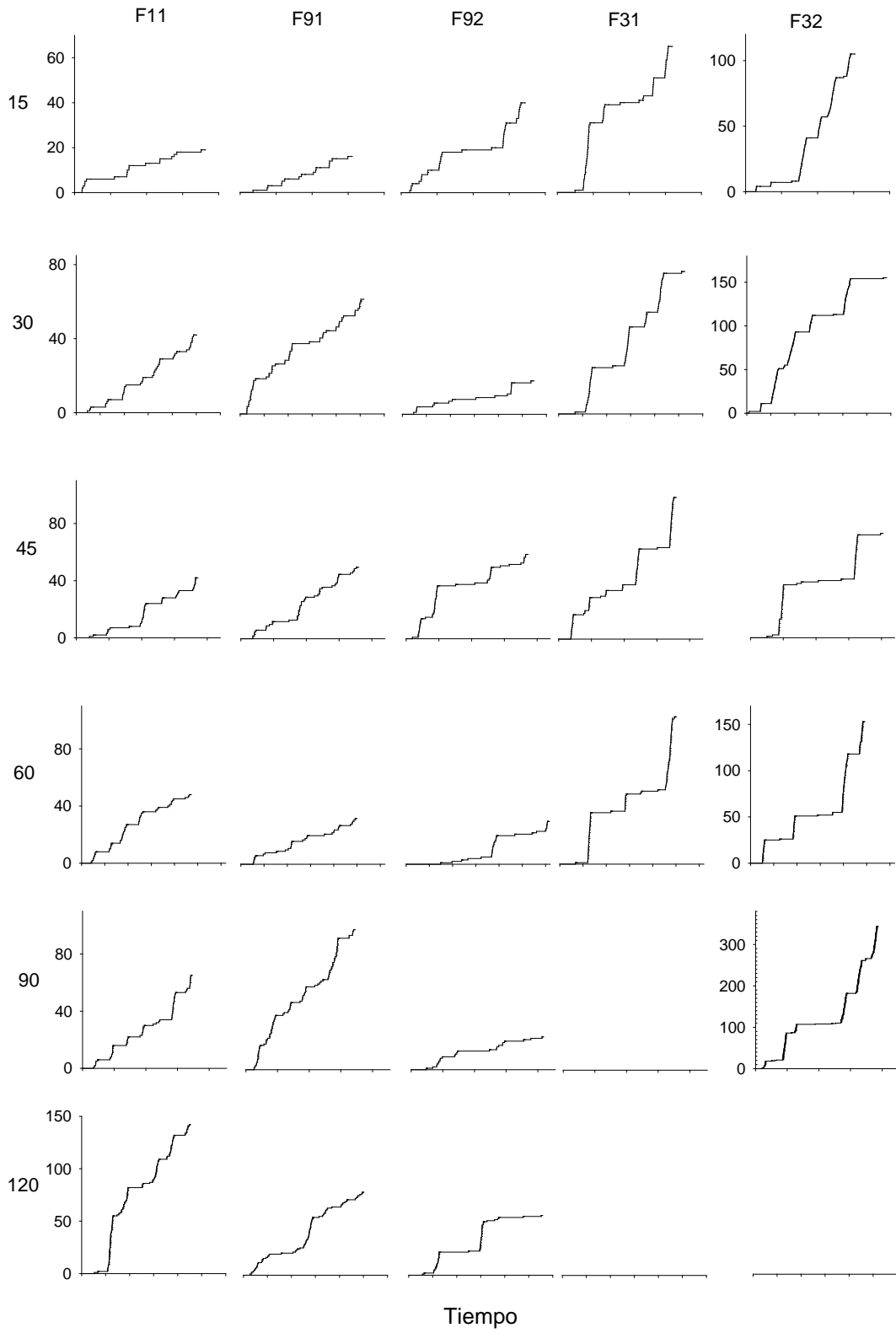


Figura 2. Registros acumulados de los diferentes intervalos (filas) y sujetos experimentales (columnas).

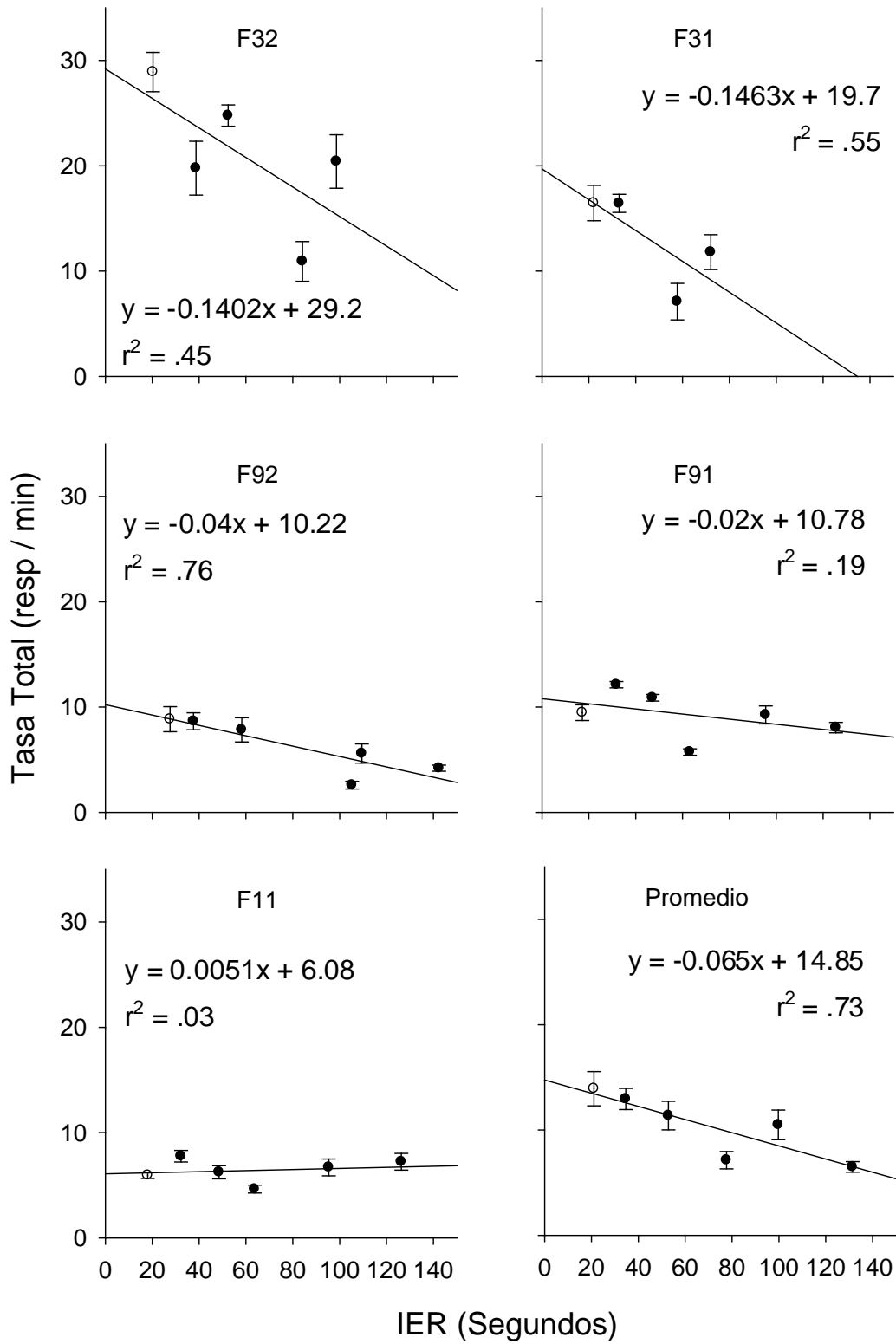


Figura 3. Tasa total de respuesta en función del IER obtenido.

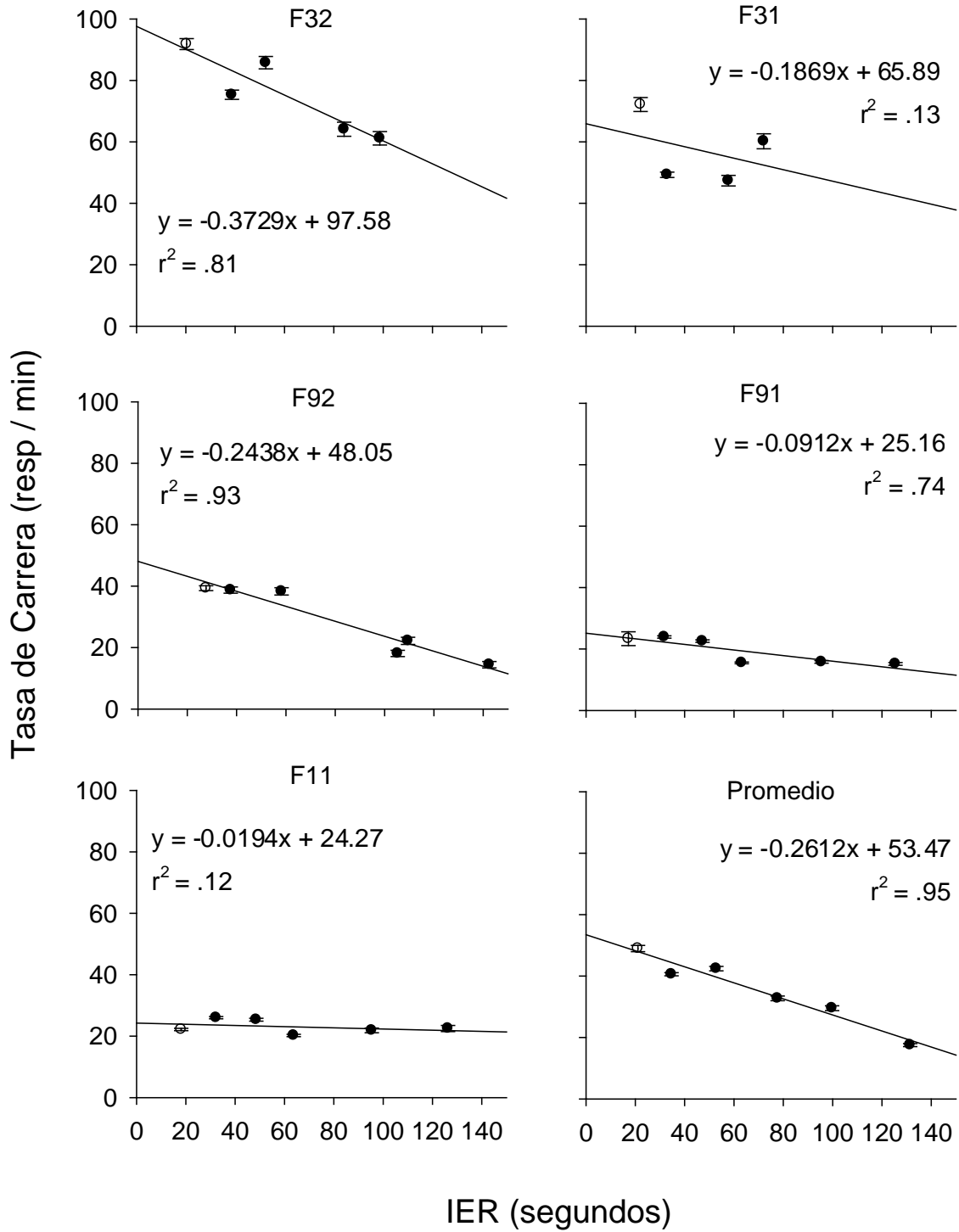


Figura 4. Tasa de carrera en función del IER obtenido.

