

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



Valor del reforzador y Estimación Temporal: Efectos de la Demora del Reforzador, Grado de Privación y Magnitud del Reforzador en la Ejecución en Programas de Intervalo Fijo

TESIS QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
DOCTOR EN CIENCIA DEL COMPORTAMIENTO
PRESENTA

Jonathan Javier Buriticá B.

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

Guadalajara, Jalisco

Julio de 2014

Agradecimientos

A mi familia porque siempre me motivan a seguir adelante. Especialmente a mi mamá la señora teresita quién siempre alentó en mi la curiosidad y la búsqueda de respuestas con sentido y justificación sobre todo en las buenas preguntas.

Quiero agradecer también a mis tutores. Al Dr. Cristiano Valerio dos Santos por estar siempre atento al proyecto, y por lograr que con éste pudieramos saber un poco más de lo que sabíamos al principio sobre el tema en particular. Al Dr. Óscar García Leal por ayudarnos a avanzar en el proyecto, y por todas las sugerencias que ayudaron a concretarlo tal como se presenta.

Quiero agradecer también al Dr. Andy Lattal y al Departamento de Psicología de la Universidad de West Virginia por su hospitalidad y el espacio que me prestaron en los meses finales de la escritura de este documento, su ayuda en ese aspecto fue enorme.

Quiero agradecer a muchos amigos por acompañarme en estos años con su apoyo moral, y en general por su amistad: Nataly, Alejo, Maryed, Luis, Natalia, Cristina, olvido mencionar a muchos pero es por mi mala memoria no por otra cosa. Quiero mencionar especialmente a Miguel Puentes quien siempre supo sacarles una sonrisa a todas las personas que veían sus ocurrencias especialmente enviadas desde Colombia. A Christian Gaviria por acompañarme tantas horas en las simulaciones estratégico-tácticas necesarias para prevenir la degeneración de funciones ejecutivas, también por su ayuda en el “funding” inicial de este viaje sin el cual seguramente hubiera tenido que vivir a punta de papitas y cátsup por algunos meses, aún no estoy seguro cuál de las dos cosas aprecio más. Finalmente a Tania Campos su compañía ha sido fundamental para lograr este objetivo.

Completar este trabajo no hubiera sido posible sin la ayuda de Zirahuén Gonzalez Vilchez y Osvaldo Miguel Collazo Aboytes. Ambos dedicaron muchísimas horas de su vida a recolectar datos para la tesis en momentos cuando yo no pude hacerlo.

Quiero agradecer también a los trabajadores de la Universidad de Guadalajara que me han ayudado a lo largo de los años en mi estancia en el centro. Especialmente a quienes ayudan a mantener el centro en las condiciones óptimas para poder realizar proyectos como el que se presenta en esta tesis. A todos ellos mil gracias.

El Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, CONACYT, financió con una beca para realizar estudios de Doctorado No 334780/233159, de septiembre 2011 a julio 2014, la realización de este trabajo. También financió una estancia en la Universidad de West Virginia a través de las Becas mixtas 2014 – MZO2015 movilidad en el extranjero (290842) para estancia de investigación, del 1 de febrero 2014 a 31 de mayo 2014.

Índice

Resumen.....	1
Introducción.....	3
<i>Ejecución en Programas de Intervalo Fijo.....</i>	<i>4</i>
<i>Discriminación del Tiempo y Ejecución en Programas de Intervalo Fijo.....</i>	<i>13</i>
<i>Valor del Reforzador.....</i>	<i>17</i>
<i>Valor del reforzador como constructo hipotético.....</i>	<i>28</i>
<i>El valor del reforzador como variable interviniente.....</i>	<i>30</i>
<i>Valor y demora del reforzador.....</i>	<i>37</i>
<i>Consideraciones finales sobre el valor del reforzador.....</i>	<i>41</i>
<i>Valor del Reforzador y Ejecución en Programas de Intervalo Fijo.....</i>	<i>42</i>
<i>Planteamiento del Problema.....</i>	<i>52</i>
Experimento 1A.....	53
<i>Método Experimento 1A.....</i>	<i>53</i>
<i>Sujetos.....</i>	<i>53</i>
<i>Instrumentos.....</i>	<i>53</i>
<i>Procedimiento.....</i>	<i>54</i>
<i>Análisis de Resultados.....</i>	<i>55</i>
<i>Resultados Experimento 1A.....</i>	<i>58</i>
<i>Discusión Experimento 1A.....</i>	<i>61</i>
Experimento 1B.....	69
<i>Método Experimento 1B.....</i>	<i>69</i>
<i>Sujetos.....</i>	<i>69</i>
<i>Instrumentos.....</i>	<i>69</i>

<i>Procedimiento</i>	69
<i>Resultados Experimento 1B</i>	71
<i>Discusión Experimento 1B</i>	72
Experimento 2.....	80
<i>Método Experimento 2</i>	80
<i>Sujetos</i>	80
<i>Instrumentos</i>	80
<i>Procedimiento</i>	80
<i>Resultados Experimento 2</i>	82
<i>Discusión Experimento 2</i>	89
Experimento 3A.....	105
<i>Método Experimento 3A</i>	105
<i>Sujetos</i>	105
<i>Instrumentos</i>	105
<i>Procedimiento</i>	105
<i>Resultados Experimento 3A</i>	106
<i>Discusión Experimento 3A</i>	108
Experimento 3B.....	115
<i>Método Experimento 3B</i>	115
<i>Sujetos</i>	115
<i>Instrumentos</i>	115
<i>Procedimiento</i>	115
<i>Resultados Experimento 3B</i>	117
<i>Discusión Experimento 3B</i>	119

Experimento 4.....	127
<i>Método Experimento 4</i>	127
<i>Sujetos</i>	127
<i>Instrumentos</i>	127
<i>Procedimiento</i>	128
<i>Valor del reforzador: Concentración de azúcar</i>	128
<i>Programa múltiple IF – tiempo acoplado</i>	130
<i>Resultados Experimento 4</i>	132
<i>Discusión Experimento 4</i>	134
Discusión General.....	136
Referencias.....	153

Índice de Figuras

<i>Figura 1.</i> Ubicación de las respuestas por segundo en un intervalo de 60 s (raster plot). Los datos corresponden a los primeros cuatro intervalos del sujeto M25 en una sesión de la tercera línea base del Experimento 4.....	10
<i>Figura 2.</i> Ejemplos de curvas de demanda.....	27
<i>Figura 3.</i> Gráficas de caja y bigotes para cada sujeto en cada condición experimental; los datos fueron tomados de la Tablas 1 y 2 Lowe, Davey y Harzem (1974). Los bigotes son igual a 1.5 x Rango Inter Cuartil (RIC = cuartil 75 – cuartil 25). La caja inicia en el cuartil 25 y va hasta el cuartil 75. La línea vertical en el medio de la caja es el promedio de la medida.....	46
<i>Figura 4.</i> Gráficas de caja y bigotes para cada sujeto en cada condición experimental; los datos fueron tomados de la Tabla 1 Elcoro y Lattal (2011). Los bigotes son igual a 1.5 x Rango Inter Cuartil (RIC = cuartil 75 – cuartil 25). La caja inicia en el cuartil 25 y va hasta el cuartil 75. La línea vertical en el medio de la caja es el promedio de la medida. NR = Demora no reinicialable; R = Demora reinicialable.....	50
<i>Figura 5.</i> Tasa de carrera y global promedio para cada sujeto en cada condición (últimas seis sesiones). También el porcentaje de intervalos con una sola respuesta.....	64
<i>Figura 6.</i> Tasa global de respuesta en función del IER obtenido.....	65
<i>Figura 7.</i> Pausa post reforzamiento para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.....	66
<i>Figura 8.</i> Vida cuartilar para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.....	67

<i>Figura 9.</i> Punto de transición para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, los puntos fuera del grafico son percentiles 5 y 95.....	68
<i>Figura 10.</i> Tasa de respuesta promedio para cada sujeto de las últimas seis sesiones en cada condición. También se muestra el porcentaje de intervalos con una sola respuesta.....	74
<i>Figura 11.</i> Tasa global de respuesta en función del IER obtenido.....	75
<i>Figura 12.</i> Pausa post reforzamiento para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.....	76
<i>Figura 13.</i> Vida cuartilar para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.....	77
<i>Figura 14.</i> Punto de transición para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.....	78
<i>Figura 15.</i> Gráficos Q-Q de la distribución de frecuencias del IER en el panel superior esta el grupo S-NS en el panel inferior el grupo NS-S.....	92
<i>Figura 16.</i> La tasa global y de carrera de cada sujeto del grupo S-NS en las diferentes palancas. Los puntos blancos indican la palanca de reforzamiento demorado en las diferentes condiciones experimentales. También se muestra el porcentaje de ensayos con una sola respuesta.....	93
<i>Figura 17.</i> Coeficiente de diferencia entre palancas en las diferentes condiciones experimentales para cada sujeto del grupo S-NS. La línea punteada señala indiferencia de tasa entre palancas.....	94
<i>Figura 18.</i> Tasa global y de carrera de cada sujeto del grupo NS-S en las diferentes palancas. Los puntos blancos indican la palanca de tiempo acoplado y reforzamiento	

inmediato en las diferentes condiciones experimentales. También se muestra el porcentaje de ensayos con una sola respuesta.....95

Figura 19. Coeficiente de diferencia entre palancas en las diferentes condiciones experimentales para cada sujeto del grupo NS-S. La línea punteada muestra la indiferencia de tasa entre palancas.....96

Figura 20. Tasa global de respuesta en función del intervalo entre reforzadores obtenido. Los símbolos vacíos son la condición con demora y los rellenos son la condición de tiempo acoplado reforzamiento inmediato.....97

Figura 21. Pausas post reforzamiento del grupo S-NS en todas las condiciones experimentales y en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.....98

Figura 22. Pausas post reforzamiento del grupo NS-S en todas las condiciones experimentales y en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.....99

Figura 23. Vida cuartilar en todos los sujetos del grupo S-NS en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.....100

Figura 24. Vida cuartilar en todos los sujetos del grupo NS-S en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.....101

<i>Figura 25.</i> Punto de transición en todos los sujetos del grupo S-NS en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.....	102
<i>Figura 26.</i> Punto de transición en todos los sujetos del grupo NS-S en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.....	103
<i>Figura 27.</i> Tasa de respuesta global y de carrera promedio de los cuatro sujetos en las tres condiciones de línea base del experimento. Las barras de error son el error estándar de la media.....	110
<i>Figura 28.</i> Tasa de respuesta promedio para cada sujeto de las ultimas 6 sesiones en cada condición y porcentaje de intervalos con una sola respuesta. Las barras de error son el error estándar de la media.....	111
<i>Figura 29.</i> Pausa post reforzamiento para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.....	112
<i>Figura 30.</i> Vida cuartilar para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.....	113
<i>Figura 31.</i> Punto de transición para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.....	114

<i>Figura 32.</i> Muestra la tasa de respuesta global y de carrera promedio de los seis sujetos para tres líneas base. Las líneas de error son el error estándar de la media.....	121
<i>Figura 33.</i> Tasa de respuesta promedio para cada sujeto de las ultimas 6 sesiones en cada condición., también el porcentaje de intervalos con una sola respuesta. Las flechas señalan la condición de devaluación de 7 ml de acceso donde el sujeto no alcanzó estabilidad en 42 sesiones, ver Tabla 7, los datos de esa fase no se incluyeron en los análisis.....	122-123
<i>Figura 34.</i> Pausa post reforzamiento de cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.....	124
<i>Figura 35.</i> Vida cuartilar para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.....	125
<i>Figura 36.</i> Punto de transición para cada sujeto en cada condición. La línea solida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.....	126
<i>Figura 37.</i> En el panel superior se muestra la tasa de respuesta por segundo en promedio de los cuatro sujetos en función de la RF para las cinco concentraciones probadas. En el panel inferior se muestra el valor promedio de $1/a$ para todos los sujetos en cada concentración de azúcar.....	131
<i>Figura 38.</i> Gráficos Q-Q de las distribuciones de frecuencia de los IER del componente acoplado y el componente devaluado.....	137
<i>Figura 39.</i> Tasa global para cada sujeto en condición de línea base, ambos componentes con 25% de concentración y devaluación un componente con 1% y el otro con 25%.....	138

Figura 40. Tasa de carrera para cada sujeto en condición de línea base, ambos componentes con 25% de concentración y devaluación un componente con 1% y el otro con 25%.....139

Figura 41. Porcentaje de intervalos con una respuesta para cada sujeto en condición de línea base, ambos componentes con 25% de concentración y devaluación un componente con 1% y el otro con 25%.....140

Figura 42. Pausa post reforzamiento para cada sujeto en cada componente. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento devaluado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento de 25% en ambas fases. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.....141

Figura 43. Vida cuartilar para cada sujeto en cada componente. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento devaluado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento de 25% en ambas fases. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.....142

Figura 44. Punto de transición para cada sujeto en cada componente. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento devaluado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento de 25% en ambas fases. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.....143

Índice de Tablas

<i>Tabla 1.</i> Resumen de experimentos en los que se han utilizado variables que pueden asociarse al valor del reforzador en programas de IF.....	51
<i>Tabla 2.</i> Orden de presentación de las condiciones del Experimento 1A. Entre paréntesis, se muestra el número de sesiones por condición.....	59
<i>Tabla 3.</i> Se muestra el orden de presentación de las condiciones del Experimento 1B. Entre paréntesis se muestra el número de sesiones por condición.....	70
<i>Tabla 4.</i> Fases y número de sesiones Experimento 2.....	79
<i>Tabla 5.</i> Tasas de respuesta global y de carrera en resp/min Experimento 2.....	83
<i>Tabla 6.</i> Orden de presentación y número de sesiones en cada condición para cada sujeto Experimento 3A.....	104
<i>Tabla 7.</i> Se muestra el orden de las condiciones experimentales y el número de sesiones para alcanzar estabilidad en cada sujeto del Experimento 3B.....	116

Resumen

En el presente trabajo se intentó determinar cuál es el efecto de la demora, la magnitud y el nivel de privación del reforzador sobre la ejecución en programas de intervalo fijo.

Primero se describe en qué consiste la ejecución en programas de intervalo fijo y qué variables se han reportado que afectan esta ejecución. Luego se revisa en detalle el concepto de valor de reforzador y como la magnitud, la demora y el nivel de privación del reforzador se resumen en ese concepto. También se revisa la relación entre valor del reforzador y estimación temporal entendida como discriminación del tiempo. En los experimentos 1A y 1B se estudió el efecto de la demora no señalada en programas IF 30 s. En el Experimento 2 se estudió el efecto de la demora no señalada y señalada en programas IF 60 s, con una condición control que pretendió igualar la experiencia con la tarea y los intervalos entre reforzadores a los que eran expuestos los sujetos en condiciones con reforzamiento inmediato y demorado. En los experimentos 3A y 3B se estudió el efecto de disminuir la privación previa a la sesión para determinar los efectos de devaluar el reforzador usando tiempo de acceso o ml exactos en programas de IF 120 s e IF 60 respectivamente. En el experimento 4 se estudió el efecto de disminuir la magnitud del reforzador en un procedimiento similar al utilizado en el Experimento 2 que controlaba la exposición a la tarea y el intervalo entre reforzadores entre las condiciones de comparación. Los resultados muestran que cuando se devalúa el reforzador la tasa de respuesta disminuye, la excepción es el Experimento 4 cuando se disminuye la magnitud del reforzador, también se observa un aumento consistente de la pausa post reforzamiento y de la variabilidad de diferentes medidas: la pausa post reforzamiento, la vida cuartilar y el punto de transición. Estos hallazgos son discutidos a la luz de la relación entre valor del reforzador y el control del estímulo o la discriminación del tiempo. El aumento en la pausa

post reforzamiento y la variabilidad de las medidas de estimación temporal es consistente con reportes de la literatura que sugieren que la devaluación del reforzador genera aumentos en las estimaciones de la duración de los intervalos entrenados. Se plantea que más experimentos y diferentes procedimientos de estimación temporal podrían arrojar más información acerca de la relación entre valor del reforzador y aprendizaje temporal.

Palabras clave: Intervalo Fijo, valor del reforzador, discriminación temporal, estimación temporal, demora del reforzador, ratas Wistar.

Introducción¹

La ejecución en programas de Intervalo Fijo (IF) fue descrita inicialmente por Skinner (1938, 1956) y detallada posteriormente en Ferster y Skinner (1957). Una de las preguntas de Skinner (1938) era cómo el tiempo adquiriría control discriminativo de la conducta. El problema es fundamental ya que el tiempo no es un objeto o un evento, sino metafóricamente es 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 del mismo. Es decir, los organismos se comportan ordenadamente con relación a regularidades temporales, de manera similar a como lo hacen con estímulos que tienen la capacidad intrínseca o condicionada de evocar respuestas.

El programa de IF entrega el reforzador de acuerdo con un criterio temporal, el cual establece que la primera respuesta del sujeto después de un intervalo de tiempo fijo es seguida de la entrega de un reforzador. Así, en un programa IF 60 s, la primera respuesta después de 60 s de iniciado el intervalo es reforzada. De manera estricta, un programa de IF puede definirse como un programa tándem Tiempo Fijo (TF) X'' – Razón Fija (RF) 1 (Ferster & Skinner, 1957), lo cual es, en alguna medida, el programa inverso al reforzamiento demorado de una respuesta, que se define como un tándem RF 1- TF X'', siendo 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 que parece ser la forma usual utilizada en la literatura.

¹ Algunos apartes del texto son modificaciones del proyecto de tesis doctoral.

Ejecución en Programas de Intervalo Fijo

Aunque existe controversia sobre el patrón de respuesta en IF, existen dos ejecuciones que se consideran típicas (Josefowicz & Staddon, 2008). Se discute si el patrón de respuestas parece un festón, (Dews, 1978; Ferster & Skinner, 1957; Skinner, 1938) o es mejor descrito como una pausa-carrera (Gentry, Weiss, & Laties, 1983; Schneider, 1969). Al parecer, ambos patrones ocurren (Josefowicz & Staddon, 2008). En el registro acumulativo (respuestas acumuladas en función del tiempo transcurrido) de intervalos cortos, suele observarse un patrón de pausa-carrera: luego de un punto, la respuesta pasa de una tasa baja a una tasa alta como describió Schneider (1969). En intervalos largos generalmente ocurre una aceleración positiva de la tasa, que se mantiene hasta el final del intervalo como se describe en Ferster y Skinner (1957). Las observaciones que hemos hecho en nuestro laboratorio (Buriticá, 2011) replican estos resultados, aunque el festón también parece ocurrir, aunque con menos frecuencia en intervalos cortos (15 s) y la pausa-carrera también se observa en intervalos relativamente largos (120 s). Otra forma típica de respuesta que observamos en estos programas es una única respuesta en el intervalo. Es decir que, después de iniciado el intervalo, el sujeto sólo responde hasta después de finalizado el intervalo. El número de intervalos en los que esto ocurre parece depender de varios factores como la especie utilizada, la duración del intervalo o el sexo de los sujetos; hemos observado que en ratas este patrón de respuesta ocurre con mayor frecuencia en intervalos cortos y en hembras.

La ejecución en estos programas, que puede cuantificarse, se puede clasificar en dos categorías: medidas de tasa de respuesta y de estimación temporal. Entre las primeras están la tasa global y la tasa de carrera. En el segundo conjunto de medidas pueden incluirse entre otras la pausa post reforzamiento, la vida cuartilar (Herrnstein & Morse, 1957), el

índice de curvatura (Fry, Kelleher, & Cook, 1960) y el punto de transición (Schneider, 1969). Para una revisión comprensiva de estas medidas puede verse Richelle y Lejeune (1980).

Guilhardi y Church (2004) muestran que la mayoría de estudios en los que se utiliza IF publicados en el *Journal of the Experimental Analysis of Behavior* emplean entre una y tres medidas dependientes. La medida más utilizada es 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 de curvatura, el punto de transición y el tiempo para alcanzar algún percentil de las respuestas en el intervalo (p.e. vida cuartilar). Puede suponerse que inconvenientes técnicos (o limitaciones tecnológicas en estudios clásicos), suposiciones teóricas (Wearden, 1985), el objetivo del estudio, entre otras razones, podrían llevar a que se reporten unas medidas y no otras.

Las definiciones y los algoritmos usados para calcular estas medidas pueden variar ligeramente de un estudio a otro, pero la lógica del análisis es semejante. En general las medidas de estimación temporal intentan reflejar qué tanto la ejecución depende del tiempo transcurrido en el intervalo, o cómo ocurre esta ejecución durante el intervalo. Esta presentación está basada en el trabajo de Guilhardi y Church (2004).

La tasa de carrera es igual al número de respuestas en el intervalo dividido entre la duración del intervalo menos la pausa post reforzamiento. La tasa global es el número de respuestas totales sobre la duración de la sesión.

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 algunos autores (Dukich & Lee, 1973; Hanson & Killeen, 1981; McAuley & Leslie, 1986) corresponde mejor a la finalización de la pausa luego del reforzamiento que las primeras respuestas, que pueden ocurrir azarosamente o no estar relacionadas con el intervalo programado. En un arreglo de IF, puede suponerse que valores mayores 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 un indicador de bajo control temporal, ya que la conducta no estaría relacionada a un intervalo de tiempo específico, sino al paso del tiempo de manera indiscriminada.

La vida cuartilar es el tiempo en el que ocurre la cuarta parte de las respuestas totales del intervalo. Si R es el número de respuestas totales en el intervalo, la vida cuartilar es el tiempo en el que ocurre la respuesta igual a $R/4$. Esta medida refleja la manera en que las respuestas están distribuidas a lo largo del intervalo (Herrnstein & Morse, 1957). Es una medida de curvatura de la tasa de respuesta: si la gráfica del registro acumulativo es negativamente acelerada, la medida estará cerca del inicio del intervalo, pero si la curva es positivamente acelerada la medida estará al final del intervalo. Si la tasa es constante a lo largo del intervalo la vida cuartilar será igual a la cuarta parte de la duración del intervalo.

Otra forma de expresar la vida cuartilar es afirmando que un valor pequeño indica que la mayor parte de las respuestas están al inicio, en tanto que un valor grande supone una mayor concentración de respuestas al final del intervalo. Este tiempo puede expresarse

como una proporción del intervalo programado; en este caso, un valor de .25 indicaría una tasa de respuesta constante, mientras valores mayores indicarían mayor concentración de respuestas al final del intervalo (Freeman & Lattal, 1992). Una dificultad de esta medida es que no se puede calcular en intervalos con una sola respuesta (Baron & Leinenweber, 1994). En algunos casos, ejecuciones atípicas de los registros acumulativos también pueden generar valores distorsionados de vida cuartilar, por ejemplo cuando hay varias aceleraciones y desaceleraciones de la tasa en el mismo intervalo.

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 bajo la curva (A_c) de la figura geométrica que represente el registro acumulativo obtenido en el ensayo. Luego, se divide A_c menos A_t por A_t (Richelle & Lejeune, 1980). Un índice negativo indica que la curva es negativamente acelerada, un valor positivo se asocia a una curva positivamente acelerada, y cero indica 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 de una negativamente acelerada) o tasas bajas de respuesta.

El punto de transición es el tiempo en el intervalo donde la tasa de respuesta cambia de una tasa baja a una alta (Schneider, 1969). De acuerdo con Schneider (1969), el punto de transición puede identificarse como el máximo punto de aceleración en la curva del registro acumulativo. Existen diferentes algoritmos para calcular esa medida. El algoritmo propuesto por Schneider (1969) busca el punto que maximiza el ajuste de dos líneas rectas que se interceptan en un punto a que divide el intervalo en segmentos de baja y alta tasa de respuesta, ambas líneas con pendientes diferentes que representan la tasa de respuesta baja y alta; en este caso, el punto a sería el punto de transición.

Hanson y Killeen (1981) sostienen que el algoritmo de Schneider (1969) viola 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 ocurren 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. La propuesta de Hanson y Killeen es utilizar una ecuación que encuentra el punto que divide la ejecución del sujeto en el intervalo en dos conjuntos con varianza homogénea. El método propuesto funciona bien cuando los segmentos utilizados tienen un número grande de respuestas por intervalo. Esto se logra cuando la tasa de respuesta es alta o cuando se utilizan segmentos (bins) grandes. La dificultad de este procedimiento es que no siempre se encuentran números grandes de respuestas en cada segmento, y si se utilizan segmentos grandes (p.e. mayores a 1 s) se pierde precisión en la determinación exacta de cuándo ocurre el punto de transición.

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: $PT = \max (d1 |r1 - r| + d2 |r - r|)$; $r1$ y $r2$ son la tasa de respuesta de los segmentos del intervalo $d1$ y $d2$, antes y después del punto de transición respectivamente, r es la tasa de respuesta del intervalo completo. Este algoritmo permite calcular en segmentos de 1 s, y con relativamente pocas respuestas, cuándo ocurre el punto de transición. Un ejemplo de donde se ubica el punto de transición en cada intervalo de acuerdo con este algoritmo puede verse en la Figura 1, en la que se presenta la ubicación de

cada respuesta en el intervalo de tiempo (círculos) y el punto de transición en cada intervalo (triángulos). El punto de transición indica cuándo el sujeto empieza a responder frecuentemente hasta el final del intervalo.

Estas medidas están relacionadas a la duración del IF. Por ejemplo la tasa de respuesta parece ser función de la duración del IF, y específicamente del intervalo entre reforzadores (IER) obtenido. Spencer (1981) reportó que la tasa de carrera es función de la tasa de reforzamiento programada, y Wearden y Lejeune (2006) mostraron que ocurre lo mismo con la tasa global. La función que parece describir estos datos es la función hiperbólica propuesta por Herrnstein (1970). Los datos presentados por Spencer y Wearden y Lejeune se ajustan a la función de Herrnstein, aunque otros estudios muestran que esto no ocurre en todos los casos (ver Buriticá, 2011; López & Santoyo, 1988). Aún está pendiente por esclarecer qué factor determina que en unos casos los datos se ajusten al modelo de Herrnstein y en otros no.

Las medidas de ubicación de la respuesta en general parecen ser función lineal de la duración del IF; una excepción a esta regla son estudios que utilizan duraciones mayores a 240 ó 300 s, para las cuales una función de potencia parece ajustarse mejor a los resultados (ver Hanson & Killeen, 1981; Lowe, Harzem, & Spencer, 1979). La variación lineal de la medida de pausa post reforzamiento se ha encontrado en ratas (Buriticá, 2011; Dukich & Lee, 1973; Guilhardi & Church, 2009; Sherman, 1959 citado en Schneider, 1969) y en peces beta (*Betta splendens*, Higa & Simm, 2004). También se ha reportado variación lineal de la vida cuartilar en ratas (Buriticá, 2011; Guilhardi & Church, 2009) y del punto de transición en ratas (Buriticá, 2011; Guilhardi & Church, 2009), en peces beta (*Betta splendens*, Higa & Simm, 2004), dorados (*Carassius auratus*; Talton, Higa, & Staddon, 1999), y en palomas (Fox & Kyonka, 2013; Schneider, 1969).

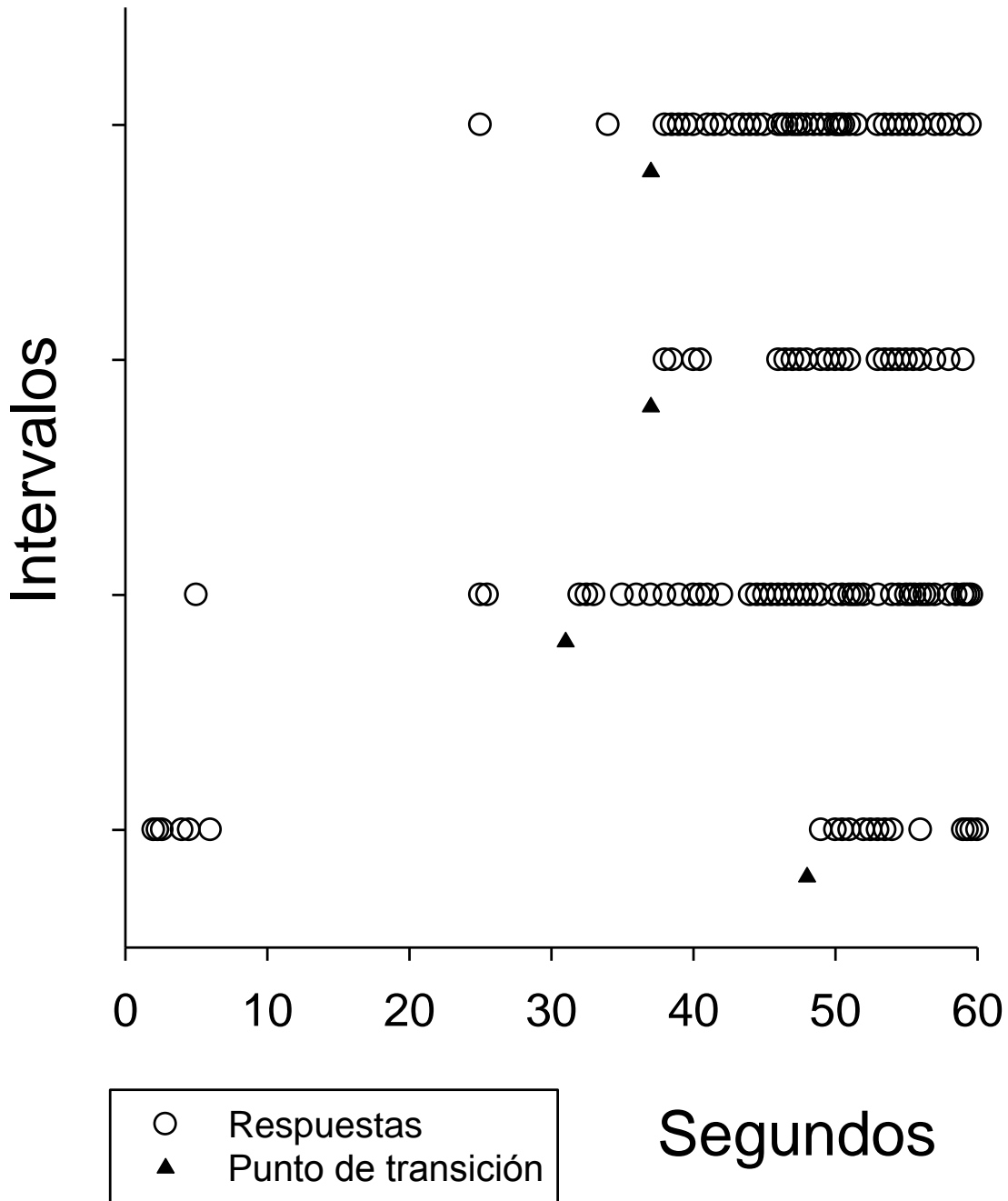


Figura 1. Ubicación de las respuestas por segundo en un intervalo de 60 s (raster plot).

Los datos corresponden a los primeros cuatro intervalos del sujeto M25 en una sesión de la tercera línea base del Experimento 4.

Algunas variables que se ha demostrado afectan estas medidas incluyen fármacos y número de sesiones de exposición al programa. La vida cuartilar aumenta con el entrenamiento (Berry, Kangas, & Branch, 2012; Guilhardi & Church, 2004). López y Menez (2012) mostraron que esta medida aumenta con las sesiones de entrenamiento y con la exposición previa al tiempo del intervalo, aun cuando esta presentación fue en un programa no contingente. La pausa post reforzamiento también aumenta con el entrenamiento (Berry et al., 2012; Guilhardi & Church, 2004) y parece sensible a la historia con programas de reforzamiento; por ejemplo, la pausa es menor si los sujetos son expuestos a programas que promueven tasas de respuesta altas, sin embargo luego de experiencia con la tarea las diferencias provocadas por la historia desaparecen (López & Menez, 2005). Otra variable que afecta la pausa es el intervalo entre ensayos: entre mayor el intervalo entre ensayos la pausa post reforzamiento parece disminuir (Todorov, Carvalho, & Couto, 2013).

Herrnstein y Morse (1957) encontraron que la inyección de pentobarbital sódico (1, 2, 3 y 4 mg) disminuye el valor de la vida cuartilar. A mayor concentración los autores encontraron valores más cortos de la medida, lo que indica que la curva no fue positivamente acelerada sino negativamente acelerada o una línea recta.

El histograma de frecuencias de la pausa post reforzamiento tiene la forma de una curva normal (Palya, 1992) y a veces los efectos de las variables se observan en la forma de esta distribución más que en cambios sustanciales en la media o mediana. Por ejemplo, McAusley y Leslie (1986) utilizaron doce ratas macho (hooded) divididas en tres grupos que entrenaron en IF 30 s, 60 s y 120 s. Cada rata recibió una inyección de d-anfetamina 30 minutos antes de la sesión cada tres días en diferentes concentraciones (0.5, 1.0, 1.5 y 2.0 mg/kg); entre cada sesión de prueba les inyectaron una solución salina que sirvió como

condición de control. La mediana de la pausa post reforzamiento disminuyó en las sesiones con d-anfetamina, especialmente en el IF 120 s. Los efectos de la droga sobre el histograma de la medida son de acuerdo con los autores mucho más impactantes²: la medida de tendencia central no cambió sustancialmente con la d-anfetamina, en tanto que la forma de la distribución sí cambió con relación a la línea base.

Se observa que la distribución de pausas durante las sesiones de control con salina de cada sujeto (p.e. F3) son sesgadas (o asimétrica) hacia la derecha³; cuando se aplicó la droga el pico de la curva se desplazó a la izquierda, y la variabilidad parece mayor, en ese sentido el pico es menos pronunciado. Una interpretación de los autores es que la d-anfetamina cambia la probabilidad de cuando el sujeto empieza a responder, es decir el control temporal.

También se ha estudiado la relación entre las diferentes medidas de ejecución en programas de IF. Por ejemplo, Dukich y Lee (1973, Tabla 3) usando ratas albinas y tres valores de IF encontraron una correlación positiva entre la vida cuartilar y la pausa post reforzamiento. Gollub (1964, Tabla 7) usando también ratas albinas encontró la misma relación pero esta correlación es más alta cuando el criterio para la pausa aumenta a cinco respuestas y más alta aún cuando el criterio son diez respuestas. Gentry, Weiss y Laties (1983, Tabla 2) usando palomas (White carneux) también encontraron la misma relación, y muestran que la correlación es aún más alta entre vida cuartilar e índice de curvatura. Dukich y Lee y Gollub observaron una correlación negativa alta entre pausa post

² Striking.

³ Este tal vez se debe a que utilizan el tiempo de la tercera respuesta y no la primera respuesta como hizo Palya (1992).

reforzamiento y tasa de carrera y global respectivamente. Gentry et al encontraron la misma correlación baja o negativa entre tasa de carrera o respuestas totales y pausa post reforzamiento, vida cuartilar e índice de curvatura.

Gentry et al (1983) midieron además tiempos entre respuestas que clasificaron en cortos, moderados y pausas largas. Hicieron un análisis factorial con todas las medidas y encontraron que éstas se agruparon en dos factores que llamaron “output” y patrón de respuesta. El primer factor agrupó número de respuestas, tasa de carrera e intervalos entre respuestas cortos y moderados, mientras que el segundo factor agrupó pausas largas, pausa post reforzamiento, vida cuartilar e índice de curvatura. El análisis sostiene que hay dos factores en la ejecución en programas de IF, uno relacionado con medidas de ejecución temporal y otro con medidas de tasa de respuesta. El primer factor podría estar determinado por la duración del IF, o discriminación del tiempo, en tanto que el segundo estaría afectado por otras variables.

Discriminación del Tiempo y Ejecución en Programas de Intervalo Fijo

Para Skinner (1938), el estímulo discriminativo da o establece la ocasión al reforzamiento. Skinner sostenía que cuando el sujeto distingue un momento puntual del estímulo de otro momento puntual de ese estímulo (asociado ambos momentos a diferentes eventos) se puede considerar que existe una discriminación temporal. Cuando se habla del tiempo, se considera que un punto del continuo temporal del estímulo da la ocasión para el reforzamiento y en ese sentido ese punto del continuo temporal es un estímulo discriminativo; en palabras de Skinner:

Por ejemplo, se presenta y se mantiene un tono por algún tiempo. En lo que es relevante para la elicitación de una respuesta, la única importancia de la duración es el efecto sumado resultante. Pero cuando se establece una relación de coincidencia

entre un segundo evento y algún *punto* en el curso de la duración del estímulo, el organismo puede empezar a distinguir entre el estímulo en ese punto y el mismo estímulo en el otro punto reaccionando de manera diferente a los dos de una forma diferente a acumuladamente. En este sentido se usa aquí el término discriminación temporal. (p. 265).⁴

La mayoría de las teorías de estimación temporal se sostienen en la idea que el tiempo funciona como un estímulo discriminativo y en gran medida presentan similitudes formales con otras teorías propuestas para explicar el control por estímulos discretos exteroceptivos. Por ejemplo, SET (Church, 2003; Gibbon, 1977; Gibbon, Church, & Meck, 1984) se enfrenta al problema de determinar qué es el estímulo asumiendo que hay un contador interno del paso del tiempo y que ese contador da lugar a una representación en la memoria de trabajo que se compara a su vez con la memoria a largo plazo de duraciones pasadas reforzadas. Esto es similar a la idea en Psicología cognitiva de que los sujetos en una tarea de discriminación primero perciben el estímulo y lo representan, luego lo comparan con una representación previa en la memoria a largo plazo y en la medida que

⁴ “For example, let a tone be presented and maintained for some time. So far as the elicitation of a response is concerned, the only importance attaching to the prolongation is the resulting summative effect. But when we establish a coincidental relation between a second event and some *point* in the course of the prolonged stimulus, the organism may begin to distinguish between the stimulus momentarily at that point and the same stimulus momentarily at some other point by reacting differently to the two in some other way than cumulatively. This is a temporal discrimination, as the term will be used here.”

ambas representaciones son similares el sujeto responde o no (Blough, 2001; Heinemann, 1983).

Más interesante aún es la similitud formal entre la teoría de discriminación propuesta por Blough (1975) y las teorías conductuales de estimación temporal BeT (Killeen & Fetterman, 1988) y LeT (Machado, 1997; Machado, Malheiro, & Erhagen, 2009). Según LeT y Bet, durante los intervalos de tiempo se suceden estados conductuales que se asocian a la respuesta operante. La asociación entre esos estados y la respuesta operante se actualiza cada vez que se entrega el reforzador (y en algunos procedimientos parece también que en su ausencia). Así la respuesta operante es más probable cuando se activa un estado con una fuerza asociativa alta. La probabilidad de la respuesta depende de ambos factores: el nivel de activación del estado y su fuerza asociativa (Machado, 1997). En el modelo de discriminación de Blough, los estímulos no son conceptualizados como un todo sino como un conjunto de características o elementos. Cada elemento del conjunto se asocia diferencialmente con la respuesta operante siguiendo una regla de actualización similar a la utilizada por Machado. Así se puede explicar que los sujetos responden a estímulos similares pero diferentes al entrenado, ya que la respuesta está asociada (aunque con menor probabilidad) a elementos comunes en ambos estímulos. Para una revisión de la similitud entre procedimientos de discriminación y estimación temporal puede verse Buriticá (En prensa).

En este sentido parece existir alguna similitud en los procesos de discriminación de estímulos exteroceptivos y la discriminación temporal. Sobre la base de esta similitud tiene sentido pensar que las variables que afectan la discriminación en un caso pueden afectar la discriminación en el otro caso. Entre las variables que afectan la discriminación temporal y de estímulos exteroceptivos se incluyen factores motivacionales como el grado de

privación, la magnitud del reforzador, entre otros. De acuerdo con una revisión reciente de Lotfizadeh, Edwards, Redner y Poling (2012), la motivación para responder en una tarea es una variable que afecta el control del estímulo. De acuerdo con los autores, el rango de estímulos que evocan la respuesta es mayor cuando se aumenta el nivel de privación, es decir parece aumentar la generalización del estímulo. También se observa que una mayor motivación para responder produce mayores niveles de respuesta en el estímulo entrenado.

Un ejemplo de lo anterior es el experimento de Thomas y King (1959). Los autores compararon la ejecución de cuatro grupos de palomas. Cada grupo fue entrenado a responder en un programa de Intervalo Variable (IV) 60 s cuando se presentaba una señal visual de 550 nm. Luego midieron el gradiente de generalización usando el método de Guttman y Kalish (1956), siendo que cada grupo tuvo un nivel de privación diferente durante la prueba, 60, 70, 80 y 90% de peso *ad libitum*. Encontraron que a mayor privación la generalización era mayor. En este experimento también se reportan diferencias en la pendiente del gradiente de generalización. Kalish y Haber (1965), en un experimento similar utilizando tres grupos de palomas entrenadas con diferentes niveles de privación, 70, 80 y 90%, esta privación se mantuvo igual durante la prueba, encontraron algo similar, mayores tasas de respuesta en valores del estímulo no entrenados. Boneau y Cole (1967) presentan un resultado similar, mostraron que en una paloma la probabilidad de respuesta a estímulos diferentes al entrenado en una tarea de discriminación fue mayor cuando la paloma estuvo más hambrienta que cuando la prueba se hizo con mayores niveles de saciedad (ver Blough, 2001).

En otro experimento Coate (1964), entrenó a cuatro grupos de ratas a responder en un programa IV 90 s con agua como reforzador cuando se encendía la luz y a no responder cuando la caja estaba oscura. En la prueba utilizó como estímulo diferentes grados de

iluminación, siendo que cada grupo tenía un nivel de privación diferente, 5, 12, 40 y 48 horas de restricción de agua previa a la sesión. Encontró tasas de respuesta más altas en estímulos no entrenados cuando el nivel de privación fue mayor. Sin embargo, si el gradiente de generalización se hacía con la tasa relativa de respuesta los cambios en la privación no parecen generar grandes efectos.

Lotfizadeh et al. (2012) utilizan los términos de operaciones establecedoras u operaciones motivadoras⁵ para referirse a cambios en la privación y el peso de los sujetos, como variables necesarias para que los sujetos respondan en un procedimiento operante, al menos en el caso de sujetos no humanos y en la mayoría de procedimientos. El tema se relaciona con la pregunta acerca de la efectividad del reforzador. Qué se necesita para que el reforzador funcione como tal y, siguiendo la lógica de Lotfizadeh et al., se requiere establecer una operación que haga más probable la ocurrencia de respuestas susceptibles de ser reforzadas. También se puede hablar de este tema usando el término valor del reforzador.

Valor del Reforzador

¿Qué es el valor del reforzador? ¿El valor del reforzador es una característica o propiedad de los reforzadores? El valor del reforzador es un concepto utilizado para describir y/o explicar algunos efectos observados del reforzador. En algunos casos parece una característica del reforzador o es dependiente de un conjunto de condiciones experimentales, por ejemplo contextuales o relativas a otros reforzadores en la situación. De acuerdo con Hursh y Silberberg (2008), históricamente, cuando se habla de valor del reforzador, se hace referencia a su efectividad o fuerza, en términos de qué tantas

⁵ Establishing operations; Motivational operations.

respuestas produce o mantiene. El concepto valor del reforzador ha existido en la literatura sobre investigación del comportamiento desde hace ya varias décadas; por ejemplo Elliot (1930) lo menciona entre los determinantes de la ejecución efectiva en las tareas de laberinto. De acuerdo con Elliot, a mayor valor del reforzador se espera mejor ejecución en la tarea.

El concepto valor del reforzador en la investigación sobre el comportamiento parece usarse en dos sentidos. Por un lado, igual que Hursh y Silberberg (2008), Mazur (2001) entiende el valor del reforzador como la eficacia de un evento (reforzador) para aumentar la probabilidad de respuesta. Por otro lado, el valor del reforzador es similar al concepto económico de utilidad subjetiva; la utilidad se entiende como “una medida abstracta de la satisfacción o de la felicidad que reporta a un consumidor una cesta de bienes” (Mankiw, 2004, p. 284). Variables como magnitud, concentración, duración de acceso, grado de privación y procedimientos como asociar el reforzador con malestar inducido por drogas (p.e. litio), o la pre-exposición a estas (p.e. metanfetamina) afecta la capacidad del reforzador de funcionar como tal y, tal vez, la satisfacción (utilidad) que genera su consumo.

Una forma de determinar el valor del reforzador ha sido establecer una equivalencia entre fuerza de la respuesta y del reforzador: así, entre mayor fuerza de la respuesta se considera que el valor del reforzador es mayor (Hursh & Silberberg, 2008). Por ejemplo, Skinner (1932a, 1932b) midió la tasa de respuesta, de consumo y palanqueo, en ratas privadas de alimento y encontró que la ejecución de los sujetos disminuía de acuerdo con

una curva negativamente acelerada⁶. Lo que estos datos indican es que la fuerza de la respuesta disminuye con el consumo de los reforzadores y el paso del tiempo.

De acuerdo con Hursh y Silberberg (2008), los experimentos de Skinner mostraban un problema con esta forma de establecer el valor del reforzador: la tasa de respuesta dependía del tipo de contingencia programada, no solo del reforzador. Por ejemplo, un programa de razón variable genera una tasa de respuesta mayor que un programa de intervalo variable, con el mismo reforzador e intervalo entre reforzadores (Reynolds, 1975).

Para esos autores, otra forma de medir el valor del reforzador en términos de fuerza de la respuesta es la ley de igualación. Este principio fue propuesto por Herrnstein (1961, 1970) como una forma de mostrar que la tasa de respuesta depende de la tasa relativa de reforzamiento. En la investigación inicial, Herrnstein (1961) utilizó tres palomas expuestas a un programa concurrente de dos intervalos variables y encontró que el porcentaje de respuestas en un componente igualaba el porcentaje de reforzadores obtenidos de ese componente. También mostró que el número de respuestas en cada componente parece función lineal del número de reforzadores obtenido, de acuerdo con la siguiente función:

$$p = ke \tag{1}$$

Donde p es la frecuencia absoluta de respuestas, y e la frecuencia de respuestas de comer; el intercepto de esta función sería cero, k la pendiente. Usando esta función Herrnstein derivó que para dos componentes la tasa relativa debería tomar la siguiente forma:

⁶ De la forma $N = Kt^n$, donde N es igual a las respuestas acumuladas, t el tiempo transcurrido y K y n constantes y n es el parámetro relevante para determinar la forma de la curva. Skinner reporta que este valor se encontraba alrededor de 0.7.

$$\frac{p_1}{p_1 + p_2} = \frac{ke_1}{k(e_1 + e_2)} \quad (2)$$

Esta formulación sería consistente con la afirmación: “la tasa de respuesta es una representación de la fuerza de la respuesta, que es también función lineal de la frecuencia de reforzamiento”⁷ (p. 270). Así Herrnstein justifica medir la fuerza de la respuesta usando programas concurrentes de intervalo variable.