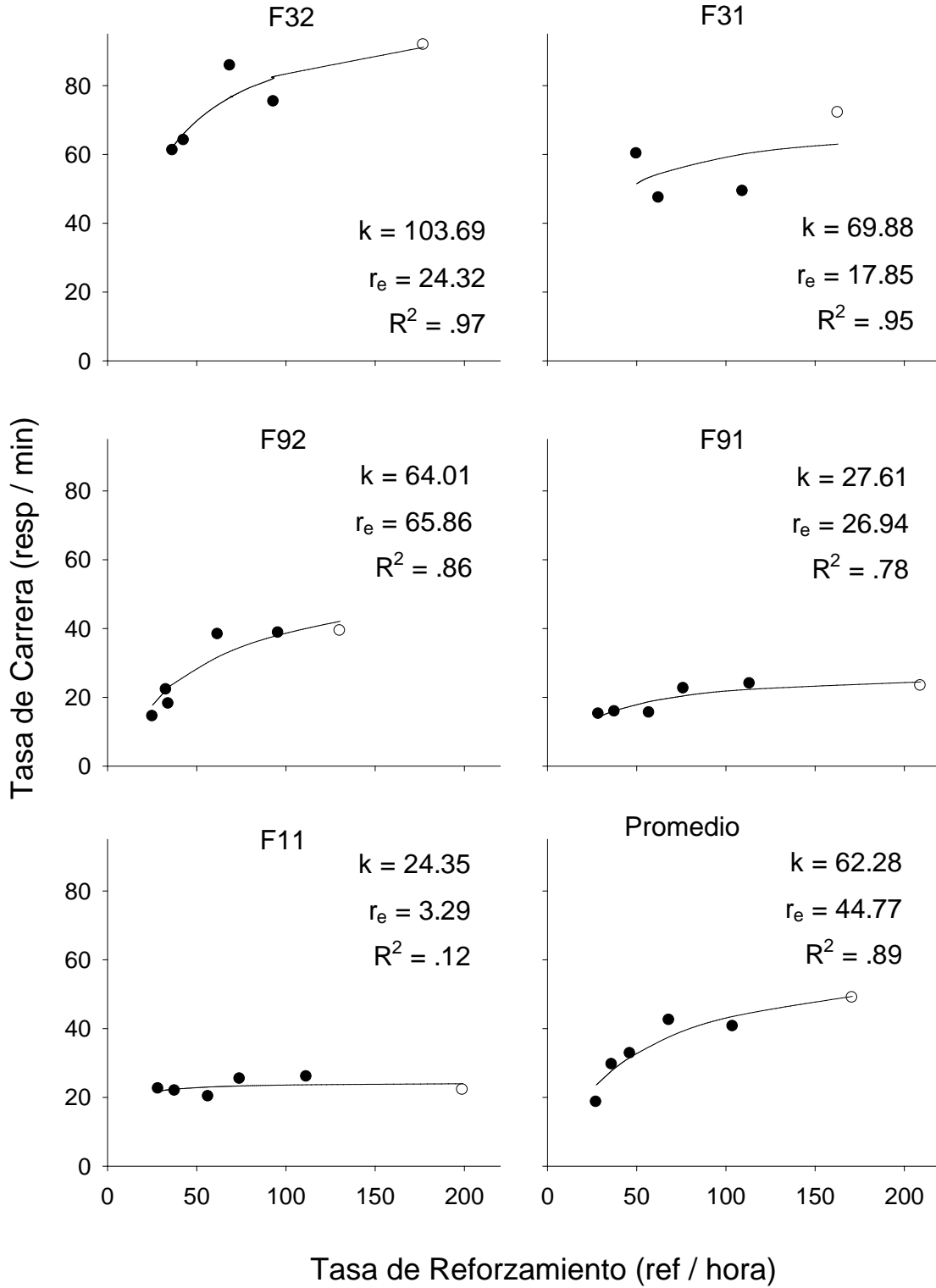


Figura 5. Tasa de carrera en función de la tasa de reforzamiento obtenido.

Para las medidas de estimación temporal, se calculó la pausa post reforzamiento, la vida cuartilar y el índice de curvatura. El promedio de la pausa post reforzamiento aumentó a medida que el intervalo fijo aumentó, como se ve en la Figura 6. Las desviaciones más grandes de este patrón lineal de variación se observa en el IF 60 s para F92 y F32 que tienen los coeficientes de determinación más bajos ($r^2 < .76$, ver Tabla 3). La desviación estándar en F11, F91 y F31 también parece aumentar a medida que aumenta el intervalo, pero F92 y F32 nuevamente difieren de este patrón ya que en IF 60 s tienen valores mayores al de otras condiciones (ver Figura 6). Estos resultados indican que la variabilidad en el tiempo de inicio de la respuesta aumentó a medida que el tiempo del intervalo fue más largo.

La vida cuartilar se calculó usando el siguiente algoritmo: se dividía entre cuatro el número de respuestas totales en cada intervalo, luego se ubicaba en la matriz de datos el tiempo de la respuesta que fuera igual al resultado de la división; en caso de que la división diera un resultado con decimales, se tomaba el tiempo de la respuesta correspondiente al entero y se sumaba al equivalente de la fracción correspondiente del intervalo entre la respuesta entera y la siguiente respuesta indicado por el decimal. Por ejemplo, cuando solo hay dos respuestas en el intervalo, el algoritmo arroja el valor de 0.5, luego se suma el valor del tiempo del inicio del intervalo y la mitad del tiempo entre la respuesta 0 y 1. Si solo había una respuesta en el intervalo, ese dato no era tenido en cuenta para el análisis. El promedio de la vida cuartilar varió linealmente con el valor del intervalo fijo, lo cual se observó en todos los sujetos ($r^2 \geq .99$; ver Tabla 3). La desviación estándar de esta medida presentó una variación similar a la media, aunque los sujetos F92 y F32 tienen nuevamente los coeficientes de determinación más bajos, lo que puede deberse a que la desviación estándar en el IF 60 s es mayor a las del resto de condiciones (ver Figura 7).

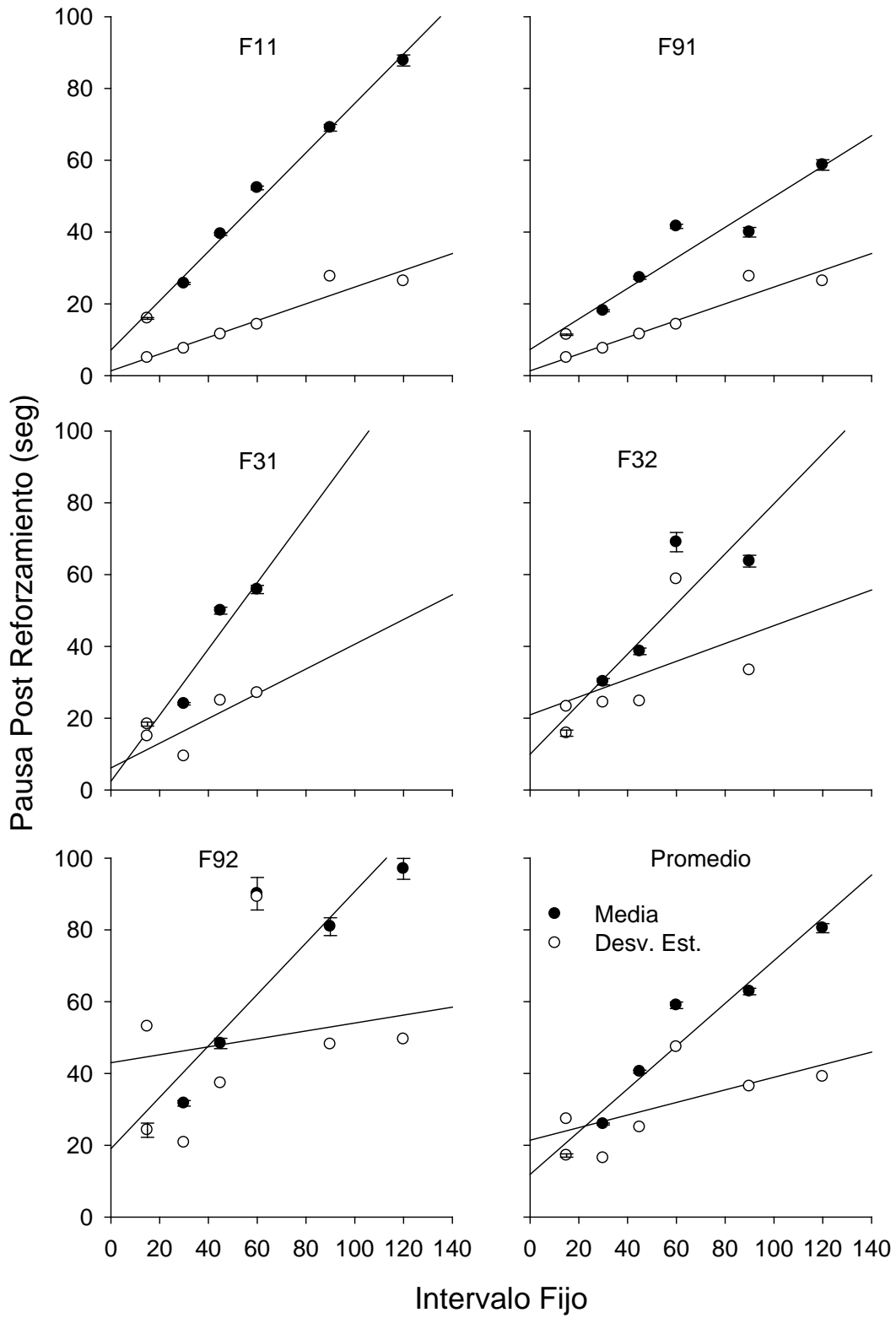


Figura 6. Media y desviación estándar en segundos de la pausa post reforzamiento en función del IF programado.

Tabla 3. Parámetros de la función lineal de mejor ajuste de los promedios y desviaciones estándar de la pausa post reforzamiento y la vida cuartilar con relación al valor del IF. a = pendiente, b = intercepto. M = Media. DE = Desviación Estándar.

Sujetos	M PPR			DE PPR			M VC			DE VC		
	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²	a	b	r ²
F11	.68	7.11	.99	.20	1.83	.97	.76	-1.53	.99	.14	-0.12	.99
F91	.42	7.27	.92	.23	1.34	.91	.61	0.16	.99	.15	-0.32	.99
F92	.71	19.03	.80	.11	43.01	.03	.62	1.91	.99	.17	1.04	.94
F31	.92	2.43	.92	.34	6.13	.64	.73	-0.30	.99	.20	0.31	.93
F32	.69	9.95	.79	.24	20.92	.22	.76	-1.20	.99	.15	1.98	.69
Prom	.53	14.11	.90	.11	23.92	.16	.68	0.25	.99	.16	0.88	.99

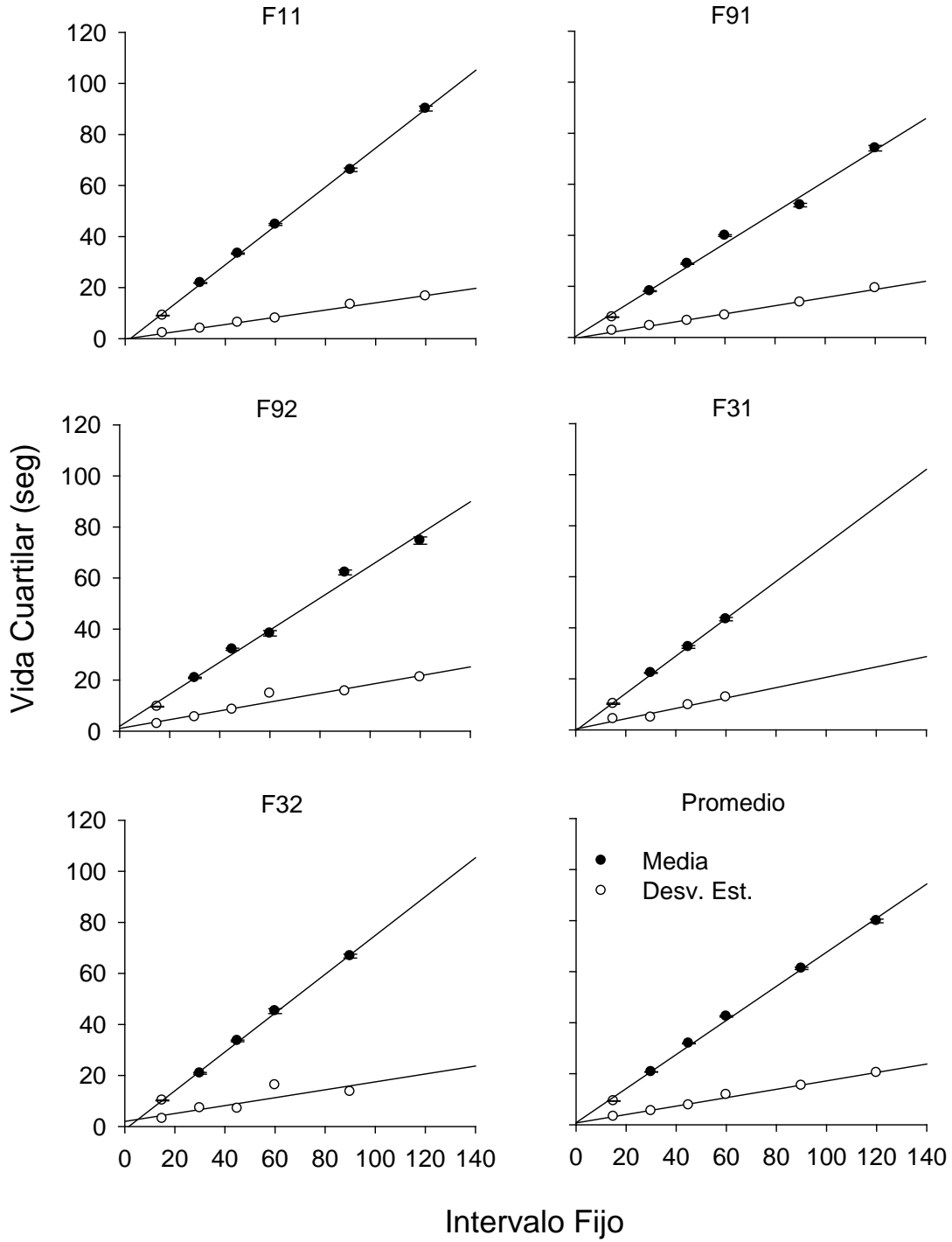


Figura 7. Media y desviación estándar en segundos de la vida cuartilar en función del IF programado.

El índice de curvatura se calculó sobre la ejecución promedio para cada intervalo, ya que debido a las bajas tasas de respuesta de los sujetos, calcular el índice por intervalo arrojaría resultados extraños. Primero se dividió cada intervalo en n segmentos ($n = 10$), se sumaron las respuestas de cada segmento n de todos los ensayos y se dividió el resultado por n . Luego, se acumularon estos promedios, lo que permitiría graficar el acumulado de respuestas en función de los 10 segmentos de tiempo del intervalo. Sobre este registro acumulado se calculó el índice de curvatura usando la fórmula para segmentos discretos fijos de intervalos de tiempo (ver Fry, et al., 1960, página 196):

$$I = \frac{(n - 1)R_n - 2 \sum_{i=1}^{n-1} R_i}{nR_n} \quad (5)$$

Siendo n el número de segmentos, R_n las respuestas del segmento final y R_i las respuestas del segmento i . Como se observa en la Figura 8, la variación del índice de curvatura es mínima con relación a la duración del intervalo (la pendiente de las funciones lineales ajustadas a los datos es muy cercana a cero). En estos casos, un coeficiente de determinación cercano a cero indica que la variación en la variable dependiente no se explica por las variaciones en la variable independiente.

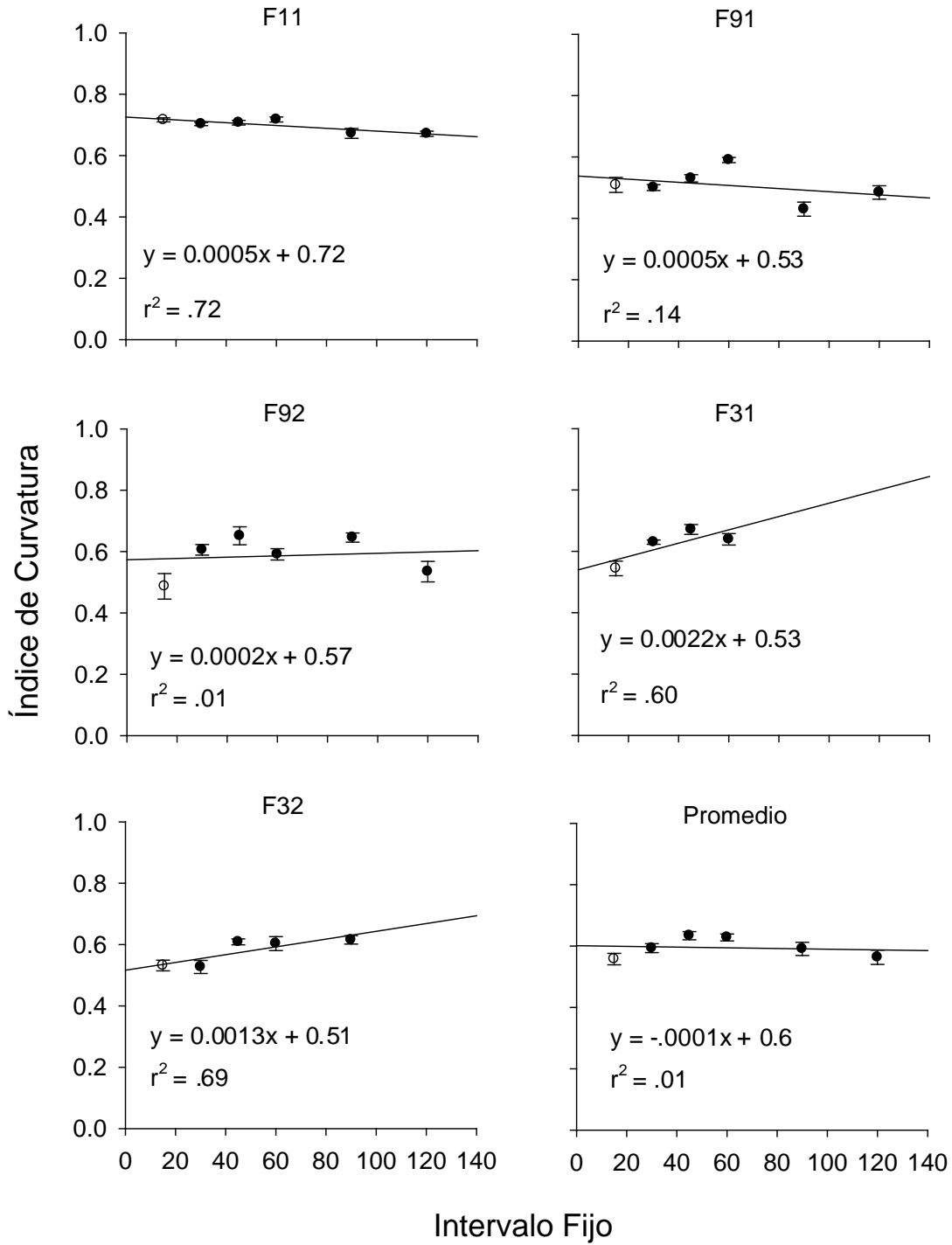


Figura 8. Índice de curvatura en función del IF programado.

Discusión Experimento 1

Los datos del Experimento 1 parecen mostrar que la tasa de respuesta incrementa a medida que transcurre el intervalo como lo muestran los registros acumulativos. También, la tasa de respuesta parece disminuir en función del incremento del IER. Asimismo, la tasa de carrera parece ser función de la tasa de reforzamiento. La media y desviación estándar de la pausa post reforzamiento y la vida cuartilar aumentaron a medida que incrementó el IF. Finalmente, el índice de curvatura se mantuvo constante independientemente del valor del IF. Estos resultados parecen replicar los resultados reportados en investigaciones sobre patrones típicos de ejecución en programas de IF, los efectos del IER en la tasa de respuesta y en las medidas de estimación temporal usualmente reportados en investigaciones anteriores (Staddon & Cerutti, 2003).

Los análisis de estabilidad de la tasa de carrera (ver Anexo 1) muestran que en muchas fases se cumplió un criterio de estabilidad similar al establecido para la pausa post reforzamiento. En los casos donde el criterio no se cumplió, estuvo bastante cerca y, en todo caso, se observó en todas las fases un buen ajuste lineal de los percentiles de las últimas y penúltimas distribuciones. Esto permite asegurar que las distribuciones sobre las que se hicieron los análisis son bastante homogéneas. Algo similar ocurre con la medida de vida cuartilar. Para las medidas sobre las que no se pudo hacer un gráfico Q – Q, se calculó un índice de estabilidad que muestra que en la mayoría de las fases se había alcanzado estabilidad para la tasa de respuesta y el índice de curvatura.

La disminución en la tasa de respuesta en función del incremento en los valores de los programas de IF ha sido reportada por diversos autores usando diferentes especies, respuestas operantes y tipos de reforzamiento (Guilhardi, 2009; 2004; Higa & Simm, 2004; Lowe, et al., 1979; Wearden & Lejeune, 2006). En el presente experimento, se encontró

que el aumento del valor del programa generó un incremento del IER obtenido, y tal incremento del IER se asoció a una disminución de la tasa de respuesta. El uso de agua como reforzador no parece afectar sustancialmente la manera en que se presenta el efecto. Sin embargo, parecen existir algunas diferencias en los resultados obtenidos y datos de la literatura, por ejemplo los valores absolutos de la tasa de respuesta.

En algunos sujetos (p.e. F11 y F91), se observan bajas tasas de respuesta en comparación a lo reportado en otros estudios. Por ejemplo, Wearden y Lejeune (2006) muestran que la tasa de carrera promedio para cuatro ratas en un programa IF 15 s era de aproximadamente 120 resp/min (ver Figura 1, p. 79), en tanto que el promedio está en 48 resp/min en el presente estudio. En ambos estudios, se observa una disminución de la tasa de respuesta, sin embargo las disminuciones son más drásticas en los datos reanalizados por Wearden y Lejeune debido, tal vez, a que existe un mayor rango de variación posible en comparación al presente estudio. Algo similar ocurre con los datos presentados por Guilhardi y Church (2009) quienes reportan 131 resp/min promedio de cuatro ratas (ver Tabla 4, p. 212) en un IF 30 s, aunque a diferencia de Wearden y Lejeune, que usaron la respuesta de bajar la palanca, la respuesta operante era meter la cabeza en el comedero.

Una característica del procedimiento que podría descartarse como razón de las diferencias en la tasa de respuesta en el presente experimento es el uso de agua como reforzador. Las investigaciones parecen mostrar que la tasa de respuesta global mantenida por agua o por comida en programas concurrentes es la misma, aunque las ratas parecen ser más impulsivas cuando se usa agua en vez de comida como reforzador (Chelonis & Logue, 1997), usando programas de intervalo variable tampoco se observan diferencias en la tasa de respuesta asintótica observada (Petry & Heyman, 1994).

Una posible explicación de las bajas tasas de respuesta puede ser el uso de ratas hembras. Se ha observado que los machos aprenden más rápido en procedimientos de automoldeamiento (Andrews, 1996), y responden más en programas de reforzamiento diferencial de tasas bajas, razón aleatoria, intervalo variable y reforzamiento continuo (Heinsbroek, van Haaren, Zantvoord, & van de Poll, 1987; van Hest, van Haaren, & van de Poll, 1987).