Se han planteado otras propuestas para medir experimentalmente el valor del reforzador, algunas más exitosas que otras. Por ejemplo, Verhave (1963) expuso palomas a un procedimiento de razón fija ajustable en un programa múltiple con dos componentes⁸: un componente era razón fija (RF) 100, y el otro RF 10. El cambio del componente RF 100 al componente RF 10 ocurría cuando el sujeto respondía en una tecla de cambio con razón fija inicial 2 que aumentó dos respuestas cada vez que los sujetos cambiaban de componente. Si el sujeto no respondía en la tecla de cambio por un tiempo determinado (ATC⁹), la razón disminuía dos respuestas. La variable dependiente de interés fue el punto en el que se estabilizaba la razón fija en la palanca de cambio. El autor llamó a esta razón valor de equilibrio y lo consideró un índice de atractivo¹⁰ del cambio. Verhave encontró que los sujetos mantuvieron un valor de RF relativamente estable en la tecla de cambio que dependía del ATC. Por ejemplo, después de 20 reforzadores en la sesión uno, un sujeto

⁷ Rate of responding is a linear measure of response strength, which is itself a linear function of frequency of reinforcement.

⁸ Este procedimiento es similar a los programas concurrentes tipo Findley.

⁹ Allotted Time Criterion.

¹⁰ Seducibility.

mantuvo la RF en la tecla de cambio en un rango de 62 a 68 respuestas, y este rango se mantuvo estable a lo largo de las sesiones observadas.

El valor de equilibrio de Verhave (1963) parece medir la preferencia relativa entre programas de RF, o del esfuerzo necesario para conseguir un reforzador. Así cambiar del programa de RF 100 al de RF 10 sólo es atractivo si el número de respuestas en la tecla de cambio está entre 62 y 68 respuestas. Este valor de equilibrio se hace mayor a medida que aumenta el ATC, lo que indica que el IER también afecta la preferencia por los componentes finales. Esta medida no parece cambiar dependiendo del nivel de saciedad, o privación, aunque no hay una observación sistemática de esto. De acuerdo con Verhave, no hay diferencias debido a la privación porque el reforzador es el mismo, y su valor asociado a la privación cambia en ambos componentes al mismo tiempo.

El procedimiento de Verhave (1963) parece tener en cuenta el efecto de diferentes variables al mismo tiempo, lo cual dificulta determinar cómo afecta cada variable la medida. Por ejemplo, el tiempo criterio para disminuir la razón de cambio (ATC) podría afectar el IER, o la demora de reforzamiento. Además, el incremento en la razón progresiva de la tecla de cambio parece afectar los datos obtenidos en este tipo de procedimientos (ver Cabrera, Robayo-Castro, & Covarrubias, 2010; Stafford & Branch, 1998). Finalmente, las mediciones no parecen sensibles al cambio en la privación lo que en principio parece incongruente con la idea de que el valor del reforzador depende parcialmente de la restricción impuesta sobre éste.

Otros procedimientos tienen una lógica similar al experimento de Verhave, aunque usan menos elementos. Hodós (1961) propuso medir la fuerza del reforzador o su

“atractivo”¹¹ utilizando un programa de razón progresiva. En estos programas, cada vez que el sujeto obtiene un reforzador, el número de respuestas requeridas para obtener el siguiente reforzador aumenta de acuerdo con un criterio fijo (p.e. 1 ó 2 respuestas). Hodson encontró que el punto de quiebre, o el número de respuestas en la que el sujeto abandona la tarea (o deja de conseguir reforzadores), dependía de la concentración del reforzador utilizado (leche condensada dulce diluida en agua). Así, en ratas no privadas, el punto de quiebre fue cercano a 70 cuando la concentración de leche condensada endulzada fue grande y aproximadamente cinco cuando la concentración fue baja o se presentó solo agua. El punto de quiebre aumentó cuando el peso corporal de los sujetos fue menor, cuando la privación fue mayor, y cuando la magnitud del reforzador fue mayor.

El procedimiento de razón progresiva también ha sido utilizado para determinar la fuerza del reforzador cuando se utilizan reforzadores con diferente textura. Cabrera, Robayo-Castro y Covarrubias (2010) intentaron establecer si el amaranto, un tipo de grano común de México y de origen pre-hispánico, y pellets estándar funcionaban igual como reforzador. Encontraron que la pausa post reforzamiento obtenida fue mayor para el amaranto que para los pellets, aunque la tasa de carrera fue igual. El punto de quiebre fue mayor para pellets que para amaranto; esto indicaría que los pellets tienen un valor de reforzador mayor que entregas de amaranto en magnitudes similares. Estas diferencias fueron estadísticamente significativas cuando utilizaron una progresión de 1, y aunque la tendencia se mantuvo usando una progresión de 3, las diferencias no fueron significativas con ese valor de progresión. Esto último sugiere que el criterio de aumento de la razón parece afectar la medición del valor del reforzador como sugieren Hursh y Silberberg

¹¹ Attractiveness.

(2008), lo cual puede ser un problema al usar este procedimiento para medir el valor reforzador.

Hursh y Silberberg (2008) proponen otra forma de establecer el valor del reforzador utilizando herramientas conceptuales y metodológicas de la economía conductual. Ellos definen explícitamente el concepto valor de la siguiente forma:

En términos de como la palabra se usa comúnmente, el “valor” de un bien es la función conjunta de características hedónicas positivas y negativas. Las características positivas en valor son todos los atributos apetitivos que tiene el bien, como sus posibles efectos biológicos positivos en el consumidor. Las características negativas en valor son todos los rasgos del precio que se requieren para conseguir el bien. Por ejemplo, el tiempo o las respuestas que se necesitan para conseguir cada bien¹². (p. 189).

Christensen, Silberberg, Hursh, Huntsberry y Riley (2008) reportan un experimento que sigue esta propuesta. Los autores intentaron establecer el valor del reforzador cuando se usa comida (pellets) y cocaína.

La literatura sobre farmacología muestra que, en algunos casos, la cocaína parece más efectiva como reforzador que la comida, en otros casos se observa lo contrario, incluso usando otras drogas como heroína (Elsmore, Fletcher, Conrad, & Sodetz, 1980).

¹² “In terms of how the word is commonly used, a good’s “value” is a joint function of hedonically positive and negative characteristics. The positive characteristics in value are all the appetitive attributes the good has, such as its positive biological effects on the consumer. The negative characteristics in value are all features of the price charged in its purchase. For example, it could be the time or responses that must be paid for each good.”

Christensen et al. (2008) primero entrenaron ratas Long-Evans a palanquear hasta alcanzar una ejecución estable en un programa RF 10. Luego, las operaron para poder administrarles cocaína intracraneal. Después de la recuperación, repitieron el entrenamiento a la palanca hasta alcanzar estabilidad en RF 10 usando cocaína como reforzador (infusiones de concentración 1 mg/kg). Cada reforzador se presentó asociado a un estímulo particular. En seguida, utilizaron diferentes RF que aumentaron de 3 a 560 en diferentes fases. En cada sesión, presentaban componentes de 15 minutos de manera aleatoria, en los que el reforzador era diferente, a veces pellets de comida o cocaína. Ellos encontraron que el número de reforzadores obtenidos (consumidos) en los componentes con comida era mayor que en los componentes de cocaína en las RF bajas. Cuando utilizaron medidas relativas, encontraron que el consumo de comida se mantuvo constante en diferentes valores de RF en comparación al consumo de cocaína que disminuyó en RF altas. Concluyeron que el valor del reforzador fue mayor para la comida que para la cocaína. En el análisis matemático de los resultados, los autores ajustaron el modelo propuesto por Hursh y Silberberg (2008), que contiene un parámetro que representa el grado de disminución del consumo del reforzador a medida que aumenta la RF. El valor de este parámetro, ya sea que los reforzadores se presenten al tiempo (Experimento 1) o por separado (Experimentos 2 y 3), sugiere que la comida es más valiosa que la cocaína.

Lo que representa el modelo de Hursh y Silberberg (2008) es la sensibilidad del consumo del reforzador al costo-beneficio o, en términos de la economía conductual, la elasticidad de la demanda. Una curva de demanda representa el consumo de un bien dado un precio establecido en el mercado. Por ejemplo, un agente puede consumir 16 unidades de un bien cuando el precio es dos pero consumir solo 12 cuando el precio es cuatro, y consumir cuatro si el precio aumenta a ocho (Figura 2, panel A). En este caso, el consumo

del bien depende del precio, es decir la demanda del bien es elástica. Cuando la demanda del bien no es elástica, el aumento del precio no afecta el consumo del bien; así cambios en el precio no afectan el número de unidades consumidas por el agente (ver panel B Figura 2). Un caso más ajustado a lo que ocurre realmente se ve en el panel C de la Figura 2 donde la relación entre consumo y precio es descrita como una función exponencial simple. De acuerdo con Madden (2000), la demanda es elástica cuando un cambio del precio del bien de 1% produce cambios en el consumo mayores a 1% y es inelástica cuando el cambio de 1% del precio produce cambios en el consumo menores a 1%.

Si el valor del reforzador se entiende como elasticidad de la demanda, entonces la razón de cambio entre precio y consumo puede entenderse como valor del reforzador: entre menor sea esta razón de cambio, mayor es el valor, ya que el sujeto está dispuesto a pagar un precio alto para mantener el consumo del bien. En una función lineal, esta razón de cambio es la pendiente de la recta. Lo que realmente se observa en este tipo de situaciones es un cambio gradual no necesariamente lineal, por lo que medir el valor del reforzador en estas funciones curvas plantea ciertos retos. El problema de medir el valor del reforzador en términos de la elasticidad de la demanda es que este valor cambia a lo largo de la curva consumo – precio. Es decir, la razón de cambio para diferentes puntos es diferente, por lo que no se puede asignar un valor único al reforzador; porque de hecho en cada punto hay una representación diferente de valor. La alternativa utilizada por Hursh y Silberberg (2008) es, como mencionaba, un modelo con un parámetro que representa la elasticidad del reforzador para toda la curva. Ese parámetro es la representación del valor “esencial” del reforzador.

El modelo de Hursh y Silberberg (2008) no es el único planteado para medir el valor del reforzador. Reilly (2003) utiliza una derivación de un modelo general desarrollado por

Killeen (1994), que intenta dar cuenta de la ejecución de los organismos en función de componentes motores, de memoria y motivacionales en diferentes programas de reforzamiento. Reilly (2003), usando ratas macho Sprague Dawley, intentó establecer los efectos que tiene la d-Anfetamina en la ejecución en programas de reforzamiento, y especialmente si estos efectos pueden atribuirse a cambios en componentes motores, cognitivos o asociados al valor del reforzador (motivacionales). Para ello, primero estableció que su método daba cuenta de cambios en el valor del reforzador mientras mantenía constante otras variables relevantes. El procedimiento utilizado fue un programa múltiple de cinco componentes de RF, cuyos valores iban de 5 a 150. Utilizó diferentes magnitudes de reforzador (1 y 3 pellets), diferentes tipos de pellets (azúcar, 50/50 azúcar-concentrado, concentrado), y diferentes concentraciones de d-Anfetamina.

Al ajustar el modelo, Reilly (2003) encontró que el parámetro que representa el valor del reforzador fue mayor cuando entregó más pellets, cuando entregó azúcar, una mezcla de pellets de azúcar y concentrado y finalmente pellets de concentrado. La d-Anfetamina no parece tener un efecto en concentraciones bajas, pero parece disminuir el valor del reforzador en concentraciones altas. En el modelo utilizado por Reilly, el parámetro representa la cantidad de conducta que sostiene el reforzador; en alguna medida es similar al parámetro del modelo de Hursh y Silberberg (2008), ya que parece representar qué tanto el sujeto sigue respondiendo a medida que aumenta la RF, es decir qué tanto el organismo defiende el consumo del reforzador cuando la RF (el precio) aumenta.

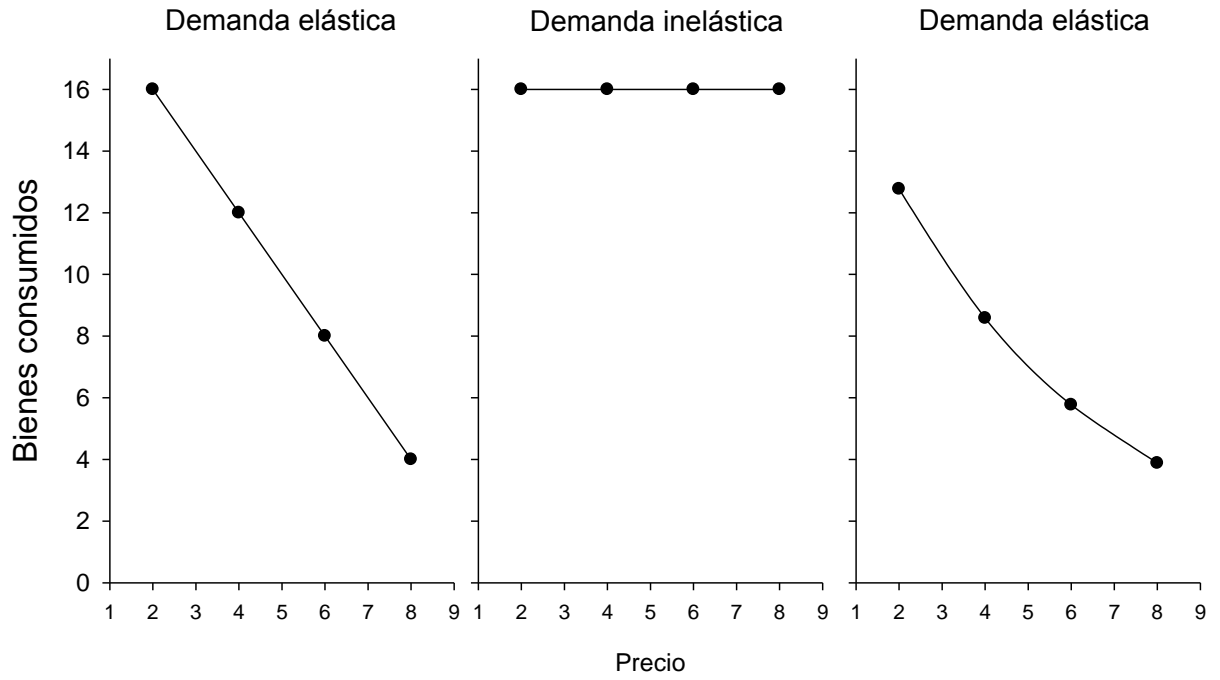


Figura 2. Ejemplos de curvas de demanda.

Hasta ahora he mencionado que el valor del reforzador se asocia a la idea de eficacia del reforzador, y presentado algunas formas que se han propuesto para medir esta eficacia. Entre estas formas de medir el valor están la tasa de respuesta o consumo del reforzador, los puntos de quiebre en programas de razón progresiva, la ley de igualación y diferentes modelos matemáticos en los que un parámetro representa la resistencia del sujeto por mantener el consumo del reforzador. Sin embargo, el término eficacia del reforzador es un poco vago, y para aclararlo un poco, puede ser útil introducir la distinción entre constructo hipotético y variable interviniente. Esta distinción nos permite analizar ejemplos en los que el concepto de valor del reforzador ha sido utilizado como descripción y/o explicación de experimentos y resultados aún cuando no se mide directamente.

Valor del reforzador como constructo hipotético

Existe literatura que utiliza el concepto de valor de reforzador como constructo hipotético en el sentido de ser algo que existe más allá del nivel de observación que se está utilizando (MacCorquodale & Meehl, 1948). Esta definición sugiere que el valor del reforzador existe en alguna medida como algo más allá de los procedimientos que se utilizan, por ejemplo cuando se habla de la satisfacción que genera el consumo de un bien, o de la representación neural del reforzador. Un caso de este tipo se observa en Sugrue, Corrado y Newsome (2004) quienes sostienen que el “valor [del reforzador] es un concepto en si mismo subjetivo. Para estudiar el valor [del reforzador] es necesario primero operacionalizarlo en términos de las variables que pueden ser observadas directamente”¹³ (p. 1786). De acuerdo con Sugrue et al., los determinantes observables del valor son características del reforzador como su magnitud y su frecuencia.

¹³ Value is an inherently subjective concept. To study value, it is necessary to first operationalize it in terms of variables that can be directly observed.

Otro caso del valor del reforzador como constructo hipotético es Rangel, Camerer y Montague (2008) quienes propusieron como parte de su modelo neurobiológico de elección que hay sistemas neurológicos de representación del valor del reforzador. Un ejemplo de cómo este razonamiento puede llevarse a la investigación experimental son estudios como el de Chib, Rangel, Shimojo y O'Doherty (2009) quienes sugieren que bienes de diferentes tipos son representados en el cerebro en áreas similares, como si existiera una “moneda”¹⁴ común que representa el valor y puede ser utilizada para comparar diferentes bienes y así elegir uno.

Chib et al. (2009), en dos experimentos con participantes humanos, primero establecieron un precio para diferentes bienes a través de una subasta. Luego, mientras hacían una imagen por resonancia magnética funcional (fMRI), presentaron a los sujetos dos alternativas de elección: el precio promedio de los bienes de la subasta (o un ítem equivalente a ese precio) y otros bienes seleccionados al azar entre el conjunto de bienes subastados. Luego asociaron la disposición a pagar por un ítem con la activación de áreas del cerebro, y encontraron que esta activación es alta en el mismo conjunto de áreas, la corteza prefrontal ventromedial, para los diferentes ítems presentados. Estos resultados sugieren que la corteza prefrontal ventromedial codifica un valor común de las diferentes categorías de bienes que los participantes eligen en el experimento.

En esta literatura, existe controversia sobre qué áreas del cerebro pueden asociarse a la representación del reforzador (Gallagher, McMahan, & Schoenbaum, 1999) o si diferentes tipos de valoración ocurren en la misma área (Montague & Berns, 2002). En todo caso, la idea del valor del reforzador como una representación fisiológica es bastante utilizada y parece generar hipótesis y datos interesantes (ver Montague & Berns, 2002; Padoa-Schioppa & Assad, 2008; Sugrue et al., 2004).

¹⁴ Currency.

El valor del reforzador como variable interviniente

Existen otras definiciones o usos del concepto que son similares al de variable interviniente en el sentido propuesto por MacCorquodale y Meehl (1948), aunque los autores que las utilizan no hacen explícitamente el trabajo de vincular diferentes variables dependientes e independientes, por lo que tal vez en un sentido estricto no se puede hablar de variables intervinientes en esos casos. Sin embargo vale la pena mencionarlas para ampliar la perspectiva y generalidad del presente trabajo.

El valor del reforzador se ha utilizado como etiqueta para agrupar procedimientos que disminuyen o aumentan la tasa de respuesta, y en algún sentido como constructo para explicar resultados (preferencia o tasa de respuesta) sin ser objeto directo de medición. Voy a presentar a continuación tres casos, uno asociado a la investigación sobre aprendizaje asociativo en procedimientos pavlovianos y dos en procedimientos instrumentales.

Holland y Rescorla (1975) intentaron establecer si la devaluación del estímulo incondicionado (reforzador) afectaba la respuesta condicionada a estímulos condicionados de primer y segundo orden. Utilizaron un diseño de comparación entre grupos. Primero todos los sujetos fueron expuestos al apareamiento EC (luz) - comida. Luego dos grupos fueron entrenados en EC (tono) – comida y otros dos en EC (luz) – EC de segundo orden (tono). Entonces, un grupo que solo recibió entrenamiento EC- comida y otro que recibió entrenamiento EC-EC de segundo orden, recibieron apareamiento entre el reforzador y malestar inducido por poner a los sujetos en una plataforma giratoria; los otros dos grupos solo fueron expuestos a la plataforma giratoria. Finalmente probaron en extinción la respuesta al tono, que en unos casos es EC y en otros es EC de segundo orden. Los resultados mostraron que el grupo entrenado con el tono como EC y la comida asociada al malestar tuvo tasas menores que los otros grupos. En el segundo estudio que reportan, en

lugar de parear el EC con malestar disminuyen la privación del reforzador y observan resultados similares. Estos resultados sugieren que el tratamiento de devaluación (entrenamiento reforzador - malestar, o disminución de la privación) solo fue efectivo en el condicionamiento de primer orden.

La idea que defienden Holland y Rescorla (1975) es que el condicionamiento de primer orden crea una asociación entre EC y una representación del reforzador. La representación del reforzador incluye una evaluación¹⁵ o valoración, que probablemente tiene en cuenta sus características apetitivas y aversivas. En el caso del condicionamiento de segundo orden, la asociación no incluye la representación del reforzador, por lo que cambios en las características de éste no afectan la tasa de respuesta evocada por el EC de segundo orden. Durante la prueba, luego del tratamiento de devaluación (asociación con malestar o disminución de la privación), la tasa de respuesta evocada por el EC disminuye ya que el valor del reforzador, su representación de características positivas, disminuye con la devaluación.

En un experimento similar en condicionamiento instrumental, Balleine y Dickinson (1991) intentaron mostrar que el efecto de devaluación del reforzador por asociación con cloruro de litio (LiCl) se debe a la experiencia con los efectos anticipatorios negativos de la exposición al reforzador. Es decir, para que se observe una reducción en la tasa de respuesta como consecuencia de asociar el reforzador con LiCl, los sujetos tienen que experimentar los efectos negativos anticipatorios del consumo del reforzador. En este caso, el sabor del reforzador está asociado a la toxicosis provocada por LiCl y el consumo del reforzador parece producir reacciones “emocionales” negativas que reducen su valor.

¹⁵ Evaluation (p. 356).

Primero, entrenaron la respuesta a la palanca en ratas macho adultas Lister hooded usando programas de Intervalo Aleatorio. Luego, la respuesta a la palanca fue reforzada con agua azucarada en un programa de razón progresiva 1 hasta llegar a nueve reforzadores y a partir de ahí en un programa de razón aleatoria 10 con un tope máximo de 20 respuestas. Luego dos grupos experimentales fueron inyectados con LiCl intra-peritonealmente. Uno de estos grupos fue expuesto nuevamente al agua azucarada. En las pruebas en extinción, se observó que el grupo re-expuesto al agua azucarada mostró una menor tasa de respuesta comparada a los grupos control que recibieron LiCl pero que no fueron re-expuestos al agua azucarada o a los grupos que no recibieron LiCl. En este caso, la devaluación del reforzador sólo se observó en el grupo intoxicado que experimentó de nuevo el reforzador. Los autores sugieren que el efecto de devaluación se da después de que el sujeto aprende que el reforzador produce respuestas emocionales negativas o de expectativa de la toxicosis producida por el LiCl.

En este tipo de procedimientos, no solo se ha devaluado el reforzador, sino que también se ha aumentado su valor. Nordquist et al. (2007) intentaron encontrar evidencia sobre dos hipótesis del origen de la dependencia abusiva de drogas. Una de estas hipótesis sostiene que la exposición a drogas como la d-Anfetamina aumenta el valor de incentivo del reforzador. Según esta hipótesis, el consumo de d-Anfetamina sensibiliza al sujeto al reforzador, aumentando su motivación (medida en tasa de respuestas) para conseguirlo. En un experimento, Nordquist et al. compararon la ejecución de dos grupos de ratas en programas de Razón Aleatoria. Primero inyectaron intra-peritonealmente al grupo experimental (ratas macho Wistar) una solución con d-Anfetamina (2.5 ml/kg) por cinco días, y al grupo control una solución de salina (0.5 ml/kg). Luego de dos semanas de finalizado el tratamiento con d-Anfetamina, entrenaron palanqueo en un programa de

reforzamiento continuo, utilizando pellets de sacarosa, y luego disminuyeron la probabilidad de reforzamiento de la respuesta hasta llegar a 0.05, que sería el valor final utilizado para la comparación. Los resultados muestran que la tasa de respuesta del grupo experimental fue significativamente mayor que la del grupo control para los primeros diez minutos de la sesión, el resultado se mantuvo en toda la sesión, pero la variabilidad al final aumentó, lo que oscurece el resultado. Nordquist et al asumen que las manipulaciones que realizan afectan la capacidad del reforzador de evocar la respuesta.

En los procedimientos pavlovianos (Holland & Rescorla, 1975) e instrumentales (Balleine & Dickinson, 1991; Nordquist et al., 2007), se considera que el valor del reforzador cambia cuando disminuye o aumenta la tasa de respuesta en comparación a condiciones control. La variable interviniente está anclada a dos cosas, a variables independientes (los procedimientos) y variables dependientes (la tasa de respuesta). Para Holland y Rescorla, el malestar inducido en la rueda y la disminución de la privación devalúan el reforzador ya que generan una disminución de la tasa de respuesta en extinción. En el caso de Balleine y Dickinson, la devaluación (el cambio en la variable interviniente) ocurre cuando los sujetos son expuestos a dos procedimientos: inyección de LiCl y re-exposición al agua azucarada, lo cual no ocurre cuando sólo uno de los procedimientos es presentado a las ratas, y se mide como una disminución de la tasa de respuesta en extinción. Para Nordquist et al, la pre-exposición a d-Anfetamina aumenta el valor del reforzador por lo que el grupo de sujetos pre-expuesto tiene una tasa de respuesta mayor comparada con el grupo control. La idea de valor de reforzador resume los efectos combinados de diferentes procedimientos experimentales y en ese sentido parece actuar como variable interviniente (MacCorquodale & Meehl, 1948; Zuriff, 1985). Otra variable que ha sido incluida en este tipo de razonamiento y que no he mencionado hasta ahora es la demora del reforzador.

La definición más estricta de valor de reforzador como variable interviniente que existe en la literatura es probablemente la de Baum y Rachlin (1969). Estos autores introducen en la ley de igualación la idea de que la relación se establece entre el valor del reforzador y la tasa de respuesta (o el tiempo relativo que el sujeto gasta/está en cada opción). Para Baum y Rachlin, el valor del reforzador es una variable interviniente que resume el efecto de diferentes variables. Lo primero que hacen Baum y Rachlin es mostrar que la ley de igualación aplica a medidas continuas de respuesta (duración) y no sólo a medidas discretas (p.e. frecuencia de picoteos). Habiendo hecho esto, presentan las siguientes generalizaciones en las que afirman que el tiempo en cada opción (T) iguala ciertas características del reforzamiento: su frecuencia (r), magnitud (a), e inmediatez (i), esta última es el recíproco de la demora:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{r_1}{r_2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{i_1}{i_2}$$

Esto puede resumirse de la siguiente forma, y generalizarse para incluir más características del reforzador, que se denotan como x :

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{r_1 a_1 i_1}{r_2 a_2 i_2}$$

$$\frac{T_1}{T_2} = \prod_{j=1}^n \frac{x_{1j}}{x_{2j}}$$

Entonces los autores definen el valor de una opción de la siguiente forma:

$$V_1 = \prod_{j=1}^n x_{1j}$$

Explícitamente, el valor es el producto de características del reforzador como su frecuencia, magnitud o inmediatez, y de otras características que pudieran agregarse empíricamente.

Siguiendo la definición, Baum y Rachlin (1969) deducen:

$$\frac{T_1}{T_2} = \frac{V_1}{V_2} \quad (3)$$

Esto quiere decir que el tiempo asignado a una opción iguala el valor de las acciones realizadas en esa opción.

Un ejemplo de cómo este razonamiento puede ser utilizado es el trabajo de Orduña, Valencia-Torres, Cruz y Bouzas (2013). Ellos usaron ratas como sujetos en programas múltiples encadenados IV – TF o IF; el último link funcionaba como demoras de reforzamiento para el programa IV. Cada componente tenía programada una magnitud de reforzamiento diferente. Los autores presentan la siguiente formulación de la ley de igualación:

$$\frac{B_1}{B_2} = k \left(\frac{R_1}{R_2} \right)^s \quad (4)$$

Donde k y s son el sesgo y la sensibilidad al reforzador respectivamente, ambos factores dependen de la situación de elección pero no de la tasa de reforzamiento (R_1 / R_2). Una ventaja, entre otras, de esta expresión es que puede expresarse de manera logarítmica de manera que ambos parámetros son fáciles de estimar usando una regresión lineal simple:

$$\log \left(\frac{B_1}{B_2} \right) = s \log \left(\frac{R_1}{R_2} \right) + \log k \quad (5)$$

Si se tiene presente la ecuación 3 y el hecho de que esta resume los efectos de la demora, la magnitud y la frecuencia se puede extender la ecuación 5 para incluir esos elementos, y de

esa manera establecer la sensibilidad a la demora y la magnitud, esa expresión se vería de la siguiente forma:

$$\log\left(\frac{B_1}{B_2}\right) = sr \log\left(\frac{R_1}{R_2}\right) + sd \log\left(\frac{1/D_1}{1/D_2}\right) + sm \log\left(\frac{M_1}{M_2}\right) + \log k \quad (6)$$

Aquí sr , sd , y sm son parámetros que indican la sensibilidad a la tasa de reforzamiento, a la demora (inmediatez) y a la magnitud. De acuerdo con los autores de esta forma se puede integrar en un solo índice de valor las diferentes características del reforzador, también implica que cada característica es independiente de las otras.

Los resultados muestran que la sensibilidad a la demora es dependiente de la magnitud del reforzador, la demora tiene mayor efecto cuando se presenta en una magnitud grande que cuando se presenta en una magnitud pequeña. Para determinar esto Orduña et al (2013) calcularon la sensibilidad a la demora en componentes con diferentes magnitudes de reforzamiento (1 vs. 4 pellets) y encontraron que esta era mayor en el componente con mayor reforzamiento. Esto sugiere que la suposición inicial multiplicativa entre los componentes que determinan el valor no se cumple en todos los casos; algo similar también ha sido reportado con palomas (Ong & White, 2004). La formulación necesita ser revisada para incluir estos efectos de interacción entre magnitud y demora. Sin embargo, esta interacción parece justificar el uso del valor del reforzador como variable interviniente ya que el efecto no puede describirse en términos únicamente de la demora o de la magnitud.

Una de las limitaciones de usar la ley de igualación para escalar el valor del reforzador parece ser que no tiene en cuenta el efecto del precio y el ingreso sobre la preferencia (Hursh & Silberberg, 2008). Es decir, niveles diferentes de ingreso (p.e. oportunidades para conseguir el reforzador) o el precio de los bienes (reforzadores) parece cambiar la preferencia por ellos, afectando su valor en esa medida, y este hecho, de acuerdo

con Hursh y Silberberg (2008), no parece tener cabida en alguna formulación de la ley de igualación.

Valor y demora del reforzador

De acuerdo con Lattal (2010), Thorndike resume en la ley del efecto los principales antecedentes históricos del estudio experimental de la demora del reforzamiento. La ley sostiene que:

[D]e 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 respuesta¹⁶ (Lattal, 2010; pp. 136 -137).

Es decir, la efectividad del reforzador disminuye a medida que se aleja temporalmente la respuesta del reforzador y se rompe la contigüidad respuesta - consecuencia.

Una explicación de la disminución de la efectividad del reforzamiento demorado puede ser la disminución de la tasa global de reforzamiento. Cuando se introduce la demora del reforzador en un período dado de tiempo, la tasa de reforzamiento disminuye en comparación al mismo periodo de tiempo sin demora en el reforzador, y si la tasa de respuesta es dependiente de la tasa de reforzamiento, una disminución en ésta produciría una disminución en la tasa de respuesta. Un argumento similar es presentado por Gallistel

¹⁶ [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).

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 y en esa medida cambia la tasa de respuesta.

Aunque la disminución de la tasa global de reforzamiento podría dar cuenta de los resultados obtenidos cuando se introduce una demora en el reforzamiento, Lattal (2010) sostiene 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 IV - Tiempo Fijo (TF) encontraron disminución de la tasa de respuesta cuando la demora fue mayor a 3 s en comparación a programas IV con tiempos entre reforzamiento similares a los producidos por el programa tándem (p.e. tándem [IV 60] [TF10] vs. IV 70). En los programas tándem, se puede decir que el efecto se debe a la ausencia de contigüidad entre respuesta y reforzador, ya que en la condición control se mantiene el intervalo entre reforzadores programado y se obtiene una tasa de respuesta mayor.

La demora del reforzador, o la inmediatez de la entrega, es una característica que afecta el valor del reforzador entendido desde la ley de igualación (ver Baum & Rachlin, 1969). Chung y Herrnstein (1967) demostraron esto usando palomas y programas concurrentes con dos opciones. Una opción tenía una demora constante entre fases (0, 8 ó 16 s a diferentes sujetos). En la otra opción, las demoras cambiaron entre fases y estuvieron en un rango de 1 - 30 s. Los sujetos mostraron tasas relativas de respuesta altas en los componentes con demora corta y bajas en la demora larga. Los sujetos igualaron la proporción de respuestas a la proporción de inmediatez con la que se entregó el reforzador: mayor inmediatez, mayor tasa de

respuesta. Baum y Rachlin (1969) se basaron en esta evidencia para afirmar que existe una relación inversamente proporcional entre valor y demora (ver ecuación 3).

Otro conjunto de investigaciones que ha tratado el tema de la demora del reforzador asociado a la idea de valor del reforzador es el descuento temporal (Madden & Johnson, 2010). En la investigación sobre descuento temporal, no se mide el valor del reforzador, se asume que este valor disminuye a medida que se demora la entrega del reforzador. Hay varios procedimientos desde esta perspectiva que han sido utilizados para investigar el valor del reforzador, la mayoría de los cuales busca establecer equivalencias entre alternativas demoradas y alternativas de menor magnitud entregadas inmediatamente (para una revisión de estos procedimientos ver Madden & Johnson, 2010).

Uno de los procedimientos empleados para investigar el descuento temporal intenta establecer la equivalencia en valor entre una alternativa de reforzador grande demorada y una pequeña inmediata. Mazur (1987) encontró que hay demoras en la alternativa grande que el animal prefiere con igual frecuencia que una cantidad pequeña pero inmediata. Mazur presentó a palomas dos opciones de reforzamiento en ensayos discretos, una 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 aumentó un segundo si era elegida en los dos ensayos libres, y disminuyó un segundo si se elegía la PDF, o se mantuvo igual si se elegían ambas opciones (una y una). Entre fases, la opción PDF tenía una demora diferente, lo que permitió hacer varias equivalencias con el valor de la alternativa GDA.

Los puntos de indiferencia obtenidos por Mazur (1987), o los valores de la demora GDA en los que ambas opciones eran preferidas con igual frecuencia parecen ajustarse al siguiente modelo:

$$V = \frac{A}{(1 + kD)} \quad (7)$$

Donde V es el valor del reforzador, A su magnitud, D su demora y k una constante que representa el cambio en la curva cuando la demora aumenta. 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, o que se produzca una indeterminación, que sería consecuencia de una ecuación recíproca simple, por ejemplo: $V = A / kD$.

Aunque la Ecuación 4 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. Myerson y Green proponen lo siguiente:

$$V = \frac{A}{(1 + kD)^s} \quad (8)$$

Los autores afirman 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.

La introducción de la demora del reforzador tiene varios efectos: disminuye la tasa de respuesta en procedimientos de operante libre (Sizemore & Lattal, 1977, 1978), disminuye la tasa relativa de respuesta y la preferencia por el componente en programas concurrentes (Chung & Herrnstein, 1967), y disminuye la preferencia por reforzadores de magnitud grande en procedimientos de ensayos discretos (Madden & Johnson, 2010; Mazur, 1987). En esta medida, la introducción de demoras parece tener efectos similares a

otros procedimientos mencionados antes que disminuyen el valor del reforzador, lo cual sugiere que la demora en sí misma es una forma de disminuir su valor.

Consideraciones finales sobre el valor del reforzador

De acuerdo con MacCorquordale y Meehl (1948) variables intervinientes como la fuerza del hábito¹⁷ propuesta por Hull solo pueden calificarse en términos de conveniencia. En la medida en que son el resumen de un hecho empírico, la relación entre variables dependientes e independientes, no tiene sentido considerarlas no científicas, a menos que se nieguen los hechos que están resumidos en la variable. Sin embargo, cabe la pregunta de qué tan conveniente es usar estas variables intervinientes. El siguiente razonamiento parece válido: si estas variables intervinientes sólo resumen el efecto de un conjunto de variables ¿no sería lo mismo simplemente sostener que x variable tuvo un efecto similar al de y variable?

Para Zuriff (1985), una razón para utilizar variables intervinientes es su utilidad como herramienta para deducir efectos de la manipulación de variables similares en diferentes procedimientos experimentales. Por ejemplo, suponiendo que el grado de privación genera cambios en el valor del reforzador, se puede decir que el reforzador es más valioso cuando la privación se hace más aguda. Si se considera que la demora en la entrega del reforzador también afecta su valor, se esperaría que la introducción de la demora genere un efecto similar al de disminuir el grado de privación del sujeto y viceversa. En este caso el valor del reforzador funciona como puente conceptual entre los dos procedimientos y permite dos cosas: hacer predicciones sobre los efectos de la variable en un procedimiento en el cual no se ha utilizado anteriormente, y utilizar explicaciones propuestas en un caso para todos los casos.

¹⁷ Habit strength.

Por ejemplo, si suponemos que la demora genera reforzamiento de otras conductas diferentes a la conducta objetivo (Schaal, Shahan, Kovera, & Reilly, 1998), podemos suponer que lo mismo ocurre en el caso de la disminución de la privación o el cambio en la concentración de azúcar. Luego de hacer esto podemos buscar en los datos formas de probar esta explicación o pensar experimentos que nos permitan determinar esto.

En resumen, las variables intervinientes, en este caso el valor del reforzador, permiten hacer varias cosas: 1. Resumir sintéticamente los efectos de varios procedimientos. 2. Hacer predicciones sobre el efecto de las variables independientes en nuevos procedimientos y 3. Sugerir análisis y experimentos posibles. En la siguiente sección voy a revisar que se ha reportado en la literatura sobre ejecución en programas IF y diferentes formas de modificar el valor del reforzador.

Valor del Reforzador y Ejecución en Programas de Intervalo Fijo

Recientemente, se ha investigado el efecto del valor del reforzador en la ejecución en procedimientos de estimación temporal, como el procedimiento de pico y el de bisección temporal. En estos procedimientos, se prueba explícitamente la idea del tiempo como un estímulo discriminativo (Buriticá, En prensa). Los resultados parecen sugerir que reforzadores de valor alto hacen que los sujetos respondan en la situación como si los estímulos fueran más cortos de lo que en realidad son y reforzadores de bajo valor les hacen responder como si la duración del estímulo fuera mayor a la que es en realidad; para una revisión de esta literatura puede verse Buriticá (2011) y Galtress, Marshall y Kirkpatrick (2012).

La ejecución en programas de IF está en el rango de eventos que puede describirse con las teorías tradicionales de estimación temporal (Gibbon, 1977; Machado et al., 2009), por lo que tiene sentido pensar que la ejecución en programas de IF se pueda afectar por las

mismas variables que afectan otros procedimientos de estimación temporal. Esto implicaría que a menores valores del reforzador, se espera que los sujetos empiecen a responder después en el intervalo, comparado con valores mayores de reforzamiento. Si la disminución del valor hace que el sujeto responda como si la duración del estímulo fuera mayor a la que es en realidad, el sujeto respondería como si fuera un IF más largo. Por tanto, debería haber pausas más largas. A continuación voy a presentar algunas investigaciones donde se ha manipulado alguna característica del valor del reforzador en programas de IF. Un resumen de estos hallazgos puede verse en la Tabla 1.

Weiss y Moore (1956) utilizaron 16 ratas macho con experiencia en cajas de Skinner. Cada sujeto recibió 250 min de experiencia, en varias sesiones, en un IF 180 s y luego fue asignado aleatoriamente a un grupo; no se reportó el nivel de privación en esta primera fase. En la fase experimental, un grupo tuvo una privación de 5 horas antes de la sesión y el otro tuvo 22 horas; esta fase se mantuvo por 150 min, de los cuales se analizaron los últimos cinco intervalos. La tasa de respuesta fue mayor en el nivel de privación de 22 horas, pero no hubo diferencias en el gradiente de respuestas durante el intervalo. Los autores sugieren que el nivel de privación afectó la tasa de respuesta pero no la discriminación temporal. En ese análisis, utilizaron un análisis de varianza de datos agrupados, que tenía como factores el grupo y el segmento (bin) y probaron además la interacción grupo x segmento. Encontraron diferencias en el segmento, en el grupo, pero no en la interacción grupo x segmento.

Stebbins, Mead y Martin (1959) investigaron el efecto de la concentración de azúcar en la ejecución en programas de IF. El pre-entrenamiento consistió de una sesión con reforzamiento continuo. La primera fase experimental duró 10 sesiones de dos horas cada una y una concentración de 12.7% de azúcar comercial diluido en agua. Las siguientes

fases, cada una con su propia concentración, 32%, 5%, y 50%, duraron 2 sesiones.

Finalmente se repitió la condición con 12.7% para determinar algún efecto de la experiencia con la tarea. La tasa de respuesta fue mayor en las concentraciones mayores, aunque también aumentó la tasa con la experiencia en la tarea. La tasa de carrera puede inferirse de los registros acumulativos y parece menor cuando se usan concentraciones bajas. Los autores no reportan cambios en la pausa post reforzamiento u otra medida de estimación temporal, pero muestran el porcentaje de respuestas por segmentos en dos concentraciones: 5% y 32%. Se observa que las respuestas están concentradas al final del intervalo en la condición de 5% y que están más distribuidas en los segmentos en la condición de 32%, lo cual sugiere que tanto la pausa post reforzamiento como la vida cuartilar son mayores en las condiciones de concentración baja.

Staddon (1970) investigó el efecto de la magnitud del reforzador usando diferentes duraciones de acceso al comedero. Usó tres palomas y un IF 60 s. El pre-entrenamiento se hizo en 48 sesiones con reforzamiento de duración 3.3 s de acceso a grano. Luego realizó 12 sesiones experimentales, dividió la sesión en ocho bloques de cinco intervalos, cada bloque con una duración de reforzamiento distinta: 1.3, 2.4, 3.5, 5.7, y 9 s. Staddon encontró que en promedio la pausa post reforzamiento fue mayor cuando la duración del reforzamiento fue mayor en el ensayo anterior. Es decir que magnitudes grandes se asociaron a duraciones largas de la pausa. Los resultados individuales parecen mostrar un resultado menos consistente. Sólo para el sujeto 95 la pausa fue sustancialmente mayor en la condición de mayor reforzamiento (9 s); para el sujeto 56 la pausa fue menor en la duración de 1.3 s pero en el resto la pausa fue constante; para 96 la pausa fue relativamente constante en las diferentes duraciones. La manipulación de la duración probablemente aumentó el IER programado, así cuando la duración fue 9 s el IER programado fue cercano

a 70 s por lo que se esperaría en este caso que la pausa post reforzamiento fuera más larga que en las otras condiciones, que es lo que se observó en el sujeto 95 y ligeramente en el 56. Este aumento del IER programado podría dar cuenta de la disminución de la tasa en las duraciones de reforzamiento largas.

Usando tres ratas en IF 60 s y diferentes concentraciones de leche condensada, Lowe, Davey y Harzem (1974, Experimento 1) reportaron un resultado similar al de Staddon (1970). Los sujetos tenían experiencia con programas de IF iniciados con una respuesta (ver Fox & Kyonka, 2013). Antes de las sesiones experimentales los sujetos tuvieron 40 sesiones diarias de una hora con una concentración de 30% y un IF 60 s. La fase de prueba consistió en ocho sesiones en las que se presentaban cuatro concentraciones diferentes (10%, 30%, 50%, y 70%) por seis ensayos consecutivos; cada bloque de concentraciones se presentó de manera aleatoria con el mismo IF 60 s. La pausa post reforzamiento aumentó así como la tasa de carrera en las concentraciones altas, la tasa global se mantuvo constante y disminuyó ligeramente en la concentración más alta.

En la Figura 3, se muestra los gráficos de caja y bigotes de la pausa post reforzamiento del Experimento 1 de Lowe, Davey y Harzem (1974). Como reportan los autores, la media de la pausa es mayor en las concentraciones más altas. La dispersión de los datos se mantiene constante en el sujeto 123, es menor en la última condición en 122 y disminuye con el aumento de la concentración en 124, aunque en la concentración de 70% es mayor nuevamente. El total de ensayos representados en cada caja es de 48 intervalos.