Otra explicación podría ser el hecho que parecen existir diferencias individuales en los sujetos (Mittleman, 2005), que podrían heredarse e incluso llegar a convertirse en rasgo de una población. La variación en la tasa de respuesta puede ser uno de estos rasgos compartidos por una población de ratas. Por ejemplo, la cepa SHR responde más en un procedimiento de pico comparada con ratas de cepas Wistar Tokio o Wistar (ver Orduña, García, Menez, Hong, & Bouzas, 2008, Tabla 1). Dada esta posibilidad, es probable que la investigación en esta área se haya centrado en la forma de los efectos (e.g., que una condición experimental genere un aumento o disminución de la variable dependiente con relación a una línea base), y se ha dejado un poco de lado el estudio de los parámetros que afectan la ejecución en esa línea base. Para el presente estudio, podría ser relevante determinar las razones de las bajas de tasas de respuesta y en alguna medida controlar el efecto que tienen estos factores para evitar confusiones al momento de determinar los efectos de las variables que son del interés central en este estudio.

En el presente experimento, pudo haber ocurrido que las ratas que se usaron provienen de una población que presenta bajas tasas de respuesta. La mayor dificultad de esto no es la imposibilidad de replicar fenómenos. Por ejemplo, en este caso, el ajuste de los datos de tasa de respuesta vs tasa de reforzamiento a la hipérbola de Herrnstein (1970) indica que la tasa de respuesta depende del reforzamiento obtenido en la situación. Lo que

es diferente en este caso son los niveles asintóticos de ejecución. Esto probablemente no sea en sí mismo un problema muy grave, aunque algunas medidas de estimación temporal podrían verse afectadas por las bajas tasas de respuesta, lo que podría oscurecer el efecto de la variable independiente que se está investigando, ya que se afectaría la medida no por el efecto de la variable, sino por la imposibilidad de calcular la medida por falta de respuestas.

La variación lineal de la media de la pausa post reforzamiento con relación al valor del intervalo replica resultados reportados en otras investigaciones (p.e. Hanson & Killeen, 1981). Sin embargo, que se haya observado una variación menos ordenada de la desviación estándar en algunos sujetos podría indicar que existen factores que no fueron debidamente controlados en el procedimiento, ya que el incremento de la desviación estándar a medida que incrementa el valor del intervalo es un hecho ampliamente reportado en la literatura de estimación temporal (Gibbon, 1991). Otra alternativa a esto es que efectivamente como sostienen Hanson y Killen (1981) y Sanabria et al., (2009) las primeras respuestas en el intervalo podrían darse aleatoriamente o por razones diferentes al ajuste temporal de la conducta al IF. Si lo anterior fuera cierto, una relación más ordenada podría reflejarse en la vida cuartilar que no tiene en cuenta las primeras respuestas del intervalo.

La vida cuartilar se ajusta mejor a una función lineal ($r^2 > .99$) que la pausa post reforzamiento, lo cual podría indicar que las primeras respuestas son más variables con relación a la duración del intervalo, y que las respuestas producidas luego en el intervalo se ajustan mejor a la duración de éste. En este caso, la vida cuartilar parece mostrar la variación de la conducta con relación al intervalo eliminando la variabilidad de las respuestas iniciales producidas aleatoriamente, ya que no tiene en cuenta las primeras respuestas que podrían ocurrir por factores extraños en el intervalo, o la única respuesta cuando ésta ocurre luego de cumplido el criterio de tiempo. La desviación estándar de esta

medida también incrementa con la duración del intervalo de manera similar a como se esperaría si existiera una variación escalar de la estimación temporal.

El índice de curvatura se mantuvo constante en los diferentes valores del IF. Este resultado replica lo obtenido por Guilhardi y Church (2004, 2009), quienes no encontraron variaciones en el índice de curvatura en grupos de ratas expuestos a diferentes valores de IF. El índice de curvatura es una proporción que indica qué tanto el registro acumulativo puede parecer un festón. Los valores grandes del índice de curvatura en el presente estudio indican que la mayoría de las respuestas en el intervalo ocurrieron cerca del final de éste, es decir que la tasa de respuesta aumentó cerca del final del intervalo. Esto parece ocurrir independientemente de que el intervalo sea corto o largo.

En general, y aun cuando existen algunas diferencias con los reportes previos, este experimento logra replicar algunas de las principales características del patrón de ejecución típico producido por los programas de IF. Además de replicar los reportes previos, este experimento permite establecer algunos parámetros sobre como varía la tasa de respuesta y algunas medidas de estimación temporal con relación al valor del IF, lo que podría servir como comparación para establecer si los efectos de la introducción de una demora del reforzador en este procedimiento se deben a la variación en el IER, o a una devaluación del valor del reforzador provocada por la demora u otros factores.

Experimento 2

El objetivo de este experimento era determinar si la introducción de un intervalo de demora afecta alguna medida de estimación temporal. Se utilizó un procedimiento de demora fija no reinicialable donde se retiraba la palanca durante la demora para eliminar la contigüidad temporal entre la respuesta que cumple el criterio para ser reforzada y el

reforzador. En este experimento se decidió utilizar machos en lugar de hembras para evitar las complicaciones que las bajas tasas de respuesta podrían generar en este procedimiento.

Método

Sujetos

Se utilizaron cuatro ratas macho Wistar de 133 días al inicio del experimento. Las condiciones de habitación y privación fueron las mismas del Experimento 1.

Instrumento

Se utilizaron las mismas cajas del Experimento 1.

Procedimiento

El pre-entrenamiento, los ensayos y criterios de estabilidad fueron iguales a los del Experimento 1. Luego del pre-entrenamiento, los sujetos fueron expuestos a un mínimo de 40 sesiones de IF 30 s. Terminado el pre-entrenamiento, los sujetos se expusieron a las condiciones de reforzamiento demorado o inmediato de manera contrabalanceada entre sujetos como se ve en la Tabla 4. Durante la condición demorada, se introdujo un procedimiento de IF 30 s con una demora en el reforzador de seis segundos. El procedimiento de demora consistió en retirar la palanca durante seis segundos luego de que el sujeto cumpliera el criterio del intervalo. En la condición inmediata, la palanca era retirada por seis segundos antes del inicio del intervalo, lo que pretendía mantener igualado el intervalo entre reforzadores y la exposición a la retracción y presentación constante del operando.

Tabla 4. Orden de las condiciones experimentales para cada sujeto. El número entre paréntesis indica el número de sesiones para alcanzar el criterio de estabilidad. Los guiones indican que para esta fase experimental aún no existen datos en estabilidad, o que aún no se ha expuesto el sujeto a esa condición.

Sujeto	Condición			
M51	Demorado (44)	Inmediato (73)	Demorado (-)	Inmediato (-)
M52	Inmediato (17)	Demorado (44)	Inmediato (12)	Demorado (19)
M53	Demorado (10)	Inmediato (24)	Demorado (11)	Inmediato (10)
M54	Inmediato (10)	Demorado (15)	Inmediato (10)	Demorado (82)

Resultados Experimento 2

Para observar qué tipo de relación podría existir entre la tasa de respuesta y el IER, se graficó la tasa de respuesta de todos los sujetos y el valor de IER para cada determinación y re determinación durante las sesiones de estabilidad. En la Figura 9, puede verse que las tasas de respuesta y de carrera son menores a medida que el IER disminuye. Se observa que el IER suele ser menor en las condiciones de reforzamiento demorado (símbolos blancos). Esto se observa en todos los sujetos excepto para M52 en la segunda fase de reforzamiento demorado, donde se observa que el IER es menor al de todas las fases anteriores (ver Tabla 5). Para M53 se observa también que el IER es mayor para las condiciones demoradas aunque la diferencia es pequeña (4 s) entre las condiciones demorada e inmediata. También se observa que, en las fases de reforzamiento demorado, las tasas de respuesta son menores, lo que generalmente está asociado a un IER largo, aunque en el caso de M53 se obtuvo un IER similar en ambas condiciones y la tasa de respuesta es menor en la condición demorada (ver Tabla 5).

La pausa post reforzamiento aumenta cuando los IER obtenidos son mayores; cuando los IER se mantienen constantes, la pausa suele mantenerse constante también independientemente de la condición demorada o inmediata (ver M53, Tabla 5). La vida cuartilar parece variar menos con relación a la condición experimental o a la duración del IER: por ejemplo, en el caso de M51, M53 y M54, la vida cuartilar es menor en las condiciones demoradas entre .5 y 7 s en comparación con las condiciones inmediatas, en el caso de M52, la vida cuartilar parece aumentar a medida que transcurren las fases experimentales siendo mayor en la última fase de reforzamiento demorado. El índice de curvatura por otro lado parece ser menor en las condiciones demoradas en comparación con

las condiciones inmediatas, excepto para M52 donde en la última fase de reforzamiento demorado el índice de curvatura es mayor que en el resto de fases experimentales.

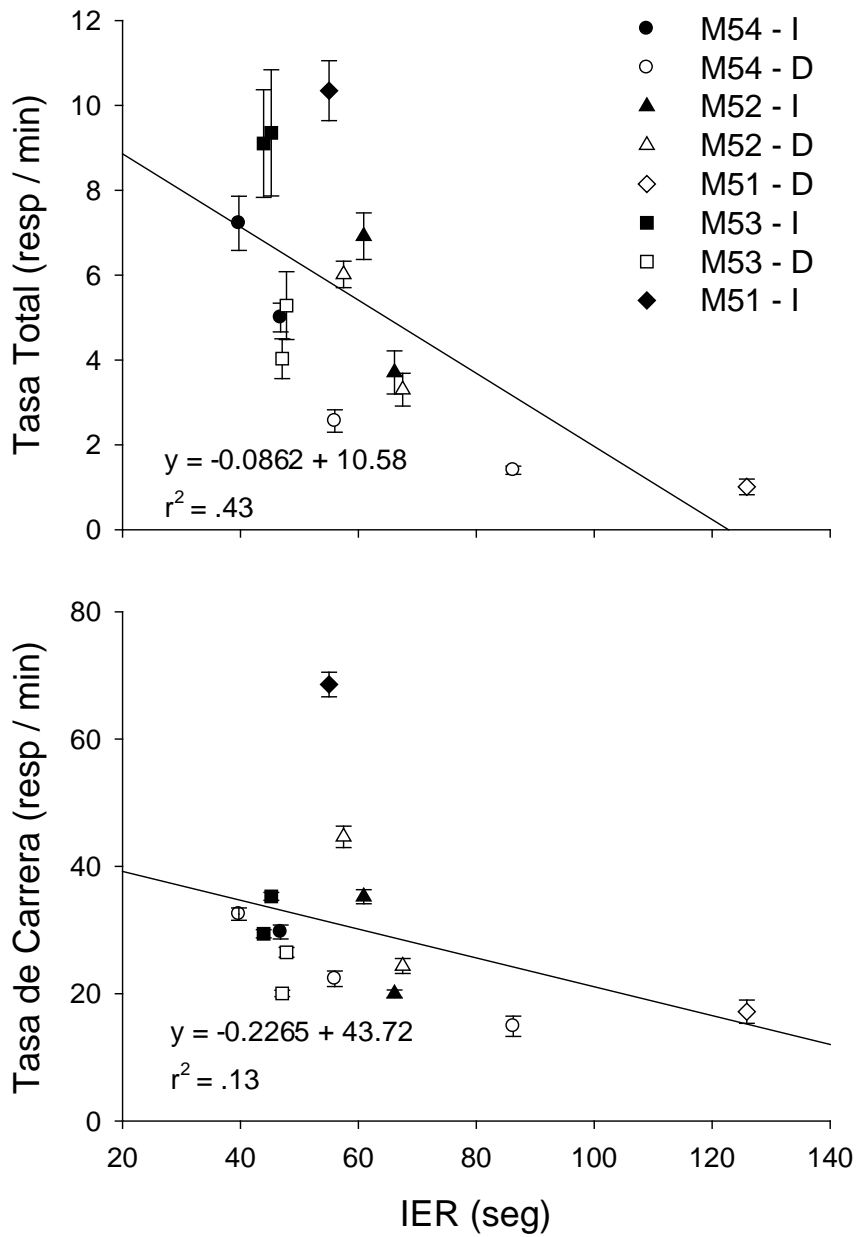


Figura 9. Se muestra la tasa de respuesta (panel superior) y la tasa de carrera (panel inferior) en función del IER obtenido. Se observa que la tasa disminuye a medida que aumenta el IER obtenido. La mayoría de los IER largos y las tasas bajas de repuesta ocurren durante las condiciones demoradas.

Tabla 5. Promedio de tasa de respuesta, tasa de carrea, intervalo entre reforzadores, pausa post reforzamiento, vida cuartilar e índice de curvatura para cada condición experimental.

Entre paréntesis se muestra el error estándar de la media. Los guiones indican que para esa fase no existen sesiones de estabilidad o que el sujeto no se ha expuesto a esa condición. I = reforzamiento inmediato. D = reforzamiento demorado.

Sujeto	Fase	TR	TC	IER	PPR	VC	IC
M52	I	3.71(0.51)	20(0.59)	66.12(4.25)	43.73(3.38)	17.14(0.33)	.55(.022)
	D	3.3(0.39)	24.35(1.17)	67.5(4.13)	53.85(4.22)	17.89(0.36)	.46(.045)
	I	6.92(0.55)	35.23(1.1)	60.92(3.65)	44.72(3.73)	19.64(0.31)	.58(.012)
	D	6.02(0.31)	44.64(1.69)	57.5(2.88)	45.32(2.94)	20.84(0.33)	.60(.016)
M54	I	7.22(0.64)	32.5(0.97)	39.75(0.2)	26.1(0.4)	19.83(0.34)	.64(.015)
	D	1.4(0.1)	14.88(1.59)	86.28(2.6)	65.42(2.7)	14.76(0.83)	.29(.035)
	I	5(0.34)	29.69(1.1)	46.8(0.6)	34.02(0.72)	18.7(0.4)	.61(.027)
	D	2.56(0.26)	22.34(1.21)	56.01(0.94)	44.09(1.01)	18.52(0.41)	.64(.006)
M51	D	1.01(0.19)	17.18(1.83)	125.88(20.77)	102.6(20.5)	15.65(0.66)	.53(.034)
	I	10.35(1.71)	68.58(1.93)	55.03(3.12)	43.65(3.18)	22.04(.29)	.64(.005)
	D	-	-	-	-	-	-
	I	-	-	-	-	-	-
M53	D	4.03(0.47)	20.03(0.49)	47.08(2.51)	32.61(2.56)	18.05(0.26)	.55(.014)
	I	9.35(1.49)	35.29(0.62)	45.22(2.15)	31.31(2.21)	21.17(0.22)	.62(.009)
	D	5.28(0.8)	26.5(0.77)	47.8(0.87)	34.57(1.02)	18.83(0.29)	.55(.018)
	I	9.1(1.27)	29.42(0.64)	43.93(1.33)	25.69(1.17)	19.04(0.26)	.57(.017)

Discusión Experimento 2

La disminución de la tasa de respuesta que se observa en la Figura 9 podría ocurrir por diferentes razones. Como afirma Lattal (2010), una de las explicaciones posibles es el incremento del IER en las condiciones demoradas. Aunque el procedimiento tiene programados los mismos IER para las condiciones demoradas e inmediatas, la efectividad de los sujetos para conseguir los reforzadores afecta el IER. Así, si los sujetos responden unos segundos después de cumplido el criterio de IF, estos segundos extra se suman al IER, por lo que eventualmente algunas condiciones resultan con IER obtenidos mucho más largos. Este efecto puede ser mucho más extremo en las condiciones demoradas donde se supone que la devaluación del reforzador debería hacer que la respuesta ocurra más tarde de lo que ocurriría normalmente. En este caso, podría existir un efecto combinado del efecto de la demora con el efecto de incremento en el IER.

La evidencia de un efecto de la demora sobre la ejecución proviene esencialmente del sujeto M53 que tiene valores similares de IER pero responde menos en las condiciones demoradas en comparación con las condiciones inmediatas. En M52, parece que las condiciones demoradas generan tasas de respuesta más altas que las condiciones inmediatas. Sin embargo, cuando se observa la Tabla 5, se ve que la tasa aumenta a medida que transcurren las fases experimentales independientemente de la condición demorada o inmediata. El caso de M54 muestra el efecto claro de un IER muy largo que genera bajas tasas de respuesta. La tasa de respuesta parece estable para la mayoría de las fases experimentales (ver Anexo 2).

La pausa post reforzamiento es mayor cuando el IER es mayor. Sin embargo, la vida cuartilar parece presentar una pequeña variación inversa, siendo ligeramente menor cuando el IER es mayor. Que estas dos medidas relacionadas presenten resultados en

direcciones opuestas puede deberse a que, cuando se calcula la vida cuartilar, se ignoran los intervalos donde sólo ocurre una respuesta¹². El hecho de que, en las condiciones demoradas, existan pocas respuestas (ya sea por el IER largo o el efecto de introducir la demora) hace que la vida cuartilar refleje únicamente lo que pasa en los intervalos donde ocurren dos o más respuestas. Ya que los ensayos en los que ocurre más de una respuesta parecen mostrar mejor el ajuste temporal de la conducta, tendría que reconocerse que son los intervalos con mayores tasas de respuesta los que reflejan mejor la estimación temporal del sujeto en este procedimiento. Los datos del Experimento 1 parecen sugerir esto, ya que la menor variabilidad tanto de la media como la desviación estándar de la vida cuartilar en comparación a la pausa post reforzamiento parece mostrar que la primera es una medida más robusta que la segunda. Por lo anterior, podría concluirse que la demora no parece afectar sustancialmente la estimación temporal en este procedimiento, ya que la vida cuartilar no parece variar mucho con relación a las fases experimentales. Ahora, en caso de que se encontrara que estas pequeñas variaciones son reales y no producto de variaciones aleatorias, el efecto de la demora sería inverso a como lo sugieren las investigaciones sobre variación de la magnitud del reforzador. Es decir, la devaluación del reforzador por la introducción de una demora generaría una subestimación del intervalo de tiempo. Este resultado sería congruente con los resultados de Lowe et al. (1974) y Staddon (1970) que muestran que la pausa post reforzamiento incrementa luego de un reforzador de magnitud grande; un incremento de este tipo se ha asociado a una subestimación del intervalo.

¹² En el anexo 3 se muestra cuantos intervalos fueron utilizados en los análisis donde se utilizaron todos los ensayos o donde sólo se utilizó los ensayos con más de una respuesta.

El hecho de que, en las condiciones demoradas, se observen valores menores del índice de curvatura indica que el área bajo la curva fue mayor, lo que puede surgir de una tasa de respuesta constante en el intervalo, o de que la respuesta surja en diferentes momentos a lo largo del intervalo y no sólo hacia el final. Este dato parece indicar que las respuestas del sujeto fueron menos ajustadas al paso del tiempo durante la fase demorada, es decir ocurrieron con probabilidades similares en los diferentes segmentos del intervalo.

Una diferencia central de este procedimiento con relación al Experimento 1 es que el IER es mucho mayor en todas las condiciones al IER programado de 36 s. En el Experimento 1, para IF 30 s, los IER obtenidos son menores a 38.7 s, siendo de entre 2 y 3 s la diferencia entre el reforzamiento programado y el reforzamiento obtenido para tres de cinco ratas. En el Experimento 2, solo para una condición (M54 inmediato 1) esta desviación es menor a 9 s; para el resto de condiciones la diferencia entre el IER obtenido y programado es mucho mayor. Puede ser que la introducción de la palanca tenga algún efecto sobre la ejecución normal de los sujetos que conduzca a un incremento en el IER, por ejemplo desviando la atención de la rata de los eventos temporales relevantes de la situación y dirigiéndola hacia la presencia o ausencia de la palanca.

El procedimiento de introducción de la demora propuesto al parecer fue efectivo para mantener iguales los IER en algunos sujetos; esto es cierto especialmente para los sujetos con mayores tasas de respuesta, M53 y en alguna medida M52. Sin embargo, sería deseable estudiar el efecto de la demora no señalada manteniendo siempre la palanca para evitar algún posible efecto disruptivo de la presentación y retracción constante de la palanca.

Discusión General

Los resultados del Experimento 1 reflejan que el patrón de respuesta típico producido por el reforzamiento periódico es uno de los efectos más robustos de la investigación en análisis experimental. Desde que Skinner (1938) lo reportó, han existido cientos de experimentos donde se han utilizado diferentes especies, respuestas operantes, magnitudes y tipos de reforzamiento. En la mayoría de los casos, se ha encontrado el mismo patrón de ejecución y los resultados de la presente investigación no son la excepción. Algunas dificultades surgen al momento de comparar estos resultados con resultados anteriores debido al énfasis en aspectos particulares del patrón de respuesta que han sido del interés de los investigadores, quienes se interesaron en la tasa de respuesta durante los primeros tiempos, luego por la distribución temporal de la respuesta (Gibbon, 1991), y sólo recientemente han recobrado el interés en la tasa de respuesta (Wearden & Lejeune, 2006) y de manera general en los factores motivacionales que afectan el patrón de ejecución típico producido por los programas que estudian la estimación temporal (Ludvig, et al., 2011; Sanabria, et al., 2009).

Los datos del Experimento 1 muestran que la tasa de respuesta cambia en función de la tasa de reforzamiento. Esto parecen concordar con la hipótesis propuesta por Wearden y Lejeune (2006) de que las respuestas producidas en el intervalo son el producto del reforzamiento demorado producido al final del intervalo. Esta demora en el reforzador es mayor para las primeras respuestas y menor para las últimas, por lo que se predice que una mayor porción de las respuestas estarían confinadas al final del intervalo. En este estudio, esto se refleja en el índice de curvatura, que indica que una gran parte de las respuestas se encuentra en los segmentos finales del intervalo. El aumento de la tasa de respuesta cuando incrementa la tasa de reforzamiento es otro componente derivado de la

hipótesis de Wearden y Lejeune que es consistente con lo encontrado en el Experimento 1. Los detalles cuantitativos de las predicciones de la hipótesis propuesta por los autores aún no han sido explorados con detalle en el presente conjunto de datos. Sin embargo, es probable que, en la medida en que el Experimento 1 replica, al menos cualitativamente, los resultados obtenidos en otros experimentos, se encuentren similitudes cuantitativas con los resultados presentados por Wearden y Lejeune, o que, si se encuentran diferencias, éstas señalen algunos límites a la propuesta de los autores.

Los resultados del Experimento 2 muestran que la tasa de respuesta disminuye en la mayoría de los sujetos cuando se introduce la demora. Sin embargo, los resultados aún no permiten establecer cuál sería la razón por la que ocurre esta disminución, ya que este resultado sería consistente con cualquier interpretación del efecto de introducción de la demora del reforzador. Por un lado, existe evidencia de que las condiciones demoradas incrementan los IER. Los resultados del Experimento 1 muestran que los incrementos del IER conllevan una disminución de la tasa de respuesta. Sin embargo, también algunos datos muestran que con IER similares la introducción de la demora sigue generando bajas tasas de respuesta. Ahora, si bien la disminución de la tasa de respuesta no es tan drástica como cuando se disminuye la tasa de reforzamiento (cuando hay incrementos del IER), la condición de reforzamiento demorado parece generar menores tasas de respuesta.