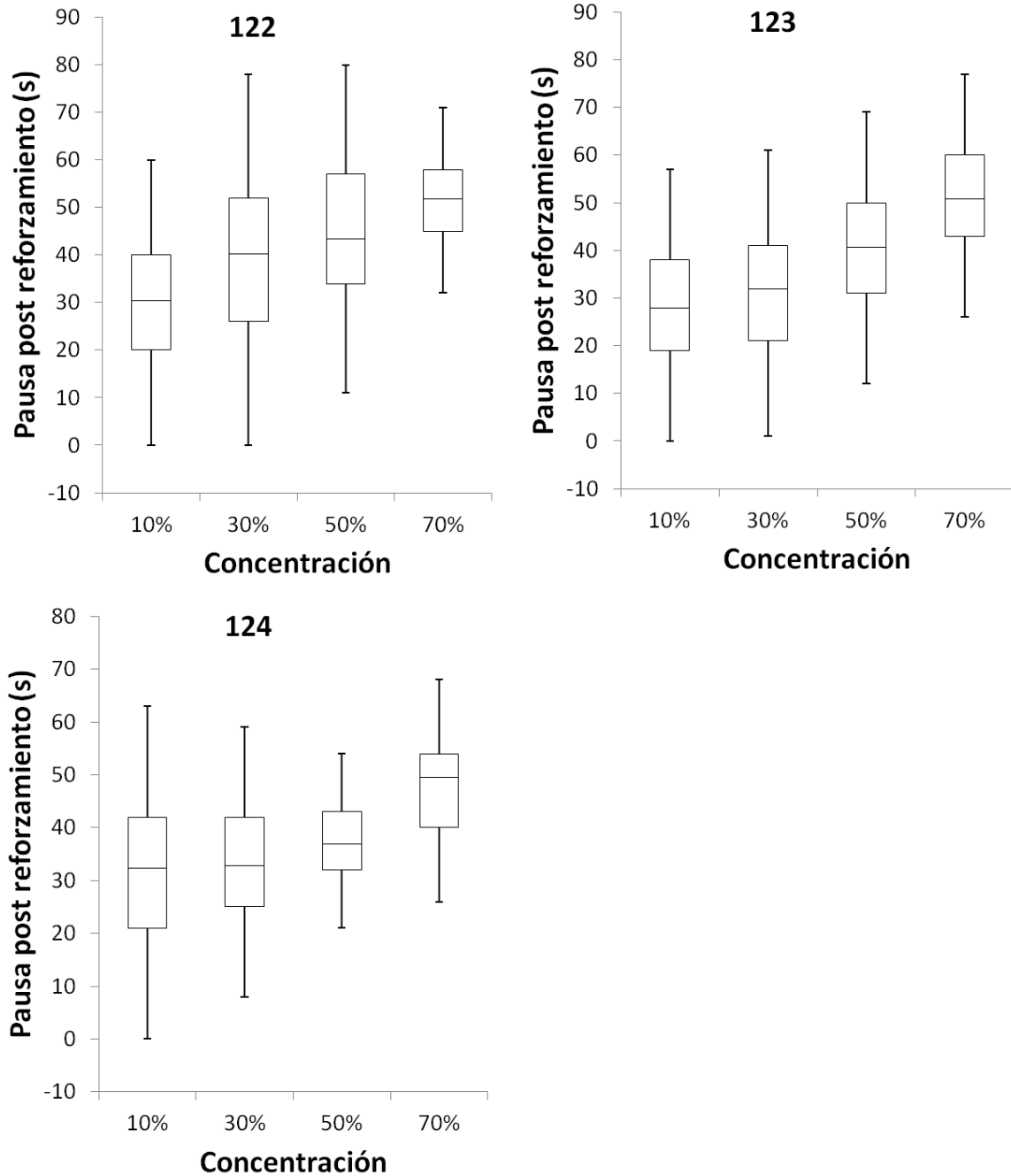


Figura 3. Gráficas de caja y bigotes para cada sujeto en cada condición experimental; los datos fueron tomados de la Tablas 1 y 2 Lowe, Davey y Harzem (1974). Los bigotes son igual a $1.5 \times$ Rango Inter Cuartil ($RIC = \text{cuartil } 75 - \text{cuartil } 25$). La caja inicia en el cuartil 25 y va hasta el cuartil 75. La línea vertical en el medio de la caja es el promedio de la medida.

También hay experimentos en los que se ha investigado el efecto de la demora en programas de IF. Skinner (1938) entrenó doce ratas en un programa de IF 5 minutos por dos sesiones y luego durante tres sesiones introdujo una demora no señalada no reinicial en la entrega del reforzador de 2, 4, 6 y 8 s a 4 grupos (n=3). Finalmente, regresó a la línea base por dos días. Encontró que el promedio de la tasa de respuesta de cada grupo disminuyó al menos 10% con relación a la línea base. La tasa de respuesta fue menor en las condiciones de demoras más largas. Luego de retirar la demora la tasa regresó al nivel inicial. Skinner replicó el procedimiento con varias ratas encontrando resultados similares. Describió también los casos de dos ratas con demora de 8 s. La tasa de respuesta (la pendiente del registro acumulativo) de una de estas ratas disminuyó gradualmente luego de la primera sesión y se recuperó completamente cuando se retiró la demora en la última sesión experimental. En la otra rata, el cambio en la pendiente fue mucho más drástico siendo cero al final del primer día de exposición a la demora, pero se recuperó lentamente para el segundo día y regresó al nivel inicial cuando se retiró la demora (ver pp. 140-148, Figuras 40, 42 y 43). Los registros acumulativos presentados por Skinner no parecen mostrar el festón característico de los programas de IF, aunque esto es difícil de establecer ya que tampoco muestra las marcas características de la entrega del reforzador.

Dews (1969) utilizó tres palomas que fueron expuestas a una línea base de IF 180 s, y tres condiciones experimentales en las que, al final de cada IF, incluyó un requisito adicional, más respuestas (2 en una condición y 10 en la otra) ó 1 s de demora. Cada condición estuvo en operación por 20 sesiones y cada sesión consistió de 30 ensayos/intervalos con un intervalo entre ensayos de 10 s. Dews analizó los últimos 20 intervalos de las últimas 10 sesiones en cada condición. La condición que me interesa es el IF con TF de 1 s, que es un IF con de demora no señalada no reinicial de 1 s. En esta

condición, Dews encontró disminución de la tasa de respuesta en los tres sujetos cuando se introdujo la demora en comparación a la condición control de IF 180 s con reforzamiento inmediato; la tasa de respuestas por segundo se redujo casi a la mitad. De acuerdo con los datos agrupados (Figura 6), Dews concluye que no hay efecto de la tasa sobre el patrón de ejecución positivamente acelerado. En los resultados individuales (Figura 2) los sujetos 260 y 44 parecen mostrar sólo disminución de la tasa de respuesta, y algunos intervalos con pocas respuestas, en tanto que 152 muestra un patrón de respuesta aplanado o constante en comparación al patrón de festón de la línea base.

En una investigación reciente, Elcoro y Lattal (2011) utilizaron cuatro palomas y programas IF 61 s. Todos los sujetos fueron expuestos a tres valores de demora no señalada, en dos sujetos las demoras fueron no reiniciables y en otros dos reiniciables: programas tándem IF – TF y Tándem IF – Reforzamiento Diferencial de Otras respuestas (RDO). Cada sujeto repitió un valor de demora reiniciable si antes había tenido demoras no reiniciables y viceversa. Esto lo hacen porque el efecto de la demora puede variar dependiendo de sus características, si es señalada o no, reiniciable o fija, o su duración, así como del programa de reforzamiento, si es variable o fijo, si produce tasas altas o bajas (Lattal, 2010). Las demoras reiniciables suelen ser más largas que las demoras no reiniciables y tener mayor efecto. Las sesiones experimentales terminaban cuando se completaban 40 ensayos. Cada condición se mantuvo hasta que los sujetos presentaron estabilidad en la vida cuartilar. Entre cada condición experimental se regresó a la línea base IF 61 s.

Elcoro y Lattal (2011) encontraron, como se ha reportado en programas de IV, que la demora de 10 s disminuyó la tasa de respuesta en relación a la línea base anterior. La demora de 0.5 s aumentó la tasa de respuesta. El gradiente para la vida cuartilar fue más

plano que el gradiente de tasa de respuesta, lo que indica que la demora afectó menos el patrón de respuesta que la tasa. Sin embargo, cuando la demora obtenida fue larga, la vida cuartilar fue menor, lo cual indica que el patrón de ejecución se hizo negativamente acelerado con la demora. Los gráficos de segmentos muestran que la tasa es más constante en la demora larga y cortas; en la línea base, la tasa se mantuvo positivamente acelerada.

Un re-análisis de los datos de Elcoro y Lattal (2011) se muestra en la Figura 4, en la que se observa que la variabilidad de los datos es mayor en las condiciones con demora en comparación con las líneas base, aunque en muchos casos se observa variaciones entre las líneas base. En la discusión, los autores sostienen que el efecto sobre el patrón temporal de ejecución se da cuando la demora afecta sustancialmente la tasa de respuesta, es decir que el efecto de la demora se da indirectamente por la disminución de la tasa de respuesta.

En conjunto los resultados no presentan un panorama claro de los efectos de cambio en el valor del reforzador sobre la ejecución temporal. En algunos casos se muestra las respuestas agrupadas para varios intervalos y sujetos (p.e. Weiss & Moore, 1956) lo que dificulta establecer que tan consistente es el efecto en la ejecución. Determinar esto es importante porque la variable puede no tener efecto sobre la media de la distribución de la medida pero podría afectar la distribución, y cambios en la distribución indicarían cambios en el control temporal. En algunos casos, no se reporta ningún índice cuantitativo de ejecución temporal (Dews, 1969; Skinner, 1938; Stebbins et al., 1959; Weiss & Moore, 1956) y el único dato que se tiene es inferencia de los registros acumulativos o los gradientes de respuesta (respuestas por segmento del intervalo). En los casos que si se reporta (Lowe et al., 1974; Staddon, 1970), la variable estuvo en operación por poco tiempo, y en el caso de Staddon, el aumento del IER asociado a utilizar la duración de acceso como variable puede que afecte el resultado.

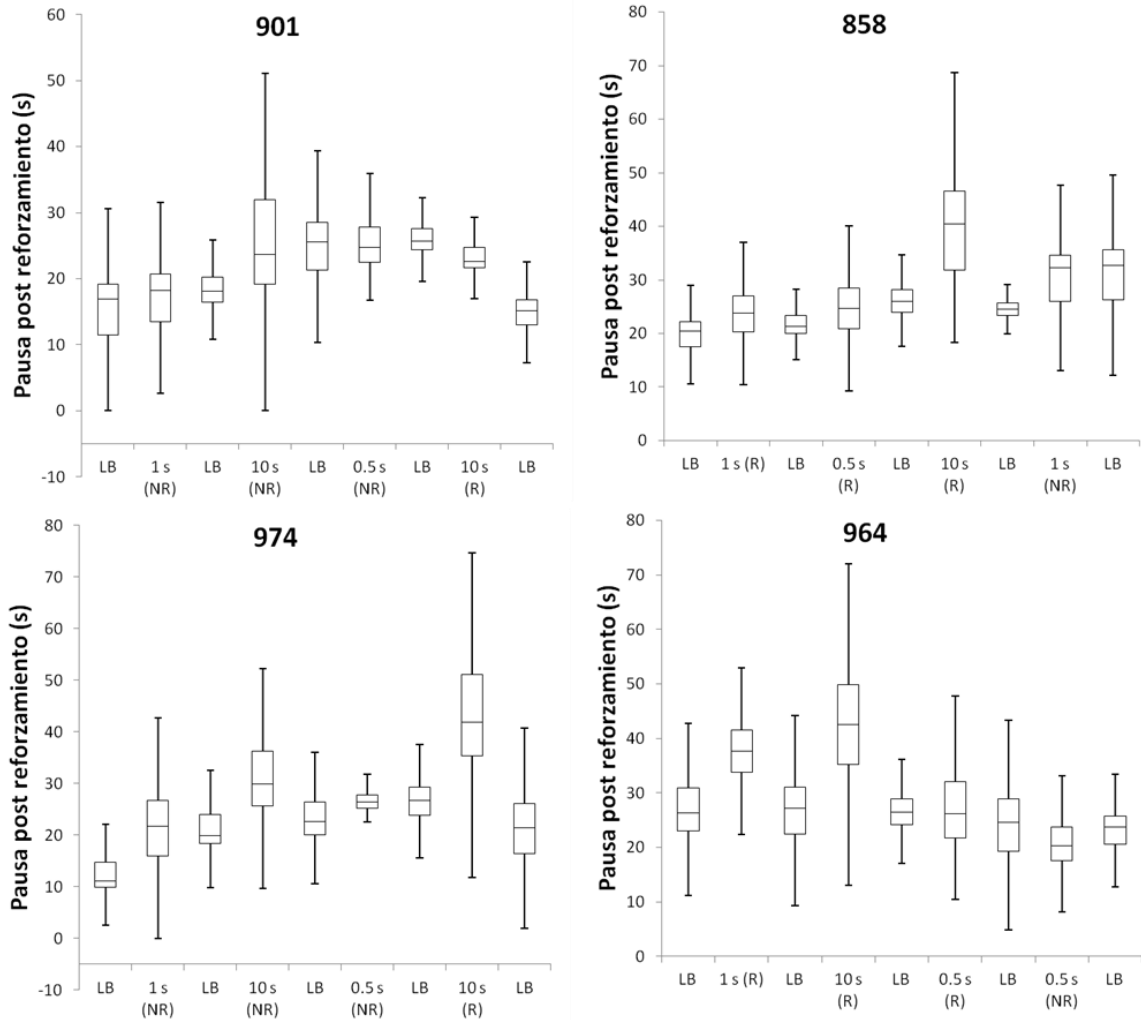


Figura 4. Gráficas de caja y bigotes para cada sujeto en cada condición experimental; los datos fueron tomados de la Tabla 1 Elcoro y Lattal (2011). Los bigotes son igual a 1.5 x Rango Inter Cuartil (RIC = cuartil 75 – cuartil 25). La caja inicia en el cuartil 25 y va hasta el cuartil 75. La línea vertical en el medio de la caja es el promedio de la medida. NR = Demora no reinicial; R = Demora reinicial.

Tabla 1. Resumen de experimentos en los que se han utilizado variables que pueden asociarse al valor del reforzador en programas de IF.

Estudio IF	Sujetos	IF	Tratamiento	TR	TC	PPR	VC
Staddon (1970)	Palomas (White carneux)	60 s	↓ Magnitud (duración acceso)	↑	NR	↓*	NR
Lowe, Davey y Harzem (1974)	Ratas	60 s	↓ Magnitud (concentración)	=	↓	↓	NR
Stebbins, Mead y Martin (1959)	Ratas	120 s	↓ Magnitud (concentración)	↓	↓	↑ [®]	↑ [®]
Weiss y Moore (1956)	Ratas	180 s	Devaluación (T. privación)	↓	NR	= [¶]	= [¶]
Dews (1969)	Palomas (White carneux)	180 s	Demora 1 s	↓	NR	NR	NR
Elcoro y Lattal (2011)	Palomas (White carneu)	61 s	Demora (0.5, 1, 10 s)	↓	NR	↑	=
Skinner (1938)	Ratas	300 s	Demora (2, 4, 6 y 8 s)	↓	NR	NR	NR

Nota. TR = Tasa de respuesta global. TC = Tasa de carrera. PPR = Pausa post reforzamiento. VC = Vida cuartilar. ↓ = disminución de la medida. ↑ = aumento de la medida. NR = No se reporta. * = El resultado no es del todo claro. ® = No se reporta el resultado pero se puede inferir de la Figura 3. ¶ = No se reporta el resultado pero se puede inferir de la Figura 1.

De acuerdo con lo encontrado en procedimientos de pico y de bisección temporal, se espera que si un valor de reforzador mayor genera subestimación del intervalo de tiempo, la pausa post reforzamiento debería disminuir. Lo que se encuentra es que en dos estudios la pausa disminuye y en dos aumenta (ver Tabla 1); en el resto no se tiene reporte. Esta revisión sugiere que sería importante realizar experimentos que comparen la ejecución en programas de IF con diferentes valores del reforzador para aclarar los efectos de esta variable.

Planteamiento del Problema

La ejecución en los programas de IF parece depender de la discriminación del tiempo programado. Este proceso se ha investigado utilizando tareas como el procedimiento de pico y el de bisección temporal (Buriticá, En prensa). En estas tareas de discriminación temporal, así como en tareas de discriminación de estímulos, se ha mostrado que el valor del reforzador afecta el control del estímulo (Buriticá, 2011; Galtress et al., 2012; Lotfizadeh et al., 2012). La revisión en programas de IF hecha en este trabajo muestra que no es claro cuál es el efecto de las manipulaciones del valor del reforzador sobre la ejecución típica en programas de IF.

Teniendo en cuenta estos elementos se hace importante determinar en una serie de experimentos los efectos del valor del reforzador sobre la ejecución en programas de IF. El objetivo principal de esta investigación es determinar los efectos del valor del reforzador en la ejecución en programas de IF. Los objetivos específicos son tres: 1. Replicar y describir detalladamente los efectos de la demora del reforzador en programas de IF. 2. Replicar y describir los efectos de disminuir el valor del reforzador disminuyendo la privación en IF. 4. Replicar y describir los efectos de utilizar diferentes magnitudes del reforzador en programas de IF. 5. Controlar variables extrañas que pueden afectar el resultado, entre

ellas los IER obtenidos y la experiencia con el programa. 6. Comparar el resultado de estos procedimientos y establecer si el concepto de valor de reforzador puede utilizarse para describir el conjunto de resultados obtenidos, así como el efecto que tiene esta variable interviniente sobre la ejecución típica en estos programas.

Experimento 1A

En este experimento, se intenta establecer cuál es el efecto de la demora del reforzador en la ejecución temporal en programas de IF. Se intenta mantener la demora constante retirando la palanca durante la demora. La condición control es un IF con duración similar al utilizado en la condición demorada para controlar el efecto del IER en la tasa de respuesta y en la ejecución temporal. Se presentan las condiciones contrabalanceadas entre sujetos para descartar algún efecto del orden de presentación en la exposición a la demora.

Método Experimento 1A

Sujetos

Se utilizaron cuatro ratas macho Wistar de 133 días al inicio del experimento. Se alojaron en cajas individuales de 24 cm de ancho por 32 cm de largo y 15 cm de alto. El período de luz-oscuridad fue 12 horas de 8 am a 8 pm. Las sesiones experimentales se realizaron durante el periodo de luz. Los sujetos tuvieron acceso libre a comida rodent laboratory chow 5001. Estuvieron privados de agua y recibieron 30 min de acceso cada día 30 min después de terminar la sesión experimental

Instrumentos

Cuatro cajas operantes modelo MED ENV - 008. Cada caja tuvo un bebedero MED ENV – 202M en el centro del panel frontal ubicado a 2 cm del piso, que entregó 0.2 ml de agua; dos palancas retráctiles MED ENV – 112CM a 6 cm a izquierda y derecha del

bebedero, y 6 cm del piso; un ruido blanco y una luz general en el panel posterior. Las palancas registraban respuestas cuando se aplicaba una fuerza igual a 0.12 N. El piso era una rejilla de barras de acero inoxidable con 1.5 cm de separación, las barras eran paralelas al panel frontal. Para este experimento sólo se utilizó la palanca izquierda.

Procedimiento

Las sesiones de pre-entrenamiento se hicieron durante siete días a la semana y terminaban luego de 30 min o 150 reforzadores, lo que ocurriera primero. Para entrenar la respuesta a la palanca se utilizó un programa conjuntivo RF 1 - TF X"; el tiempo X inició en 30 s y aumentó 30 s en cada sesión hasta un máximo de 120 s. Cada vez que el bebedero entraba en operación la palanca era retraída. El TF se utilizó para entrenar la aproximación del sujeto al bebedero, y acercarlo al panel frontal donde estaba la palanca. Las entregas no contingentes se mantuvieron hasta que los sujetos consiguieron al menos 100 reforzadores en la sesión (contingentes o no contingentes). Luego estuvo en operación sólo RF1 hasta que los sujetos consiguieron 150 reforzadores antes de 30 min durante dos sesiones consecutivas, durante las cuales la palanca siempre estuvo presente. Finalmente, se introdujo un programa IF 2 s, luego se aumentó a 5 s y de ahí en adelante el intervalo aumentó 5 s en cada sesión hasta llegar a 30 s; con IF 30 s se realizaron 40 sesiones. Para determinar cuándo aumentar el valor del IF, primero se estableció el tiempo entre el final del IF y la siguiente respuesta, y si la mayoría de estos tiempos eran menores a 1 s, el IF aumentó para la siguiente sesión.

Luego del pre-entrenamiento, se presentaron las condiciones de reforzamiento demorado o inmediato de manera contrabalaceada entre sujetos en un diseño ABAB como se ve en la Tabla 2. Durante la condición demorada, se utilizó un programa tándem IF 30 s TF 6 s; durante el TF se retrajo la palanca. En la condición inmediata, se invirtió el orden

de los programas en tándem TF 6 s - IF 30 s y la palanca se retrajo durante el TF; esto se hizo para igualar el intervalo entre reforzadores y la exposición a la retracción y presentación constante del operando. Cada sesión duraba dos horas o 120 reforzadores, lo que ocurriera primero. Dos sujetos empezaron con la condición inmediata, mientras que otros dos empezaron con la condición demorada.

Cada condición estuvo en operación hasta que la conducta del sujeto se consideró estable. El criterio de estabilidad se determinó usando un gráfico Q – Q (Wilk & Gnanadesikan, 1968) con los percentiles 6 al 95 de las distribuciones de la pausa post reforzamiento de las últimas tres y las penúltimas tres sesiones. Como criterio la pendiente de la línea recta de mejor ajuste ($r^2 > .9$) estuvo entre 0.9 y 1.12, y el intercepto entre -0.72 y 0.93¹⁸. Con este criterio, se buscó la similitud entre las distribuciones de la pausa post reforzamiento en las seis sesiones analizadas.

Análisis de Resultados

Las medidas dependientes utilizadas pueden clasificarse en dos tipos: medidas de fuerza de la respuesta y de estimación temporal. Las medidas de fuerza de la respuesta fueron la tasa global y la tasa de carrera. Las medidas estimación temporal fueron la pausa post reforzamiento, la vida cuartilar y el punto de transición. Además de estas medidas, se estableció el porcentaje de intervalos en los que ocurría solo una respuesta por intervalo. Se analizaron las seis sesiones estables.

¹⁸ En estos gráficos cambios en el intercepto representan diferencias en las medias de las distribuciones, mientras que pendientes diferentes a uno representa diferentes dispersiones en las distribuciones.

La tasa global se calculó por sesión dividiéndose el número de respuestas totales por el tiempo total de la sesión. La tasa de carrera se calculó ensayo a ensayo, contándose el número de respuestas en un ensayo y dividiéndose entre el tiempo total del ensayo menos la duración de la pausa post reforzamiento de ese ensayo. Los ensayos con una respuesta no fueron tenidos en cuenta para esta medida. Con base en las medidas de tasa de respuesta, se calculó el coeficiente de cambio entre condiciones. El coeficiente se calculó para cada sujeto como la media obtenida en la condición experimental (demorada) sobre la suma de esa media y la condición de comparación (condición inmediata). Si el coeficiente es igual a 0.5, no hay cambio atribuible a la variable; si es mayor a 0.5, se considera que hay un aumento en la variable dependiente y si es menor a 0.5 se considera que hay disminución en la variable dependiente.

Las medidas de estimación temporal fueron calculadas ensayo a ensayo. La pausa post reforzamiento se calculó como la diferencia entre el tiempo del fin del reforzador anterior y el tiempo de ocurrencia de la primera respuesta en el intervalo. El porcentaje de ensayos con una respuesta es la diferencia entre todos los ensayos analizados y el número de ensayos con pausas mayores que el IF programado.

La vida cuartilar se calculó determinando el número de respuestas en un intervalo, luego se dividió ese número por cuatro y se buscó la respuesta que fuera igual a la parte entera de esa división; la vida cuartilar fue el tiempo en el que había ocurrido esa respuesta. Cuando el resultado tuvo una parte decimal, el intervalo entre la respuesta que correspondía a la parte entera de la vida cuartilar y la siguiente respuesta fue multiplicado por la parte decimal, y se sumaron ambos intervalos: el de la parte entera y decimal. Por ejemplo, si se habían emitido 30 respuestas en el intervalo, el algoritmo buscaba el tiempo en el que había ocurrido la séptima respuesta (la parte entera de la división de 30 entre 4), entonces se

multiplicaba el intervalo entre la séptima y la octava respuesta por 0.5 (la parte decimal de la división de 30 entre 4). Finalmente se sumaban ambos resultados y esa duración era la vida cuartilar en ese ensayo. Los ensayos con una sola respuesta fueron descartados de este análisis.

Para el punto de transición, se usó un algoritmo (ver Guilhardi & Church, 2004) que contaba el número de respuestas en segmentos de 1 s para cada intervalo; el valor máximo de segmentos fue igual a 36. Para cada segmento, se determinó el valor de A de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$A = t1*(r-r1) + t2*(r2-r)$$

En la que t1 es la duración del segmento de baja tasa de respuesta en el intervalo, t2 es la duración del segmento de alta tasa de respuesta, r1 y r2 son la tasa de respuestas en los segmentos de baja y alta tasa de respuesta respectivamente, y r es la tasa de respuesta total en todo el intervalo. El punto de transición fue el segmento de 1 segundo en el que se encontraba el valor máximo de A en cada intervalo. En intervalos con una respuesta, el punto de transición ocurría en el último segmento, por lo que se decidió descartar estos datos del análisis, ya que imponían un techo artificial a la medida. Además en algunos reportes se considera que la ausencia de una ráfaga de respuestas puede considerarse como ausencia de control temporal (Galtress & Kirkpatrick, 2009). En la Figura 1 (p. 9), se muestran cuatro intervalos con respuestas distribuidas en el intervalo y con el punto de transición ubicado por medio de este algoritmo.

Para reportar las medidas de ubicación de las respuestas, se utilizaron diagramas de caja, ya que estos permiten presentar varias características del conjunto de datos al mismo tiempo. Estos diagramas de caja permiten presentar la ubicación de la tendencia central en la escala, la dispersión de los datos, la asimetría y longitud de la cola de la distribución.

También, cuando se alinean lado a lado facilitan la comparación de diferentes conjuntos de datos (Benjamini, 1988).

Resultados Experimento 1A

Los resultados individuales en la Figura 5 muestran que, en las condiciones de reforzamiento demorado, hay tasas de respuesta bajas en comparación con condiciones de reforzamiento inmediato; solo el sujeto M52 muestra un patrón diferente: la tasa de carrera aumenta a medida que pasan las condiciones experimentales, sin embargo la tasa global es similar a los otros sujetos. El porcentaje de intervalos con una respuesta aumenta sustancialmente en las condiciones con reforzamiento demorado en todos los sujetos. En promedio la tasa global en el primer cambio de inmediato a demora es menor en las condiciones demoradas comparado con la condición de control.

El promedio la tasa global en la línea base anterior a una condición demorada fue $M = 7.66 (2.94)$ resp/min y para la condición demorada siguiente fue $M = 3.60 (1.67)$ resp/min. En la tasa de carrera se observa el mismo patrón en la línea base anterior la tasa fue $M = 39.09 (20.75)$ resp/min y para la condición de demora siguiente fue $M = 27.93 (13.05)$ resp/min. En ambas medidas se observa que la tasa fue menor en la condición con reforzamiento demorado comparado con la condición de línea base con reforzamiento inmediato.

Tabla 2. Orden de presentación de las condiciones del Experimento 1a. Entre paréntesis, se muestra el número de sesiones por condición.

Sujetos	Condición			
M51	Demorado (44)	Inmediato (73)	Demorado (53)	Inmediato (19)
M53	Demorado (10)	Inmediato (24)	Demorado (11)	Inmediato (10)
M52	Inmediato (17)	Demorado (44)	Inmediato (12)	Demorado (19)
M54	Inmediato (10)	Demorado (15)	Inmediato (10)	Demorado (82)

En la Figura 6, se observa la tasa global en función del IER obtenido. La tasa global parece ser función del IER obtenido: en IER cortos, la tasa suele ser alta en tanto que disminuye en IER largos. El sujeto M51 ejemplifica esa relación entre IER y tasa de respuesta. Se observa que la tasa es aproximadamente 10 a 15 resp/min y el IER es 60 s en la condición de reforzamiento inmediato (rombos rellenos). En las condiciones demoradas (rombos sin relleno), la tasa está entre 1 y 4 resp/min y el IER está entre 80 y 125 s. Por otro lado, en el sujeto M53, se observa un IER de 50 s en ambas condiciones demoradas e inmediatas, pero la tasa es 9 resp/min en condiciones inmediatas (triángulos rellenos) y entre 4 y 5 resp/min en condiciones demoradas (triángulos sin relleno).

En la pausa post reforzamiento, las medidas de tendencia central tienden a ser ligeramente más altas en las condiciones demoradas y el rango de la distribución es mayor en las condiciones de reforzamiento demorado comparado con las líneas base en todos los sujetos (ver Figura 7). La diferencia es mayor en la primera condición de demora; solo en M53 el rango de la segunda condición demorada es más grande que el rango de la primera condición.

En la vida cuartilar (Figura 8), se observa una ligera tendencia de disminución de las medidas de tendencia central y un aumento en el rango durante las condiciones de demora. El efecto es más pronunciado en la primera exposición a la demora. En M51 la primera exposición tiene un rango más grande y las medidas de tendencia central disminuyen; en las otras condiciones, están alrededor de 23 s y en la primera exposición es igual a 15 s. En M53, el reforzamiento demorado aumenta el rango de la distribución y hace más cortas ambas medidas de tendencia central. El rango aumenta en M54 durante la condición con reforzamiento demorado y hay disminución de las medidas de tendencia central en la primera exposición. En M52, se observa el efecto de aumento en el rango durante la

primera exposición a la demora, sin embargo también parece existir una tendencia a aumentar las medidas de tendencia central entre condiciones experimentales y de línea base; la primera exposición a la demora parece revertir ligeramente esta tendencia.

En la medida de punto de transición (Figura 9), no se observa un efecto sistemático en las medidas de tendencia central en función de la condición, pero se observa un efecto en la extensión de la cola inferior de la distribución más que en el rango. En M51, hay aumento en el rango de la distribución durante la primera exposición al reforzamiento demorado y se observa aumento en el bigote para la segunda exposición, lo que indicaría un alargamiento de la cola de la distribución. En M52, se observa que se alarga la cola de la distribución durante la demora pero el rango no cambia con relación a la línea base inmediatamente anterior. En M54, se observa aumento en el rango de la distribución en la primera exposición a la demora. En M53 hay un efecto contrario al observado en los otros sujetos y en las otras medidas: se observa un aumento del rango en las condiciones de línea base en comparación a las condiciones de demora.

Discusión Experimento IA

La reducción en la tasa de respuesta en las condiciones de reforzamiento demorado es consistente con resultados anteriores (Lattal, 2010). Sin embargo, hay algunos factores que complican la interpretación del efecto. Por ejemplo, la relación entre tasa global y el IER pudiera explicar la disminución de la tasa al menos para algunos sujetos. Otro factor que oscurece el efecto es que las líneas bases no tienen el mismo valor en todos los casos, aunque en general se observa que la tasa aumenta con el paso del tiempo y que la demora parece contrarrestar este aumento; el hecho de que la línea base no se mantenga estable implica que hay más factores que están afectando la medida. Lo anterior también es cierto para otras medidas como el porcentaje de intervalos con una respuesta. El cambio en esta

medida parece indicar que la demora afecta el patrón de ejecución en IF ya que intervalos con una respuesta son atípicos de este programa en el que se espera un aumento de las respuestas a medida que transcurre el intervalo.

En el caso de la ejecución temporal, la demora parece tener un efecto consistente en el aumento del rango de las medidas, tanto la pausa post reforzamiento, la vida cuartilar y el punto de transición. Que el aumento del rango sea mayor en la primera exposición podría indicar que la demora tiene un efecto inicial en el tiempo que el sujeto discrimina pero a medida que el sujeto tiene experiencia con la tarea el efecto de la variable se observa en el control del programa sobre la ejecución pero no en la discriminación del tiempo. Es decir la demora podría afectar el control temporal de cuándo ocurre la respuesta aunque los valores de intervalo discriminados no se verían afectados por la variable.

El aumento de la pausa post reforzamiento es consistente con lo esperado de acuerdo con la relación propuesta entre motivación y estimación temporal (Buriticá, 2011; Galtress et al., 2012), pero la disminución en la vida cuartilar y la estabilidad del punto de transición son inconsistentes con esta interpretación: en ambos casos se esperaría aumentos en la media de acuerdo con la hipótesis propuesta. Parte de esta inconsistencia surge de la forma de calcular cada medida. En la vida cuartilar y en el punto de transición no se incluyen los ensayos en los que la primera respuesta ocurre luego de terminado el IF, y como muestra el porcentaje de intervalos con una respuesta, que ocurre luego del fin del IF, uno de los efectos de la demora es aumentar la probabilidad de que las respuestas luego del intervalo ocurran. La vida cuartilar disminuye probablemente por la no inclusión de los intervalos con una sola respuesta y el aumento en la variabilidad: como la medida solo tiene en cuenta los intervalos en los que la respuesta empieza antes (la cola inferior de la distribución en la pausa post reforzamiento) la media es menor con relación a la línea base.

Un factor a controlar en este experimento sería la duración del IF ya que parece imponer un techo, tal vez artificial, a la variabilidad del punto de transición. Sería ideal observar que el rango cambia simétricamente alrededor de la media, ya que esto indicaría como sugiero que la variable tiene un efecto en el control de cuándo responder pero no en el tiempo discriminado.

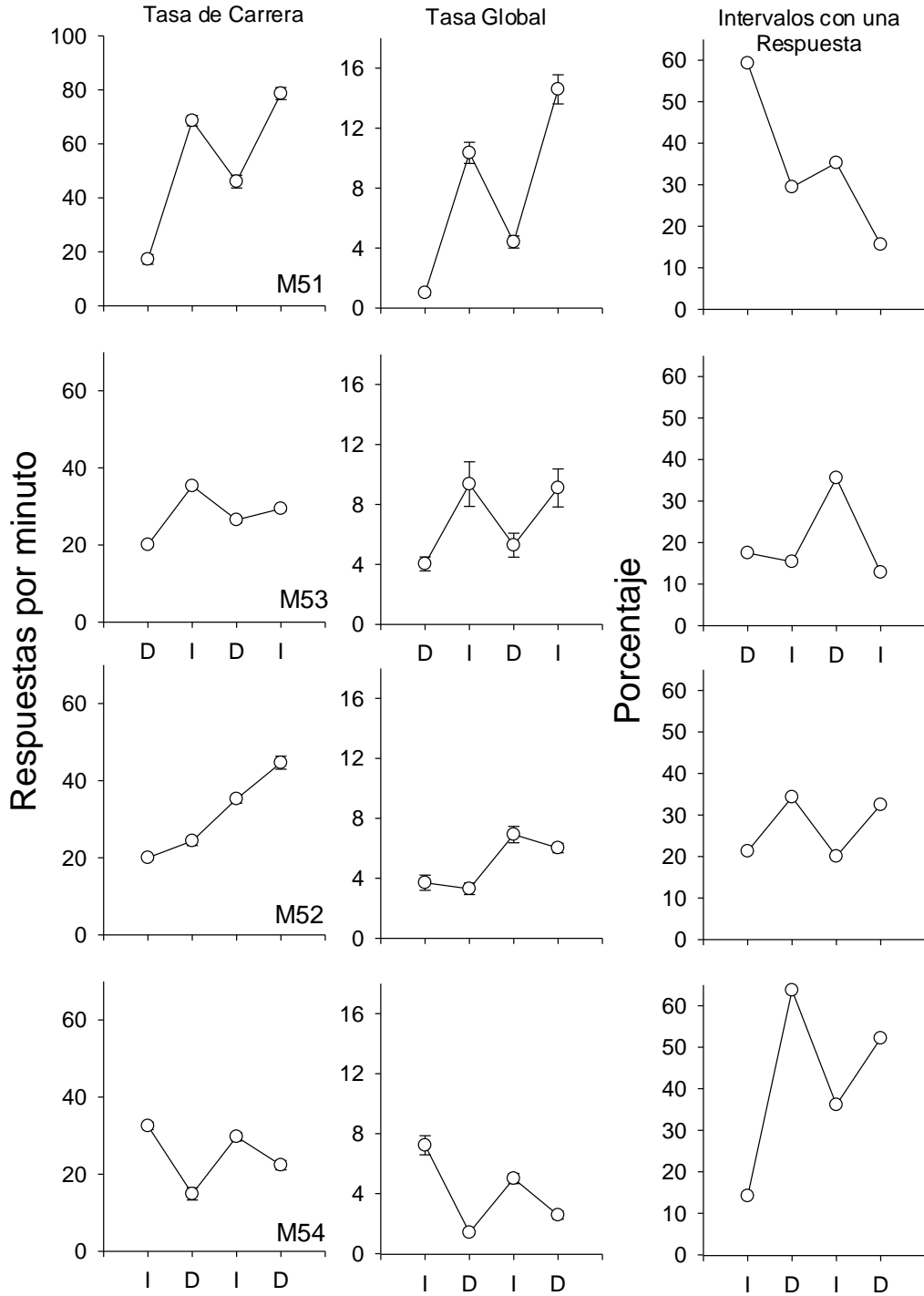


Figura 5. Tasa de carrera y global promedio para cada sujeto en cada condición (últimas seis sesiones). También el porcentaje de intervalos con una sola respuesta.

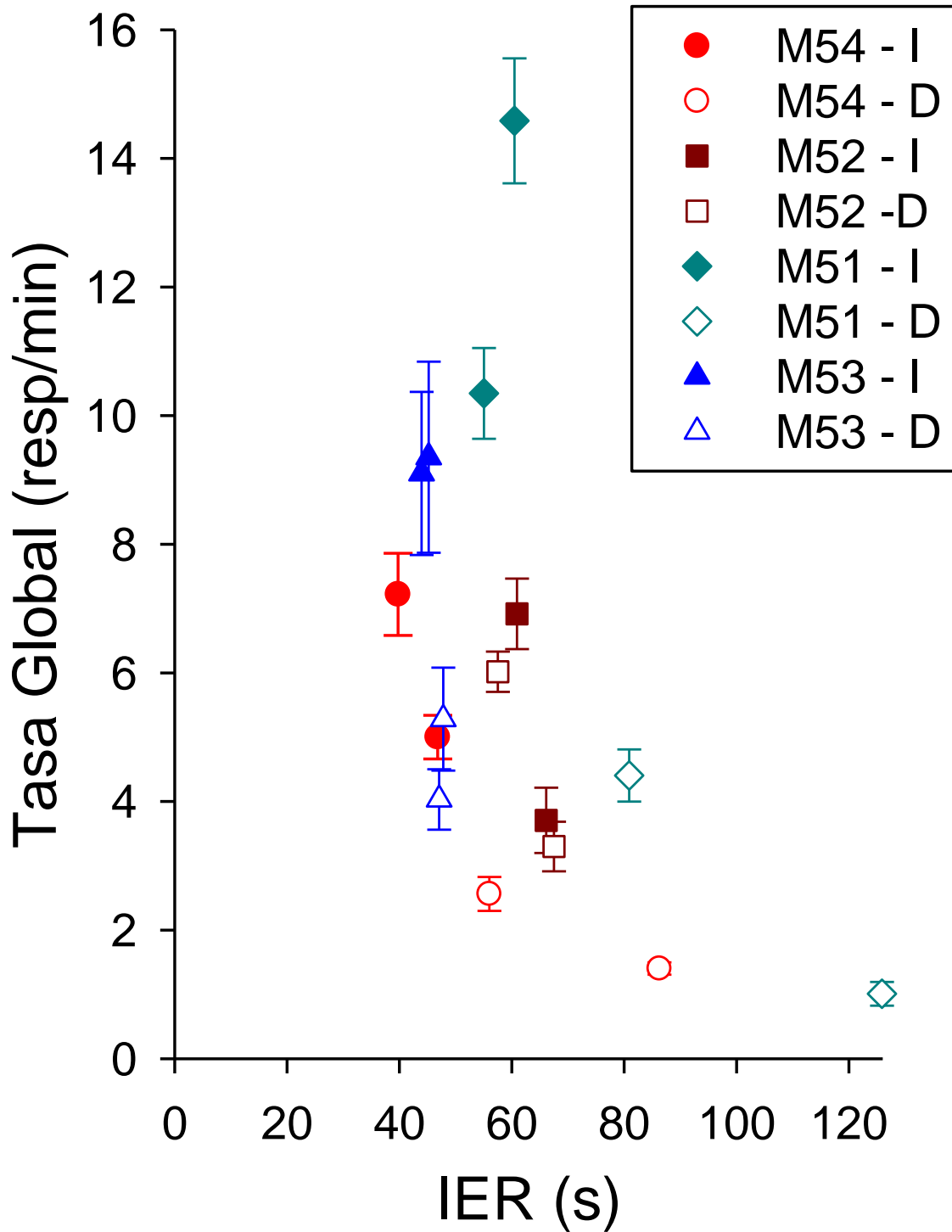


Figura 6. Tasa global de respuesta en función del Intervalo Entre Reforzadores obtenido.

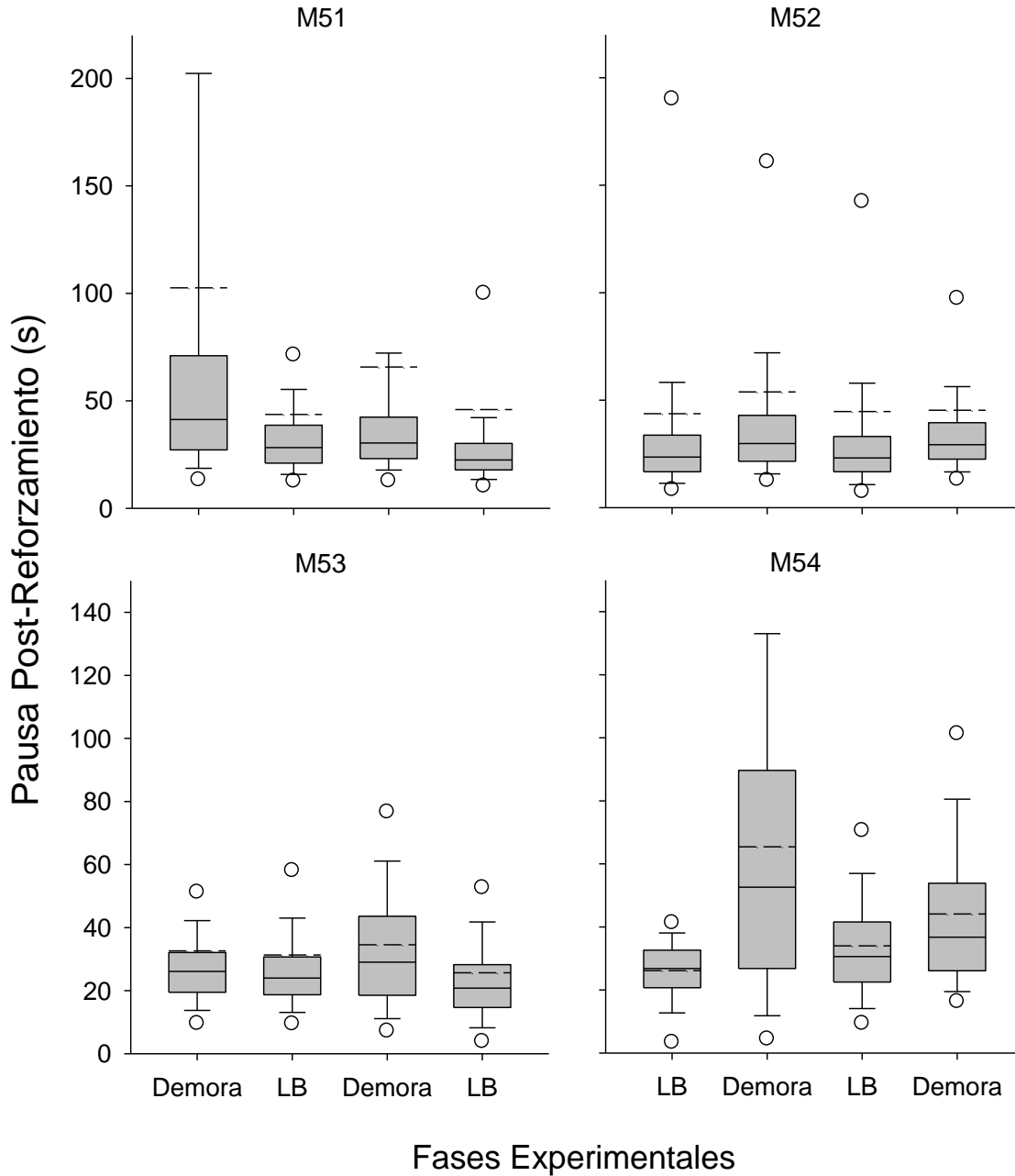


Figura 7. Pausa post reforzamiento para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.

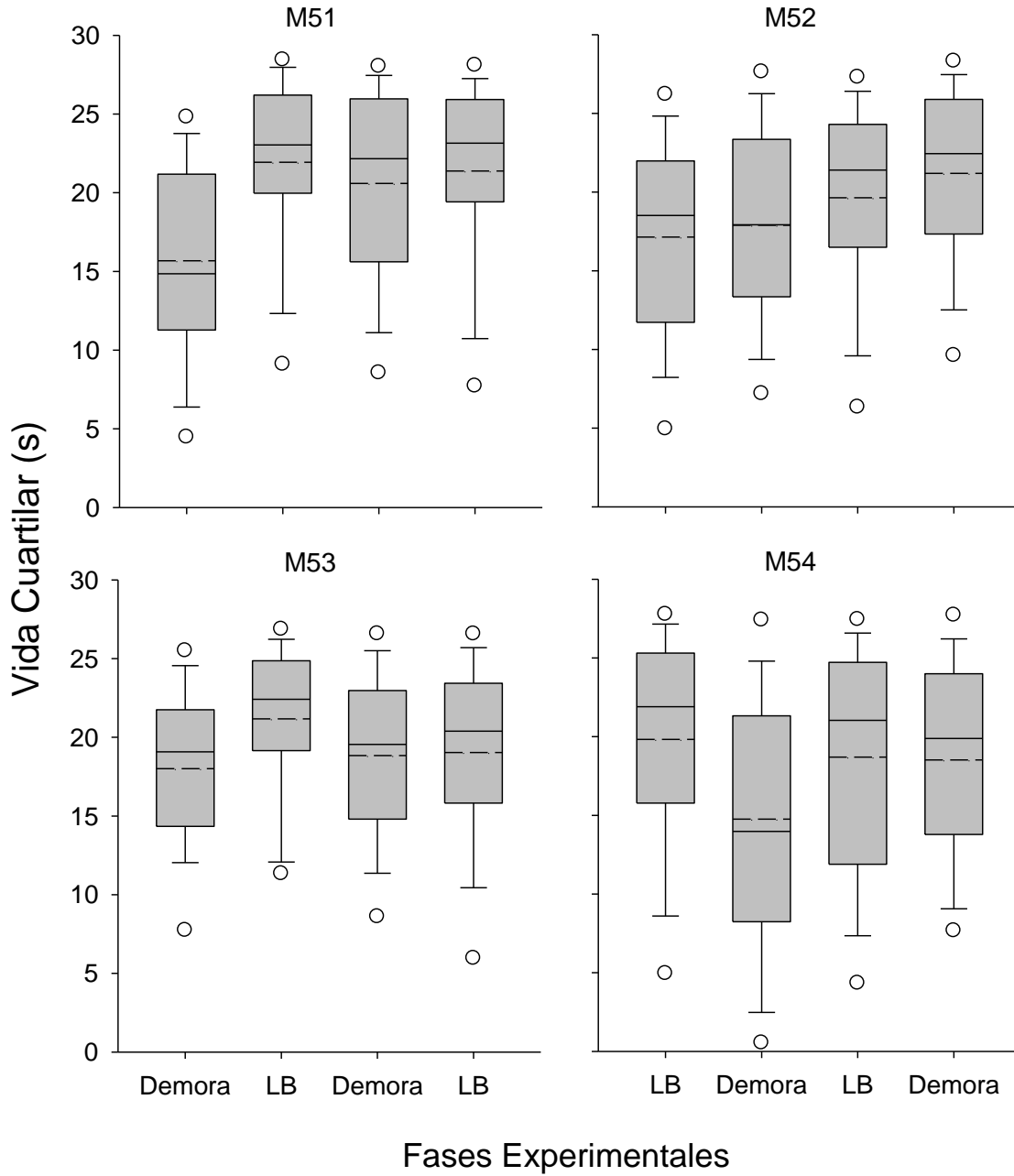


Figura 8. Vida cuartilar para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.