Una dificultad procedimental de ambos experimentos parece ser la baja tasa de respuesta que muestran los sujetos. Aun cuando se sabe que los programas de IF generan tasas más bajas en comparación a las generadas por otros programas como los IV (Josefowicz & Staddon, 2008; Staddon & Cerutti, 2003), en comparación con otras investigaciones las tasas de respuesta en ambos experimentos se muestran bajas.

En el Experimento 1, donde se utilizó un procedimiento de IF estándar, se puede pensar que utilizar hembras en lugar de machos puede explicar la baja tasa de respuestas. Se ha reportado en procedimientos similares, donde la conducta se ajusta a criterios temporales para ser reforzada, que las hembras responden menos que los machos, aunque parecen ser más precisas para ajustarse a los intervalos de tiempo (van Hest, et al., 1987). Las diferencias en la tasa de respuesta, al menos en principio, no parecen afectar la forma de la relación entre tasa de respuesta y tasa de reforzamiento. Sería interesante repetir el experimento usando machos y observar si efectivamente se observan las diferencias en tasa de respuesta debido al sexo de los sujetos.

En el Experimento 2, en el que se utilizaron machos, se encontró también una baja tasa de respuesta. Una de las diferencias de este experimento es que se utilizó un procedimiento menos estándar en el cual se retiraba la palanca por periodos de seis segundos antes del intervalo o después (para generar la demora del reforzador). Esta retracción y presentación del manipulando pudo haber ocasionado la aparición de conductas extrañas (morder o jalar la palanca, morder los bordes del panel o del bebedero, lamer las paredes de la caja, etc.) y esto pudo haber ocasionado una disminución en la tasa de la respuesta operante. La aparición de conductas instintivas durante la ejecución de respuestas operantes no es un hecho extraño a la investigación en el área y ha sido reportada entre otros por Breland y Breland (1961). Aunque tal afirmación en este caso es pura especulación, una prueba sencilla podría hacerse utilizando programas de IV donde se retraiga la palanca durante diferentes segmentos del intervalo y se observe si esto afecta la tasa de respuesta en comparación a condiciones con intervalos equivalentes al tiempo en el que el operando esté presente. Si la retracción y presentación de la palanca genera una disminución de la tasa de respuesta en una prueba como la que se propone, se podría

explicar el hecho de que en el Experimento 2 del presente estudio se encuentren bajas tasas de respuesta.

Otra posible explicación de la baja tasa de respuesta en estos experimentos podría ser los sujetos utilizados. Los machos del Experimento 2 durante el pre-entrenamiento con IF 30 s tampoco respondían con tasas mayores a las que respondieron luego durante la fase experimental. Se ha observado que diferentes cepas de ratas tienen características conductuales diferentes, que podrían alterar los resultados obtenidos en los procedimientos (Andrews, 1996). Todos los sujetos utilizados en este experimento provienen de la colonia mantenida en el CEIC, por lo que pudiera ser que la baja tasa de respuesta sea una característica de esta colonia de ratas Wistar. La utilización de sujetos provenientes de otras cepas o colonias de ratas podría ayudar a esclarecer este punto, por ejemplo usar ratas de la cepa SHR que, como se ha demostrado, parecen responder más que ratas Wistar. Otra manera de resolver esta interrogante sería criar selectivamente ratas con una tasa de respuesta alta y observar si la tendencia de los datos actuales puede cambiar como consecuencia de esta cría selectiva. No obstante, no habría garantías de que se seleccione solo un rasgo. Por ejemplo, responder a tasas altas podría ser producto de la selección de intervalos entre respuestas cortos.

Existen varias razones por las que sería importante que los sujetos respondieran a una tasa alta en este procedimiento. Primero, una tasa alta de respuesta permitiría un rango grande de variación (p.e. disminución) que permitiría ver con mayor claridad si las manipulaciones experimentales afectan la tasa. Por ejemplo, afirmar que una variable tiene efecto cuando aumenta o disminuye 3 ó 4 resp/min es diferente a decir que el efecto se da cuando existe una variación de 30 ó 40 resp/min. Otra razón es que un número mayor de respuestas por intervalo facilita el cálculo de diferentes medidas de estimación temporal.

Por ejemplo, el punto de transición se calcula sobre la suposición de que existen tasas diferenciales de respuesta en diferentes segmentos del intervalo. Sobre intervalos con 4 ó 5 respuestas, aunque puede calcularse la medida, ésta podría convertirse en una medida tan variable como la pausa post reforzamiento, ya que estaría fuertemente afectada por la aparición temprana de una sola respuesta que desplazaría el punto de transición antes en el intervalo cuando aún no ha empezado el segmento de alta tasa de respuesta del intervalo. El índice de curvatura puede calcularse para cada intervalo solo cuando existen suficientes respuestas como para representar una curva; los intervalos con tasas bajas de respuesta serían inapropiados para extraer esta medida (Fry, et al., 1960). La alternativa que se tomó en el presente estudio donde se calculó la medida utilizando un acumulado del promedio de la sesión dio información valiosa, pero que debe ser interpretada con precaución, ya que el tipo de ejecución que resume la curva acumulada promedio podría oscurecer algunos aspectos acerca de cómo responden los sujetos en este procedimiento (ver Staddon & Cerutti, 2003).

Las medidas de estimación temporal también replican gran parte de lo reportado sobre el tema, en específico, la variación lineal de la media y desviación estándar de la pausa post reforzamiento y la vida cuartilar, así como el valor constante del índice de curvatura. Estos resultados han sido reportados por otros autores como Guilhardi y Church (2004, 2009) y se consideran características de la estimación temporal. Aunque surgen algunas anomalías en la ejecución esperada, éstas también han sido reportadas en el pasado. Por ejemplo, en el Experimento 1, la falta de una variación ordenada en los resultados de la pausa post reforzamiento, para algunos valores de IF y para la desviación estándar, podría deberse a que las primeras respuestas en los intervalos, como ya se mencionó, podrían surgir por razones diferentes al ajuste temporal de la conducta.

Las respuestas tempranas en el intervalo podrían surgir por factores motivacionales relacionados con la privación y el hecho de que palanquear tiene un bajo costo (ver Sanabria, et al., 2009). Alguna evidencia que es congruente con esta idea es que, cuando se utiliza agua como reforzador en estudios de autocontrol, los sujetos parecen ser más impulsivos (Chelonis & Logue, 1997), y esta impulsividad podría reflejarse en respuestas tempranas durante el intervalo, ya que los sujetos no podrían esperar el tiempo adecuado para responder efectivamente. Si las primeras respuestas en el intervalo dependen de factores diferentes al ajuste temporal, la pausa post reforzamiento estaría incluyendo datos que no reflejan necesariamente la estimación temporal del sujeto. Esta dificultad parece estar ausente de la vida cuartilar, ya que esta medida no tiene en cuenta ni los ensayos con una sola respuesta o las primeras respuestas en el intervalo, estos valores podrían aumentar la variabilidad de la medida, ya que serían extremos que no representan el ajuste temporal del sujeto, sino variaciones en el inicio de la respuesta atribuibles a otros factores.

Que el índice de curvatura no varíe con relación a la duración del intervalo en el Experimento 1 es un indicador de la propiedad escalar del patrón de respuesta en este procedimiento. Cuando se relativiza la duración del intervalo y se mide la ejecución de los sujetos, se suele encontrar que no existen variaciones en la estimación temporal (Dews, 1970). Esta es una de las principales evidencias que apuntan a que, detrás del ajuste temporal de la conducta, puede existir un juicio acerca de en qué momento responder (Gibbon, 1991). Que el índice de curvatura sea una de las medidas que más consistentemente cambia en el Experimento 2 parece indicar que el patrón de festoneo no se presenta durante las condiciones de reforzamiento demorado, esto sugiere que la demora en el reforzador afecta en alguna medida la estimación temporal.

El efecto de la demora sobre la estimación temporal es difícil de determinar con los resultados actuales. La mayoría de las variaciones en la pausa post reforzamiento pueden atribuirse a las variaciones en el IER. Sin embargo, en el caso de M53 donde en todas las condiciones se observan valores de IER similares parece observarse un leve indicio acerca del efecto que tendría la demora como devaluador del reforzador en este procedimiento.

Aunque para M53 se observan variaciones pequeñas de la pausa post reforzamiento, ésta aumenta en las condiciones de reforzamiento demorado lo que se esperaría si la medida reflejara una sobrestimación del intervalo del tiempo como sugieren algunas investigaciones sobre variaciones en el valor del reforzador. Sin embargo, la vida cuartilar para este sujeto presenta un resultado inverso, siendo mayor la vida cuartilar en las condiciones inmediatas, lo cual indica que el sujeto tardó más en hacer el 25% de sus respuestas en la condición inmediata que en la demorada. Esto ocurriría si el sujeto se comportara en el intervalo inmediato como si este fuera más corto de lo que en realidad es. Esta contradicción en el resultado debe ser interpretada con cautela, ya que, como se mencionó antes, las grandes diferencias que se observan entre los valores de pausa post reforzamiento y vida cuartilar pueden obedecer a que en el análisis de la vida cuartilar se eliminaron intervalos con una sola respuesta que sí se incluyeron en los valores de la pausa post reforzamiento. En todo caso, las diferencias entre las condiciones de reforzamiento demorado o inmediato son pequeñas, solo en la última condición de reforzamiento inmediato para la pausa post reforzamiento esta diferencia es mayor a 3.26 s, en todos los casos la diferencia se mantiene en el rango de 3 s.

La replicación de la mayor parte de los efectos reportados, incluso de las dificultades recurrentes de la investigación en este fenómeno, indica que el uso del IF es una buena alternativa para investigar los efectos motivacionales de la introducción de la

demora en un procedimiento de estimación temporal. Sin embargo, en el punto actual de la investigación, se hace evidente que se necesitan análisis más refinados para establecer los posibles efectos de la introducción de la demora así como modificaciones en los procedimientos que logren minimizar las variaciones en los datos debidas a factores no temporales que influyen en el procedimiento (las bajas tasas de respuesta ocasionadas tal vez por el uso de hembras, la intromisión de conductas extrañas en el procedimiento o el uso de ratas con tendencias a responder a tasas bajas). Los procedimientos que podrían incluirse deberían intentar reducir la variabilidad en medidas como la pausa post reforzamiento para que se pueda observar más directamente la estimación temporal. Nuevos análisis de estos y datos futuros deberían utilizar criterios variados para incluir o excluir algunos intervalos de los análisis, por ejemplo, calcular la pausa post reforzamiento excluyendo los intervalos con una sola respuesta, o utilizando en las comparaciones la mediana o la media recortada para intentar evitar que los datos extremos introduzcan distorsión en los resultados.

Propuesta Experimental

Para poder alcanzar el objetivo propuesto de observar qué efecto puede tener la demora del reforzador sobre la estimación temporal, en primer lugar se procederá a ajustar el procedimiento para poder observar más claramente el fenómeno que se quiere investigar. También sería relevante estudiar otras maneras de devaluar el reforzador, con el fin de establecer comparaciones entre los resultados obtenidos con manipulaciones con efectos esperados similares.

Con este objetivo, se proponen a continuación tres series experimentales. La primera está encaminada a determinar los efectos que algunas variables extrañas pueden tener sobre la ejecución, especialmente la tasa de respuestas en procedimientos de

estimación temporal. La segunda serie tiene como objetivo establecer la generalidad del efecto de la introducción de la demora utilizando diferentes maneras de introducir la demora del reforzador y el control inmediato del IER equivalente. La serie tres intenta establecer en los mismos procedimientos experimentales utilizados en la serie dos el efecto de la saciedad, un devaluador del reforzador, para comparar los resultados obtenidos de la serie dos con otra variable con efectos supuestos similares para determinar la naturaleza motivacional del efecto de introducción de la demora sobre los procedimientos de estimación temporal.