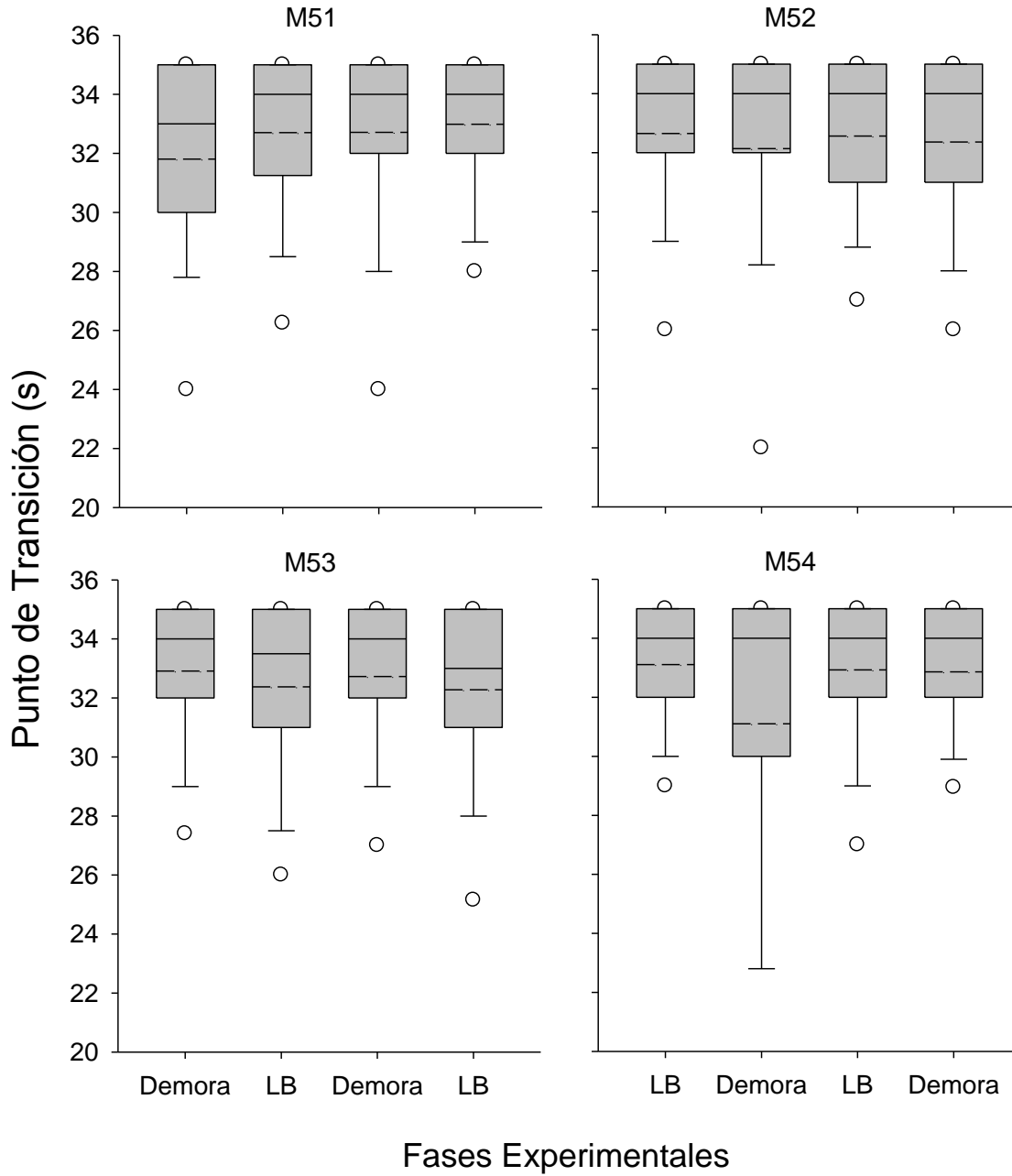


Figura 9. Punto de transición para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.

Experimento 1B

Este experimento es una réplica sistemática del anterior, excepto que en este se mantiene la palanca durante la demora para determinar si retirar y presentar la palanca constantemente tiene algún efecto.

Método Experimento 1B

Sujetos

Se utilizaron tres sujetos del Experimento 1A (M53, M52 y M54). Las condiciones de alojamiento y privación fueron iguales.

Instrumentos

Se utilizaron los mismos instrumentos del experimento anterior.

Procedimiento

Ya que los sujetos tenían experiencia con la tarea, no se hizo ningún tratamiento previo a las fases experimentales. Todo el procedimiento fue igual al experimento anterior, excepto en la presentación de la demora. En las condiciones de demora, la palanca se mantuvo presente, y para las condiciones control se utilizó un IF 36 s. El orden de presentación de las condiciones se puede ver en la Tabla 3. Para el análisis de datos se tuvo en cuenta los resultados de las últimas seis sesiones de cada condición.

Tabla 3. Se muestra el orden de presentación de las condiciones del Experimento 1B.

Entre paréntesis se muestra el número de sesiones por condición.

Sujetos	Condición			
M53	Demorado (22)	Inmediato (10)	Demorado (10)	Inmediato (14)
M52	Inmediato (13)	Demorado (26)	Inmediato (23)	Demorado (15)
M54	Inmediato (10)	Demorado (15)	Inmediato (18)	Demorado (28)

Resultados Experimento 1B

Los resultados individuales mostrados en la Figura 10 muestran una tasa de respuesta mayor en condiciones de reforzamiento inmediato que en condiciones de reforzamiento demorado. En el porcentaje de intervalos con una respuesta, hay mayor porcentaje en condiciones de reforzamiento demorado que en condiciones de reforzamiento inmediato. El promedio de los tres sujetos para la línea base inmediata anterior fue $M = 13.21 (3.36)$ resp/min y en la condición demorada fue $M = 4.39 (2.61)$ resp/min, en la tasa de carrera se observa el mismo resultado: para la condición inmediata $M = 41.95 (13.98)$ resp/min y en la condición de demora $M = 19.56 (7.78)$ resp/min.

En la Figura 11, se observa la tasa global de respuesta en función del IER obtenido. Se observa que las tasas de respuesta bajas están asociadas a IER largos, aunque el rango de variación es menor en comparación a lo observado en el Experimento 1A.

En la pausa post reforzamiento (Figura 12), se observan medidas de tendencia central más altas y mayor rango en las condiciones de reforzamiento demorado. En el sujeto M53, que empezó con la condición de reforzamiento demorado, este efecto es menos marcado para la segunda exposición, aunque el rango de los datos sigue siendo mayor que en las líneas base.

En la vida cuartilar (Figura 13), se observa que la demora aumenta los rangos de las distribuciones en todos los sujetos. En M52, se observa que, además de aumento del rango, hay una disminución de las medidas de tendencia central en comparación con la línea base. En M54 se observa que hay un aumento del rango en ambas presentaciones de la demora; en la primera presentación, se observa un aumento de las medidas de tendencia central en comparación con las líneas base en tanto que, en la segunda exposición a reforzamiento demorado, hay disminución de las medidas de tendencia central.

En el punto de transición (Figura 14), se observa en todos los sujetos mayor rango en las condiciones de reforzamiento demorado y disminución en las medidas de tendencia central. En M53, el aumento del rango es mayor en la primera presentación de la demora.

Discusión Experimento 1B

Se observa nuevamente disminución en la tasa de respuesta en las condiciones de demora. También se observa relación, aunque menos marcada, entre IER y tasa global, lo cual no permite descartar que el cambio en el IER sea el factor determinante de la tasa de respuesta. La medida en las líneas base cambia nuevamente aunque menos con relación al Experimento 1A, lo que podría sugerir algún efecto asintótico de experiencia con la tarea.

En las medidas de estimación temporal, se observa en general un aumento del rango de variación de los datos en todas las medidas. Sin embargo, en la pausa post reforzamiento, se observa un aumento consistente de la media mientras que en el punto de transición se observa una disminución de la medida. Ambos resultados serían consistentes con una disminución general del control del programa, ya que la pausa post reforzamiento incluye tiempos de respuesta mayores al IF que jalarían el promedio de la medida hacia arriba. En la medida que estos tiempos no se tienen en cuenta en el punto de transición, en esta medida se observaría una disminución, ya que el inicio antes de la respuesta en comparación a la línea base jalaría el promedio hacia abajo. El hecho de usar un IF corto podría generar un techo artificial para el punto de transición provocando esta diferencia entre las dos medidas.

Se espera que si todas las medidas son buenos indicadores de estimación temporal entonces todas deberían cambiar en la misma dirección. Estas medidas son dependientes de la estimación temporal, pero parecen afectarse diferencialmente por otras variables. Por ejemplo, la pausa post reforzamiento y la vida cuartilar parecen sensibles al entrenamiento

y la experiencia con el programa en tanto que el punto de transición es menos sensible a ambas variables (Guilhardi & Church, 2004). La confiabilidad del punto de transición parece depender de que se observen los patrones típicos de ejecución del programa: la pausa carrera o el festón. Cuando se afecta el patrón típico, especialmente cuando las respuestas por intervalos son menos, se puede esperar variaciones e inconsistencias en la medida, como tal vez ocurre en este caso. Algo similar podría ocurrir con la vida cuartilar. En este sentido la pausa post reforzamiento parece reflejar mejor la ejecución de los sujetos sin asumir un patrón de respuesta típico en particular.

El punto de transición en este caso está midiendo el efecto de la demora sobre los intervalos en los que se observa ejecuciones típicas del programa, y lo que muestra es que en estos intervalos hay mayor variabilidad. Es decir, intervalo a intervalo las respuestas ocurren más variablemente con relación al tiempo transcurrido que en las condiciones con reforzamiento inmediato. Para conseguir una mejor estimación del tiempo discriminado parece conveniente utilizar IF más largos con los cuales es más probable encontrar más respuestas por intervalo, y menor porcentaje de intervalos con una respuesta.

En los Experimentos 1A y 1B, hay varios factores que sería conveniente controlar. La experiencia con el programa parece afectar algunas de las variables dependientes, por ejemplo la tasa de respuestas. Así sería conveniente conseguir una medición de la tasa de respuesta al mismo tiempo en la exposición a reforzamiento demorado e inmediato. Otro factor que sería importante controlar es el IER. Las Figuras 6 y 11 muestran que en algunos sujetos hay diferencias en el IER entre condiciones demoradas e inmediatas por lo que sería conveniente repetir el experimento asegurando que los sujetos tienen IER similares en reforzamiento inmediato y demorado, para asegurar que los efectos observados se deben a la demora del reforzador y no a diferentes en IER.

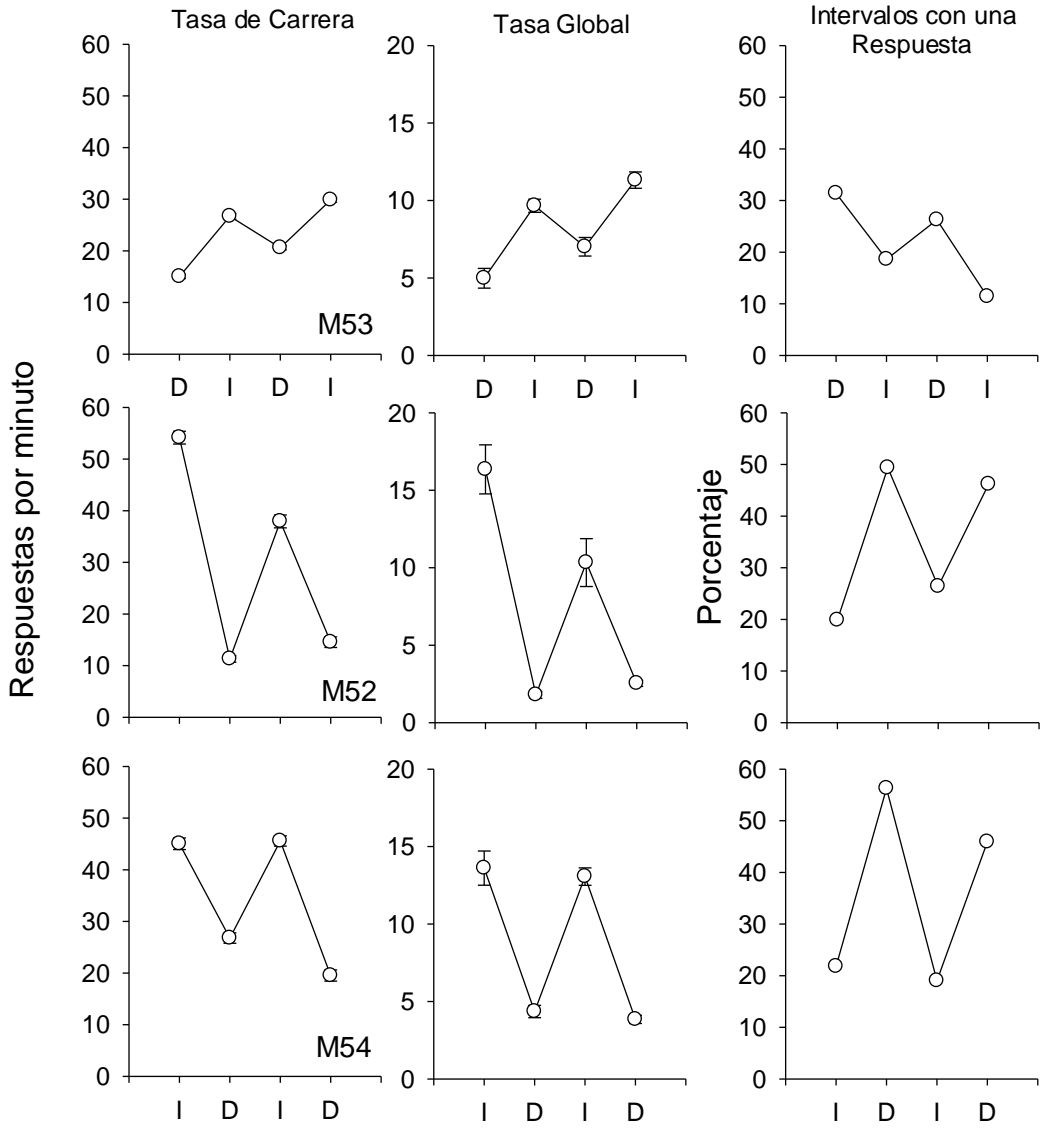


Figura 10. Tasa de respuesta promedio para cada sujeto de las últimas seis sesiones en cada condición. También se muestra el porcentaje de intervalos con una sola respuesta.

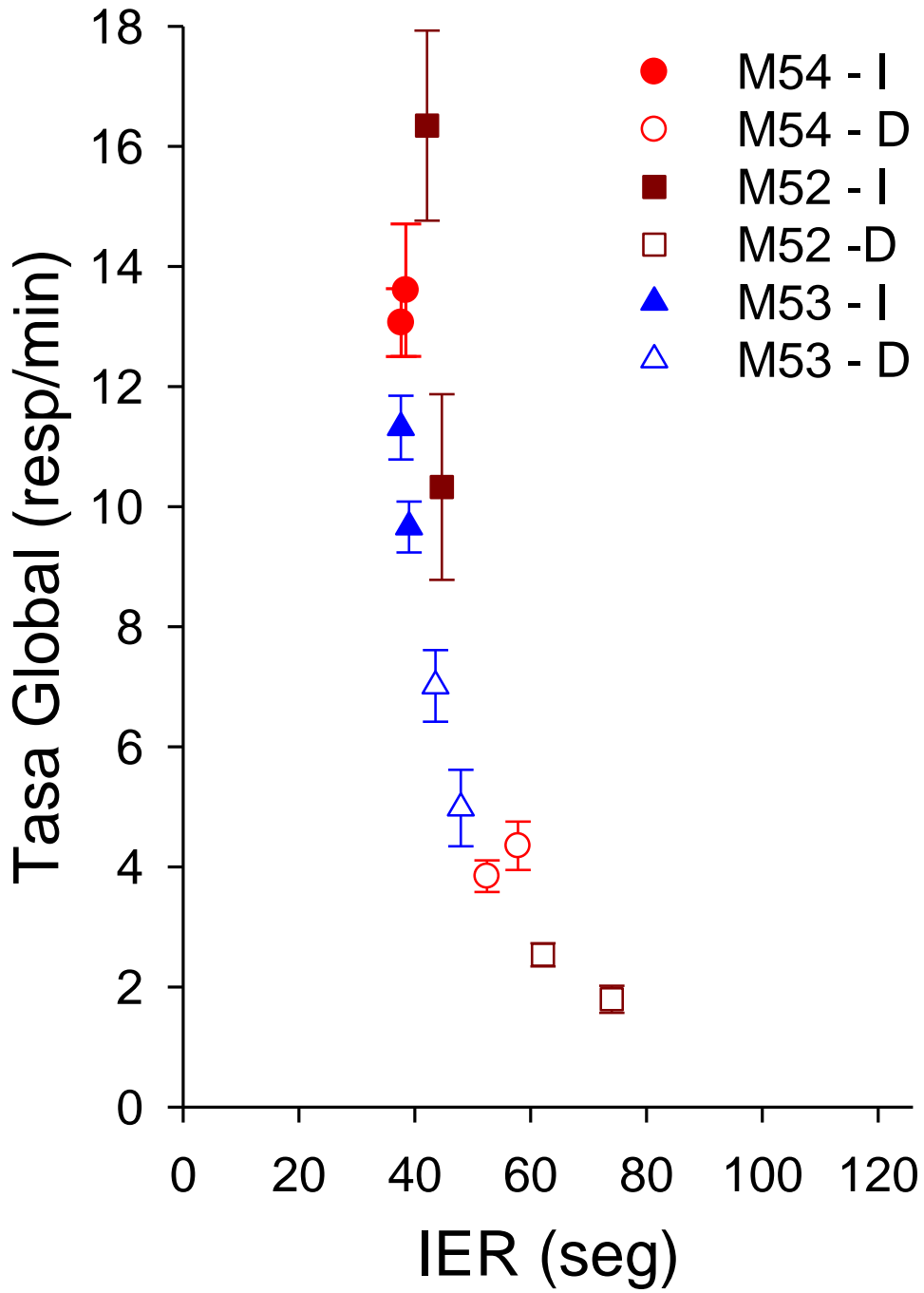


Figura 11. Tasa global de respuesta en función del IER obtenido.

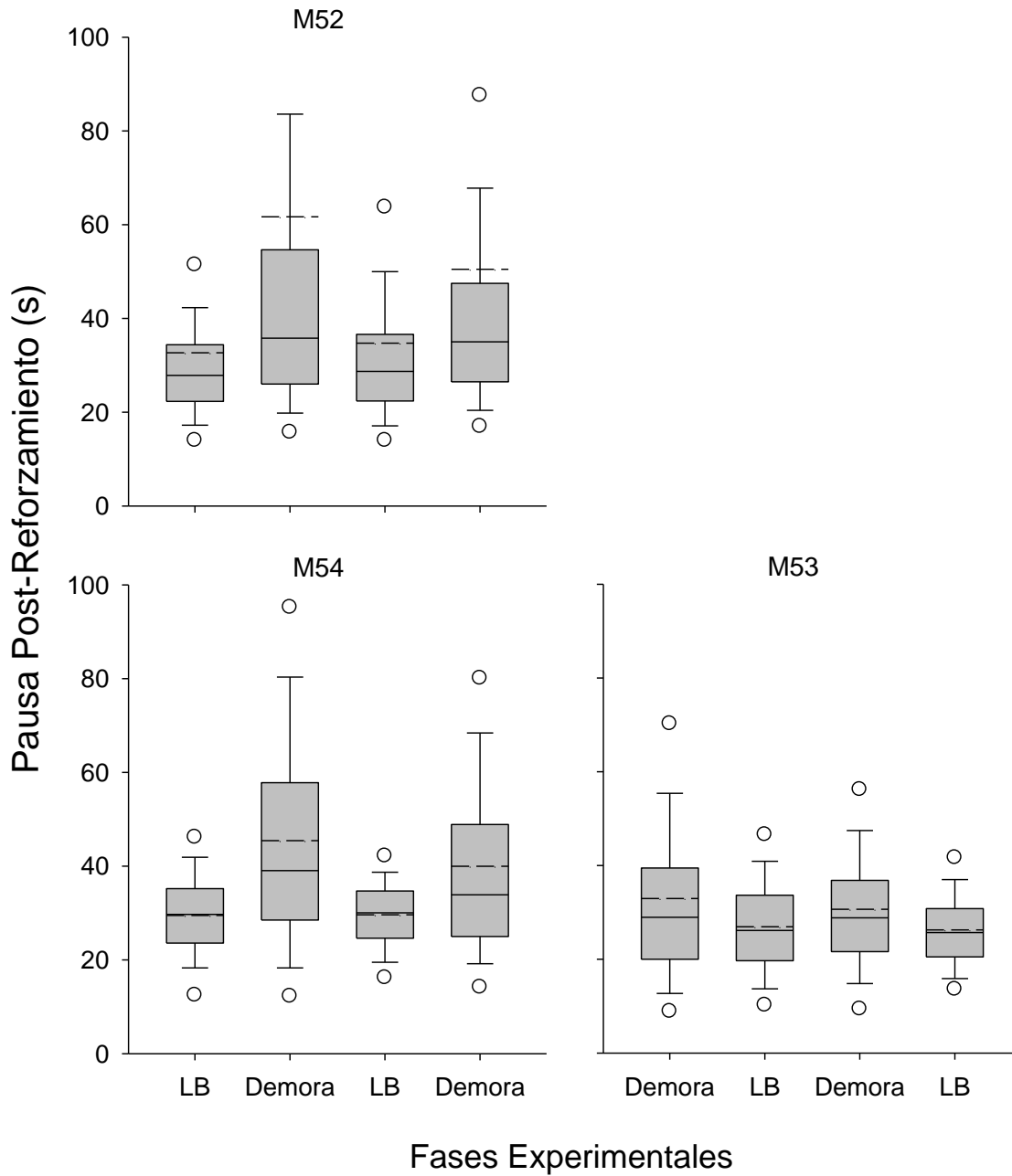


Figura 12. Pausa post reforzamiento para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.

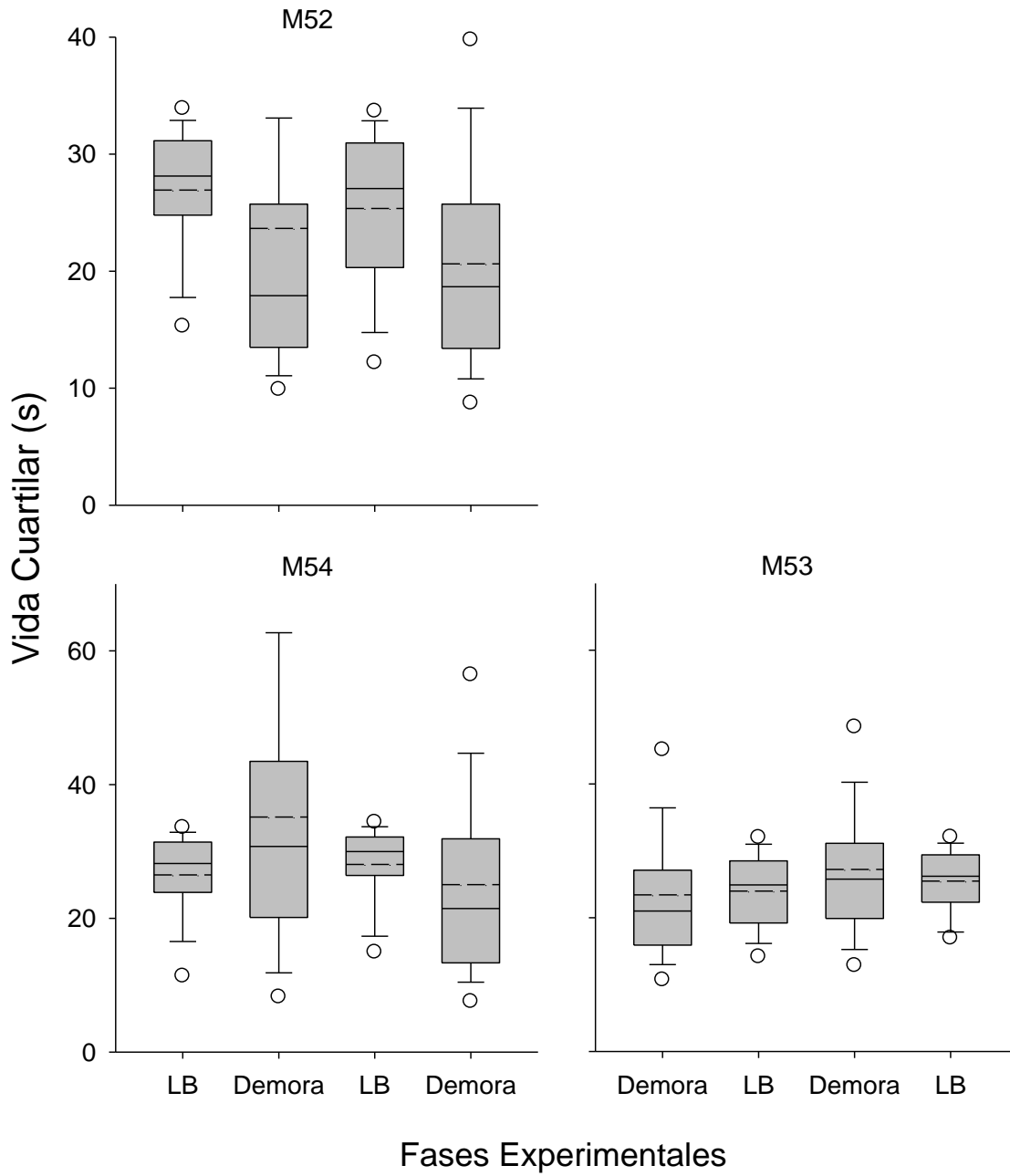


Figura 13. Vida cuartilar para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.

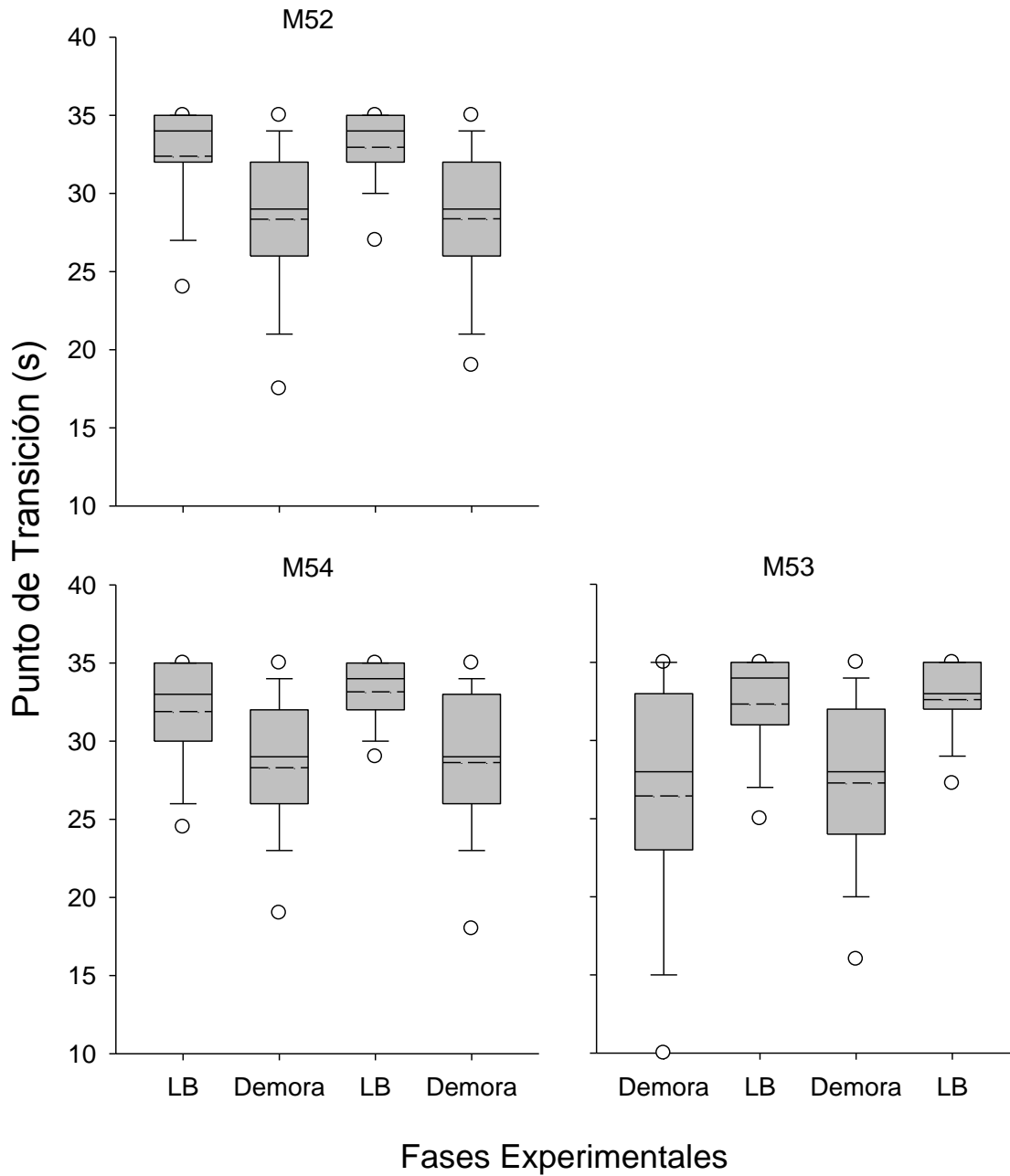


Figura 14. Punto de transición para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.

Tabla 4. Fases y número de sesiones Experimento 2.

Condición	Grupo NS-S (n=6)	Grupo S-NS (n=6)	Sesiones
Línea base	IF60s/IF60s	IF60s/IF60s	30
Demora	Tándem[IF54-TF6]/IX	Encadenado[IF54-TF6]/IX	50
Línea base	IF60s/IF60s	IF60s/IF60s	10
Demora	Encadenado[IF54-TF6]/IX	Tándem[IF54-TF6]/IX	50

Nota. X es igual al IER obtenido en el componente Encadenado o Tándem [IF54-TF6]. Grupo NS-S primero tuvo demora no señalada y luego demora señalada. Grupo S-NS primero tuvo demora señalada y luego demora no señalada.

Experimento 2

En este experimento se intenta replicar la disminución en la tasa de respuesta y el aumento en la variabilidad en las medidas de ejecución temporal cuando se utiliza reforzamiento demorado. También se intenta controlar las variables extrañas que podrían oscurecer la interpretación del efecto: diferencias en el IER entre condiciones de reforzamiento demorado e inmediato y cambios en las medidas debido a la exposición a la tarea. También se aumentó el IF a 60 s para disminuir un posible techo artificial de las medidas de estimación temporal, y determinar de esta forma si la variable aumenta las medidas como sugieren los resultados de la pausa post reforzamiento en los Experimentos 1A y 1B.

Método Experimento 2

Sujetos

Se utilizaron 12 ratas macho Wistar de 126 días al inicio del experimento. Las condiciones de alojamiento y privación fueron las mismas de los Experimentos 1A y 1B. Los sujetos fueron asignados a dos grupos ($n = 6$).

Instrumentos

Se usaron los mismos instrumentos descritos en los Experimentos 1A y 1B. En este experimento, se utilizaron ambas palancas.

Procedimiento

El pre-entrenamiento fue similar al de los experimentos anteriores, pero se entrenó la respuesta en ambas palancas en este caso. Primero, para entrenar la respuesta a la palanca, se utilizó un programa conjuntivo RF1 - TF X"; el tiempo X inició en 30 s e incrementó en 30 s en cada sesión hasta un máximo de 120 s. Al inicio de la sesión, se presentó la palanca izquierda y, si el sujeto respondía, la palanca se retraía y se presentaba

la otra palanca o la misma de manera aleatoria. Cuando en una sesión el sujeto obtuvo al menos 100 reforzadores, pasaba a la siguiente condición de pre-entrenamiento. Luego sólo estuvo en operación un programa RF1 hasta que los sujetos conseguían 150 reforzadores antes de 30 minutos durante dos sesiones consecutivas; al igual que en la condición anterior, ambas palancas se presentaron de manera aleatoria. Finalmente, se introdujo un programa IF en cada palanca, cuyo valor inicial fue 2 s, luego 5 s, 15 s, 30 y finalmente 60 s. Se presentó aleatoriamente una palanca por intervalo; siempre se presentó primero la palanca izquierda, y no se presentó más de tres veces seguidas la misma palanca.

En la primera fase experimental, ambas palancas entregaron reforzamiento en un programa IF 60 s. Se introdujo un Intervalo Entre Ensayos (IEE) de 10 s. Las palancas se presentaron de manera aleatoria de la misma forma como se había presentado al final de la fase anterior. Durante el IEE, se retrajo la palanca en operación y se apagó la luz general. Esta fase se mantuvo por 30 sesiones, cada una duraba 90 minutos.

En la segunda fase experimental, ambos grupos fueron expuestos a un programa múltiple con dos componentes, cada cual estaba asociado a una palanca. Para el grupo S-NS, un componente consistía en un programa Encadenado IF 54 s – TF 6 s y el otro era un programa de intervalo cuyo valor era acoplado al otro componente. Para el grupo NS-S, un componente consistía en un programa Tándem IF 54 s –TF 6 s y el otro era un programa de intervalo cuyo valor era acoplado al otro componente. Esta condición se mantuvo por 50 sesiones.

Para las fases con componentes acoplados, se estableció en qué palanca la tasa global era mayor en la fase anterior con ambas palancas asociadas al IF 60 s y se programó el IF 54 s con demora del reforzador de 6 s en esa palanca. Esta demora estuvo acompañada por un ruido blanco en las condiciones de demora señalada (programa

encadenado IF 54 s – TF 6 s) o se presentaba sin un estímulo programado en el caso de demora no señalada (programa tándem IF 54 s – TF 6 s). En la otra palanca, se entregó el reforzador de manera inmediata de acuerdo con un criterio de tiempo acoplado al componente demorado. Los IER (IF + duración demora + latencia respuesta procuradora) del componente demorado se guardaron en una matriz y los tiempos del componente inmediato fueron extraídos en orden de esa matriz, es decir la duración del intervalo del primer ensayo inmediato era igual a la duración del primer ensayo demorado y así sucesivamente; si por la presentación aleatoria de los componentes se habían presentado más intervalos inmediatos que demorados, el tiempo acoplado inmediato era la última posición de la matriz de tiempos acoplados.

En la tercera fase, se hizo un regreso a las condiciones iniciales con IF 60 s en cada palanca por 10 sesiones. Para la cuarta fase, el grupo con demora señalada (S-NS) fue expuesto al procedimiento con demora sin señal y los sujetos que habían experimentado la demora sin señal (NS-S) fueron expuestos a la demora señalada. Esta última fase duró 50 sesiones. En la Tabla 4 se muestra el diseño experimental. Para el análisis de datos se tuvieron en cuenta las últimas 10 sesiones de cada condición.

Resultados Experimento 2

En la Figura 15, se muestran gráficos Q-Q de las dispersiones de las distribuciones de frecuencia de los IER en el componente demorado y el componente acoplado para todos los sujetos en ambos grupos en ambas condiciones de demora señalada y no señalada. Se observa que una función lineal parece representar bien las dispersiones, lo cual indica que la distribución en ambos tiempos fue similar. La mayoría de los percentiles se ubican entre 60 y 80 s, sin embargo en algunos sujetos hay percentiles tan largos como 230 u 800 s, que se presentan en ambos componentes.

Tabla 5. Tasas de respuesta global y de carrera en resp/min Experimento 2.

		Grupo NS-S		Grupo S-NS	
		Inmediato	Demorado	Inmediato	Demorado
LB	TG	11.04 (5.22)	15.08 (7.04)	10.08 (2.40)	12.82 (2.84)
(n=6)	TC	25.46 (8.22)	32.93 (11.69)	23.73 (5.38)	29.35 (5.75)
Dem	TG	12.97 (8.46)	10.36 (13.04)	13.63 (6.41)	8.75 (5.15)
(n=6)	TC	27.32 (8.86)	21.47 (12.46)	31.82 (20.33)	28.83 (11.22)
LB	TG	12.51 (9.48)	16.77 (12.23)	11.98 (6.27)	13.65 (7.46)
(n=5)	TC	25.52 (6.10)	35.79 (9.68)	33.82 (18.98)	37.44 (22.04)
Dem	TG	17.99 (7.14)	11.68 (8.78)	12.84 (5.12)	8.77 (4.02)
(n=5)	TC	39.21 (10.66)	30.26 (7.98)	31.10 (13.07)	27.59 (10.63)

Nota. TC = Tasa de carrera. TG = Tasa global. LB = línea base; Dem = Condición con componentes demorado y de tiempo acoplado con reforzamiento inmediato. Se muestra entre paréntesis la desviación estándar de la media. Inmediato y Demorado hacen referencia al tipo de componente.

Los datos individuales del grupo S-NS son presentados en la Figura 16. Se observa que la tasa de carrera es menor en el componente demorado en la fase con demora señalada en los sujetos M2, M4 y M7, fue igual en M8 y fue mayor en M1 y M9. En el caso de M8, M1 y M9, en el componente de demora, la tasa de carrera también fue mayor en la línea base por lo que se puede suponer que había sesgo a responder en ese componente. En la tasa global, se observa que la tasa en el componente de demora fue menor en todos los sujetos. El porcentaje de intervalos con una respuesta fue mayor en el componente con demora para todos los sujetos excepto M7.

Para la segunda fase con demora no señalada, la tasa de carrera fue menor en el componente con demora en M2, M4, M7 y M9; M1 no se tiene datos para esta fase, M8 parece desarrollar un sesgo a responder en el componente demorado en la segunda línea base que se mantiene en la fase de demora no señalada. La tasa global fue menor en el componente con demora en M2, M4, M7 y M9. La tasa fue mayor en M8 al igual que en la tasa de carrera. El porcentaje de intervalos con una respuesta fue mayor en el componente con demora en todos los sujetos, excepto M2.

Los resultados individuales en general muestran menor tasa de respuesta en el componente demorado comparado con el componente acoplado, aunque en algunos casos el efecto no fue muy grande o incluso inverso, especialmente cuando hubo sesgo hacia una palanca y, en algunos casos, el efecto dependió de un aumento en la tasa de respuesta en el componente acoplado (Figura 16).

El coeficiente de diferencia en la tasa de respuesta para cada sujeto del grupo S-NS muestra resultados muy consistentes (ver Figura 17). El coeficiente se calculó como en el experimento anterior, pero en este caso en lugar de comparar entre fases se comparó entre componentes. Para cada sujeto se tomó la media obtenida en el componente demorado y se

dividió entre la suma de esa media y la del componente inmediato acoplado. En la mayoría de los sujetos la tasa de respuesta fue mayor en una palanca cuando ambos componentes fueron IF 60 s con reforzamiento inmediato, luego hubo una reversión y la tasa fue menor en ese componente con reforzamiento demorado. En M1 en la tasa global y M8 en la tasa de carrera la demora revirtió el sesgo, acercando el coeficiente a la indiferencia.

En la Figura 18, se muestran los resultados individuales para los sujetos del grupo NS-S. En la primera fase de demora no señalada la tasa de carrera fue menor en el componente demorado en M3, M6 y M11, fue igual en ambos componentes en M12 y mayor en el componente demorado en M5 y M10. En M5 y M10 hubo un sesgo marcado a responder en el componente demorado durante la línea base. La tasa global fue menor en el componente demorado en M3, M6, y M11, fue igual en M5 y M12 y mayor en el componente demorado en M10. El porcentaje de intervalos con una respuesta fue mayor ligeramente todos los sujetos excepto en M10.

Para la segunda fase con demora señalada la tasa de carrera fue menor en el componente con demora en M3, M6 y M11, fue igual en M10 y M12. La tasa global fue menor en el componente demorado en M3, M6, M12 (ligeramente) y M11, fue mayor en M10. El porcentaje de intervalos con una respuesta fue mayor en el componente demorado en M3, M6, M12 y M11 (ligeramente), y fue igual en M10.

El coeficiente de diferencia (ver Figura 19) muestra que los sujetos tuvieron tasas más altas en un componente en la primera condición con ambos componentes IF 60 s. Luego, en las condiciones de demora, la tasa de respuesta en ese componente fue menor en comparación con el componente acoplado, esto ocurrió para casi todos los sujetos en ambas medidas de tasa. Las excepciones fueron M5, M10 y M12. M10 tuvo una tasa más alta en un componente independientemente de la demora. En M12 no se encontró el efecto en la

tasa de carrera, aunque en la tasa global se observa ligeramente. M5 presentó un sesgo fuerte por la palanca y en su caso la demora contrarrestó el sesgo, aunque sólo se igualaron las tasas de ambos componentes.

En la Figura 20, se muestra la tasa global de respuesta en función del IER obtenido durante las condiciones de demora. Se muestra el grupo S-NS en los paneles superiores y el grupo NS-S en los inferiores. Las tasas de respuesta bajas estuvieron asociadas a IER largos, sobre todo en la primera exposición a cualquiera de las demoras. Sin embargo, para la mayoría de los sujetos, en ambas condiciones, el IER obtenido en la condición inmediata fue más largo que en la condición demorada y la tasa de respuesta en la condición demorada (símbolos vacíos) fue en general menor que en las condiciones de reforzamiento inmediato con IERs largos.

En la Tabla 5 se muestra el promedio de la tasa global y de carrera para ambos grupos en ambos componentes durante las cuatro fases. Se observa que en la primera línea base las tasas fueron mayores en el componente en el que luego se puso la demora. En la fase experimental, la tasa de carrera fue menor en el componente demorado comparado con el componente inmediato en el grupo con demora no señalada (NS-S), la tasa global fue menor; ambas tasas global y de carrera fueron menores en el componente demorado comparado con el componente en la fase anterior. En el grupo con demora señalada (S-NS), la tasa global fue menor en el componente demorado comparado con el componente inmediato, la tasa de carrera sigue el mismo patrón. Solo la tasa global fue menor en el componente demorado comparado con la fase anterior. Para la cuarta fase experimental ambas tasas fueron menores en el componente con demora en el grupo NS-S comparado con el componente inmediato y con el mismo componente en la fase anterior. En el grupo S-NS la tasa global fue menor en el componente demorado comparado con el componente

inmediato, en la tasa de carrera se observa la misma tendencia; ambas tasas de respuesta fueron menores en el componente demorado comparado con el mismo componente en la fase anterior.

De la Figura 21 y hasta la Figura 26, se muestran las medidas de ubicación de la respuesta para todos los sujetos de ambos grupos experimentales. Lado a lado, se muestran los gráficos de caja para cada componente en las cuatro condiciones del experimento. En el primer conjunto, se muestran las cajas los componentes con reforzamiento inmediato e IF 60 s, la caja gris es el componente en el que estuvo la demora durante la siguiente fase.

En la Figura 21, se ve que la pausa post reforzamiento aumentó en el componente demorado en relación al componente acoplado y en relación a la línea base anterior, sobre todo en la primera exposición. Además, tuvo rangos mayores en el componente demorado comparado al componente acoplado. M7 fue la excepción, puesto que el rango se mantuvo igual al del componente acoplado en la fase de demora señalada; solo durante la exposición con demora no señalada el rango fue mayor en el componente demorado comparado con el componente acoplado. Para M8, el aumento en el rango de la pausa post reforzamiento fue pequeño aunque estuvo acompañado de aumentos en la tendencia central. Para M9, el componente acoplado tuvo mayor rango que el componente demorado en la condición de reforzamiento con demora no señalada, contrario a lo que muestran otros sujetos y el mismo sujeto en la condición de demora señalada.

En la Figura 22, para los individuos del grupo NS-S, la pausa también aumentó ligeramente en relación a la línea base anterior (excepto M10), pero el efecto no fue sistemático en comparación con el componente acoplado. El rango también aumentó en los componentes demorados en comparación a los componentes acoplados. El rango de la pausa post reforzamiento aumentó en el componente de demora no señalada en M3, M6,

M11 y M5; en M12 hubo un pequeño aumento. M10 presentó una distribución atípica en comparación a la de otros sujetos o distribuciones de pausa post reforzamiento presentadas en este trabajo. En la condición de demora no señalada el rango aumentó en M6, M11, M12. En M3 hubo mayor media y mediana en el componente demorado pero el rango no aumentó sustancialmente. En M10, se encontró otra distribución atípica en el componente demorado. Análisis posteriores considerando solamente las pausas post-reforzamiento menores al valor del IF arrojaron resultados similares.