Serie A

El objetivo de esta serie es determinar algunos parámetros que aumenten la tasa de respuesta en el procedimiento de IF que puedan ser implementados en las series B y C para facilitar la observación del efecto de demora en las medidas de estimación temporal.

Experimento 1

Este experimento sería réplica del Experimento 1 pero utilizando machos en lugar de hembras. Esto tiene como objetivo establecer si el sexo de los sujetos en un procedimiento de IF afecta la tasa de respuesta en este procedimiento. Ya que los datos de la fase de pre-entrenamiento al que fueron expuestos los sujetos del Experimento 2 parecen indicar que los machos también responden a tasas bajas para este experimento entre las diferentes condiciones de IF, se planea presentar un programa de Razón Variable que aumente las tasas de respuesta de los sujetos.

Sujetos. 4 ratas Wistar macho de aproximadamente tres meses al inicio de la sesión.

Procedimiento. Se utilizarían las mismas cajas experimentales utilizadas en los experimentos reportados anteriormente. Los procedimientos de entrenamiento serían similares a los utilizados en el experimento uno, aunque podría cambiarse el orden de

presentación de los intervalos contrabalanceando la exposición a estos. Además, se incluirán fases intermedias de Razón Variable para intentar aumentar la tasa de respuesta de los sujetos.

Diseño Experimental.

Orden presentación duración IF						
1	2	3	4	5	6	n
120	15	90	30	60	45	2
15	120	30	90	45	60	2

Serie B

El objetivo de esta serie es replicar los efectos de la demora del reforzador controlando el intervalo entre reforzadores.

Experimento 1

Este experimento sería una continuación del Experimento 2. En este experimento durante la demora del reforzador no se retraería la palanca y la condición de control con reforzamiento inmediato sería un IF 36 s. En un segundo grupos de ratas, se repetirá el mismo procedimiento, pero en la condición de control se utilizará un IF cuyo valor será igual al IER promedio obtenido por el sujeto durante la fase demorada anterior.

Sujetos. 4 ratas Wistar macho M51, M52, M53 y M54, y, 4 ratas Wistar experimentalmente ingenuas de 3 meses de edad al inicio del experimento.

Procedimiento. Se utilizarían las mismas cajas experimentales utilizadas en los experimentos reportados anteriormente.

Diseño Experimental.

Sujeto		Condición grupo 1		
n=2	Demorado	Inmediato	Demorado	Inmediato
n=2	Inmediato	Demorado	Inmediato	Demorado
Sujeto		Condición grupo 2		
n = 4	Demorado	Inmediato	Demorado	Inmediato

Serie C

El objetivo de esta serie es proveer datos de comparación en otros procedimientos de estimación temporal del efecto de devaluar el reforzador utilizado en las series experimentales anteriores. Esto se hace con el fin de ver si los resultados obtenidos con la demora del reforzador son similares a los obtenidos con otros procedimientos de devaluación del reforzador.

Experimento 1

Este experimento intentaría determinar qué condiciones de saciedad serían óptimas para devaluar el reforzador en un procedimiento de IF 30 s. Se utilizaran tres tiempos de acceso al agua media hora antes de la sesión experimental. El objetivo será determinar qué tiempo de acceso genera un efecto de disminución de la tasa de respuesta, sin eliminar por completo la ejecución en este procedimiento.

Sujetos. 4 ratas Wistar macho de aproximadamente 3 meses al inicio del experimento.

Procedimiento. Se utilizarían las mismas cajas experimentales y procedimientos de pre-entrenamiento utilizados en los experimentos reportados anteriormente. La fase de acceso

antes de la prueba de 0 indica la fase experimental control donde no se devaluará el valor del reforzador.

Diseño Experimental.

Sujetos	Condición minutos de acceso antes de la prueba			
n = 2	5	10	0	3
n = 2	3	0	10	5

Referencias

- Andrews, J. S. (1996). Possible confounding influence of strain, age and gender on cognitive performance in rats. *Cognitive Brain Research*, 3, 251-267. doi: 10.1016/0926-6410(96)00011-0
- Balci, F., Ludvig, E. A., & Brunner, D. (2010). Within-session modulation of timed anticipatory responding: When to start responding. *Behavioural Processes*, 85, 204-206. doi: 10.1016/j.beproc.2010.06.012
- Balleine, B., & Dickinson, A. (1991). Instrumental performance following reinforcer devaluation depends upon incentive learning. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology Section B: Comparative and Physiological Psychology*, 43, 279 - 296. doi: 10.1080/14640749108401271
- Baron, A., & Leinenweber, A. (1994). Molecular and molar analyses of fixed-interval performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 61, 11-18. doi: 10.1901/jeab.1994.61-11.
- Baum, W. M., & Rachlin, H. (1969). Choice as time allocation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 12, 861-874. doi: 10.1901/jeab.1969.12-861
- Breland, K., & Breland, M. (1961). The misbehavior of organisms. *American Psychologist*, 16, 681-684. doi: 10.1037/h0040090
- Catania, A. C. (1970). Reinforcement schedules and psychophysical judgments. In W. N. Schoenfeld (Ed.), *The Theory of reinforcement schedules* (pp. 1-42). New York: Appleton Century Crofts.
- Chelonis, J. J., & Logue, A. W. (1997). Effects of reinforcer type on rats' sensitivity to variation in reinforcer amount and reinforcer delay. *Behavioural Processes*, 39, 187-203. doi: 10.1016/S0376-6357(96)00050-2
- Chung, S. H., & Herrnstein, R. J. (1967). Choice and delay of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 10, 67-74. doi: 10.1901/jeab.1967.10-67
- Church, R. M. (2002). Temporal learning. In C. R. Gallistel (Ed.), *Stevens' Handbook of Experimental Psychology: Learning, Motivation, and Emotion* (Vol. 3). New York: John Wiley & Sons.
- Church, R. M., & Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 216-228. doi: 10.1037/0097-7403.3.3.216

- Church, R. M., Meck, W. H., & Gibbon, J. (1994). Application of Scalar Timing Theory to Individual Trials. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *20*, 135-155. doi: 10.1037/0097-7403.20.2.135
- Dews, P. B. (1970). The Theory of Fixed - Interval responding. In W. N. Schoenfeld (Ed.), *The Theory of reinforcement schedules* (pp. 43-61). New York: Appleton Century Crofts.
- Dukich, T. D., & Lee, A. E. (1973). A comparison of measures of responding under fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *20*, 281-290. doi: 10.1901/jeab.1973.20-281
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of Reinforcement*. New York: Appleton Century Crofts.
- Freeman, T. J., & Lattal, K. A. (1992). Stimulus control of behavioral history. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *57*, 5-15. doi: 10.1901/jeab.1992.57-5
- Fry, W., Kelleher, R. T., & Cook, L. (1960). A mathematical index of performance on fixed-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *3*, 193-199. doi: 10.1901/jeab.1960.3-193
- Galtress, T., & Kirkpatrick, K. (2009). Reward value effects on timing in the peak procedure. *Learning and Motivation*, *40*, 109-131. doi: 10.1016/j.lmot.2008.05.004
- Galtress, T., & Kirkpatrick, K. (2010). Reward magnitude effects on temporal discrimination. *Learning and Motivation*, *41*, 108-124. doi: 10.1016/j.lmot.2010.01.002
- Gallistel, C. R., Fairhurst, S., & Balsam, P. (2004). The Learning Curve: Implications of a Quantitative Analysis. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, *101*, 13124-13131. doi: 10.1073/pnas.0404965101
- Gallistel, C. R., & Gibbon, J. (2002). *The symbolic foundations of conditioned behavior*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gibbon, J. (1991). Origins of scalar timing. *Learning and Motivation*, *22*, 3-38. doi: 10.1016/0023-9690(91)90015-Z
- Gollub, L. R. (1964). The relations among measures of performance on fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *7*, 337-343. doi: 10.1901/jeab.1964.7-337
- Guilhardi, P. (2009). A Comparison of Empirical and Theoretical Explanations of Temporal Discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *35*, 51-73. doi: 10.1037/a0013259
- Guilhardi, P., & Church, R. M. (2004). Measures of temporal discrimination in fixed-interval performance: A case study in archiving data. *Behavior Research Methods, Instruments, & Computers*, *36*, 661-669.
- Guilhardi, P., & Church, R. M. (2009). The generality of empirical and theoretical explanations of behavior. *Behavioural Processes*, *81*, 205-215. doi: 10.1016/j.beproc.2009.01.013
- Hanson, S. J., & Killeen, P. R. (1981). Measurement and modeling of behavior under fixed-interval schedules of reinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *7*, 129-139. doi: 10.1037/0097-7403.7.2.129
- Heinsbroek, R. P. W., van Haaren, F., Zantvoord, F., & van de Poll, N. E. (1987). Sex differences in response rates during random ratio acquisition: Effects of gonadectomy. *Physiology & Behavior*, *39*, 269-272. doi: 10.1016/0031-9384(87)90020-5

- Herrnstein, R. J. (1970). On the law of effect. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *13*, 243-266. doi: 10.1901/jeab.1970.13-243
- Herrnstein, R. J., & Morse, W. H. (1957). Effects of Pentobarbital on Intermittently Reinforced Behavior. *Science*, *125*(3254), 929-931.
- Higa, J. J., & Simm, L. A. (2004). Interval timing in Siamese fighting fish (*Betta splendens*). *Behavioural Processes*, *67*, 501-509. doi: 10.1016/j.beproc.2004.08.007
- Josefowicz, J., & Staddon, J. E. R. (2008). Operant behavior. In R. Menzel (Ed.), *Learning, Theory and Behavior* (Vol. 1, pp. 75-102). Oxford: Elsevier.
- Killeen, P. R. (1972). The matching law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *17*, 489-495. doi: 10.1901/jeab.1972.17-489
- Lattal, K. A. (2010). Delayed reinforcement of operant behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *93*, 129-139. doi: 10.1901/jeab.2010.93-129
- Leung, J. P., & Winton, A. S. (1986). Preference for less segmented fixed-time components in concurrent-chain schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *46*, 175-183. doi: 10.1901/jeab.1986.46-175
- López, F., & Menez, M. (2009). Control temporal en programas de Intervalo Fijo: Efectos de historias de condicionamiento con programas de Intervalo Variable. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *35*, 109-128.
- Lowe, C. F., Davey, G. C. L., & Harzem, P. (1974). Effects of reinforcement magnitude on interval and ratio schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *22*, 553-560. doi: 10.1901/jeab.1974.22-553
- Lowe, C. F., & Harzem, P. (1977). Species differences in temporal control of behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *28*, 189-201. doi: 10.1901/jeab.1977.28-189
- Lowe, C. F., Harzem, P., & Spencer, P. T. (1979). Temporal control of behavior and the power law. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *31*, 333-343. doi: 10.1901/jeab.1979.31-333
- Ludvig, E. A., Balci, F., & Spetch, M. L. (2011). Reward magnitude and timing in pigeons. *Behavioural Processes*, *86*, 359-363. doi: 10.1016/j.beproc.2011.01.003
- Ludvig, E. A., Conover, K., & Shizgal, P. (2007). The effects of reinforcer magnitude on timing in rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *87*, 201-218. doi: 10.1901/jeab.2007.38-06
- Mazur, J. E. (1987). An adjusting procedure for studying delayed reinforcement. In M. L. Commons, J. E. Mazur, J. A. Nevin & H. Rachlin (Eds.), *Quantitative analyses of behavior: The effect of delay and of intervening events on reinforcement value* (Vol. V). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum associates.
- Mazur, J. E. (2001). Hyperbolic value addition and general models of animal choice. *Psychological Review*, *108*, 96-112. doi: 10.1037/0033-295x.108.1.96
- McClure, E. A., Saulsgiver, K. A., & Wynne, C. D. L. (2009). Manipulating pre-feed, density of reinforcement, and extinction produces disruption in the Location variation of a temporal discrimination task in pigeons. *Behavioural Processes*, *82*, 85-89. doi: 10.1016/j.beproc.2009.03.009
- Mittleman, G. (2005). Individual Differences. In I. Q. Wishaw & B. Kolb (Eds.), *The behavior of the laboratory rat* (pp. 37-46). New York: Oxford University Press.
- Morgan, M. J. (1970). Fixed interval schedules and delay of reinforcement. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, *22*, 663-673. doi: 10.1080/14640747008401944