Las distribuciones de la vida cuartilar de los sujetos del grupo S-NS están en la Figura 23. Esta medida también aumentó ligeramente en relación a la línea base anterior excepto M4 y M7, primera exposición, pero el efecto no fue sistemático en comparación con el componente acoplado. El rango fue mayor en el componente demorado en comparación con el componente acoplado para la demora señalada en M1, M4, M8 y M9; M2 tuvo la longitud de la cola de la distribución más larga. En M7, hubo un pequeño aumento del rango y menores medidas de tendencia central. En el componente de demora no señalada hubo mayor rango en M2, M4, M7 y M8; en M9 hubo una cola de la distribución más larga.

En el grupo NS-S las distribuciones de la vida cuartilar están en la Figura 24. Esta medida fue menor en comparación con el componente acoplado para cuatro sujetos, pero no hubo efecto sistemático en comparación con la línea base anterior. El rango del componente demorado no señalado en comparación con el componente acoplado fue mayor en M3, M11, M12 y M5; en M6 el rango fue mayor en el componente acoplado aunque las medidas de tendencia central son menores en el componente demorado. El aumento del rango estuvo acompañado de disminución en las medidas de tendencia central en M3 y M11. En M12 y M5, por el contrario, hubo un aumento de esas medidas. Para el

reforzamiento demorado señalado el rango fue mayor en M3, M6, M12 y M10. En M3, M6 y M10 el mayor rango estuvo acompañado de menores medidas de tendencia central. En M11, hubo disminución de la media y mediana pero no del rango en el componente demorado. En M12, el mayor rango estuvo acompañado de mayores medidas de tendencia central en comparación con el componente acoplado.

Las distribuciones del punto de transición para el grupo S-NS están en la Figura 25. El rango fue mayor en el componente con demora señalada en M1, M2, M4 y M8; en M7, no cambió el rango, pero la media y la mediana fueron menores. En M9, el rango fue mayor en la condición acoplada, pero la distribución del componente demorado tuvo una cola inferior más larga. En la condición de demora no señalada, el rango fue mayor en el componente demorado para los sujetos M2, M4 y M8. En el caso de M7, hubo mayor rango en el componente demorado pero la diferencia fue pequeña. En M9, se observó un mayor rango en el componente acoplado.

Las distribuciones del punto de transición del grupo NS-S están en la Figura 26. El rango en el componente con demora no señalada fue mayor en M3, M6, M11, M12 y M5. En M10, el componente acoplado tuvo mayor rango y las medidas de tendencia central fueron mayores en el componente demorado. Con demora señalada, el rango fue mayor en el componente demorado en M3, M11 y M10. En M6, las medidas de tendencia central fueron menores en el componente demorado. En M11 y M12, las medidas de tendencia central fueron mayores en el componente señalado, pero no hubo cambio en el rango.

Discusión Experimento 2

Se replicó la mayor parte de los resultados de los Experimentos 1A y 1B. Hubo menor tasa de carrera y global en los componentes de demora no señalada en la primera presentación con demora no señalada. En las demoras señaladas que se exploraron en este

diseño al parecer no hubo mayores diferencias comparadas con la demora no señalada.

Hubo disminución de la tasa global y de carrera en los sujetos del grupo S-NS. Un factor a tener en cuenta al ver estos resultados es que la demora se programó en el componente con mayor tasa global durante la primera fase, con ambos componentes IF 60 s y reforzamiento inmediato. Esto pudo haber contrarrestado los efectos de disminución de la tasa por la demora, ya que en algunos sujetos el sesgo por responder más en un componente pudo haber sido más fuerte que el efecto de la demora. Esto se observó en algunos sujetos para los cuales la demora igualó la tasa en ambos componentes, pero esta tasa no fue menor en el componente demorado en comparación con el componente inmediato acoplado.

La demora se programó en el componente con mayor tasa de respuesta para asegurar que, de existir una diferencia en la tasa de respuesta, esta no pudiera atribuirse a un sesgo por responder en ese componente. En esa medida, cuando se observó una menor tasa de respuesta en el componente, esto ocurrió aún contra el sesgo del sujeto por responder en ese componente, aunque en algunos casos la demora solo igualó la tasa en ambos componentes, contrarrestando el sesgo. Tasas menores de respuesta en componentes con demora son consistentes con lo reportado en la literatura cuando se controla por las diferencias en IER (Sizemore & Lattal, 1977, 1978).

Con relación a las medidas de estimación temporal, igual que en los Experimentos 1A y 1B, se observó un aumento consistente de la variabilidad en la pausa post reforzamiento, vida cuartilar y punto de transición. Hubo en general aumentos de la pausa post reforzamiento aunque no hubo cambios consistentes en la media o mediana de la vida cuartilar y el punto de transición. En el caso del punto de transición se observó un aumento simétrico de la variabilidad que no se había observado en los Experimentos 1A y 1B; tal vez por un posible techo en la variabilidad impuesto por la duración del IF. El aumento de

la pausa post reforzamiento es consistente con los efectos esperados de la disminución del valor del reforzador sobre la estimación temporal.

En la mayoría de sujetos los efectos sobre la estimación temporal parecen mayores en la primera presentación de reforzamiento demorado que en la segunda, independientemente de si la demora fue señalada o no señalada, lo que parece consistente con la idea de que el efecto de la demora se da sobre el control que el programa tiene sobre la conducta y no sobre la discriminación del tiempo. Así mayor experiencia con el programa podría hacer menos sensible al sujeto al menor control por el programa ocasionado por la ruptura de la contigüidad entre respuesta y consecuencia.

Si los efectos de la demora del reforzador en la tasa de respuesta y en las medidas de estimación temporal pueden atribuirse a la reducción del valor del reforzador que puede ocurrir cuando se introduce una demora, se puede pensar que los mismos efectos deberían ocurrir cuando se utilizan otras formas de cambiar el valor del reforzador. Sería conveniente pues comparar los resultados de los Experimentos 1A, 1B y 2 con otros procedimientos en los que se devalúe el reforzador de otras maneras para establecer la generalidad de esta idea.

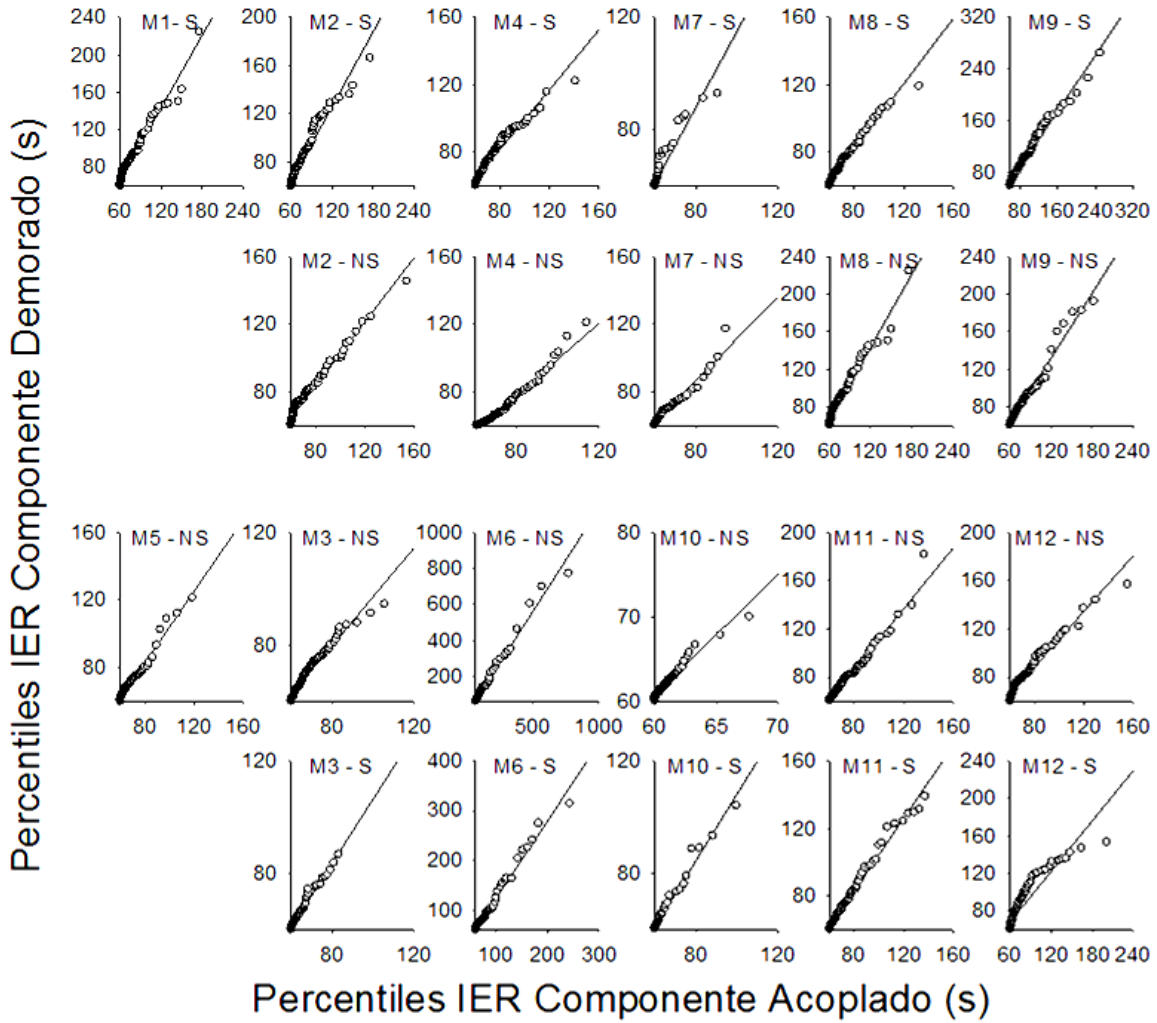


Figura 15. Gráficos Q-Q de la distribución de frecuencias del IER en el panel superior esta el grupo S-NS en el panel inferior el grupo NS-S.

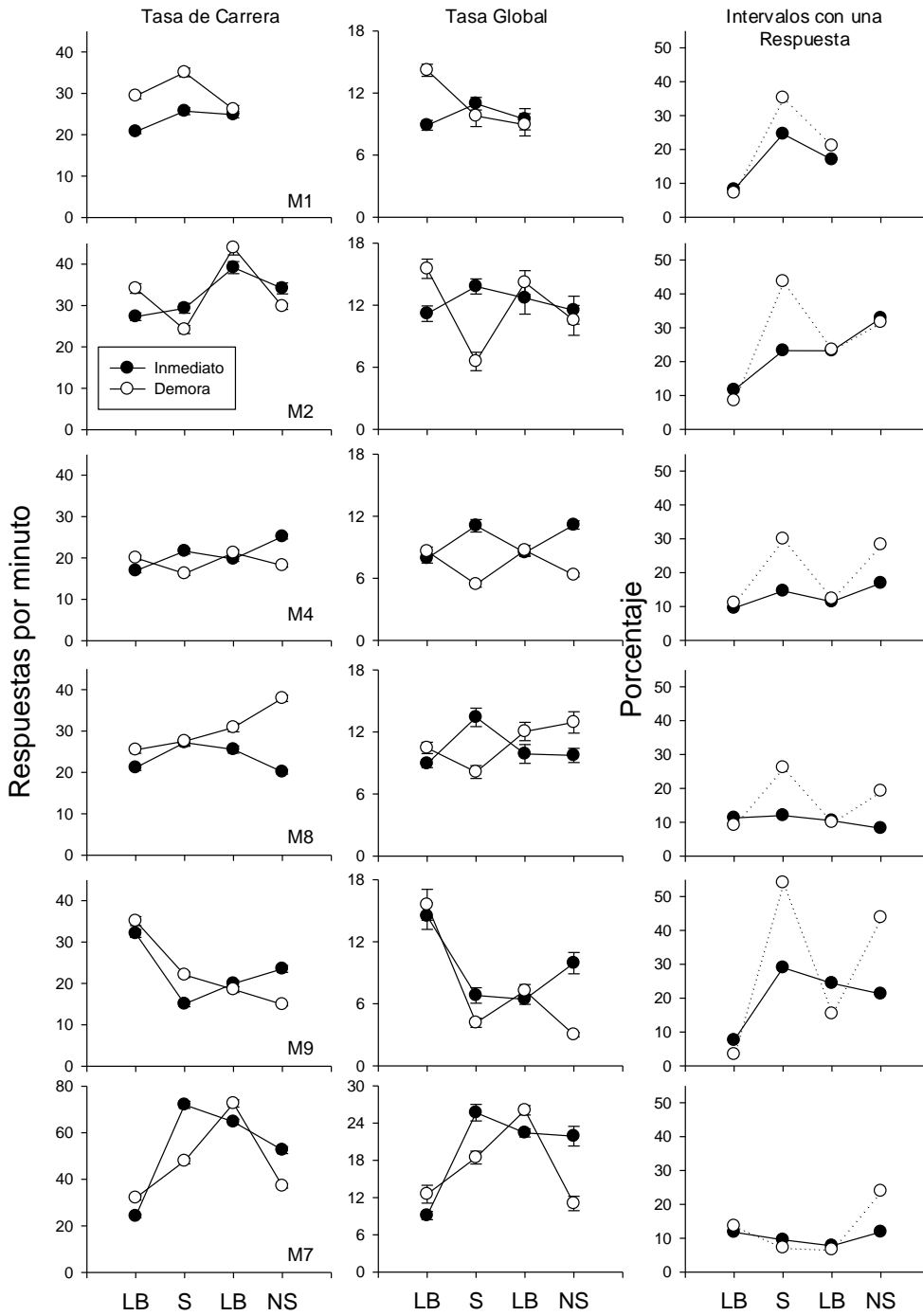


Figura 16. La tasa global y de carrera de cada sujeto del grupo S-NS en las diferentes palancas. Los puntos blancos indican la palanca de reforzamiento demorado en las diferentes condiciones experimentales. También se muestra el porcentaje de ensayos con una sola respuesta.

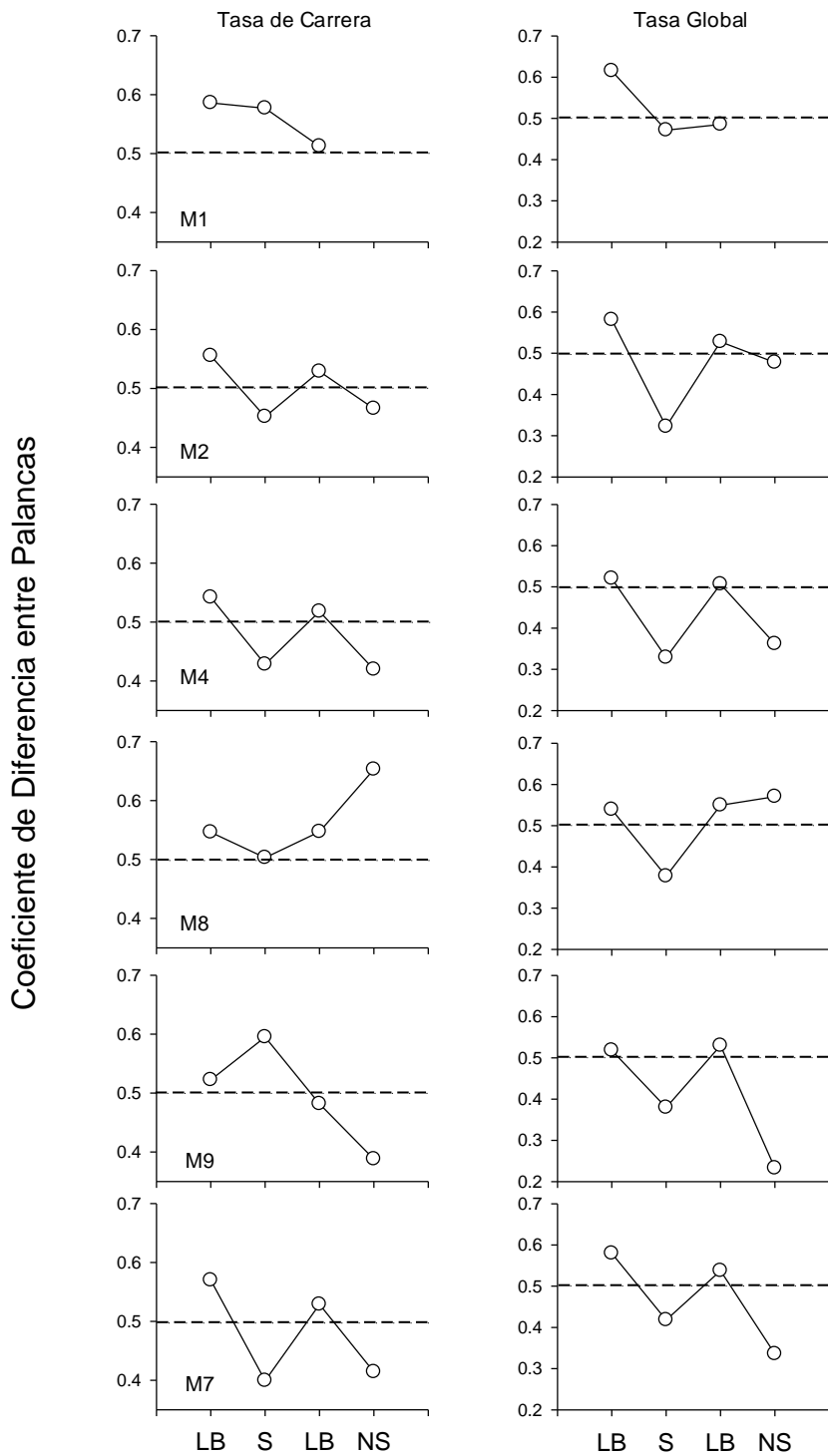


Figura 17. Coeficiente de diferencia entre palancas en las diferentes condiciones experimentales para cada sujeto del grupo S-NS. La línea punteada señala indiferencia de tasa entre palancas.

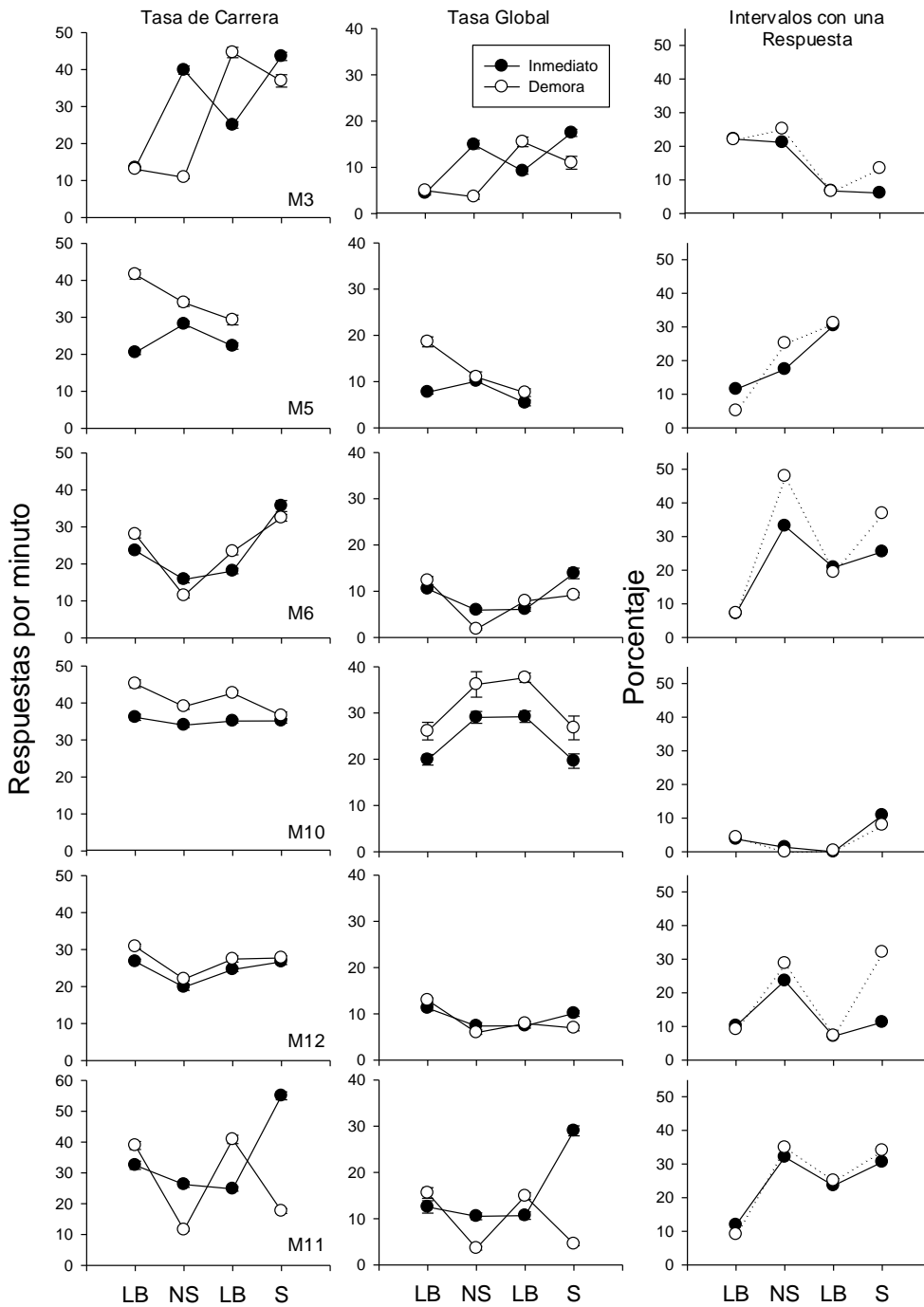


Figura 18. Tasa global y de carrera de cada sujeto del grupo NS-S en las diferentes palancas. Los puntos blancos indican la palanca de tiempo acoplado y reforzamiento inmediato en las diferentes condiciones experimentales. También se muestra el porcentaje de ensayos con una sola respuesta.

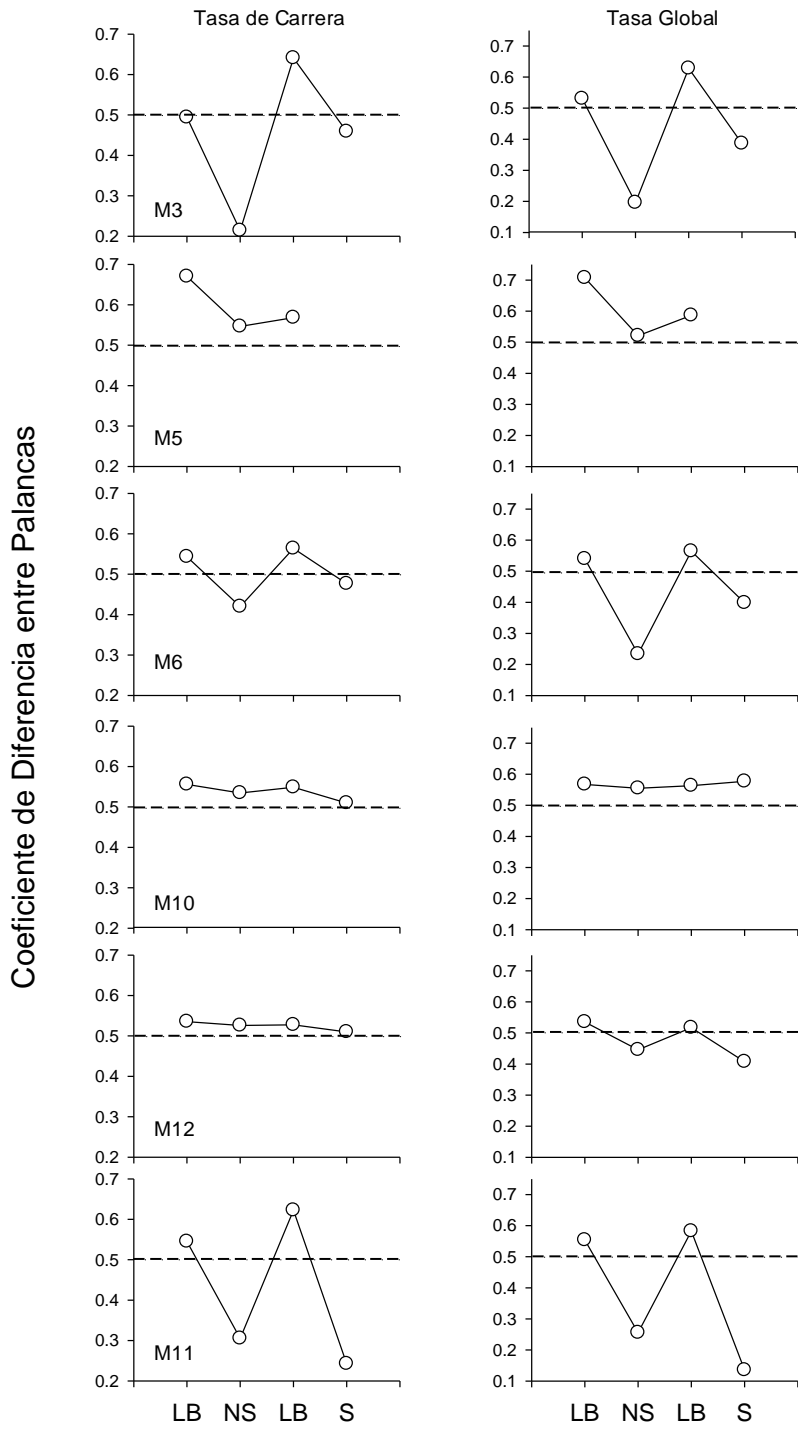


Figura 19. Coeficiente de diferencia entre palancas en las diferentes condiciones experimentales para cada sujeto del grupo NS-S. La línea punteada muestra la indiferencia de tasa entre palancas.

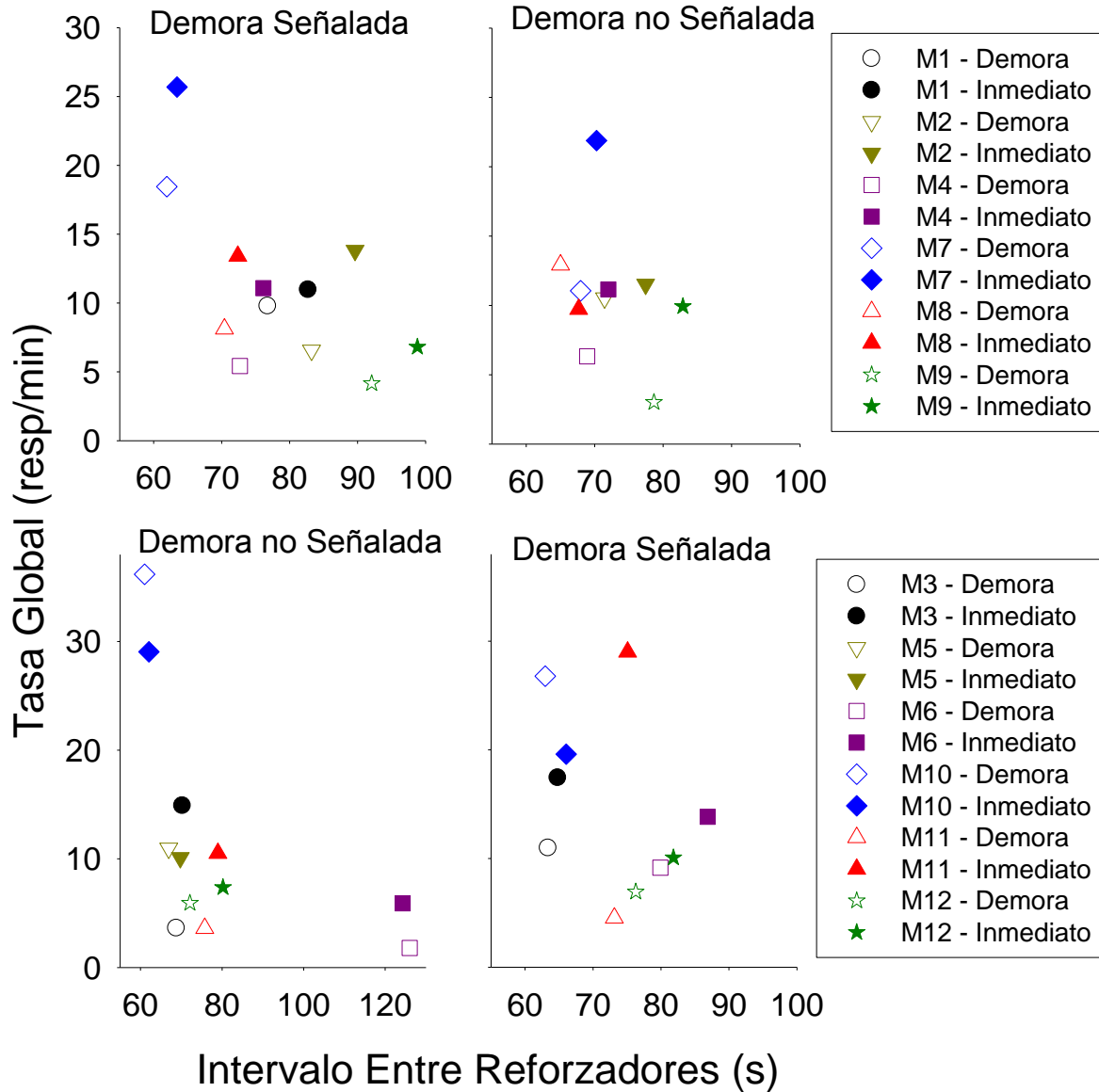


Figura 20. Tasa global de respuesta en función del intervalo entre reforzadores obtenido.

Los símbolos vacíos son la condición con demora y los rellenos son la condición de tiempo acoplado reforzamiento inmediato.

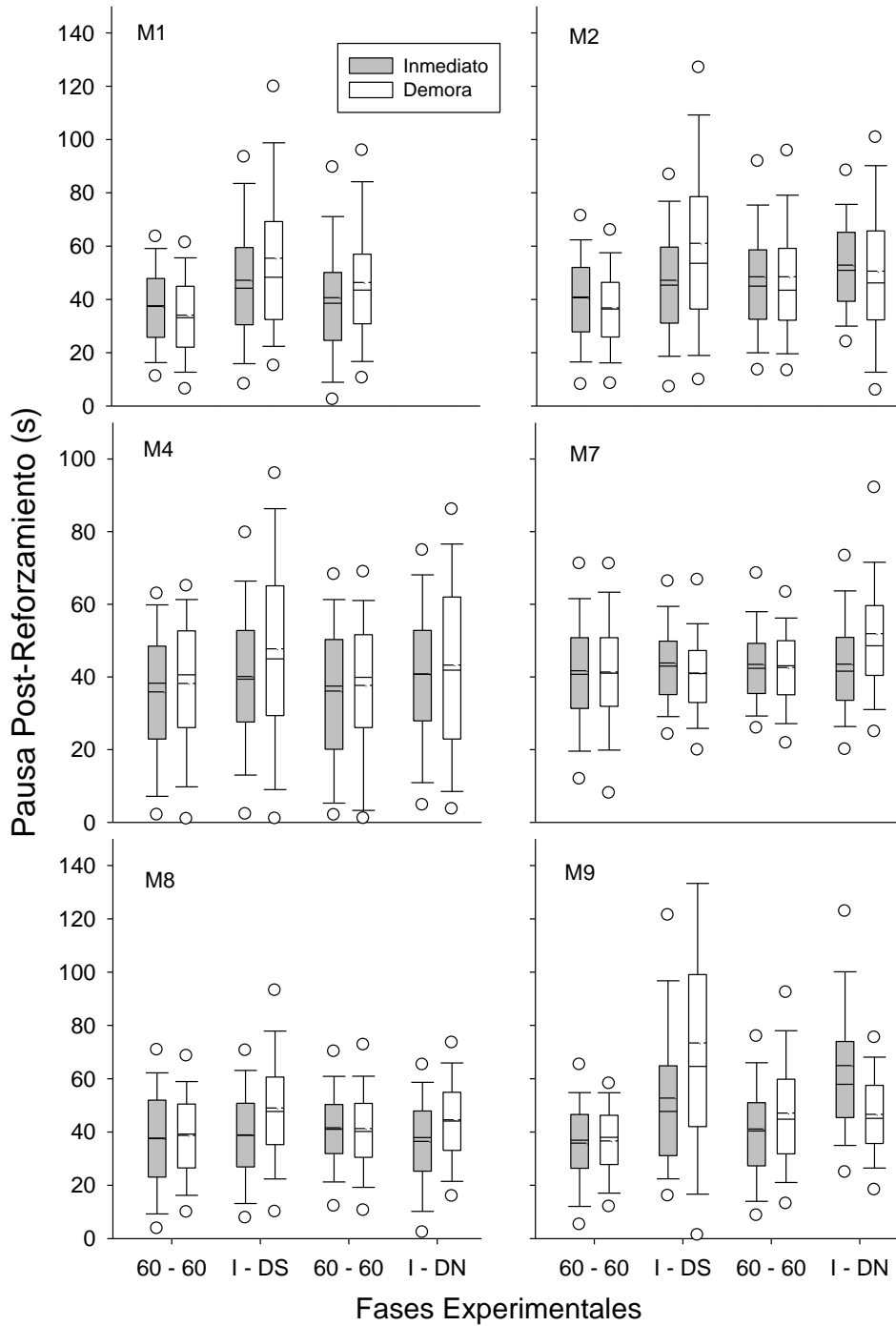


Figura 21. Pausas post reforzamiento del grupo S-NS en todas las condiciones experimentales y en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.

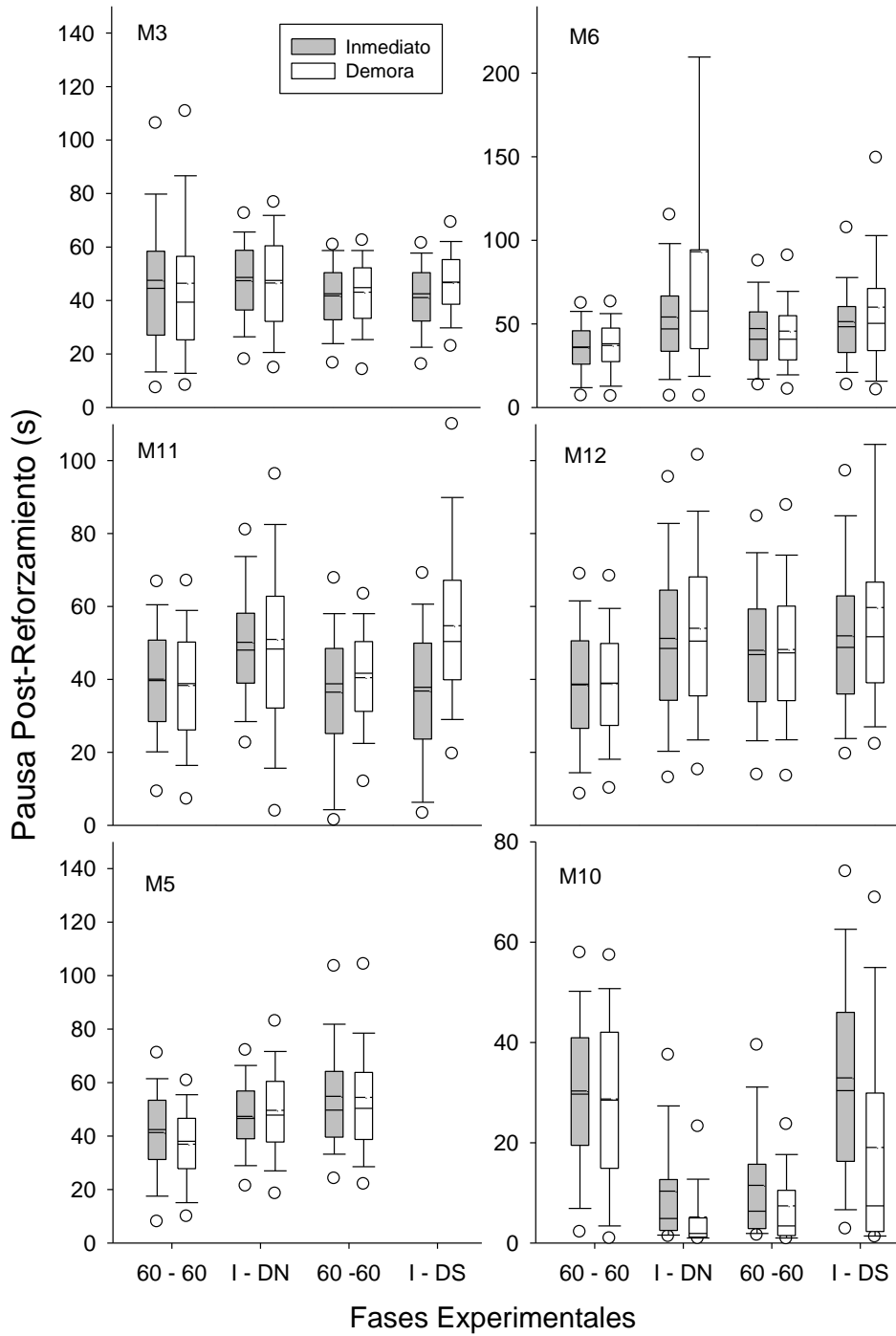


Figura 22. Pausas post reforzamiento del grupo NS-S en todas las condiciones experimentales y en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.

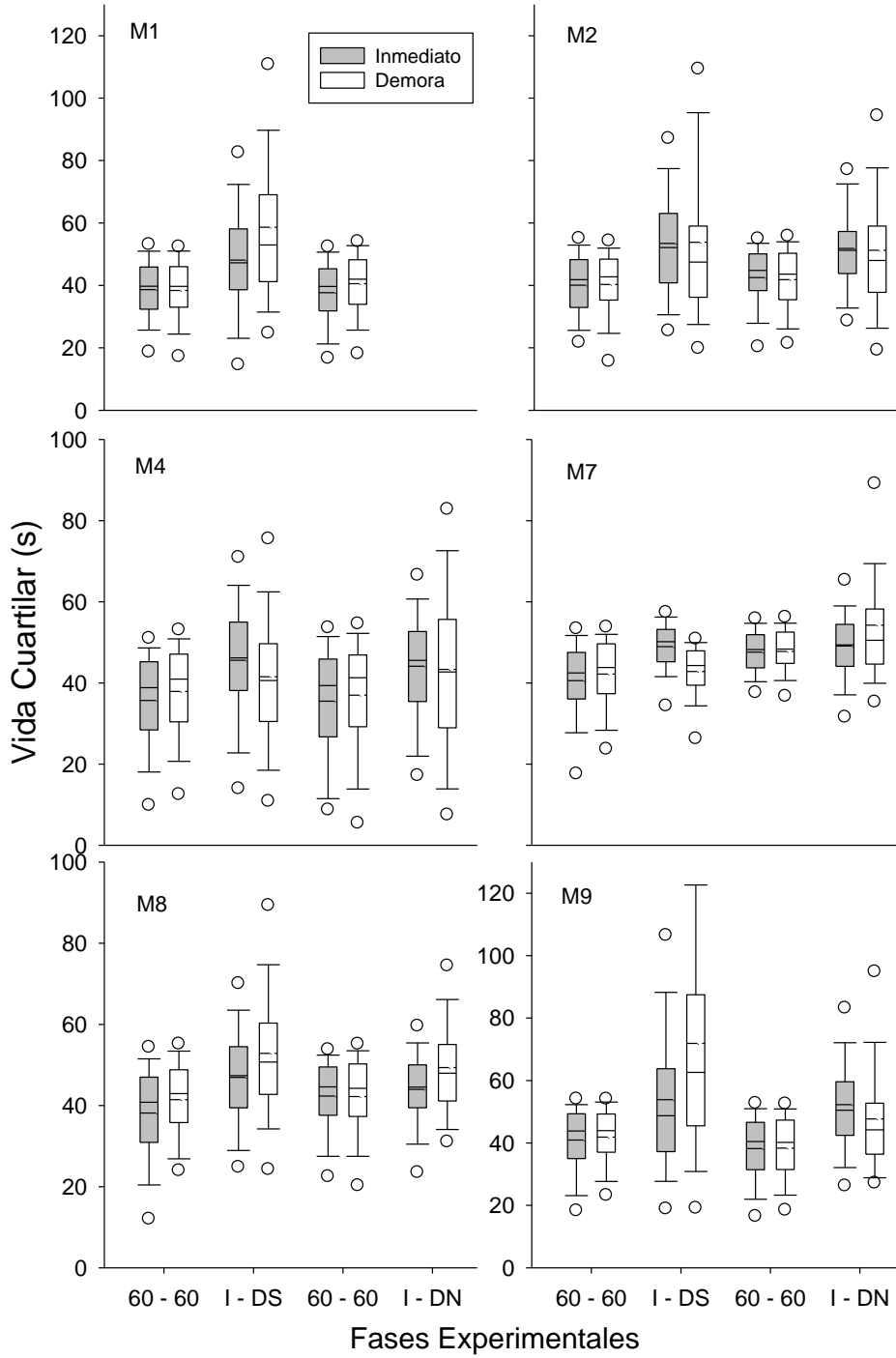


Figura 23. Vida cuartil en todos los sujetos del grupo S-NS en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.

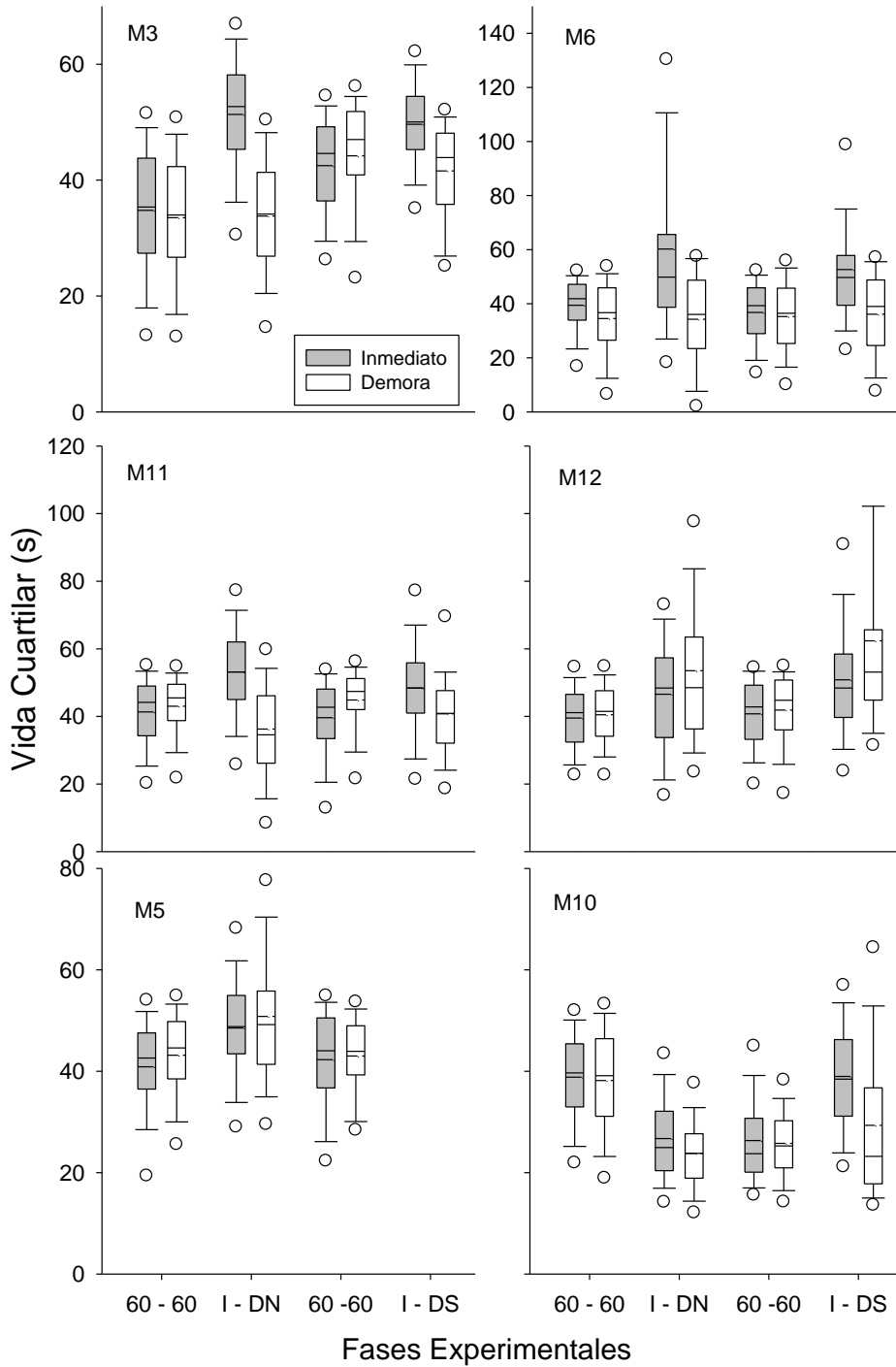


Figura 24. Vida cuartilar en todos los sujetos del grupo NS-S en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.