- Myerson, J., & Green, L. (1995). Discounting of delayed rewards: Models of individual choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *64*, 263-276. doi: 10.1901/jeab.1995.64-263
- Orduña, V., García, A., Menez, M., Hong, E., & Bouzas, A. (2008). Performance of spontaneously hypertensive rats in a peak-interval procedure with gaps. *Behavioural Brain Research*, *191*(1), 72-76. doi: 10.1016/j.bbr.2008.03.012
- Petry, N. M., & Heyman, G. M. (1994). Effects of qualitatively different reinforcers on the parameters of the response-strength equation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *61*, 97-106. doi: 10.1901/jeab.1994.61-97
- Plowright, C. M. S., Church, D., Behnke, P., & Silverman, A. (2000). Time estimation by pigeons on a fixed interval: the effect of pre-feeding. *Behavioural Processes*, *52*, 43-48. doi: 10.1016/S0376-6357(00)00110-8
- Roberts, S. (1981). Isolation of an internal clock. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *7*, 242-268. doi: 10.1037/0097-7403.7.3.242
- Sanabria, F., Thrailkill, E. A., & Killeen, P. R. (2009). Timing with opportunity cost: Concurrent schedules of reinforcement improve peak timing. *Learning & Behavior*, *37*, 217-229. doi: 10.3758/lb.37.3.217
- Schneider, B. A. (1969). A Two-state analysis of fixed-interval responding in the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *12*, 677-687. doi: 10.1901/jeab.1969.12-677
- Sizemore, O. J., & Lattal, K. A. (1977). Dependency, temporal contiguity, and response-independent reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *27*, 119-125. doi: 10.1901/jeab.1977.27-119
- Sizemore, O. J., & Lattal, K. A. (1978). Unsignaled delay of reinforcement in variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *30*, 169-175. doi: 10.1901/jeab.1978.30-169
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century Crofts.
- Staddon, J. E. R. (1970). Effect of reinforcement duration on fixed-interval responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *13*, 9-11. doi: 10.1901/jeab.1970.13-9.
- Staddon, J. E. R. (2001). *Adaptive dynamics: the theoretical analysis of behavior*. Cambridge, MA: MIT/Bradford.
- Staddon, J. E. R., & Cerutti, D. T. (2003). Operant conditioning. *Annual Review of Psychology*, *54*, 115-144. doi: 10.1146/annurev.psych.54.101601.145124
- Stitzer, M., & McKearney, J. W. (1977). Drug effects on fixed-interval responding with pause requirements for food presentation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *27*, 51-59. doi: 10.1901/jeab.1977.27-51
- Talton, L. E., Higa, J. J., & Staddon, J. E. R. (1999). Interval schedule performance in the goldfish *Carassius auratus*. *Behavioural Processes*, *45*, 193-206. doi: 10.1016/S0376-6357(99)00018-2
- van Hest, A., van Haaren, F., & van de Poll, N. E. (1987). Behavioral differences between male and female wistar rats on DRL schedules: Effect of stimuli promoting collateral activities. *Physiology & Behavior*, *39*, 255-261. doi: 10.1016/0031-9384(87)90018-7
- Wearden, J. H. (1985). The power law and Weber's law in fixed-interval postreinforcement pausing: A scalar timing model. *The Quarterly Journal of Experimental Psychology*

Section B: Comparative and Physiological Psychology, 37, 191 - 211. doi:
10.1080/14640748508402096

Wearden, J. H., & Lejeune, H. (2006). "The stone which the builders rejected...": Delay of reinforcement and response rate on fixed-interval and related schedules.

Behavioural Processes, 71(2-3), 77-87. doi: 10.1016/j.beproc.2005.08.006

Wilk, M. B., & Gnanadesikan, R. (1968). Probability plotting methods for the analysis of data. *Biometrika*, 55(1), 1-17.

Zuriff, G. E. (1985). *Behaviorism: A conceptual reconstruction*. New York: Columbia University Press.

ANEXO 1

Medidas de estabilidad para la Pausa Post Reforzamiento del Experimento 1. Se muestra el valor de la pendiente (a), el intercepto (b) y el coeficiente de determinación de la función lineal de mejor ajuste de los datos (r^2). El criterio de estabilidad fue que el intercepto estuviera entre 1 y -1, que la pendiente estuviera entre 0.9 y 1.14 y que el coeficiente de determinación fuera mayor de .90.

Condición	15			30			45			60			90			120		
	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2
F11	1.07	-0.79	0.99	0.99	0.23	0.99	1	-0.6	0.99	1.06	0.56	0.99	1	0.69	0.96	0.91	0.87	0.99
F91	1.14	0.73	0.99	0.96	-0.04	0.99	0.99	-0.03	0.99	0.99	0.71	0.99	1.02	0.31	0.98	0.99	-0.36	0.99
F92	1.01	-0.78	0.98	1	-0.08	0.98	1.06	-0.35	0.99	1.04	0.51	0.99	1.06	0.67	0.95	0.92	-0.4	0.99
F31	0.97	0.8	0.99	0.94	0.97	0.99	0.91	0.31	0.99	1.02	-0.21	0.98	-	-	-	-	-	-
F32	0.9	0.69	0.97	1.03	0.24	0.99	0.98	-0.29	0.99	1	0.67	0.97	1.13	0.82	0.99	-	-	-

Medidas de estabilidad para la Vida Cuartilar del Experimento 1. Se muestra el valor de la pendiente (a), el intercepto (b) y el coeficiente de determinación de la función lineal de mejor ajuste de los datos (r^2). El criterio de estabilidad fue que el intercepto estuviera entre 1 y -1, que la pendiente estuviera entre 0.9 y 1.14 y que el coeficiente de determinación fuera mayor de .90.

Condición	15			30			45			60			90			120		
	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2
F11	1.02	-0.1	0.99	0.82	4.41	0.96	0.94	0.96	0.99	1.3	-15.97	0.94	1.15	-12.68	0.98	0.92	5.44	0.98
F91	1.14	-0.71	0.99	1.18	-4.26	0.99	1.1	-3.68	0.98	0.95	2.79	0.99	0.75	17.03	0.97	1.16	-15.12	0.99
F92	1.17	-2.6	0.98	1.08	-2.06	0.98	0.69	11.94	0.96	0.82	7.72	0.96	0.98	1.19	0.99	1.03	-3.1	0.99
F31	1.13	1.48	0.98	1.07	-4.37	0.99	0.86	1.26	0.98	0.97	3.21	0.99	-	-	-	-	-	-
F32	0.91	-4.34	0.98	0.97	6.23	0.98	0.97	3.81	0.99	0.98	0.62	0.97	0.94	-0.76	0.97	-	-	-

Medidas de estabilidad para la Tasa de Carrera del Experimento 1. Se muestra el valor de la pendiente (a), el intercepto (b) y el coeficiente de determinación de la función lineal de mejor ajuste de los datos (r^2). El criterio de estabilidad fue que el intercepto estuviera entre 1 y -1, que la pendiente estuviera entre 0.9 y 1.14 y que el coeficiente de determinación fuera mayor de .90.

Condición	15			30			45			60			90			120		
	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2	a	b	r^2
F11	1	-0.07	0.99	1	0.46	0.99	0.78	0.91	0.99	0.74	2.59	0.98	0.86	-0.15	0.99	1.03	0.01	0.97
F91	0.83	2.11	0.97	0.97	0.47	0.96	0.86	1.05	0.99	1.07	0.5	0.99	0.83	6.15	0.99	0.89	0.46	0.98
F92	0.91	-4.34	0.98	0.97	6.23	0.98	0.97	3.81	0.99	0.98	0.62	0.97	0.94	-0.76	0.97	1.02	-0.3	0.99
F31	1.13	1.48	0.98	1.07	-4.37	0.99	0.86	1.26	0.98	0.97	3.21	0.99	-	-	-	-	-	-
F32	1.25	-34.7	0.97	0.89	-4.26	0.98	1.17	-17.81	0.99	0.84	-7.99	0.98	0.98	-2.18	0.99	-	-	-

Se muestra el índice de estabilidad para la Tasa de Respuesta (TR) y el Índice de Curvatura (IC) del Experimento 1. El índice de estabilidad se calculó como el promedio de las penúltimas tres sesiones menos el promedio de las últimas tres sobre el promedio de las penúltimas tres. Una medida se puede considerar estable cuando el índice absoluto es menor a 0.1.

Condición	15		30		45		60		90		120	
	TR	IC	TR	IC	TR	IC	TR	IC	TR	IC	TR	IC
F11	-0.03	0.02	-0.04	0.003	-0.2	-0.15	-0.39	0.03	-0.3	-0.005	0.18	-0.02
F91	-0.26	0.1	0.01	-0.05	-0.08	-0.02	0.09	0.01	0.17	0.07	-0.03	-0.07
F92	0.07	-0.09	0.18	-0.1	-0.04	0.07	-0.06	-0.01	-0.31	0.04	-0.07	0.004
F31	0.08	0.001	0.01	0.003	0.06	-0.02	0.03	0.01	-	-	-	-
F32	0.16	-0.02	-0.46	-0.11	0.02	-0.01	-0.21	-0.08	-0.27	0.06	-	-

ANEXO 2

Se muestran los índices de estabilidad para el Experimento 2 de la tasa de respuesta y el índice de curvatura. El índice de estabilidad se calculó como el promedio de las penúltimas tres sesiones menos el promedio de las últimas tres sobre el promedio de las penúltimas tres. Una medida se puede considerar estable cuando el índice absoluto es menor a 0.1.

Condición	Demorado		Inmediato		Demorado		Inmediato	
	TR	IC	TR	IC	TR	IC	TR	IC
M51	-0.22	0.09	0.11	0.005	-	-	-	-
M53	0.04	-0.06	-0.05	0.01	-0.04	-0.05	-0.26	-0.08

Condición	Inmediato		Demorado		Inmediato		Demorado	
	TR	IC	TR	IC	TR	IC	TR	IC
M52	-0.19	-0.15	0.2	0.21	0.06	-0.001	0.007	0.03
M54	0.3	0.04	0.05	-0.16	0.04	-0.04	-0.33	0.005

Anexo 3

Número de intervalos totales y con más de una respuesta ($r > 1$) utilizados en los análisis del Experimento 1.

Condición	15		30		45		60		90		120	
	Total	$r > 1$	Total	$r > 1$	Total	$r > 1$	Total	$r > 1$	Total	$r > 1$	Total	$r > 1$
F11	720	407	720	602	720	557	626	496	429	369	328	291
F91	720	585	720	673	720	682	632	571	430	414	331	326
F92	719	372	720	426	669	417	389	192	376	264	291	217
F31	720	381	720	588	675	325	558	359	-	-	-	-
F32	720	481	719	453	720	534	481	288	416	331	-	-

Número de intervalos totales y con más de una respuesta ($r > 1$) utilizados en los análisis del Experimento 2.

Condición	Demorado		Inmediato		Demorado		Inmediato	
	Total	$r > 1$	Total	$r > 1$	Total	$r > 1$	Total	$r > 1$
M51	319	91	676	375	-	-	-	-
M52	592	311	574	388	669	366	639	438
M53	641	440	689	498	720	383	710	548
M54	405	124	720	449	696	248	720	346