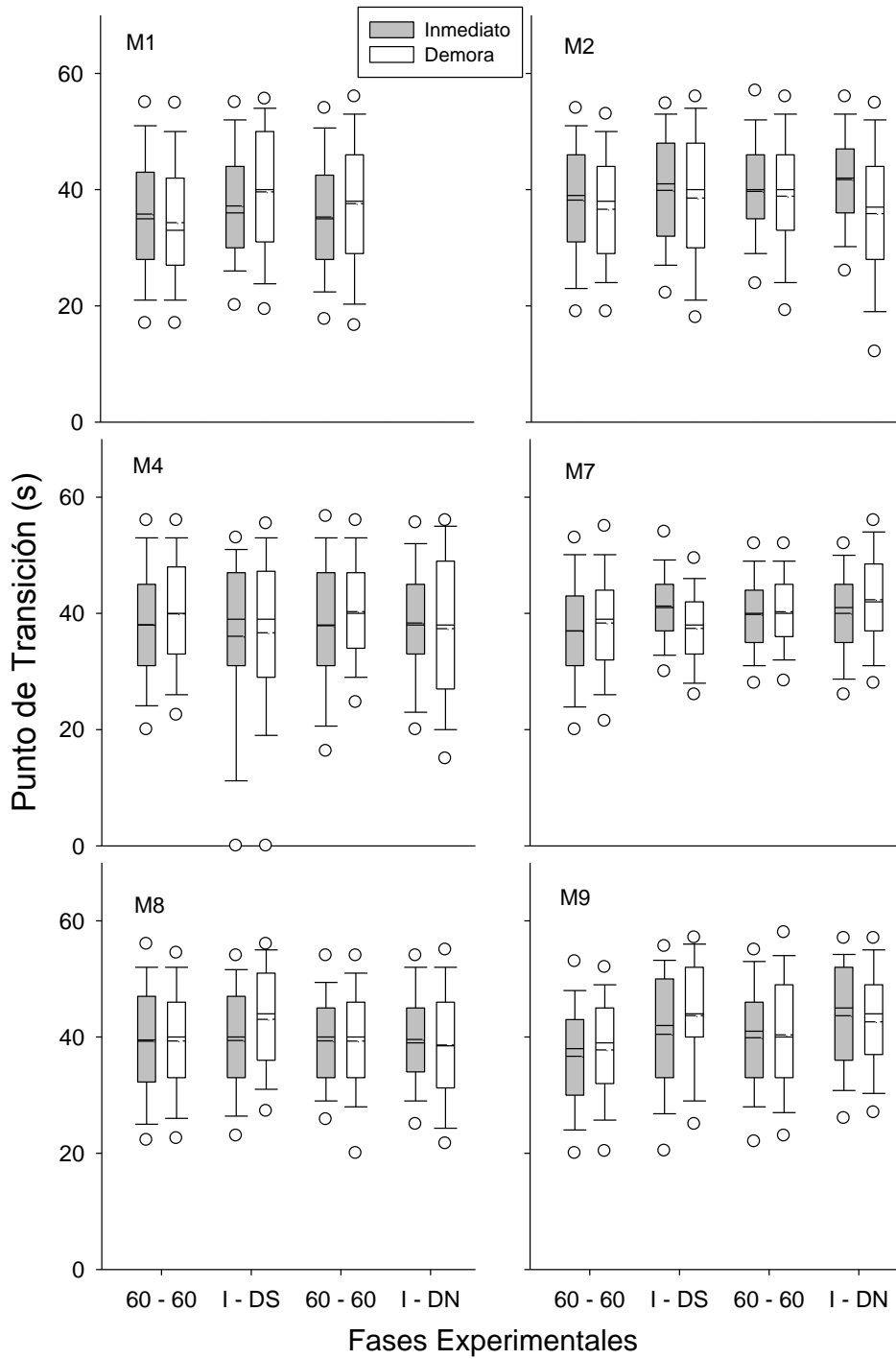


Figura 25. Punto de transición en todos los sujetos del grupo S-NS en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.

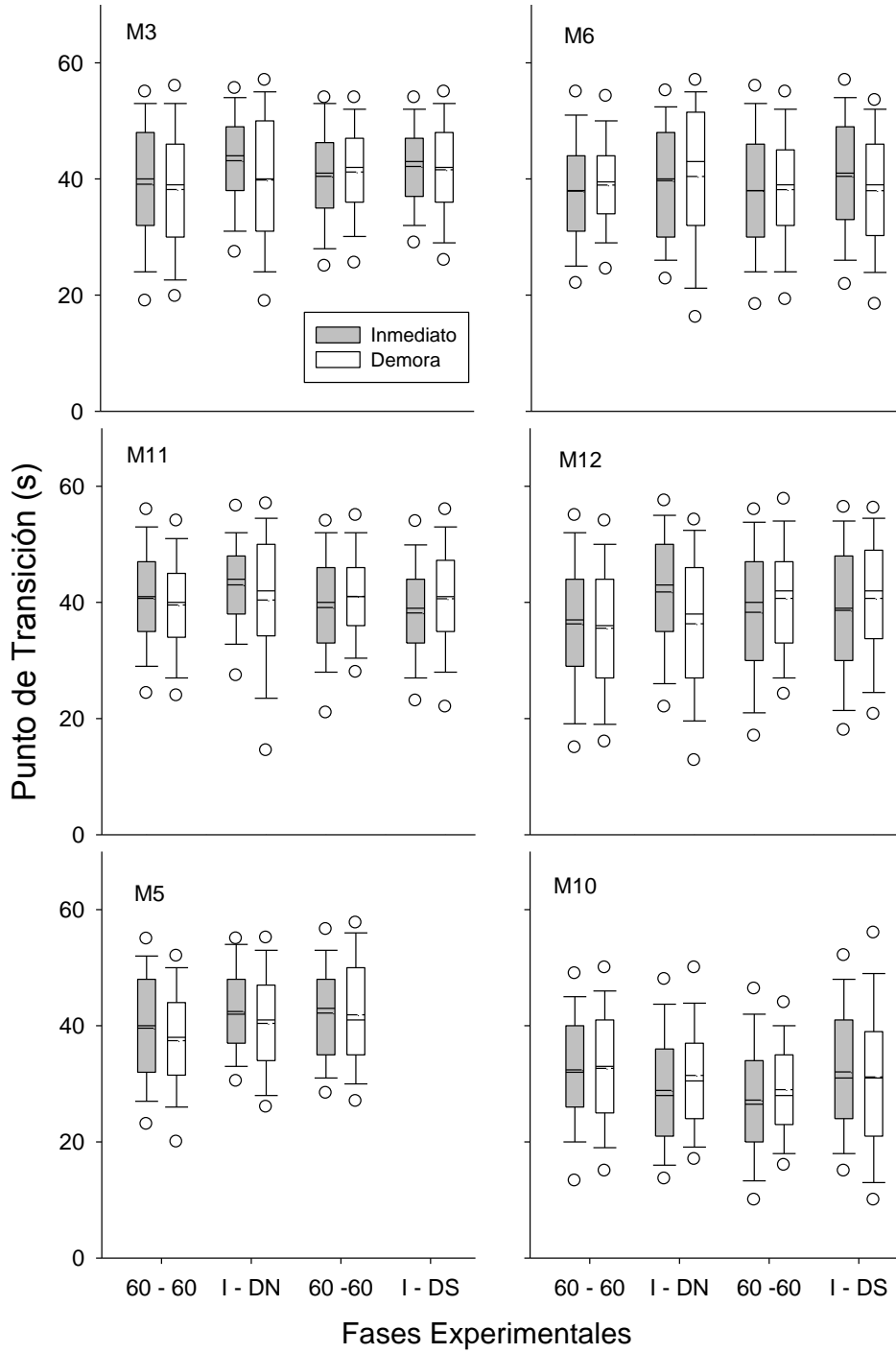


Figura 26. Punto de transición en todos los sujetos del grupo NS-S en ambas palancas. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento demorado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento inmediato. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.

Tabla 6. Orden de presentación y número de sesiones en cada condición para cada sujeto

Experimento 3.

Condición	M181	M182	M183	M184
Línea base	25	42	31	29
Devaluación	18 (1 min)	12 (1 min)	20 (5 min)	17 (5 min)
Línea base	10	15	14	13
Devaluación	14 (5 min)	10 (5 min)	14 (1 min)	10 (1 min)
Línea base	14	12	10	11

Nota. Entre paréntesis, se muestra el tipo de devaluación previo a la sesión, 1 min = 1 minuto de acceso al reforzador. 5 min = 5 minutos de acceso al reforzador.

Experimento 3A

El objetivo de este experimento fue determinar el efecto de disminuir la privación en la ejecución temporal en programas de IF. Se utilizó un IF 120 s ya que con duraciones largas el número de respuestas por intervalo permite con facilidad hacer el análisis ensayo a ensayo y parece eliminar efectos de techo en la medida de punto de transición introducidos al utilizar intervalos cortos. Para disminuir la privación y devaluar el reforzador los sujetos tuvieron acceso al reforzador antes de la sesión.

Método Experimento 3A

Sujetos

Se utilizaron cuatro ratas macho Wistar de 109 días al inicio del experimento. Las condiciones de alojamiento y privación fueron las mismas del experimento anterior.

Instrumentos

Se utilizaron los mismos instrumentos del experimento anterior.

Procedimiento

El pre-entrenamiento a la palanca fue igual al utilizado en el Experimento 1. Luego se introdujo un IF 2 s, luego 5 s, 10 s, 15 s y finalmente 120 s; este último fue utilizado en el resto del experimento. El criterio para aumentar el valor de IF fue el mismo del Experimento 1A.

Luego del pre-entrenamiento, los sujetos fueron expuestos a mínimo 20 sesiones de IF 120 s. Cuando se alcanzó estabilidad, los sujetos pasaron a una condición de devaluación del reforzador y un regreso a línea base (Ver Tabla 6). En cada condición después de la primera, los sujetos tuvieron mínimo 10 sesiones. El procedimiento de devaluación consistió en acceso previo al reforzador 30 minutos antes del inicio de la sesión experimental. El acceso se dio en la caja habitación y se hizo con cinco o un minuto

de acceso a la botella con agua. Todos los sujetos experimentaron ambos valores de devaluación de manera contrabalanceada, como se observa en la Tabla 6. Para el análisis de datos se tuvo en cuenta las últimas seis sesiones de cada condición.

Resultados Experimento 3A

La tasa promedio de los sujetos, tanto de carrera como global tuvo una tendencia a aumentar en las tres condiciones de línea base, ver Figura 27. Los resultados individuales están en la Figura 28. M181 representa la tendencia grupal de aumento de la tasa en las líneas base. En M182 aumentó la tasa en la segunda línea base pero en la tercera línea base disminuyó un poco aunque la medida no regresa al nivel de la primera línea base. En M183 se encontró el patrón grupal, aunque no mostró disminución en la tasa que se esperaría en la condición de acceso previo de un minuto antes de la sesión. En M184 hubo una tasa alta en la primera línea base y luego de la exposición al acceso previo de cinco minutos la tasa de respuesta no regresó al nivel de línea base y solo se recuperó hasta la tercera línea base.

Los promedios grupales muestran que la reducción en las tasas fue grande sólo cuando se dieron cinco minutos de acceso previo. La tasa de carrera fue en promedio para los cuatro sujetos $M = 24.01$ (12.36) resp/min con un minuto de acceso previo y en la línea base inmediatamente anterior fue $M = 23.99$ (8.98) resp/min; con cinco minutos de acceso previo la tasa fue $M = 17.70$ (7.99) resp/min y la línea base inmediatamente anterior fue $M = 31.30$ (14.50) resp/min. Para la tasa global con un minuto de acceso previo en la línea base inmediatamente anterior la tasa fue $M = 9.23$ (4.27) resp/min y en la condición de acceso previo fue $M = 8.92$ (5.65) resp/min, la línea base de cinco minutos fue $M = 11.65$ (4.14) resp/min y la condición de acceso previo la tasa fue $M = 4.57$ (1.12) resp/min.

Los resultados individuales (ver Figura 28) tienen un patrón similar al de los datos agrupados. La tasa de respuesta fue menor con relación a la línea base cuando los sujetos

fueron expuestos a cinco minutos de acceso previo. En el caso de un minuto de acceso solo M181 y M182 tuvieron una tasa menor en comparación con la línea base. En la medida de porcentaje de intervalos con una respuesta, la devaluación tuvo un efecto consistente de aumento. El efecto fue menos pronunciado cuando la devaluación fue de un minuto de acceso al reforzador. Cuando la devaluación fue con cinco minutos de acceso, en algunos casos, se generaron efectos de acarreo y el porcentaje se mantuvo alto o no regresó en la siguiente línea base a sus niveles iniciales (ver M182 y M184).

La pausa post reforzamiento de cada individuo aumentó en rango en las condiciones de devaluación del reforzador (ver Figura 29). La distribución de la medida en M183 y M184 tuvo mayor rango durante ambas condiciones de devaluación en comparación con las líneas bases anterior y posterior, aunque el rango fue mayor en la condición de cinco minutos. En M181 el rango fue mayor en ambas condiciones aunque fue mayor en la primera devaluación de un minuto. En M182 el rango aumentó en la segunda devaluación con cinco minutos de acceso. La mediana, y en menor medida la media, de la distribución aumento en 3 de 4 sujetos en la condición con 5 minutos de acceso previo, la excepción fue M183.

En la vida cuartilar (ver Figura 30) el rango de la distribución de los datos también aumentó en las condiciones de devaluación. El aumento fue más grande en la primera devaluación o cuando esta devaluación fue de cinco minutos. En M181 el aumento del rango estuvo acompañado por disminución de la media y la mediana en la primera devaluación pero no en la segunda; lo mismo ocurrió en M183 y M184. En M182 además de mayor rango hubo disminución de la media y la mediana en la segunda devaluación con cinco minutos de acceso previo.

En el punto de transición (ver Figura 31) también se encontró mayor rango de la distribución en las condiciones de devaluación, especialmente con 5 minutos. Hubo mayor rango y una ligera disminución de las medidas de tendencia central en la primera devaluación y en la devaluación con cinco minutos.

Discusión Experimento 3A

Se observa un patrón de resultados similar a los experimentos con demora. Hubo disminución de la tasa de respuesta global y de carrera en la condición de cinco minutos de acceso al agua antes de la sesión. También hubo aumento en el porcentaje de intervalos con una respuesta en las condiciones de devaluación, especialmente con cinco minutos. Esta disminución de la tasa de respuesta es consistente con lo observado en programas de IF cuando se ha disminuido la magnitud del reforzador (ver Tabla 1).

La ejecución en línea base no se mantuvo constante. Los resultados individuales muestran que en algunos casos esto puede deberse a la experiencia con el programa, un efecto de mera exposición (p.e. M181, M183 y tal vez M182), en tanto que en M184 esto pudo deberse a un efecto de acarreo de la condición experimental. Solo M181 y M182 tuvieron una tasa menor cuando fueron expuestos a un minuto de acceso previo, lo que indica que tal vez el orden de exposición tiene algún efecto: así un minuto no devalúa tanto el reforzador si primero se expuso a los sujetos a cinco minutos de acceso.

Los resultados en las medidas de estimación temporal son similares a los experimentos anteriores. Hubo aumento de la variabilidad de las medidas, aumento en la pausa post reforzamiento pero no hubo cambios consistentes en la vida cuartilar y el punto de transición. Estos resultados sugieren que la disminución del valor cambia el control por el programa pero no la discriminación del tiempo estimada con medidas poco sensibles. El aumento en la pausa post reforzamiento sugiere que los sujetos durante la devaluación

estarían respondiendo como si el intervalo fuera más largo de lo que es, de manera consistente con la hipótesis de devaluación y estimación temporal propuesta (Galtress et al., 2012).

Algunos de los resultados observados parecen dependientes de la duración del IF por lo que sería conveniente replicar este experimento utilizando un IF similar al utilizado en otros experimentos de este trabajo, especialmente los Experimentos 2 y 4. También podría intentarse otra forma de entregar el reforzador antes de la sesión para igualar la cantidad total de reforzador consumido antes de la sesión.

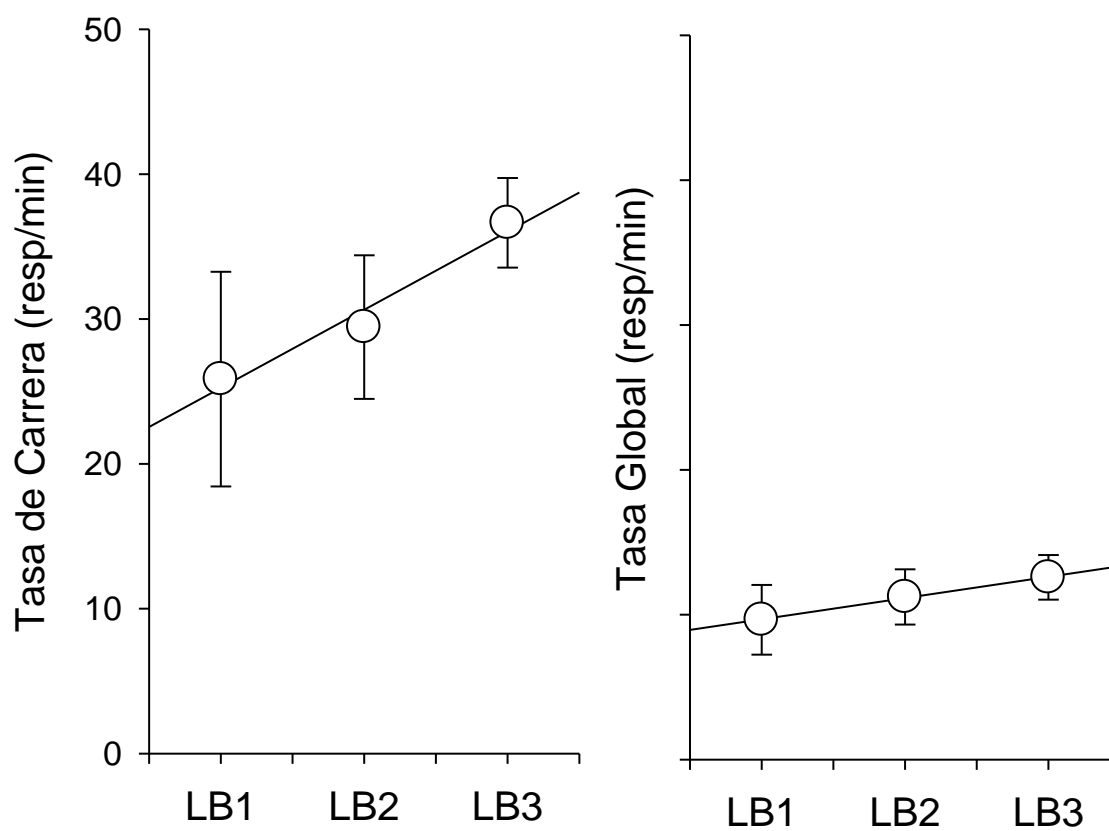


Figura 27. Tasa de respuesta global y de carrera promedio de los cuatro sujetos en las tres condiciones de línea base del experimento. Las barras de error son el error estándar de la media.

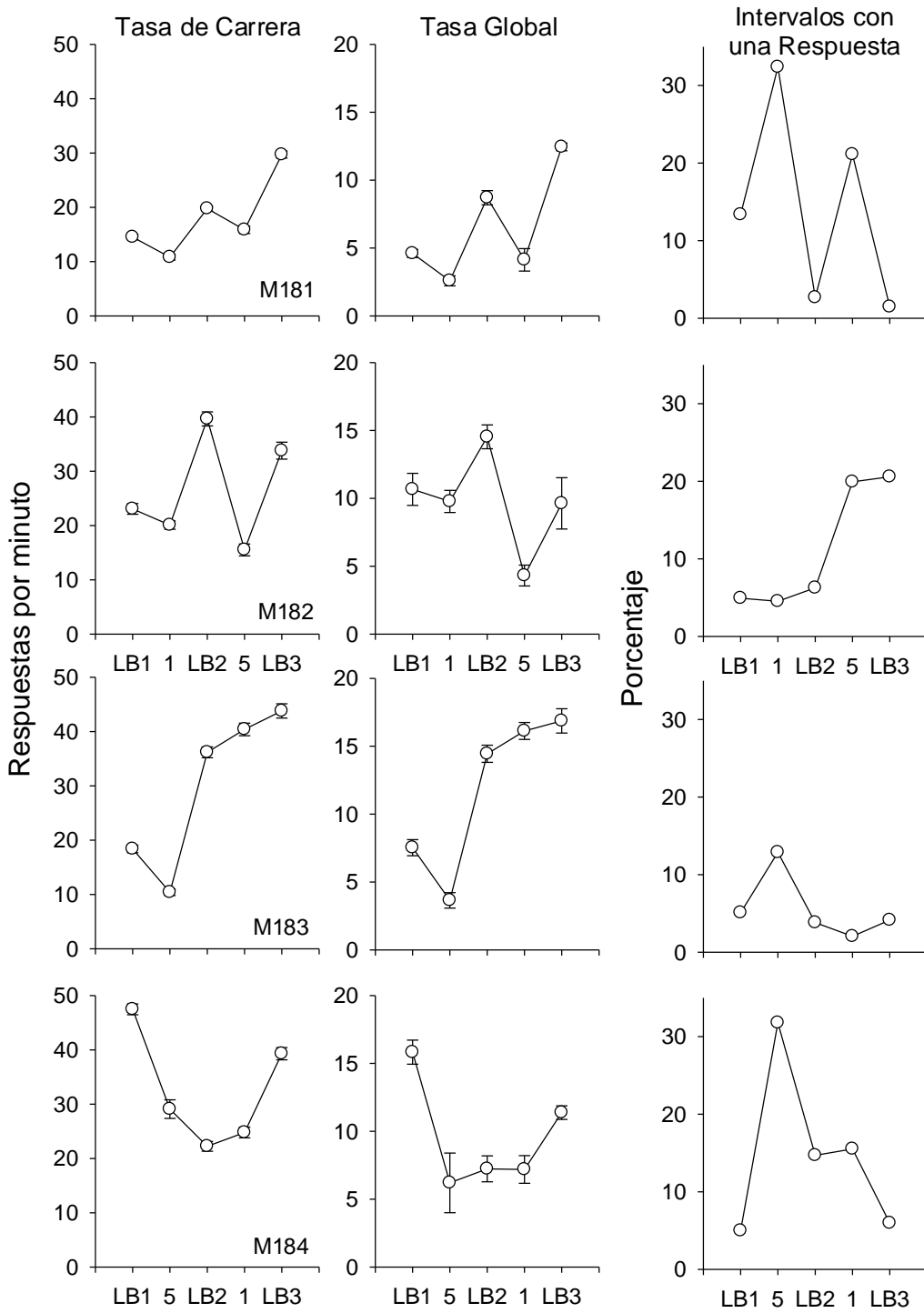


Figura 28. Tasa de respuesta promedio para cada sujeto de las últimas 6 sesiones en cada condición y porcentaje de intervalos con una sola respuesta. Las barras de error son el error estándar de la media.

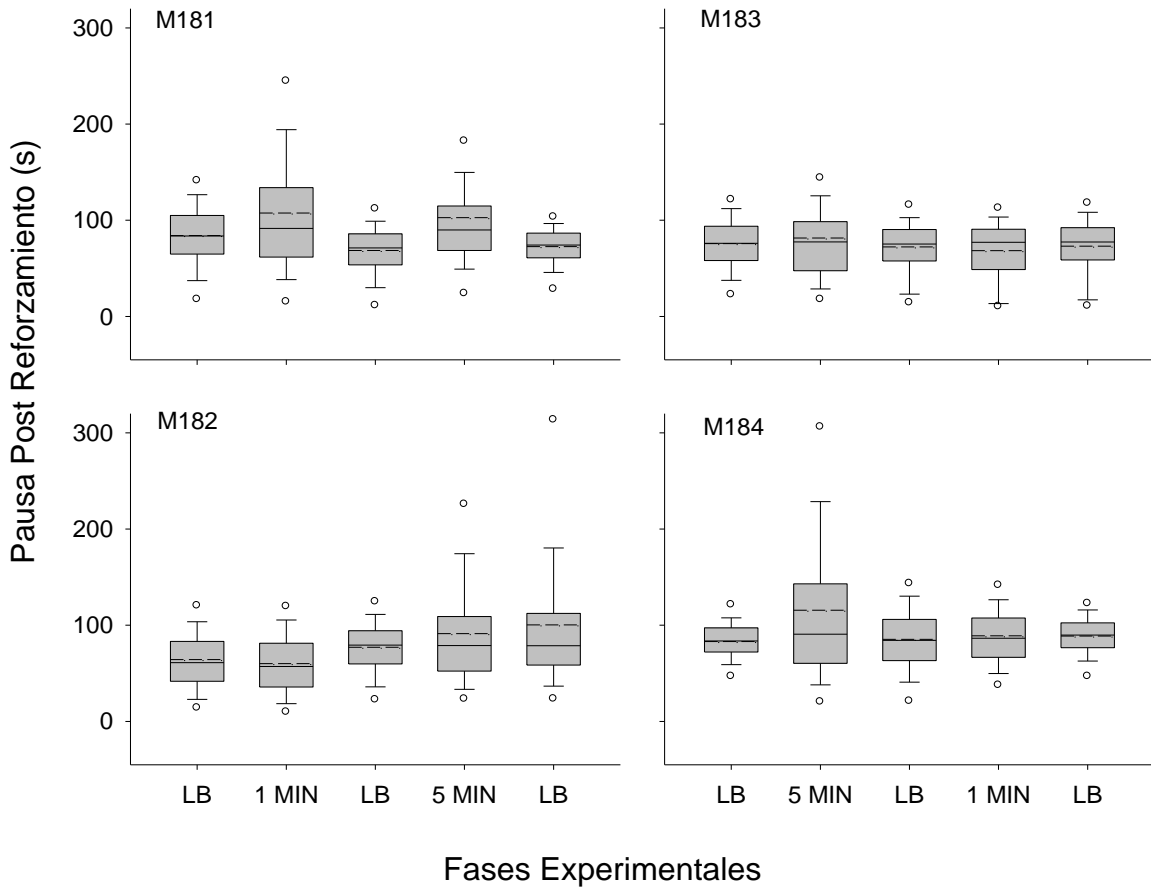


Figura 29. Pausa post reforzamiento para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.

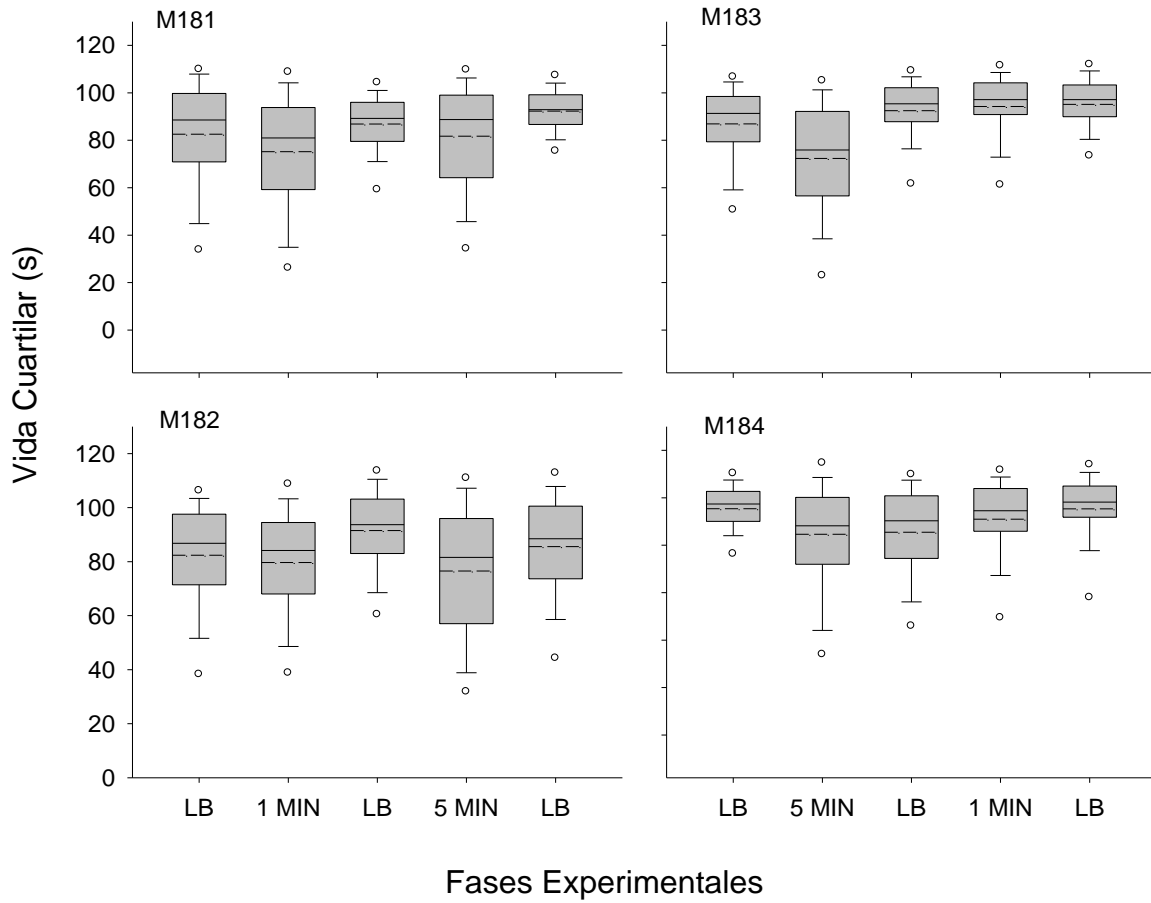


Figura 30. Vida cuartilar para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.

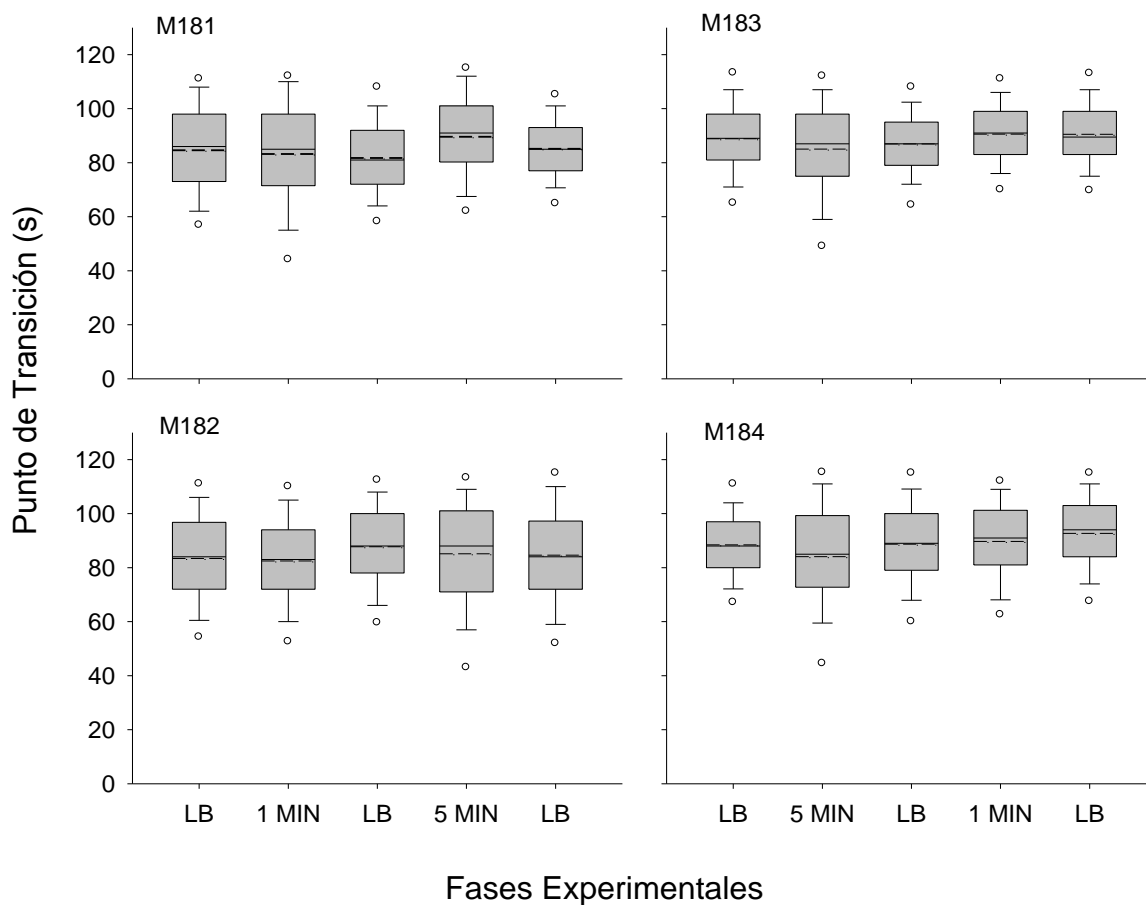


Figura 31. Punto de transición para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del grafico son los percentiles 5 y 95.

Experimento 3B

El objetivo de este experimento fue replicar los resultados obtenidos en el Experimento 3A utilizando un IF 60 s, para establecer si los resultados obtenidos dependen de la duración del IF, y otra forma de dar acceso previo para aumentar la generalidad de los hallazgos. En el Experimento 3 se utilizó tiempo de acceso, 1 ó 5 minutos, y en este Experimento se utilizó una cantidad fija de mililitros: 2, 4 ó 7 ml.

Método Experimento 3B

Sujetos

Se utilizaron seis ratas macho Wistar de 137 días al inicio del experimento. Las condiciones de alojamiento y privación fueron las mismas del experimento anterior.

Instrumentos

Se utilizaron tres cajas utilizadas en el Experimento 3.

Procedimiento

El pre-entrenamiento fue el mismo del Experimento 3. El diseño fue similar al utilizado en el experimento anterior, se utilizó un IF 60 s y se entregó 4, 2 ó 7 ml de agua de acceso previo a la sesión. Los sujetos M22 y M28 no alcanzaron estabilidad en la primera condición de acceso previo con 7 ml en 42 sesiones, por esto se decidió regresar los sujetos a línea base y repetir la fase de devaluación utilizando 4 ml. El número de sesiones por fase experimental, el orden de presentación de las condiciones y la cantidad de ml entregadas se observa en la Tabla 7. Para el análisis de datos se tuvieron en cuenta las últimas seis sesiones de cada condición.

Tabla 7. Se muestra el orden de las condiciones experimentales y el número de sesiones para alcanzar estabilidad en cada sujeto del Experimento 3B.

Condición	M25	M30	M22	M27	M29	M28
Línea Base	25	20	22	21	24	22
Devaluación	15 (7ml)	12 (7ml)	42 (7ml) ^a	11 (2ml)	12 (2ml)	10 (2ml)
Línea base	13	11	21	13	11	11
Devaluación	39 (2ml)	14 (2ml)	17 (4ml)	14 (7ml)	15 (7ml)	42 (7ml) ^a
Línea Base	12	10	11	15	19	12
Devaluación						14 (4ml)
Línea Base						13

Nota. Entre paréntesis se muestra la cantidad de ml consumidos antes de la sesión. ^a No se alcanzó estabilidad en la condición, estos datos no fueron incluidos en los análisis.

Resultados Experimento 3B

En general, los resultados del Experimento 3B replican lo encontrado en el Experimento 3A. La tasa global y de carrera en promedio de los sujetos no regresó al nivel de la primera línea base y aumentó entre condiciones (ver Figura 32). Las tasas promedio de los cuatro sujetos que se expusieron solo a 2 y 7 ml de acceso previo muestran el mismo patrón que los de uno y cinco minutos. Cuando el acceso fue de 2 ml la tasa global fue $M = 8.40 (8.19)$ resp/min y en la condición de línea base anterior fue $M = 9.19 (7.98)$ resp/min; cuando el acceso previo fue 7 ml la tasa global fue $M = 2.51 (1.81)$ resp/min y en la condición de línea base inmediatamente anterior fue $M = 17.13 (4.95)$ resp/min. En la tasa de carrera se observa el mismo patrón: con 2 ml de acceso la tasa fue $34.63 (22.05)$ resp/min y en la línea base fue $29.96 (21.48)$ resp/min; en la condición de 7 ml de acceso la tasa de carrera fue $M = 19.45 (12.41)$ resp/min y en la línea base inmediatamente anterior fue $M = 40.87 (9.21)$ resp/min.

En M25 y M30 (Figura 33) que fueron expuestos primero a 7 ml hubo una fuerte disminución de la tasa de respuesta con relación a la línea base anterior; M22 no alcanzó estabilidad en esa condición, y luego en la exposición a 4 ml hubo una reducción de la tasa en comparación a la línea base anterior. La exposición a 7 ml generó un efecto de acarreo en M25 en la siguiente línea base. La exposición a 2 ml redujo la tasa en M30 mientras que en M25 hubo recuperación de la tasa cercana al nivel inicial de línea base. En los sujetos primero expuestos a 2 ml de devaluación sólo la tasa de respuesta de M28 fue más baja con relación a la línea base anterior. Además, en estos sujetos (ver M27 y M30) el efecto de disminución de la tasa en la condición de 7 ml fue marcado. En M28 la tasa de respuesta en la condición de 4ml disminuyó y no regresó a niveles previos. En M28 la experiencia de

pre exposición a 7 ml fue seguido por una disminución de la tasa de la línea base 3 comparada con la línea base 2.

El porcentaje de intervalos con una respuesta (Figura 33) disminuyó con la experiencia especialmente entre la primera y segunda línea base, luego se mantuvo constante en las líneas base. En todos los casos, la devaluación fue acompañada de un aumento en el porcentaje de intervalos con una respuesta. En M25 la devaluación de 7 ml fue seguida de un alto porcentaje de intervalos con una respuesta en la línea base siguiente, pero para la tercera línea base este porcentaje regresó al nivel de la primera línea base.

Los resultados en las medidas de ubicación de las respuestas también replican lo encontrado en el Experimento 3A. La pausa post reforzamiento tuvo valores promedio ligeramente mayores, sobre todo con 7 ml, y mayor rango en las condiciones de devaluación comparada con las líneas base (ver Figura 34). El efecto fue mayor en M27 y M30, en este último la variabilidad se mantuvo en la segunda línea base luego de la devaluación con 7 ml. Para M27 y M29 la devaluación de 7 ml generó mayor rango de variabilidad que la devaluación de 2 ml.

Para la vida cuartilar (Figura 35), hubo una disminución en la media y la mediana sobre todo en la condición de 7 ml, pero ligeramente en la condición de 2 ml, en los sujetos que alcanzaron estabilidad: M27, M29, M25 y M30. El rango aumentó considerablemente en las condiciones de 7 ml en M27, M29 y M25; para estos sujetos también se observa un aumento del rango aunque menor en la condición de 2 ml. En M30 el rango aumentó de manera similar en la devaluación con 2 ó 7 ml. En M28 y M22 no hubo cambios grandes en variabilidad, aunque el rango de M28 aumentó con la devaluación de 2 ml.

Para el punto de transición los resultados son similares (Figura 36). En M27 y M29 el rango aumentó más con la devaluación de 7 ml que con la de 2 ml, aunque en M29 el

aumento no fue muy grande. En M25 el rango aumentó en la fase de devaluación con 7 ml e incremento más en la línea base siguiente, este resultado probablemente se debe a algún efecto de acarreo. Para M30 ocurre algo similar, en las condiciones de devaluación el rango aumenta, aunque la mayor variabilidad de este sujeto se observa en la última línea base. En M28 hubo un ligero aumento del rango ambas condiciones de devaluación. Para M22 se observa que la devaluación aumentó el rango en comparación con las líneas bases anterior y siguiente, aunque en este caso la primera línea base es la condición con mayor rango de variabilidad. Sin embargo, no hay una relación sistemática entre sujetos para las medidas de tendencia central.

Discusión Experimento 3B

En general, se replican los resultados obtenidos en el Experimento 3A. Esto indica que en intervalos relativamente largos, mayores a 60 s, los efectos no parecen dependientes de la duración del IF o de la forma de administración del acceso previo (minutos o ml). Sin embargo, los efectos parecen dependientes de la magnitud del acceso previo: magnitudes pequeñas no parecen tener efecto. Ahora, dos sujetos que no alcanzaron estabilidad en 7 ml podrían indicar que la forma de administración, cantidad en ml exactos, es más sensible a las diferencias individuales que las condiciones de acceso de tiempo ya que en el Experimento 3A todos los sujetos completaron la fase con cinco minutos de acceso.

La disminución de la tasa de respuesta es consistente con lo reportado en otros experimentos donde se cambia el grado de privación en programas de IF (ver Tabla 1). El aumento de la pausa post reforzamiento es consistente con la idea de que la devaluación del reforzador genera una sobre estimación de la duración del intervalo (Galtress et al., 2012). Que en la vida cuartilar y el punto de transición solo se observen cambios en el rango de variación de los datos, que también se observa en la pausa post reforzamiento, sugiere que

la devaluación afecta el control del programa sobre el comportamiento pero no necesariamente el tiempo que el sujeto discrimina.

La presentación entre fases de las condiciones de reforzamiento con mayor y menor valor tienen problemas similares en la interpretación a los Experimentos 1A y 1B, ya que las líneas base de tasa de respuesta aumentan a lo largo de las diferentes presentaciones. Sería conveniente hacer una comparación entre diferentes valores del reforzador al mismo tiempo donde también se controle el IER al que se exponen los sujetos como se hizo en el Experimento 2.

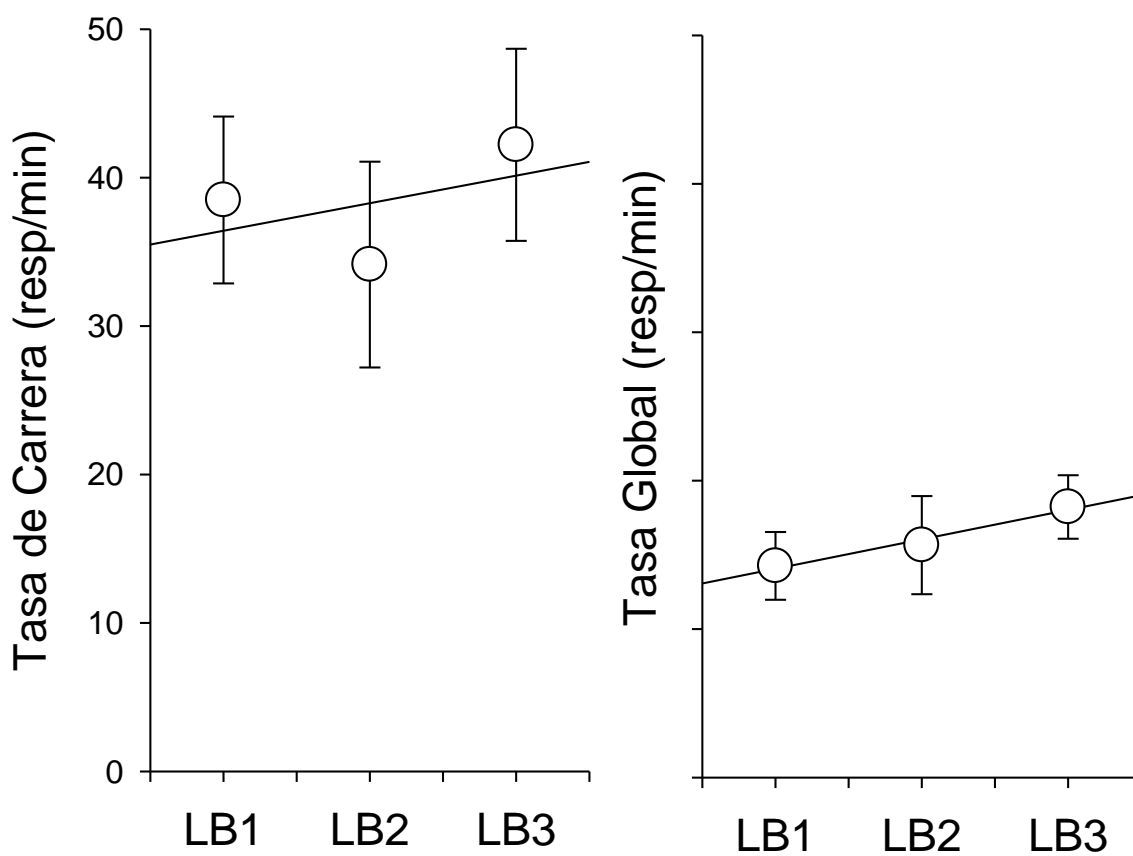


Figura 32. Muestra la tasa de respuesta global y de carrera promedio de los seis sujetos para tres líneas base. Las líneas de error son el error estándar de la media.

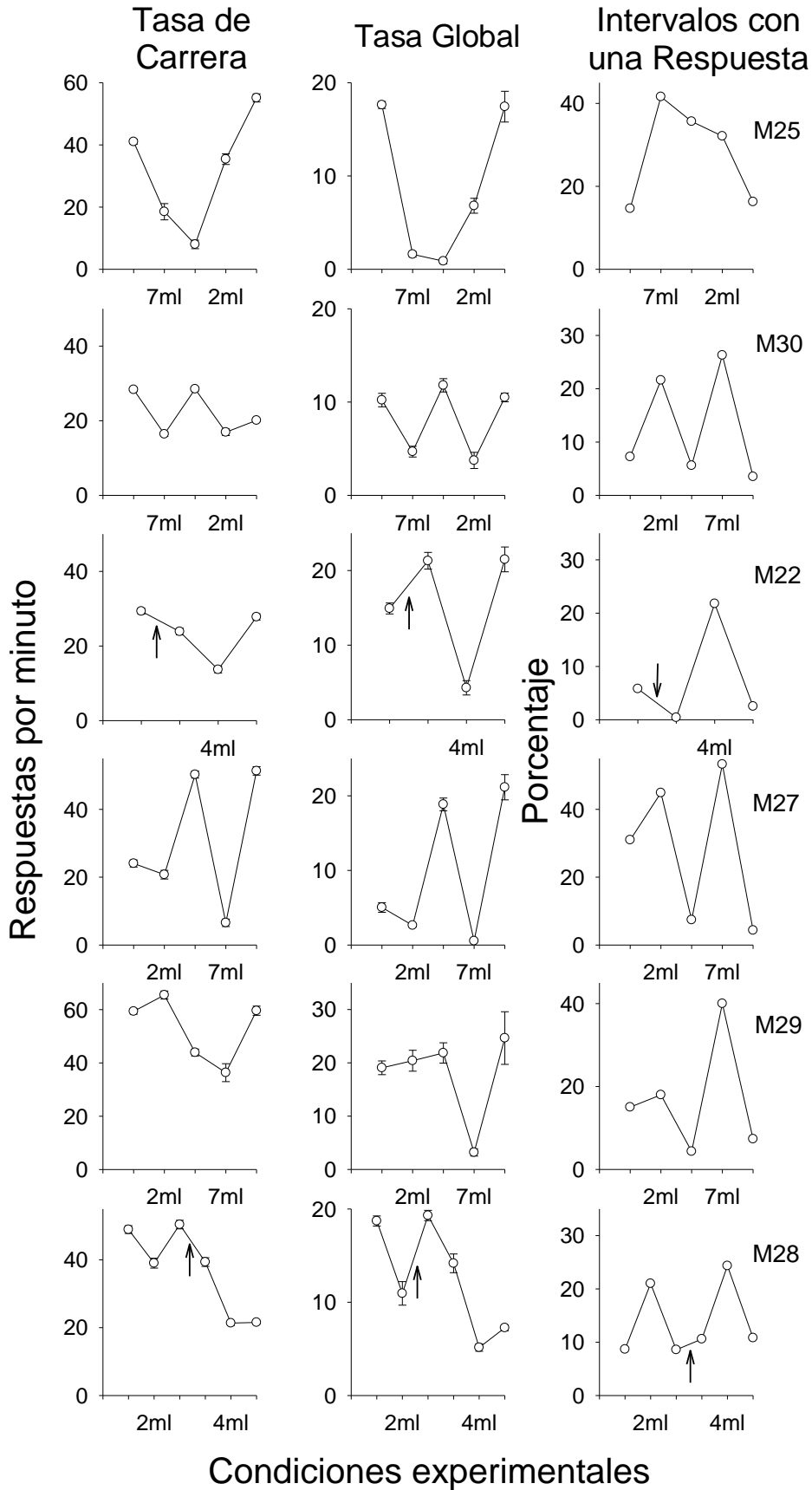


Figura 33. Tasa de respuesta promedio para cada sujeto de las últimas 6 sesiones en cada condición., también el porcentaje de intervalos con una sola respuesta. Las flechas señalan la condición de devaluación de 7 ml de acceso donde el sujeto no alcanzó estabilidad en 42 sesiones, ver Tabla 7, los datos de esa fase no se incluyeron en los análisis.

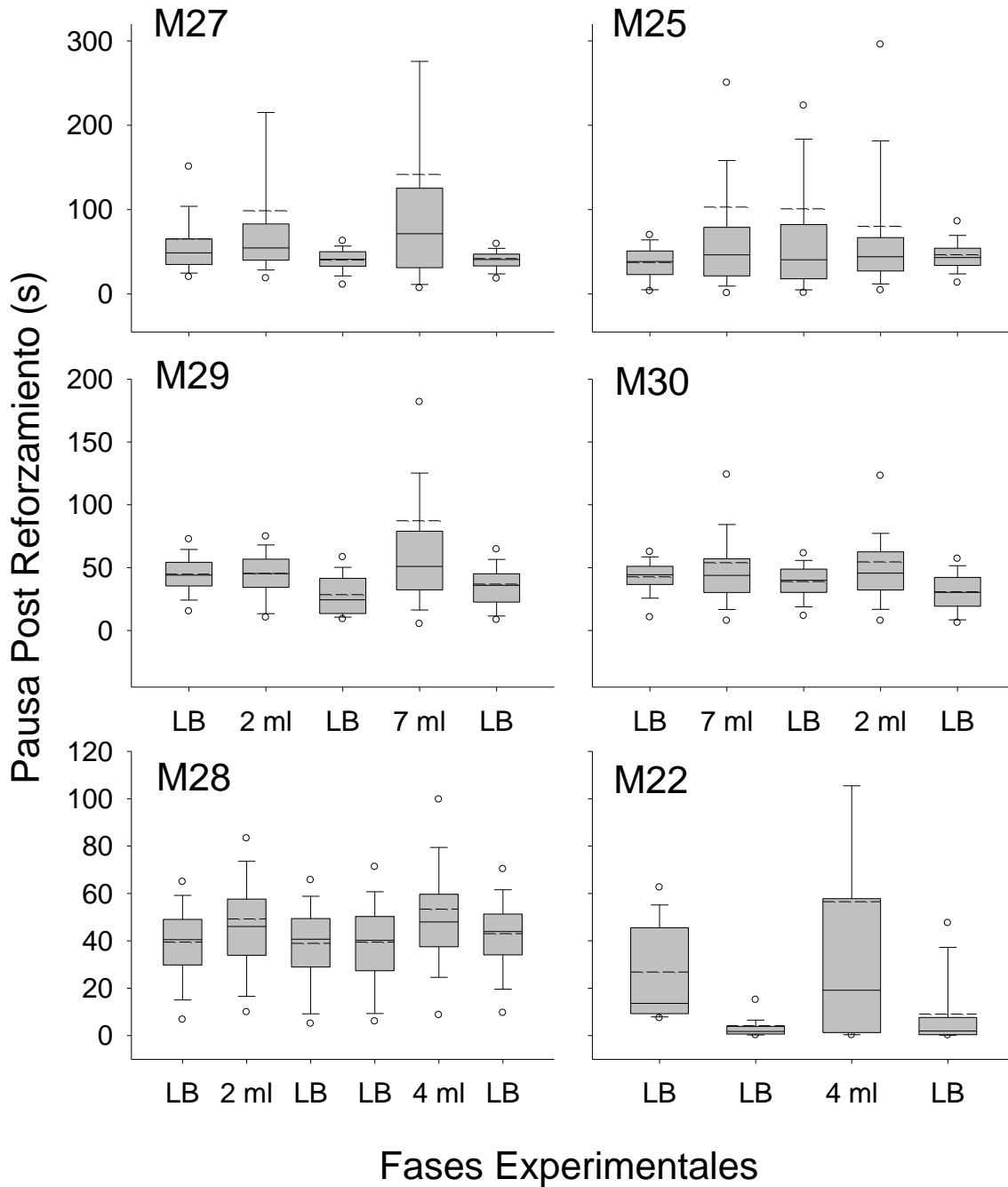


Figura 34. Pausa post reforzamiento de cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.

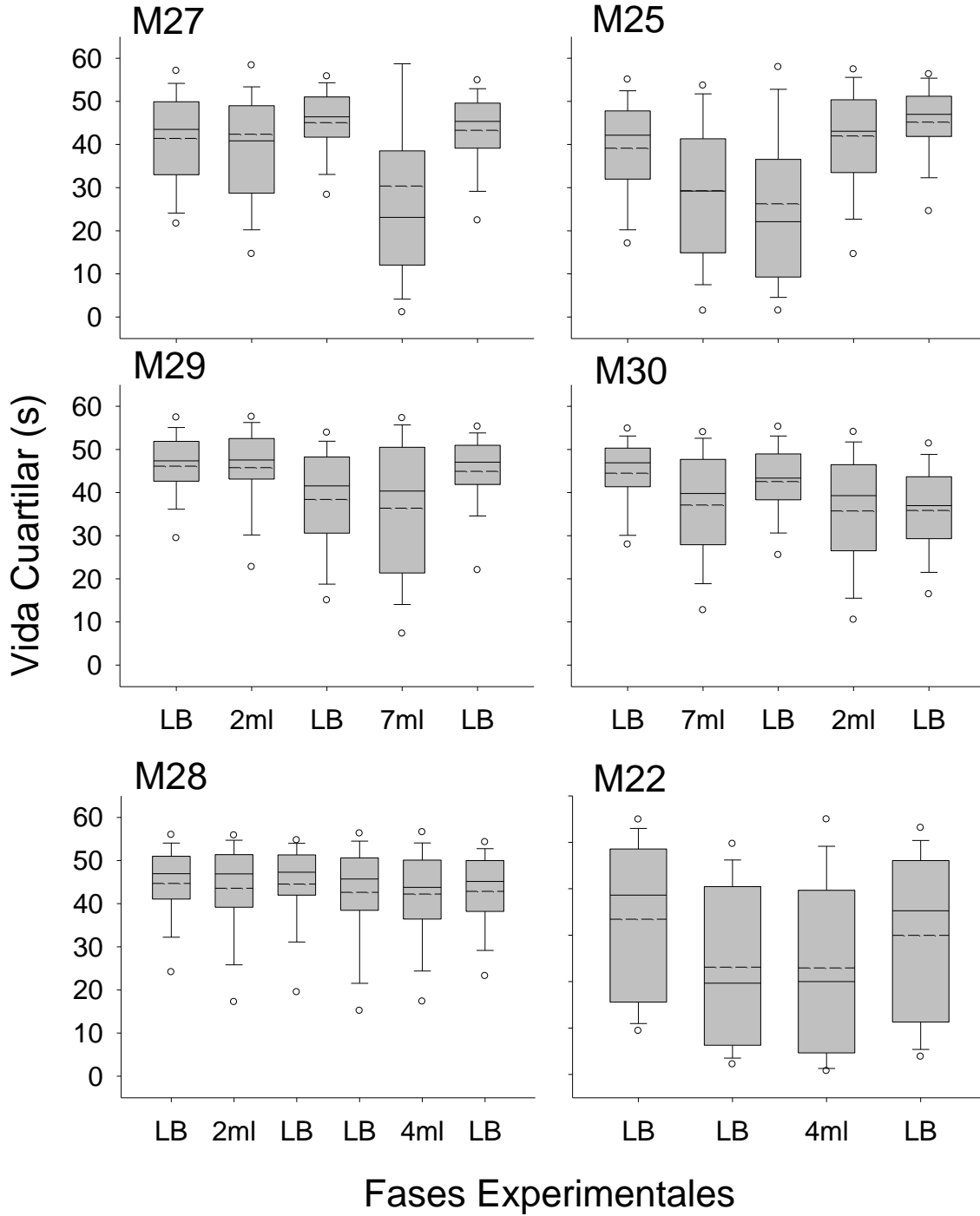


Figura 35. Vida cuartilar para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.

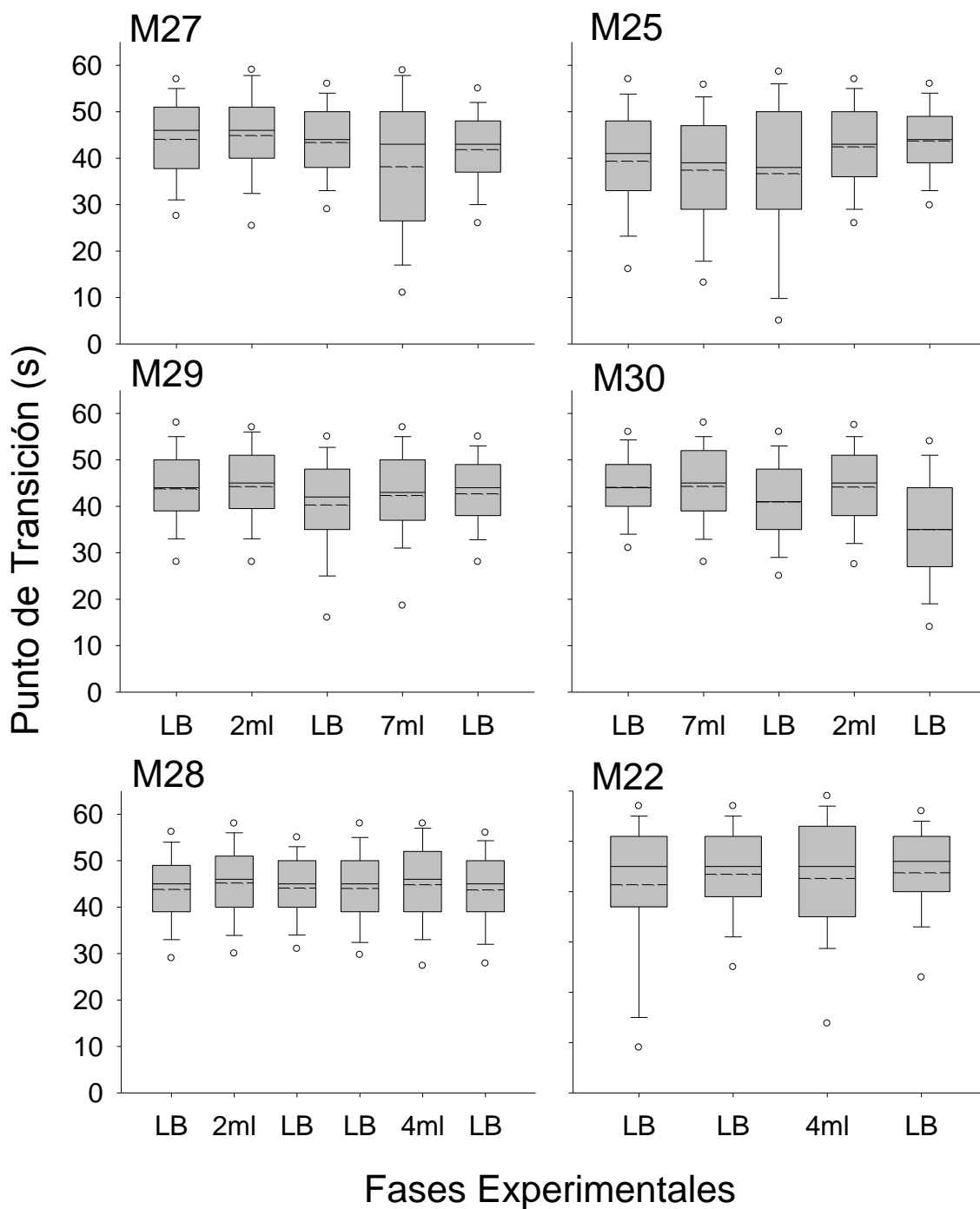


Figura 36. Punto de transición para cada sujeto en cada condición. La línea sólida es la mediana, la punteada es la media, y los puntos fuera del gráfico son los percentiles 5 y 95.

Experimento 4

El objetivo de este experimento fue determinar el efecto de usar diferentes magnitudes de reforzamiento en la ejecución temporal en programas de IF. Se utilizó un procedimiento similar al utilizado en el Experimento 2 ya que se intentó controlar la duración del IER y los efectos de experiencia con la tarea que se observaron en los experimentos 1A, 1B, 3A y 3B. En este experimento se utilizaron dos valores de reforzamiento, 1% y 25% de concentración de azúcar, usando un programa múltiple IF 60 s y un intervalo de tiempo acoplado.

Método Experimento 4

Sujetos

Se utilizaron cuatro ratas macho Wistar de 161 días al inicio del entrenamiento. Antes de iniciar el experimento las ratas fueron expuestas a un procedimiento similar al de Reilly (2003) para determinar el valor de reforzamiento de la concentración de agua con azúcar. Al iniciar la fase experimental con el programa múltiple IF y tiempo acoplado, los sujetos tenían 309 días, experiencia con las concentraciones presentadas y con diferentes programas de RF. Las condiciones de alojamiento y privación fueron las mismas del experimento anterior.

Instrumentos

Se utilizaron dos cajas experimentales: una caja MED VFC-008 con dos bebederos MED ENV – 202M, uno a cada extremo del panel frontal, que entregaban 0.02 ml de líquido, una palanca retráctil MED ENV – 112 CM en el centro del panel frontal. Arriba de cada bebedero se ubicó una luz blanca. Para accionar la palanca fue necesaria una fuerza de 0.12N. El piso era de rejillas de acero con 1.5 cm entre ellas. La otra caja era similar a las utilizadas en los experimentos 1, 2 y 3, pero se modificó el panel frontal: en el centro

del panel, se dispuso una palanca retráctil MED ENV – 112 CM, en los paneles extremos dos bebederos MED ENV – 202M con copas de 0.02 ml, encima de cada bebedero se ubicó una luz blanca.

Procedimiento

Valor del reforzador: Concentración de azúcar. Primero, se intentó determinar el valor del reforzador de diferentes concentraciones de agua con azúcar. Se ha observado que la preferencia, o eficacia, de la concentración de agua con azúcar tiene forma de U invertida: la menor eficacia del reforzador está en los valores bajos y altos (Sclafani & Ackroff, 2003).

El procedimiento utilizado fue una modificación de Reilly (2003). Reilly utilizó ratas y un programa múltiple con cinco componentes de RF (5, 15, 45, 90, y 150), diferentes reforzadores (pellets, sacarosa, mezcla de ambos) o diferentes magnitudes. Presentó cada tipo de pellet o magnitud durante diez sesiones. Luego ajustó el siguiente modelo a la tasa de respuesta en función de la RF para cada tipo de reforzador en las últimas cinco sesiones:

$$B = \frac{1 - e^{-\lambda \delta N}}{\delta} - \frac{N}{\delta a} \quad (9)$$

En este modelo N es el valor de RF, a es el valor del incentivo, $1/\delta$ es el techo o límite temporal de la tasa de respuestas, λ es el grado de acoplamiento entre respuestas y reforzador (pendiente del gradiente de demora). Reilly comparó el valor de a cuando utilizó pellets, sacarosa y una mezcla de ambos y encontró que el mayor valor de a ocurre con pellets de sacarosa, el menor con pellets y la mezcla de ambos tiene un valor intermedio. Con diferentes magnitudes el valor de a fue mayor con 3 pellets que con 1

pellet. En nuestro experimento intentamos utilizar la misma lógica de los experimentos de Reilly para determinar el valor de incentivo de cada concentración de azúcar.

Se utilizó solo la caja MED VFC-008. Primero se entrenó la respuesta a la palanca, lo cual se hizo de manera similar a los experimentos anteriores solo que en este caso se entrenó a buscar el reforzador en ambos bebederos. Primero, para entrenar la respuesta de palanqueo, se utilizó un programa conjuntivo RF 1 - TF X"; el tiempo X inició en 30 s e incrementó en 30 s en cada sesión hasta un máximo de 120 s. La entrega de reforzamiento en el TF se hizo de manera aleatoria en un bebedero por vez; siempre se encendió la luz encima del bebedero en operación y se retrajo la palanca. Cuando el sujeto respondía a la palanca, se activaba aleatoriamente uno de los bebederos, la luz encima de este se encendía para indicar que el reforzador estaba disponible en ese lugar, y se retrajo la palanca. Cuando se alcanzaron al menos 100 reforzadores en una sesión (contingentes o no contingentes), estuvo en operación un programa RF1 hasta que los sujetos consiguieron 150 reforzadores antes de 30 minutos en dos sesiones consecutivas. Al igual que en la condición anterior el reforzador se entregó en uno de los bebederos de manera aleatoria. En este pre-entrenamiento se utilizó agua sin azúcar.

Luego de terminado el entrenamiento a palanquear, los sujetos fueron expuestos a reforzamiento con cinco concentraciones de azúcar (1, 12.5, 25, 37.5 y 50%), cada una por 10 sesiones. En cada sesión estuvo en operación un programa múltiple con cinco valores de RF (5, 15, 45, 90, y 150) que se presentaban de menor a mayor. Cada componente duró máximo 20 minutos ó 10 reforzadores, lo que ocurriera primero; el intervalo entre componentes fue 1 minuto. Los resultados de la tasa de carrera en función de la RF fueron ajustados al modelo propuesto por Reilly (2003) y se determinó el valor de a para cada sujeto en cada concentración de azúcar.

El promedio de $1/a$ para todos los sujetos se muestra en el panel inferior de la Figura 37. El valor de a se dividió entre 1 como en el reporte de Reilly para hacer más sencilla la comparación con esos resultados. Se observa la U que se espera en el valor del reforzador, siendo más valiosa la concentración de 25% y menos valiosas las concentraciones de 1% y 50%. El ajuste del modelo a los datos agrupados de tasa de carrera puede verse en el panel superior de la Figura 37, donde se observa que en la concentración de 25% la tasa de carrera disminuye más lentamente a medida que se incrementa el valor de RF. Teniendo en cuenta estos resultados se eligió presentar las concentraciones de 25% (más valiosa) y 1% (menos valiosa) en la siguiente parte del experimento.

Programa múltiple IF – tiempo acoplado. Primero se repitió el pre entrenamiento a la palanca para acostumar a los sujetos a la presentación aleatoria del reforzador en cada bebedero. Luego, se introdujo un programa IF asociado a cada bebedero. El valor inicial fue 2 s, luego 5 s, 15 s, y finalmente 30 s. El programa en operación fue un múltiple IF – IF, y cada componente estuvo señalado por la luz encima del bebedero que iba a entregar el reforzador en ese ensayo. En esta fase ambos bebederos entregaron únicamente agua.

En la primera fase experimental, se utilizó como reforzador agua azucarada al 25% para ambos componentes. Los dos componentes del programa múltiple tenían el mismo programa IF 60 s y el mismo valor de reforzador. El Intervalo Entre Ensayos (IEE) fue 10 s. El orden de presentación de los componentes se mantuvo de manera aleatoria. Durante el IEE se retrajo la palanca y se apagaron las luces. Esta fase se mantuvo por 30 sesiones. La sesión duraba 60 minutos o 40 ensayos, lo que ocurriera primero.

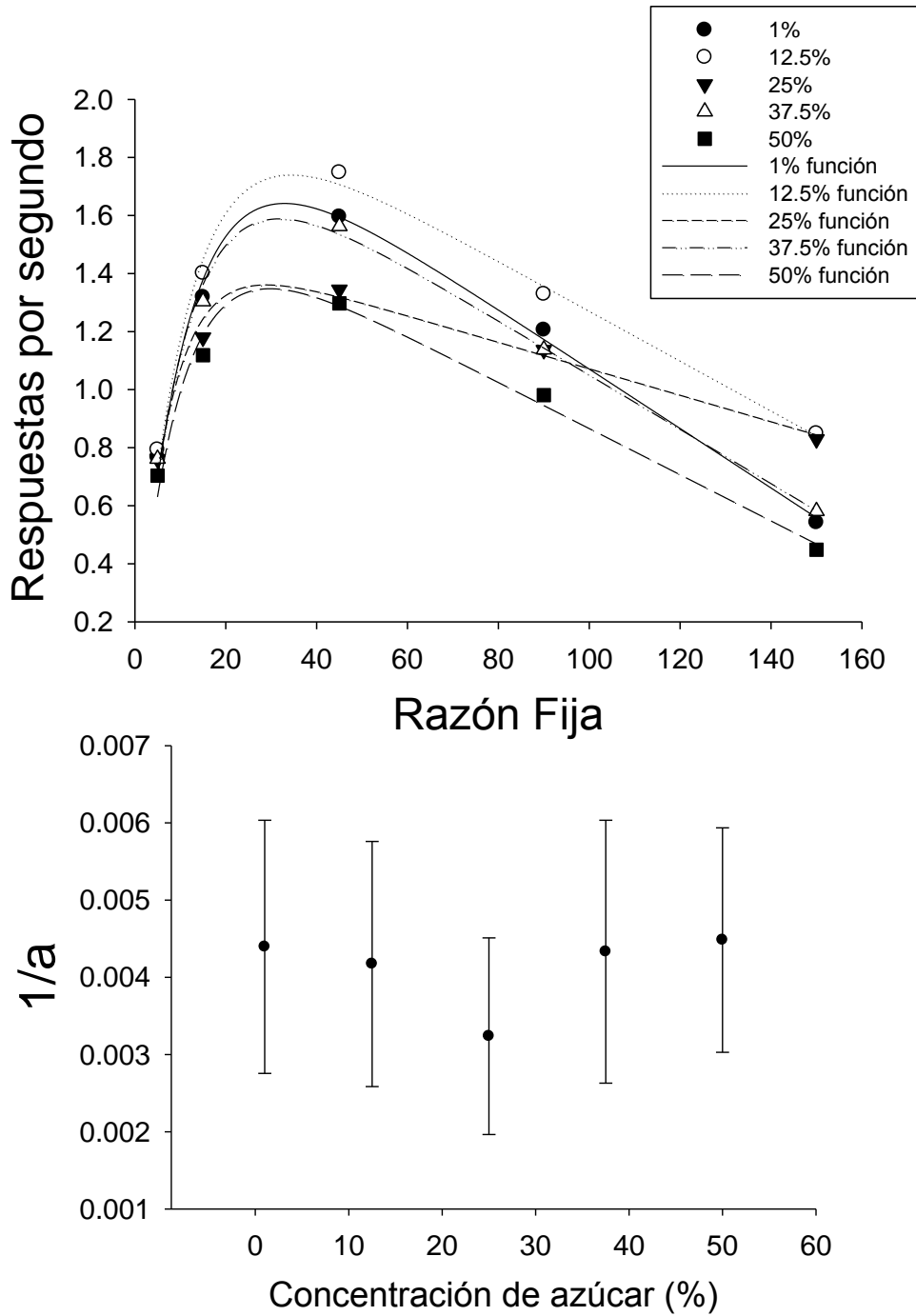


Figura 37. En el panel superior se muestra la tasa de respuesta por segundo en promedio de los cuatro sujetos en función de la RF para las cinco concentraciones probadas. En el panel inferior se muestra el valor promedio de $1/a$ para todos los sujetos en cada concentración de azúcar.

Para la segunda fase experimental, en uno de los bebederos la concentración de azúcar para el reforzamiento fue cambiada a 1%. El programa asociado al bebedero con menor valor de reforzamiento (1%) fue IF 60 s. En el otro componente, el bebedero entregaba agua azucarada al 25%; en ese componente, se utilizó un tiempo acoplado al programa de 1%. Los IER (IF + latencia respuesta procuradora) del componente de 1% se guardaron en una matriz y los tiempos del componente de 25% fueron extraídos en orden de esa matriz, es decir el tiempo del primer ensayo de 1% fue igual al tiempo del primer ensayo con 25% y así sucesivamente; si por la presentación aleatoria de los componentes se habían presentado más intervalos de 25% que de 1%, el tiempo acoplado fue la última posición de la matriz de tiempos acoplados. Este procedimiento fue similar al utilizado en el Experimento 2. Esta fase se mantuvo por 30 sesiones. Para el análisis de datos se tuvo en cuenta las últimas diez sesiones de cada condición.

Resultados Experimento 4

El promedio de la tasa global en el componente que luego sería devaluado fue $M = 12.71$ (6.19) resp/min mayor que el componente en el que se mantendría el mismo valor de reforzador que fue $M = 9.54$ (3.63) resp/min. Lo mismo ocurrió con la tasa de carrera: en el componente que iba a ser devaluado, la tasa fue $M = 33.09$ (10.15) resp/min mientras que en el otro componente fue menor $M = 29.29$ (4.84) resp/min. En la segunda fase, la tasa global fue mayor en el componente con menor valor $M = 11.23$ (5.03) resp/min comparada con el componente de mayor valor que tuvo una tasa de $M = 8.93$ (2.24) resp/min; en la tasa de carrera el patrón fue similar: el componente de menor reforzamiento tuvo una tasa $M = 32.25$ (14.56) resp/min mayor que el componente con reforzamiento de concentración 25% que fue $M = 27.80$ (9.31) resp/min.

En la Figura 38 se muestran los gráficos Q-Q de las distribuciones de frecuencia de los IER en ambos componentes. Se observa que en todos los sujetos una función lineal parece representar bien los datos lo que indica que las distribuciones son similares. El caso de M23 parece diferente porque los últimos percentiles del componente acoplado son mucho más largos que los últimos percentiles del componente devaluado. También aunque se mantiene la relación lineal en el sujeto M24 los valores en el componente devaluado parecen crecer más rápido que en el componente acoplado, también se observa en los percentiles mayores.

Viendo los resultados individuales para la tasa global (Figura 39), se observa que M24 tuvo menor tasa en la condición de 1% comparada con su tasa en el componente de 25%; esto es un cambio en relación a la condición anterior en la que la tasa fue mayor en el componente asociado luego a 1%. M23 y M26 muestran una disminución entre condiciones de la tasa global en el componente con reforzamiento de 1% pero también se observa una disminución en la tasa del componente que siempre tuvo reforzamiento de 25%. M21 muestra un patrón opuesto, la tasa global aumenta entre condiciones y este aumento parece mayor en el componente con reforzamiento de 1%.

Los resultados individuales de la tasa de carrera muestran que el cambio en la concentración no alteró sustancialmente la tasa de respuesta (Figura 40). En M21 la tasa aumenta cuando se presenta el azúcar concentrado a 1%. En M23 y M26 se observan diferencias entre componentes pero estas no cambian entre condiciones experimentales y de línea base. En M24 se observa una disminución de la tasa entre fases experimentales pero no hubo diferencias entre componentes.

El porcentaje de intervalos con una respuesta muestra una disminución entre fases experimentales en M21 y M24, pero no diferencias entre componentes. En M23 aumentó

el porcentaje entre condiciones para el componente en el que el reforzador fue 25% y este porcentaje fue mayor al del componente asociado en la fase experimental a 1%; el porcentaje en 1% no cambio entre condiciones. En M26 el porcentaje entre condiciones aumentó entre condiciones y el porcentaje de la condición de 25% - 25% fue mayor que la condición de 25% - 1%, en ambas fases experimentales (Figura 41).

En las medidas de ejecución temporal, se observan una menor media y mediana en los componentes con 1% de reforzamiento, sin embargo no se observan aumentos en el rango de variabilidad como los reportados en los experimentos anteriores. Por ejemplo, en la pausa post reforzamiento (Figura 42), el rango en la condición de 25% acoplado fue mayor que el rango del componente de 1%. Se observa lo contrario en M24 para quien el rango fue mayor para 1% que para 25%. En M21, M23 y M26 la media y mediana fue menor que la media en la condición acoplada de 25%, pero no hubo cambios sustanciales en el rango.

En la vida cuartilar (Figura 42), la media y la mediana también fueron menores en el componente de 1% comparado con el de 25% para todos los sujetos, aunque el rango parece mayor en el componente de 25% en M23, M24 y M26. En M26 es probable que la diferencia sea un efecto de arrastre ya que en la condición con 25% en ambos componentes el rango fue mayor en el componente que se mantuvo en 25%. El punto de transición (Figura 43) para todos los sujetos muestra un rango ligeramente mayor en el componente con 1% en comparación con el de 25%, además hubo una ligera disminución en la media y la mediana en M21, M23 y M26.

Discusión Experimento 4

En este experimento, no se observó disminución de la tasa de respuesta cuando hubo diferencias entre concentraciones del reforzador entre componentes. Tampoco se

observó cambios entre fases cuando se cambió la concentración en el mismo componente. Solo M24 parece seguir el patrón esperado. Estos resultados son consistentes con lo observado en otros experimentos donde no se observa efectos de la magnitud del reforzador sobre la ejecución en programas simples de reforzamiento (Bonem & Crossman, 1988).

En las medidas de estimación temporal, por otro lado, parece observarse disminución sistemática de las medidas de tendencia central y el efecto de aumento en la variabilidad que se observó en los otros experimentos cuando se devaluó el reforzador, especialmente en la medida de punto de transición. La disminución de la media y la mediana es inconsistente con los datos que soportan la hipótesis de sobre estimación del intervalo de Galtress et al (2012), de acuerdo con la cual debería observarse un aumento de estas medidas. Por otro lado el aumento en la variabilidad es consistente con los resultados de los otros experimentos reportados aquí. Este aumento en la variabilidad en algunos casos está acompañado por aumentos y en otros de disminución de las medidas de tendencia central, por lo que uno u otro resultado es probable consecuencia de este tipo de manipulaciones.

En tres de los cuatro sujetos la tasa de respuesta disminuyó o se mantuvo igual entre fases. Esta disminución pudo ocurrir debido a factores extraños. En otros experimentos como en el 3A y 3B, se observó aumentos de la tasa entre fases. En este experimento ese aumento no ocurrió. Un factor posible fue la diferencia en temperatura del bioterio durante ambas fases; durante la primera fase la temperatura estuvo aproximadamente en 18° C mientras que durante la fase experimental fue de 25° C. Ese aumento de la temperatura pudo reducir el valor de incentivo de ambas concentraciones, contrarrestar el efecto de aumento de la tasa y oscurecer los efectos entre componentes. Otra explicación posible es que la tasa en el componente de 1% pudo aumentar como una forma del sujeto de defender

el consumo del reforzador; es decir seguir consumiendo la misma cantidad de azúcar que antes consumía respondiendo más para conseguir más reforzadores.

Discusión General

Se logró replicar los efectos de demora y devaluación del reforzador en programas de IF, al tiempo que se registraron detalladamente los efectos de estas manipulaciones sobre la ejecución temporal. La mayor parte de los resultados puede describirse como resultado de la manipulación en el valor del reforzador. Sin embargo, los datos sugieren que se requiere más evidencia sobre los efectos del valor del reforzador en procedimientos de estimación temporal para establecer con certeza si el efecto del valor ocurre sobre la variabilidad en la ejecución, que sería el grado de control de la conducta por el programa, o cambios en los tiempos estimados por los sujetos: la discriminación temporal.

En el presente trabajo, se observó que la demora en el reforzamiento disminuyó la tasa de respuesta global y de carrera (Experimento 1A y 1B). La disminución ocurrió también cuando se controló el IER y los efectos de experiencia con la tarea (Experimento 2). El mismo efecto se encontró cuando se utilizaron distintas formas de disminuir la privación dando acceso al reforzador antes de la sesión, ya sea en minutos de acceso o mililitros (Experimento 3A y 3B). No se encontró disminución en la tasa de respuesta cuando se cambió la magnitud del reforzador (Experimento 4). En todos los casos, se observó un efecto consistente de aumento en la variabilidad de las medidas de estimación temporal utilizadas: pausa post reforzamiento, vida cuartilar y punto de transición. También se observó un aumento relativamente consistente en la media de la pausa post reforzamiento.

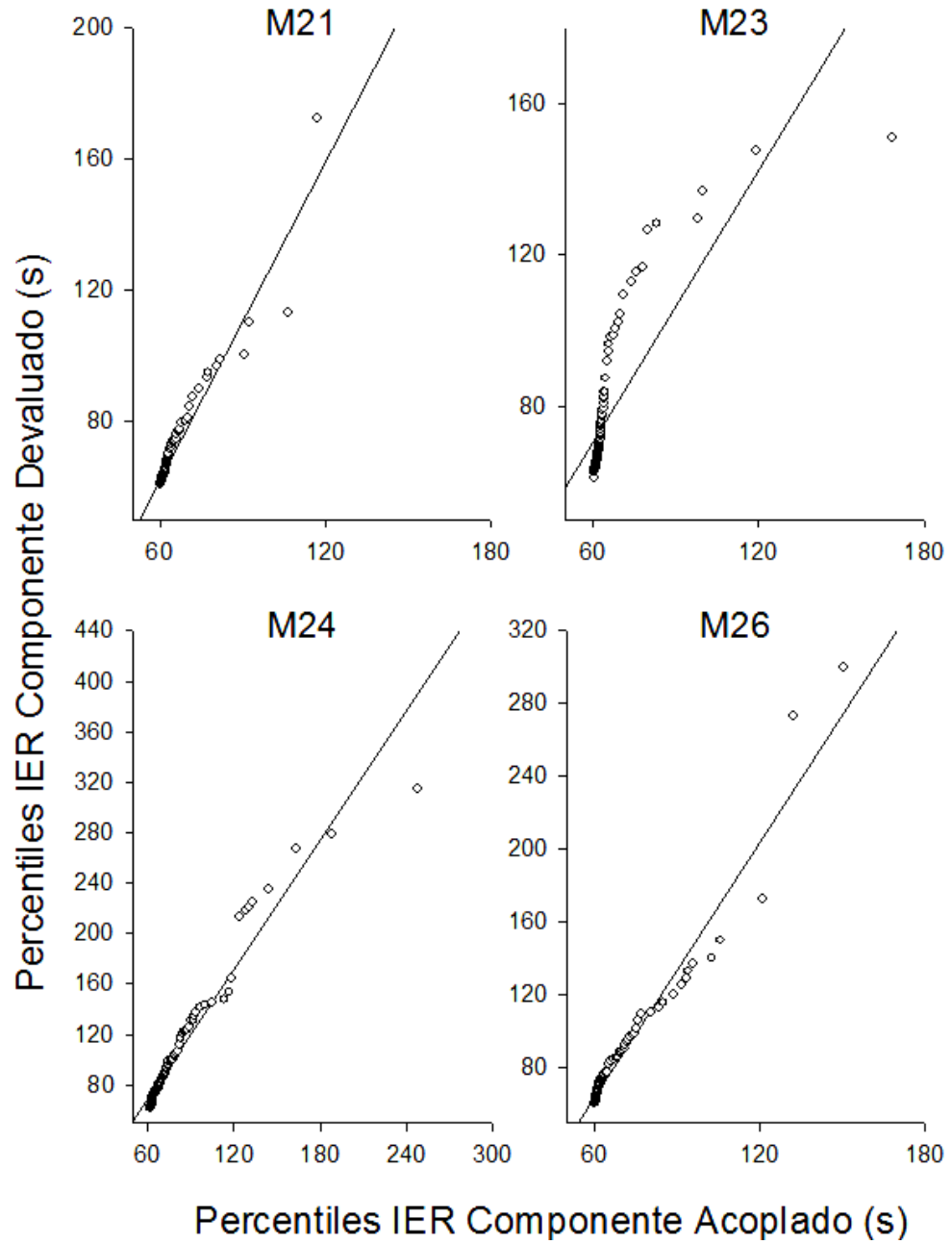


Figura 38. Gráficos Q-Q de las distribuciones de frecuencia de los IER del componente acoplado y el componente devaluado.

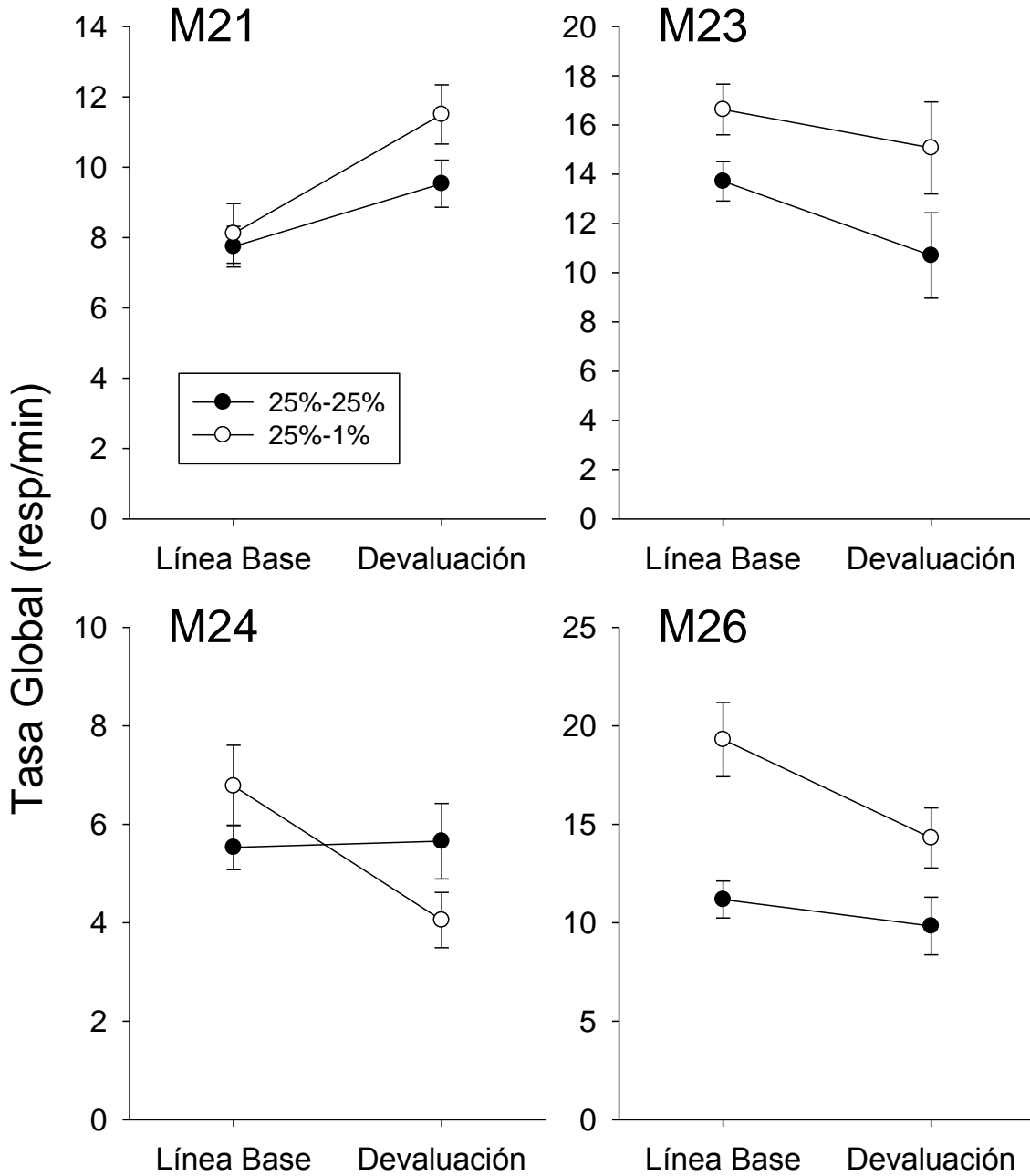


Figura 39. Tasa global para cada sujeto en condición de línea base, ambos componentes con 25% de concentración y devaluación un componente con 1% y el otro con 25%.

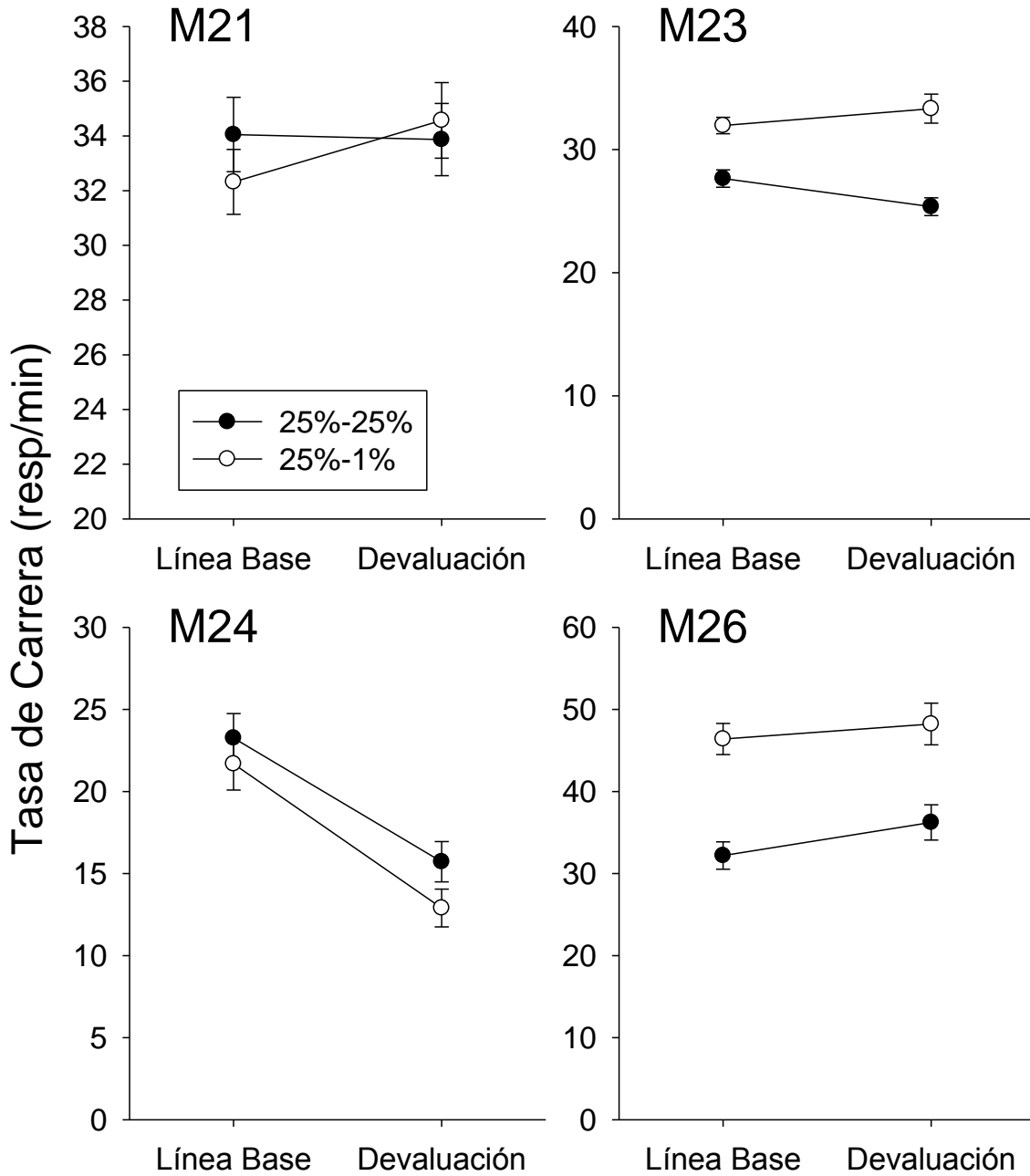


Figura 40. Tasa de carrera para cada sujeto en condición de línea base, ambos componentes con 25% de concentración y devaluación un componente con 1% y el otro con 25%.

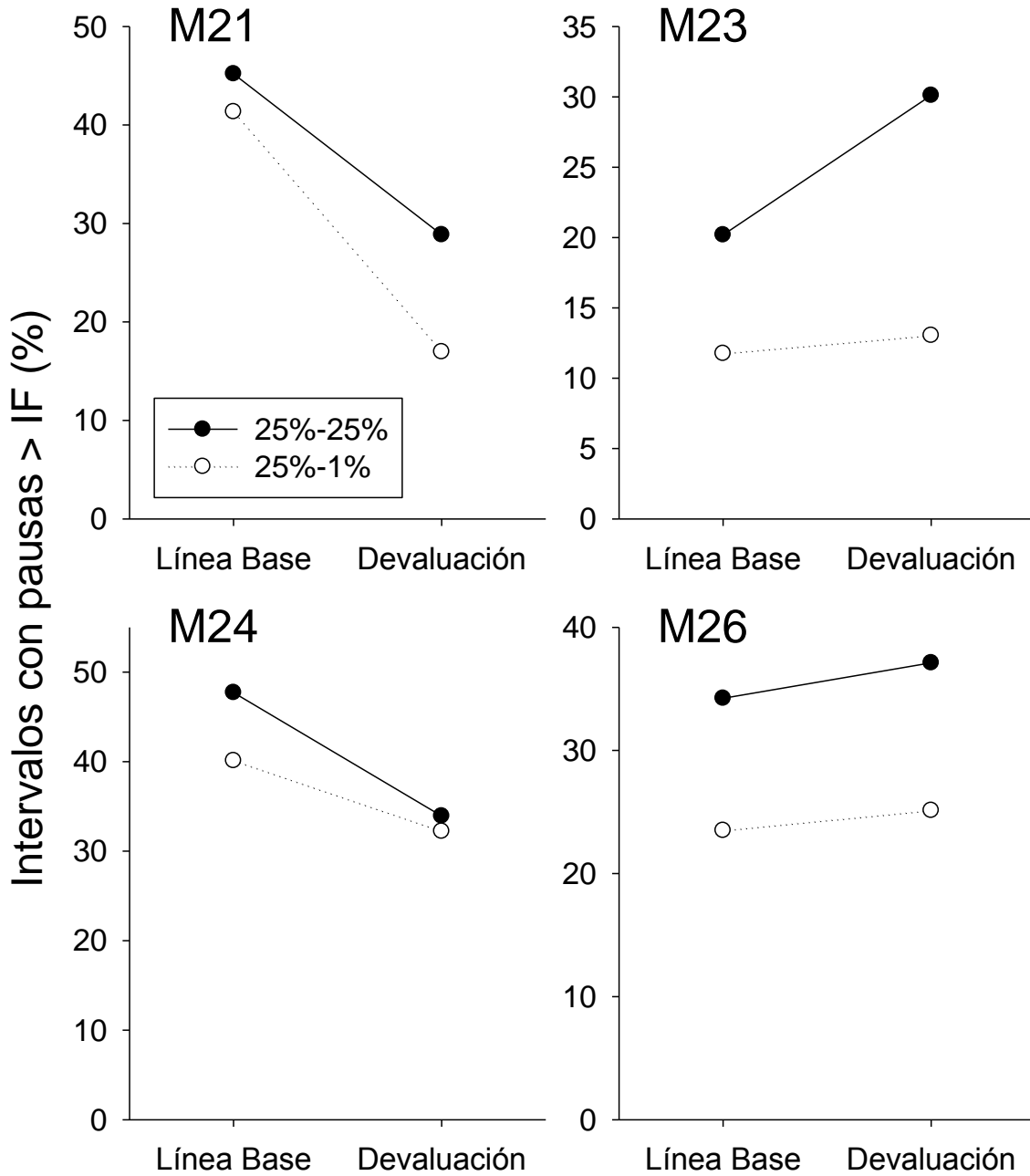


Figura 41. Porcentaje de intervalos con una respuesta para cada sujeto en condición de línea base, ambos componentes con 25% de concentración y devaluación un componente con 1% y el otro con 25%.

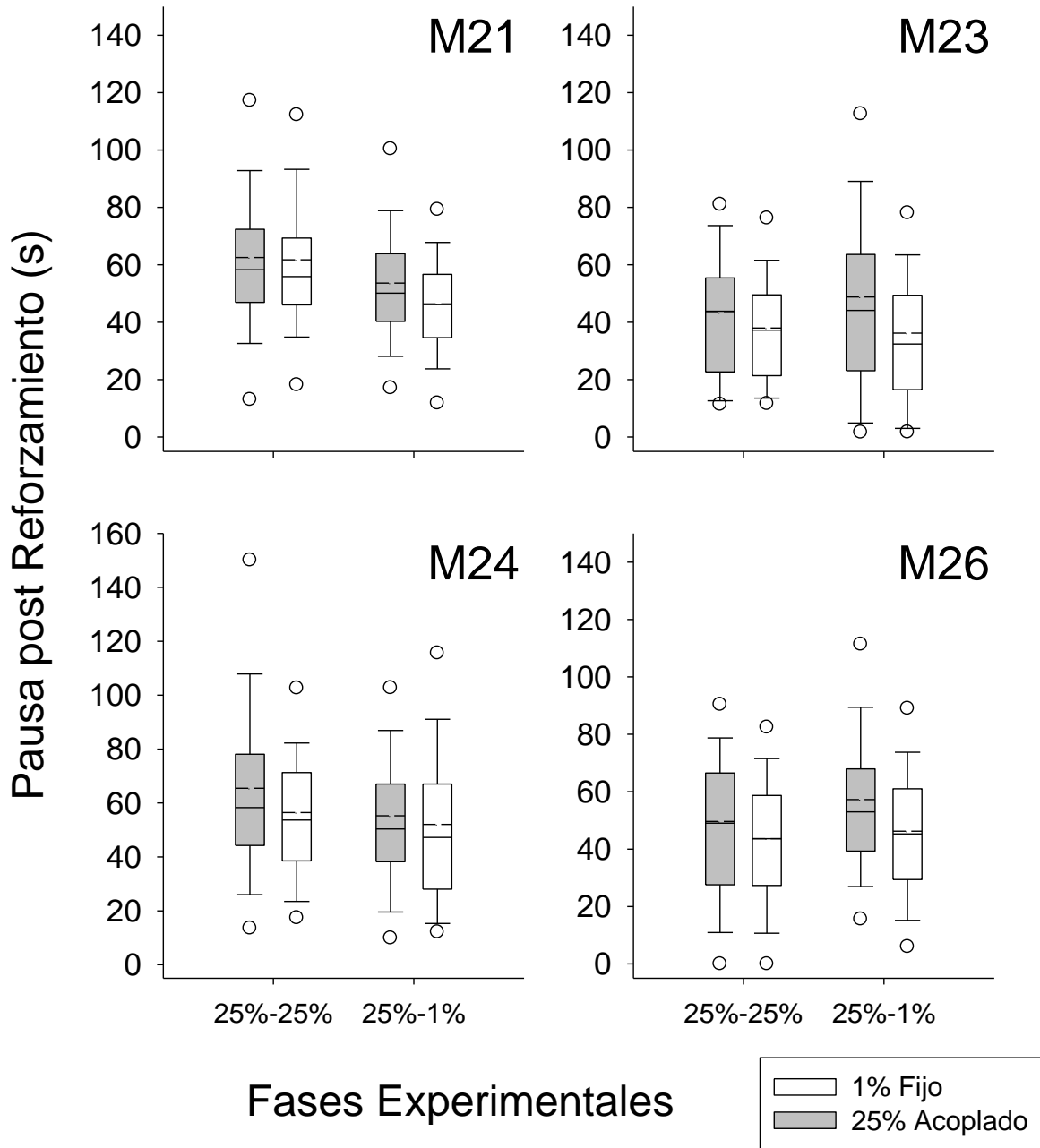


Figura 42. Pausa post reforzamiento para cada sujeto en cada componente. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento devaluado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento de 25% en ambas fases. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.

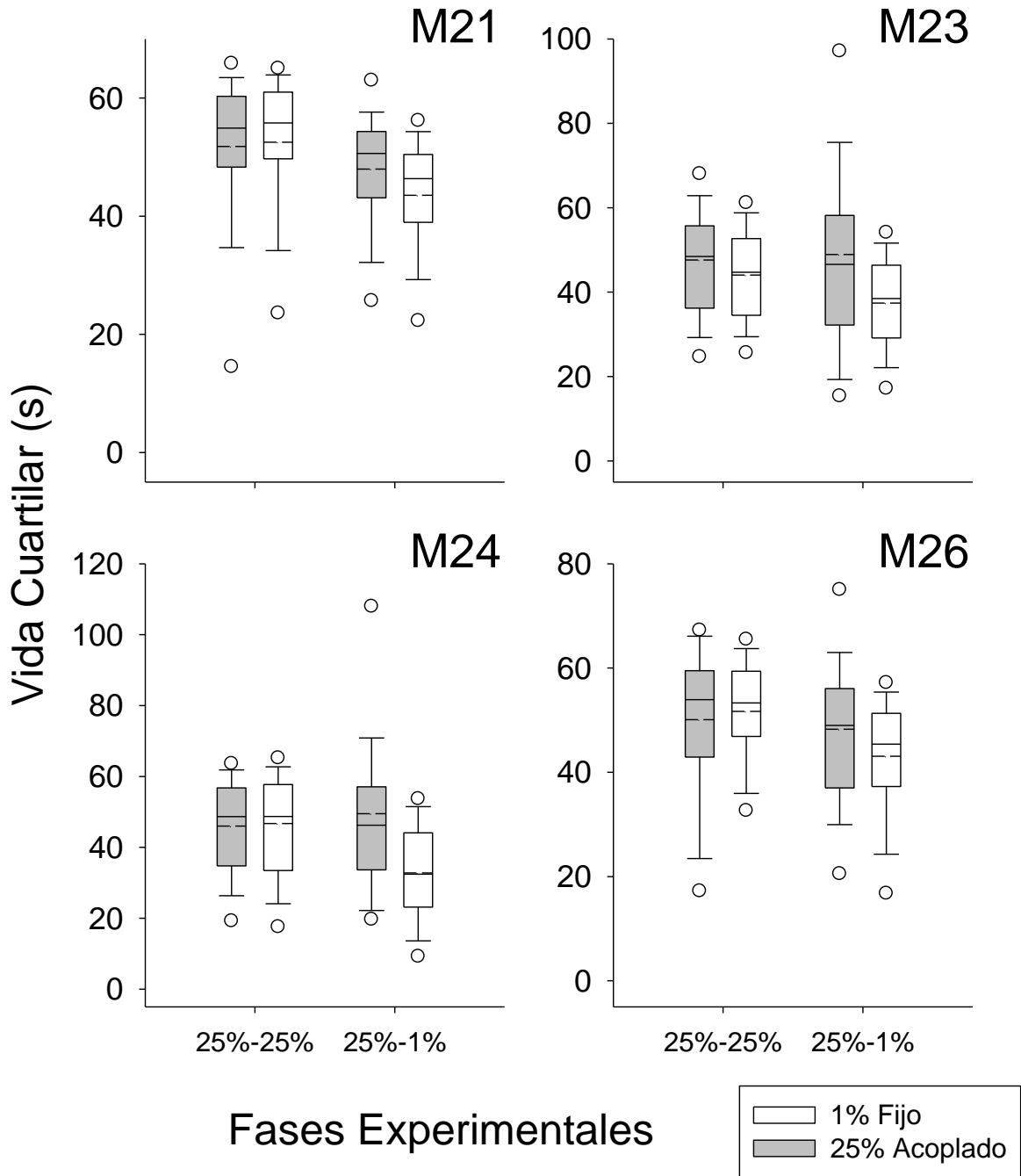


Figura 43. Vida cuartilar para cada sujeto en cada componente. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento devaluado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento de 25% en ambas fases. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.

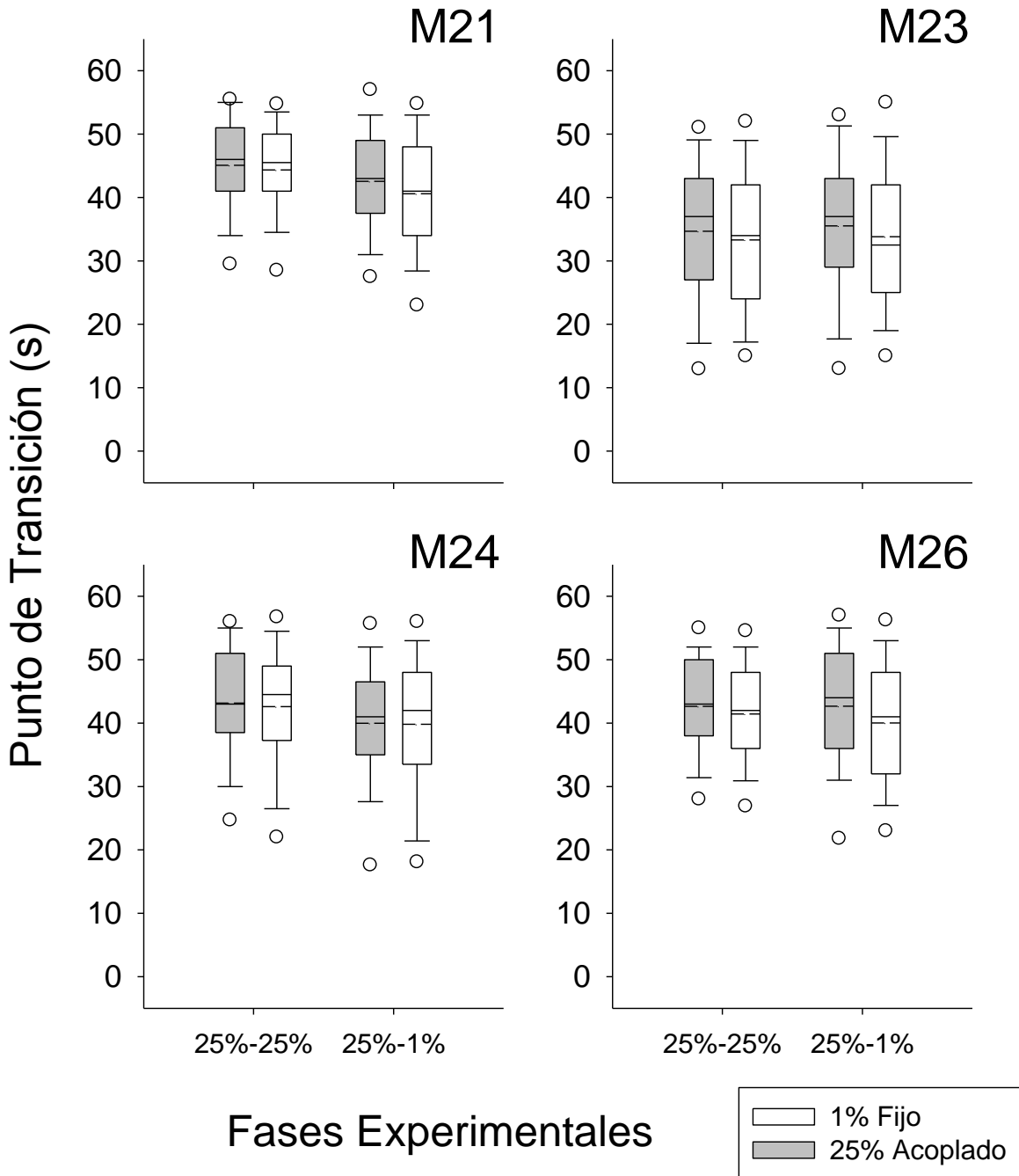


Figura 44. Punto de transición para cada sujeto en cada componente. Las cajas blancas son componentes con reforzamiento devaluado mientras las grises son tiempo acoplado y reforzamiento de 25% en ambas fases. Los puntos fuera de la caja son los percentiles 5 y 95.

El aumento en la variabilidad también ocurrió por factores como la duración del IF, la sensibilidad de la medida de estimación temporal, siendo más sensible la pausa post reforzamiento y menos sensible el punto de transición, el orden de presentación y experiencia con algún valor de devaluación, así como diferencias individuales. Por ejemplo, cuando se utilizaron intervalos de 36 s (Experimentos 1A y 1B), la variabilidad en el punto de transición tuvo un techo probablemente artificial tanto en condiciones de demora como con reforzamiento inmediato, lo cual no se observó cuando se utilizaron intervalos más largos de 60 ó 120 s. También se observa que dependiendo de la medida de estimación temporal se encuentran diferencias en los resultados reportados. En el punto de transición, se observan los menores cambios en el rango y cambios inconsistentes en la media y la mediana, mientras que en la pausa post reforzamiento se observan los cambios más consistentes: aumentos en el rango y en la media y mediana. Cuando se presentó la devaluación más de una vez, se observó que, en la primera exposición, por ejemplo a la demora, el cambio en el rango de las medidas de estimación temporal fue mayor, lo mismo ocurrió en los experimentos con acceso previo al reforzador en los que la primera exposición ya sea con una devaluación grande o pequeña tuvo mayor efecto, en tanto que la segunda devaluación solo parece tener efecto cuando ésta fue grande, 5 minutos de acceso o 7 ml de agua (Experimentos 3A y 3B).

En algunos casos particulares, los resultados fueron en contra de la tendencia general. Es el caso de M24 en el Experimento 4 que muestra el resultado esperado en esa manipulación: mayor tasa de respuesta en el componente con mayor reforzamiento, 25% de concentración de azúcar, en los otros tres sujetos del experimento la manipulación no tuvo ningún efecto. Otro caso es el sujeto M10 en el Experimento 2 que presentó tasas de respuesta relativamente insensibles a las manipulaciones y pausas post reforzamiento

inusualmente bajas en las condiciones de línea base. Es posible que en este caso el nivel de privación, que funciona bastante bien para todos los sujetos en otros experimentos fue extrema para M10.

La literatura sobre estimación temporal y valor del reforzador sugiere que cambios en el valor del reforzador cambian la estimación temporal del sujeto (Buriticá, 2011; Galtress et al., 2012). Así valores menores de reforzador se asocian a estimaciones más largas del intervalo. Solo la pausa post reforzamiento fue consistente con esta afirmación en las otras medidas, se observaron aumentos en el rango de la medida pero no cambios consistentes en la media o mediana que pudieran asociarse a la manipulación experimental. En esta medida, los resultados solo apoyan parcialmente la relación entre motivación y estimación temporal propuesta en la literatura.

Las diferencias con relación a la literatura sobre el tema incluyen entre otras el tipo de tarea utilizada y las medidas en las que se ha reportado el efecto. Usualmente se ha utilizado el procedimiento de pico y el de bisección temporal. En el procedimiento de pico, el efecto suele reportarse en el tiempo de inicio de la respuesta, que es similar en este caso al punto de transición, y especialmente en el tiempo del fin de la respuesta. El tiempo del fin de la respuesta (stop time) es una de las medidas más consistentemente reportada que aumenta como efecto de la devaluación del reforzador (Balci et al., 2010; Buriticá, 2011; Galtress & Kirkpatrick, 2009). En los programa de IF, no se puede registrar el tiempo de finalización de la respuesta por lo que se hace difícil hacer la comparación. El tiempo de inicio de la respuesta, el punto de transición, a veces se reporta que aumenta con la devaluación (Galtress & Kirkpatrick, 2009), pero no siempre es el caso (Balci et al., 2010). Tal vez existen otros factores, no determinados, que afectan que en unos casos se reporte aumentos en el punto de transición y en otros no.

Con relación a los antecedentes sobre cambios en el reforzador y la ejecución en programas de IF (ver Tabla 1), se puede concluir que los resultados son consistentes. En la literatura, se han observado aumentos y disminuciones en las medias de las medidas reportadas (o de lo que se infiere a partir de los datos reportados), y ambas cosas se observan en algunos de los experimentos dependiendo de la medida o de los sujetos. Por ejemplo, la pausa post reforzamiento aumentó cuando la concentración del reforzador fue menor en el trabajo de Stebbins, Mead y Martin (1959), y en el de Elcoro y Lattal (2011) cuando se introdujo la demora. En ambos trabajos, los diferentes valores del reforzador se presentaron en condiciones separadas, entre grupos o entre condiciones, como se hizo en el presente trabajo. En el caso de los trabajos de Staddon (1970) y Lowe, Davey y Harzem (1974) en los que se reporta una disminución de la pausa cuando hay devaluación, la presentación de las diferentes magnitudes se hizo en la misma sesión, por lo que ese podría ser un factor relevante para que se observe el efecto de aumento de la pausa como consecuencia de la devaluación en esos casos.

Los datos reportados en la literatura permiten asumir que en otros casos también se ha observado aumento en la variabilidad, como se observa en las Figuras 3 y 4, y ese es uno de los resultados consistentes en el presente conjunto de datos. De esto se puede concluir que un efecto principal de la devaluación es aumento en la variabilidad. En algunos casos, la dirección del cambio parece depender de otros factores no estrictamente relacionados con el cambio en el valor del reforzador como se observó en estos experimentos, por ejemplo la duración del IF, la inclusión de intervalos con pocas respuestas o diferencias individuales. El único cambio consistente de la tendencia central en las medidas reportadas fue el aumento de la pausa post reforzamiento, y este cambio es consistente con la literatura en

programas de IF (ver Tabla 1) y con la relación propuesta entre cambios en el valor del reforzador y estimación temporal (Galtress et al., 2012).

Los programas de IF tal vez no sean la mejor forma de estudiar directamente la estimación temporal, ya que la ésta se entiende como discriminación del tiempo y para estudiarse directamente se requeriría una tarea de discriminación. Los programas de IF no parecen estrictamente procedimientos de discriminación. Sin embargo, las principales teorías de estimación temporal incluyen en el rango de eventos que intentan explicar la ejecución en programas de IF, por lo que parece tener sentido intentar al menos especulativamente interpretar estos resultados usando algunos elementos de estas teorías.

De los programas de IF algunas teorías de estimación temporal intentan explicar fundamentalmente dos características de la ejecución producida por el programa: que la media de las medidas temporales es función de la duración del intervalo, y que estas medidas aumentan en variabilidad cuando el intervalo es más largo (Gibbon, 1977). Los resultados no son enteramente consistentes con lo esperado en otros procedimientos de estimación temporal, ya que estos sugerirían cambios en la media de la distribución para todas las medidas de estimación temporal. Sin embargo, el aumento en la variabilidad de las medidas es consistente con la interpretación sugerida por este tipo de teorías, ya que un aumento subjetivo de la duración del intervalo estaría acompañado por dos cosas: aumento de la media, que ocurre en la pausa post reforzamiento, y un aumento en la variabilidad, que se observa cuando se devalúa el reforzador en todas las medidas.

Se supone que el aumento en la variabilidad cuando la magnitud del estímulo es grande ocurre por una menor sensibilidad de los sujetos a la diferencia (Gibbon, 1977). Por ejemplo, si salen una o dos personas en un cuarto con 100 personas, la diferencia es imperceptible, en tanto que si salen una o dos en un cuarto con cinco personas la diferencia

es saliente. Así la estimación de una cantidad pequeña parece más exacta, menos variable, que la estimación de una magnitud grande, que es menos exacta, más variable.

En este caso, una posibilidad puede ser que la diferencia en la duración del tiempo no es lo suficientemente grande para provocar una diferencia en la media en todos los casos pero si para producir cambios en la exactitud de la estimación. Esto podría probarse en otros programas de estimación temporal, en los que la devaluación debería afectar medidas de exactitud de la medida, sensibilidad a la diferencia entre estímulos, pero no la estimación temporal. Así la devaluación introduciría ruido en la estimación sin cambiar el tiempo estimado. El ruido en el caso normal ocurre porque es más difícil establecer con exactitud la duración del estímulo cuando este es más largo.

Los resultados y la literatura sugieren que hay al menos dos fuentes de control de la conducta en programas de IF: el tiempo del intervalo o la discriminación temporal y otros factores de ejecución asociados a cómo se produce la respuesta, tal vez determinantes del tiempo entre respuestas. El tiempo del intervalo entrenado genera control discriminativo observado en los promedios de las medidas de estimación temporal, en tanto que los otros factores podrían determinar el grado en el que la conducta está bajo control del programa, o se observa la ejecución típica esperada. Esto es consistente con los resultados de Gentry et al. (1983), quienes encuentran dos factores alrededor de los cuales se agrupan diferentes medidas de ejecución en programas de IF, siendo un factor el tiempo programado y otro factor asociado a la producción de respuestas.

Algunas teorías modulares de estimación temporal que se mantienen en la lógica de SET sostienen también que la ejecución en programas de estimación temporal depende parcialmente de varios factores que se representan en módulos independientes del modelo. Por ejemplo, Kirkpatrick (2002) y Guilhardi, Yi y Church (2007) incluyen en su modelo,

entre otros, un módulo que depende de la discriminación del tiempo, y otro que produce número de respuestas por ráfaga y el tiempo entre respuestas. El módulo de discriminación es una versión de SET, en el cual la devaluación afecta la atención del sujeto en la tarea, lo que introduce un error sistemático en la memoria de los sujetos de manera que los intervalos son juzgados como más largos de lo que son en realidad (Galtress & Kirkpatrick, 2010). El módulo de producción de respuestas produciría dos tipos de tiempos entre respuestas: tiempos entre ráfagas¹⁹ y tiempos entre respuestas dentro de la ráfaga. Los tiempos entre ráfagas serían parcialmente dependientes del IER, en tanto que los tiempos entre respuestas dentro de la ráfaga serían función exponencial del número de respuestas en la ráfaga y relativamente insensibles a diferentes IER y contingencias (p.e. presentación en TF, IF o tándem TF – Tiempo aleatorio).

Para analizar qué relación pudiera existir entre el segundo factor de ejecución en programas de IF, se podría analizar sistemáticamente como se dan los tiempos entre respuestas en función de las variables motivacionales estudiadas. Probablemente sería interesante ver cómo cambian estos tiempos entre respuestas en función del grado de privación y de la demora del reforzamiento. Existen reportes que muestran que el grado de privación aumenta el tiempo entre respuestas, especialmente entre ráfagas de respuesta más que los tiempos de las respuestas una vez que la ráfaga ha iniciado, sobre todo en programas de IV y RF (Shull, 2004). La dinámica particular de los programas de IF tal vez haría relevante analizar si ocurre lo mismo en estos programas. En programas IF largos en los que se utiliza la respuesta de picoteo en palomas, y en los que usualmente ocurren muchas respuestas, el tiempo entre respuestas parece constante luego de las primeras

¹⁹ Bouts.

respuestas (Shull & Brownstein, 1970), por lo que sería interesante ver si ocurre lo mismo con otros sujetos o cuando se manipulan variables motivacionales como las utilizadas en el presente experimento.

Ahora, otra alternativa es que la estimación temporal puede no afectarse en lo absoluto y lo que se afecta es la ejecución no asociada a la discriminación del tiempo sino a la forma como se da la conducta inducida por el programa. En el caso específico de la demora no señalada, se ha supuesto que el mecanismo implicado es un reforzamiento de otras conductas que ocurre en el intervalo entre la respuesta que produce el reforzador y la entrega efectiva del reforzador (Schaal et al., 1998). Puede especularse que, al disminuir la contigüidad entre respuesta y reforzador, se está reforzando una mayor variabilidad entre tiempos entre respuestas y no la ráfaga usual de respuesta característica del final del festón en IF. Si efectivamente se están reforzando tiempos entre respuestas diferentes cuando se usa reforzamiento demorado, se puede esperar entonces que la variabilidad de los tiempos entre respuestas en el reforzamiento demorado aumente o simplemente sea diferente en comparación a condiciones con reforzamiento inmediato. Sin embargo, esto es una especulación que requeriría una prueba específica, por ejemplo revisar los tiempos entre respuestas en las diferentes condiciones o un experimento en el que explícitamente se refuerce diferencialmente tiempos entre respuestas específicos. En el caso del experimento, se esperaría que, si la hipótesis propuesta sobre el mecanismo de la demora es cierta, los resultados en ese procedimiento deberían ser similares a lo reportado en este estudio.

Intentar explicar todos los resultados a través de la variable interviniente de valor del reforzador sugiere que el mismo mecanismo implicado en la demora no señalada podría estar funcionando en otros casos en los que se utilizan otras formas de devaluación. Sería interesante ver si la misma dinámica ocurre cuando se disminuye la privación, ya que ahí

no se degrada la contingencia pero podría ocurrir que también se refuerzan tiempos entre respuesta diferentes a los que ocurren con el reforzamiento no devaluado, tal vez ocasionado por algún cambio en el *arousal* de los sujetos. Esto podría ocurrir ya que como mencionaba anteriormente en programas de RF e IV el grado de privación parece afectar los tiempos entre respuestas, especialmente entre ráfagas de respuesta (Shull, 2004). Este reforzamiento de tiempos entre respuestas podría explicar algunos casos de arrastre, en los que no se regresa a las líneas base, cuando se cambia a la condición sin devaluación.

Con relación a la tasa de respuesta, se podría afirmar que tal vez los efectos de disminución del valor ocurren por cambios en la dinámica de cómo funciona el reforzador en la situación. En ambos casos, se puede suponer que se están reforzando tiempos entre respuestas más largos, o solamente más variables. En el caso de la demora, el efecto es consecuencia directa de la degradación de la contingencia entre reforzador y respuesta, y en el caso de la disminución de la privación podría ser un efecto combinado de disminución del *arousal* y reforzamiento de tiempos entre respuestas largos o variables. En el Experimento 4, sería complicado sostener esta suposición ya que no hubo cambios en la tasa de respuesta, pero si aumentó de la variabilidad en la ejecución temporal, por lo que en este análisis de tiempos entre respuestas debería observarse aumento en la variabilidad sin cambios en la tendencia central. En los demás experimentos, debería observarse aumento en la variabilidad y en la tendencia central.

Con relación al valor del reforzador, se puede decir que el constructo parece describir los resultados de todos los experimentos excepto la no disminución en la tasa de respuesta en el Experimento 4. La magnitud del reforzador es una manipulación que genera resultados inconsistentes. En procedimientos de elección o preferencia, los sujetos eligen consistentemente la mayor magnitud. Pero en procedimientos en los que la

magnitud se presenta en diferentes grupos, o que diferentes magnitudes se entregan por la ejecución de la misma tarea, no suele observarse diferencias consistentes asociadas a la magnitud en todos los casos (ver Bonem & Crossman, 1988).

Usar el concepto de valor del reforzador no solo permite predecir efectos sobre las variables dependientes dado cambios en las variables independientes, sino también sugiere explicaciones, en este caso sobre la dinámica del reforzamiento de tiempos entre respuestas, que pueden explicar resultados en otros procedimientos en los que antes no se ha propuesto esa explicación. Esta conceptualización sugiere la explicación, análisis de datos y experimentos posibles en lo que pudiera probarse directamente esta idea.

Los resultados obtenidos responden parcialmente a la pregunta sobre los efectos del valor del reforzador en la ejecución en programas de IF. Se encuentra que los efectos más grandes ocurren en la variabilidad o grado de control que el programa o la contingencia ejercen sobre la conducta. Se requiere más evidencia y tal vez análisis moleculares de la dinámica de la ejecución de los sujetos, tal vez sobre cómo ocurren los tiempos entre respuestas, para establecer con mayor certeza el efecto de las variables sobre la ejecución. Tal vez en ese análisis sobre cómo ocurren las respuestas pueda establecerse también como algunas de esas respuestas ocurren por la discriminación del tiempo, y cómo ese proceso podría verse afectado por cambios en el valor del reforzador.

Para establecer directamente si el valor del reforzador afecta el grado de control que el programa tiene sobre la conducta o la discriminación temporal podría utilizarse el procedimiento propuesto por Blough (1996). Este consiste en utilizar un procedimiento de bisección y analizar la respuesta a valores intermedios del estímulo para determinar que

tanto el sujeto responde sin tener certeza²⁰, que tan sensible es a los estímulos (a las diferencias entre ellos) y si hay algún sesgo. Si el rango de la función es pequeño es evidencia que el control por el programa es alto. Si la función cambia rápidamente se supone que el sujeto es más sensible a las diferencias entre estímulos. Finalmente si la función se desplaza a derecha o izquierda puede suponerse que la variable cambia en ese sentido el juicio por los estímulos. La evidencia que existe al respecto es poca y sugiere que la función se desplaza hacia la derecha cuando hay devaluación (Galtres & Kirkpatrick, 2010; McClure, Saulsgiver, & Wynne, 2009), es decir que los intervalos se consideran más largos de lo que son en realidad. Sin embargo aún no se han analizado en profundidad los efectos con diferentes variables, por ejemplo la demora del reforzador, que pudieran ayudar a establecer la generalidad del efecto.

Referencias

- Balci, F., Ludvig, E. A., Abner, R., Zhuang, X., Poon, P., & Brunner, D. (2010). Motivational effects on interval timing in dopamine transporter (DAT) knockdown mice. *Brain Research, 1325*, 89-99. doi: 10.1016/j.brainres.2010.02.034
- 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
- Benjamini, Y. (1988). Opening the box of a Boxplot. *The American Statistician, 41*(4), 257-262. doi: 10.2307/2685133
- Berry, M. S., Kangas, B. D., & Branch, M. N. (2012). Development of key-pecking, pause, and ambulation during extended exposure to a Fixed-Interval schedule of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 97*, 333-346. doi: 10.1901/jeab.2012.97-333

²⁰ Guesses.

- Blough, D. S. (1975). Steady state data and a quantitative model of operant generalization and discrimination. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *1*, 3-21. doi: 10.1037/0097-7403.1.1.3
- Blough, D. S. (1996). Error factors in pigeon discrimination and delayed matching. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *22*(1), 118-131. doi: 10.1037/0097-7403.22.1.118
- Blough, D. S. (2001). Some contributions of signal detection theory to the analysis of stimulus control in animals. *Behavioural Processes*, *54*(1-3), 127-136. doi: 10.1016/S0376-6357(01)00154-1
- Boneau, C. A., & Cole, J. L. (1967). Decision theory, the pigeon, and the psychophysical function. *Psychological Review*, *74*(2), 123-135. doi: 10.1037/h0024287
- Bonem, M., & Crossman, E. K. (1988). Elucidating the effects of reinforcement magnitude. *Psychological Bulletin*, *104*, 348-362. doi: 10.1037/0033-2909.104.3.348
- Buriticá, J. (2011). *Demora del reforzador en un programa de Intervalo Fijo: Efectos sobre la estimación temporal*. (Maestro en Ciencias del Comportamiento), Universidad de Guadalajara, Guadalajara.
- Buriticá, J. (En prensa). Estimación temporal de intervalos y discriminación del tiempo. In C. J. Torres-Ceja & C. J. Flores-Aguirre (Eds.), *Tópicos selectos de investigación: paradigmas experimentales en conducta animal*.
- Cabrera, F., Robayo-Castro, B., & Covarrubias, P. (2010). The `Huatli` alternative: Amaranth as reinforcer in operant procedures. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *36*, 71-92.
- Coate, W. B. (1964). Effect of deprivation on postdiscrimination stimulus generalization in the rat. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *57*, 134-138. doi: 10.1037/h0045387
- Chib, V. S., Rangel, A., Shimojo, S., & O'Doherty, J. P. (2009). Evidence for a common representation of decision values for dissimilar goods in human ventromedial prefrontal cortex. *The Journal of Neuroscience*, *29*(39), 12315-12320. doi: 10.1523/jneurosci.2575-09.2009
- Christensen, C. J., Silberberg, A., Hursh, S. R., Huntsberry, M. E., & Riley, A. L. (2008). Essential value of cocaine and food in rats: tests of the exponential model of demand. *Psychopharmacology*, *198*(2), 221-229. doi: 10.1007/s00213-008-1120-0
- 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. (2003). A concise introduction to Scalar Timing Theory. In W. H. Meck (Ed.), *Functional and Neural Mechanisms of Interval Timing* (pp. 3-22). Boca Raton: CRC Press.
- Dews, P. B. (1969). Studies on responding under fixed-interval schedules of reinforcement: the effects on the pattern of responding of changes in requirements at reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *12*, 191-199. doi: 10.1901/jeab.1969.12-191
- Dews, P. B. (1978). Studies on responding under fixed-interval schedules of reinforcement: II. The scalloped pattern of the cumulative record. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *29*, 67-75. doi: 10.1901/jeab.1978.29-67
- 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

- Elcoro, M., & Lattal, K. A. (2011). Effects of unsignaled delays of reinforcement on fixed-interval schedule performance. *Behavioural Processes*, *88*, 47-52. doi: 10.1016/j.beproc.2011.07.001
- Elsmore, T. F., Fletcher, G. V., Conrad, D. G., & Sodetz, F. J. (1980). Reduction of heroin intake in baboons by an economic constraint. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, *13*(5), 729-731. doi: 10.1016/0091-3057(80)90018-0
- Elliott, M. H. (1930). Some determining factors in maze-performance. *The American Journal of Psychology*, *42*(2), 315-317. doi: 10.2307/1415287
- Ferster, C. B., & Skinner, B. F. (1957). *Schedules of Reinforcement*. New York: Appleton Century Crofts.
- Fox, A. E., & Kyonka, E. G. G. (2013). Pigeon responding in fixed-interval and response-initiated fixed-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *100*, 187-197. doi: 10.1002/jeab.38
- 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
- Galtres, 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
- Galtres, T., & Kirkpatrick, K. (2010). Reward magnitude effects on temporal discrimination. *Learning and Motivation*, *41*, 108-124. doi: 10.1016/j.lmot.2010.01.002
- Galtres, T., Marshall, A. T., & Kirkpatrick, K. (2012). Motivation and timing: Clues for modeling the reward system. *Behavioural Processes*, *90*, 142-153. doi: 10.1016/j.beproc.2012.02.014
- Gallagher, M., McMahan, R. W., & Schoenbaum, G. (1999). Orbitofrontal cortex and representation of incentive value in associative learning. *The Journal of Neuroscience*, *19*(15), 6610-6614.
- Gallistel, C. R., & Gibbon, J. (2002). *The symbolic foundations of conditioned behavior*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Gentry, G. D., Weiss, B., & Laties, V. (1983). The microanalysis of fixed-interval responding. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *39*, 327-343. doi: 10.1901/jeab.1983.39-327
- Gibbon, J. (1977). Scalar expectancy theory and Weber's law in animal timing. *Psychological Review*, *84*, 279-325. doi: 10.1037/0033-295x.84.3.279
- Gibbon, J., Church, R. M., & Meck, W. H. (1984). Scalar timing in memory. In J. Gibbon & L. G. Allan (Eds.), *Annals of the New York Academy of Sciences: Timing and Time Perception* (Vol. 423, pp. 52-77). New York: New York Academy of Sciences.
- 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., & 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
- Guilhardi, P., Yi, L., & Church, R. M. (2007). A modular theory of learning and performance. *Psychonomic Bulletin & Review*, *14*, 543-559. doi: 10.3758/bf03196805
- Guttman, N., & Kalish, H. I. (1956). Discriminability and stimulus generalization. *Journal of Experimental Psychology*, *51*, 79-88. doi: 10.1037/h0046219
- 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
- Heinemann, E. G. (1983). A memory model for decision processes in pigeons. In M. L. Commons, R. J. Herrnstein & A. R. Wagner (Eds.), *Quantitative Analyses of Behavior: Discrimination Processes* (Vol. IV, pp. 3-19). Cambridge, Massachusetts: Ballinger.
- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *4*, 267-272. doi: 10.1901/jeab.1961.4-267
- 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
- Hodos, W. (1961). Progressive ratio as a measure of reward strength. *Science*, *134*(3483), 943-944. doi: 10.2307/1708217
- Holland, P. C., & Rescorla, R. A. (1975). The effect of two ways of devaluing the unconditioned stimulus after first- and second-order appetitive conditioning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *1*, 355-363. doi: 10.1037/0097-7403.1.4.355
- Hursh, S. R., & Silberberg, A. (2008). Economic demand and essential value. *Psychological Review*, *115*, 186-198. doi: 10.1037/0033-295x.115.1.186
- Josefowicz, J., & Staddon, J. E. R. (2008). Operant behavior. In R. Menzel (Ed.), *Learning, Theory and Behavior* (Vol. 1, pp. 75-102). Oxford: Elsevier.
- Kalish, H. I., & Haber, A. (1965). Prediction of discrimination from generalization following variations in deprivation level. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, *60*, 125-128. doi: 10.1037/h0022345
- Killeen, P. R. (1994). Mathematical principles of reinforcement. *Behavioral and Brain Sciences*, *17*(01), 105-135. doi: 10.1017/S0140525X00033628
- Killeen, P. R., & Fetterman, J. G. (1988). A behavioral theory of timing. *Psychological Review*, *95*(2), 274-295. doi: 10.1037/0033-295x.95.2.274
- Kirkpatrick, K. (2002). Packet theory of conditioning and timing. *Behavioural Processes*, *57*, 89-106. doi: 10.1016/S0376-6357(02)00007-4
- 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

- López, F., & Menez, M. (2005). Effects of reinforcement history on response rate and response pattern in periodic reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *83*, 221-241. doi: 10.1901/jeab.2005.49-04
- 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.
- López, F., & Menez, M. (2012). Transference effects of prior non-contingent reinforcement on the acquisition of temporal control on fixed-interval schedules. *Behavioural Processes*, *90*, 402-407. doi: 10.1016/j.beproc.2012.04.007
- López, F., & Santoyo, C. (1988). Un análisis cuantitativo de la conducta en programas de intervalo fijo (A quantitative analysis of responding under fixed interval reinforcement schedules). *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *14*, 111-127.
- Lotfizadeh, A. D., Edwards, T. L., Redner, R., & Poling, A. (2012). Motivating operations affect stimulus control: A largely overlooked phenomenon in discrimination learning. *The Behavior Analyst*, *35*(1), 89-100.
- 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., & 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
- MacCorquodale, K., & Meehl, P. E. (1948). On a distinction between hypothetical constructs and intervening variables. *55*, 95-107. doi: 10.1037/h0056029
- Machado, A. (1997). Learning the temporal dynamics of behavior. *Psychological Review*, *104*, 241-265. doi: 10.1037/0033-295x.104.2.241
- Machado, A., Malheiro, M. T., & Erlhagen, W. (2009). Learning to time: A perspective. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *92*, 423-458. doi: 10.1901/jeab.2009.92-423
- Madden, G. J. (2000). A behavioral economics primer. In W. K. Bickel & R. E. Vuchinich (Eds.), *Reframing Health Behavior Change with Behavioral Economics* (pp. 3-26). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Madden, G. J., & Johnson, P. S. (2010). A delay-discounting primer. In G. J. Madden & W. K. Bickel (Eds.), *Impulsivity: The behavioral and neurological science of discounting* (pp. 11-37). Washington, DC, US: American Psychological Association.
- Mankiw, G. (2004). *Principios de Economía* (3 ed.). Madrid: McGraw Hill.
- 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, pp. 55-73). 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
- McAuley, F., & Leslie, J. C. (1986). Molecular analyses of the effects of d-amphetamine on fixed-interval schedule performances of rats. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *45*, 207-219. doi: 10.1901/jeab.1986.45-207

- 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
- Montague, P. R., & Berns, G. S. (2002). Neural Economics and the biological substrates of valuation. *Neuron*, 36(2), 265-284. doi: 10.1016/S0896-6273(02)00974-1
- 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
- Nordquist, R. E., Voorn, P., de Mooij-van Malsen, J. G., Joosten, R. N. J. M. A., Pennartz, C. M. A., & Vanderschuren, L. J. M. J. (2007). Augmented reinforcer value and accelerated habit formation after repeated amphetamine treatment. *European Neuropsychopharmacology*, 17, 532-540. doi: 10.1016/j.euroneuro.2006.12.005
- Ong, E. L., & White, K. G. (2004). Amount-dependent temporal discounting? *Behavioural Processes*, 66(3), 201-212. doi: 10.1016/j.beproc.2004.03.005
- Orduña, V., Valencia-Torres, L., Cruz, G., & Bouzas, A. (2013). Sensitivity to delay is affected by magnitude of reinforcement in rats. *Behavioural Processes*, 98(0), 18-24. doi: 10.1016/j.beproc.2013.04.011
- Padoa-Schioppa, C., & Assad, J. A. (2008). The representation of economic value in the orbitofrontal cortex is invariant for changes of menu. *Nature Neuroscience*, 11(1), 95-102. doi: 10.1038/nn2020
- Palya, W. L. (1992). Dynamics in the fine structure of schedule-controlled behavior. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 57, 267-287. doi: 10.1901/jeab.1992.57-267
- Rangel, A., Camerer, C., & Montague, P. R. (2008). A framework for studying the neurobiology of value-based decision making. *Nature Reviews Neuroscience*, 9(7), 545-556. doi: 10.1038/nrn2357
- Reilly, M. P. (2003). Extending mathematical principles of reinforcement into the domain of behavioral pharmacology. *Behavioural Processes*, 62, 75-88. doi: 10.1016/S0376-6357(03)00027-5
- Reynolds, G. S. (1975). *A primer of operant conditioning*. Glenview, IL: Scott Foresman.
- Richelle, M., & Lejeune, H. (1980). *Time in animal behaviour*. New York: Pergamon Press.
- Sclafani, A., & Ackroff, K. (2003). Reinforcement value of sucrose measured by progressive ratio operant licking in the rat. *Physiology & Behavior*, 79(4-5), 663-670. doi: 10.1016/S0031-9384(03)00143-4
- Schaal, D. W., Shahan, T. A., Kovera, C. A., & Reilly, M. P. (1998). Mechanisms underlying the effects of unsignaled delayed reinforcement on key pecking of pigeons under variable-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 69(2), 103-122. doi: 10.1901/jeab.1998.69-103
- 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

- Shull, R. L. (2004). Bouts of responding on variable-interval schedules: Effects of deprivation level. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *81*, 155-167. doi: 10.1901/jeab.2004.81-155
- Shull, R. L., & Brownstein, A. J. (1970). Interresponse time duration in fixed-interval schedules of reinforcement: control by ordinal position and time since reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *14*, 49-53. doi: 10.1901/jeab.1970.14-49
- 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. (1932a). Drive and reflex strength. *Journal of General Psychology*, *6*, 22-37.
- Skinner, B. F. (1932b). Drive and reflex strength: II. *Journal of General Psychology*, *6*, 38-48.
- Skinner, B. F. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton Century Crofts.
- Skinner, B. F. (1956). A case history in scientific method. *American Psychologist*, *11*, 221-233. doi: 10.1037/h0047662
- Spencer, P. T. (1981). Temporal control of behaviour and the law of effect: A description of fixed interval performance. *Behaviour Analysis Letters*, *1*, 325-329.
- 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.
- Stafford, D., & Branch, M. N. (1998). Effects of step size and break-point criterion on progressive-ratio performance. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *70*(2), 123-138. doi: 10.1901/jeab.1998.70-123
- Stebbins, W. C., Mead, P. B., & Martin, J. M. (1959). The relation of amount of reinforcement to performance under a fixed-interval schedule. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *2*, 351-355. doi: 10.1901/jeab.1959.2-351
- Sugrue, L. P., Corrado, G. S., & Newsome, W. T. (2004). Matching behavior and the representation of value in the parietal cortex. *Science*, *304*(5678), 1782-1787. doi: 10.1126/science.1094765
- 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
- Thomas, D. R., & King, R. A. (1959). Stimulus generalization as a function of level of motivation. *Journal of Experimental Psychology*, *57*, 323-328. doi: 10.1037/h0042183
- Todorov, J. C., Carvalho, L. C., & Couto, K. C. (2013). Pauses in multiple extinction Fixed-Interval reinforcement schedules with fixed durations of the extinction component: Implications for timing. *Revista Mexicana de Análisis de la Conducta*, *39*(1), 4-10.
- Verhave, T. (1963). Toward and empirical calculus of reinforcement value. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *6*, 525-536. doi: 10.1901/jeab.1963.6-525
- 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
- Weiss, B., & Moore, E. W. (1956). Drive level as a factor in distribution of responses in fixed-interval reinforcement. *Journal of Experimental Psychology*, 52, 82-84. doi: 10.1037/h0045007
- 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.