

## REQUISITOS DE CAMBIO Y SENSIBILIDAD AL REFORZAMIENTO EN MEDIOS AMBIENTES SEMI-ESTABLES Y DINÁMICOS<sup>1</sup>

*SENSITIVITY TO REINFORCEMENT AND CHANGEOVER  
REQUIREMENTS IN DYNAMIC AND QUASI-STABLE ENVIRONMENTS*

**CARLOS F. APARICIO Y EMILY E. OTERO CRESPO<sup>2</sup>**  
UNIVERSIDAD DE GUADALAJARA-CEIC

### RESUMEN

Un diseño ABA sirvió para evaluar la sensibilidad al reforzamiento en medios ambientes semi-estables y dinámicos. En la fase A ocho ratas respondieron en dos palancas que otorgaban alimento de acuerdo a siete razones de reforzamiento (27:1, 9:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:9, 1:27), una por día. Una palanca de cambio requirió de 1, 4, 8, 16, o 32 respuestas para alternar entre dos palancas. En un ciclo de 21 días se estudiaron todas las razones de reforzamiento con un mismo requisito de cambio, después se exigió otro diferente al anterior. Este ciclo se repitió hasta que se probaron todos los requisitos de cambio en orden ascendente y descendente. La fase B utilizó un medio ambiente de reforzamiento dinámico donde las siete razones de reforzamiento se probaron en orden aleatorio, una cada día. Los cinco requisitos de cambio se programaron dentro de cada sesión en orden aleatorio y separados entre sí por un tiempo fuera de 60 segundos. Esta fase duró 70 días, 10 sesiones por cada razón de reforzamiento. La última fase fue una replicación de la primera (A), con la excepción de que en 105 días sólo se probaron los requisitos de cambio en orden ascendente. Los resultados mostraron distribuciones de respuesta favorecieron a la palanca asociada con la mayor probabilidad

1. Artículo recibido el 2 de febrero de 2004 y aceptado el 20 de abril de 2004.
2. Esta investigación recibió apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, proyecto número 42050-H. Toda correspondencia relacionada con este artículo, así como las solicitudes de separatas, deberá enviarse al Dr. Carlos Fernando Aparicio Naranjo, Centro de Estudios e Investigaciones en Comportamiento, Av. Tepeyac 701-A Suite 189, Colonia Chapalita, Zapopan, Jalisco 45040, Teléfono y Fax: 33-31-21-1158 Ext. 7, correo electrónico: [aparicio@cencar.udg.mx](mailto:aparicio@cencar.udg.mx).

de reforzamiento, tasas de cambio que disminuyeron en ambas palancas a medida que incrementó el requisito de cambio, y en general, una sensibilidad al reforzamiento que aumentó con el incremento en el requisito de cambio. Estos hallazgos son consistentes con modelos de elección que predicen una sobreigualación cuando se impone un costo a la conducta de cambiar de una alternativa a otra.

*Palabras Clave:* Elección, requisito de cambio, reforzamiento dinámico, ratas.

### ABSTRACT

An ABA design served to assess sensitivity to reinforcement in dynamic and quasi-stable environments. In phase A, eight rats responded on two levers that provided food according to seven reinforcement ratios (27:1, 9:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:9, and 1:27), one per day. To alternate between the levers, a changeover lever required 1, 4, 8, 16, or 32 responses. Over 21 days all reinforcement ratios were studied with the same changeover requirement (COR); then, a different COR was arranged. This cycle was repeated until all CORs were assessed in ascending and descending orders. Phase B used a dynamic environment where all reinforcement ratios were assessed in random order, one per day. Within the same session, all five CORs were scheduled to occur in random order; each COR lasted for ten reinforcers and was separated from the next COR by a 60-s blackout. Phase B lasted 70 days, ten sessions for each reinforcement ratio. The last phase was a replication of phase A, with the exception that the CORs were only assessed in ascending order. The results showed that distributions of responses favored the lever associated with the highest reinforcement probability. On both levers, the changeover rates decreased with increasing changeover requirements. Generally, sensitivity to reinforcement increased with increasing changeover requirement. These findings are consistent with models of choice that predict overmatching when a cost is imposed on the behavior of switching from one alternative to the other.

*Key Word:* Choice, changeover requirement, dynamic reinforcement, rats.

La demora de cambio (DCA) usualmente se programa en dos tipos de procedimientos concurrentes, el de Findley (1958) y el de Herrnstein (1961). Por ejemplo, en un procedimiento de dos operandos, la DCA es programa a partir de la primera respuesta en una de las alternativas después de un cambio (Herrnstein, 1961). Sin embargo, en el procedimiento de tecla de cambio, la DCA se cuenta a partir de las respuestas del organismo en la tecla (o palan-

ca) de cambio (Catania, 1966). Con el método de Findley (1958), la demora de cambio se programa a partir de la última respuesta en una alternativa antes de que ocurra un cambio.

El primer procedimiento es el más utilizado en el estudio de elección y se conoce como DCA respuesta-respuesta (Shahan y Lattal, 1998); en éste, el tiempo de la DCA se cuenta a partir de la primer respuesta que ocurre en una alternativa después de un cambio, hasta que se presenta una segunda respuesta en la misma alternativa. En el segundo método llamado DCA pausa-respuesta (Shahan y Lattal, 1998), se refuerza a la primera respuesta que ocurre en una alternativa después de transcurrido un tiempo en el que no se respondió en la alternativa de la cual se originó el cambio (Catania, 1966). El procedimiento de operando de cambio (Findley, 1958) es similar al de DCA pausa-respuesta: la demora de cambio se cuenta a partir de que pasa un tiempo sin respuesta en la alternativa de cambio (Stubbs y Pliskoff, 1969). Esto permite que la primera respuesta en la otra alternativa sea reforzada una vez transcurrido el tiempo establecido por la DCA (Shahan y Lattal, 1998).

Cuando los organismos enfrentan una situación de elección que incluye la DCA con dos programas de intervalo variable concurrentemente disponibles (conc IV-IV), la distribución de las respuestas aproxima a la distribución de reforzamientos obtenidos (Findley, 1958; Herrnstein, 1961; Catania, 1963; Brownstein y Pliskoff, 1968; Baum y Rachlin, 1969). A este resultado general conocido como *igualación estricta*, Herrnstein (1961) lo formuló como una relación de identidad entre la frecuencia relativa de respuestas y la frecuencia relativa de reforzamientos en las dos alternativas:

$$R_1/(R_1 + R_2) = r_1/(r_1 + r_2), \quad (1)$$

en donde  $R_1$  y  $R_2$  se refieren a las tasas de respuesta y  $r_1$  y  $r_2$  a las tasas de reforzamiento en las alternativas 1 y 2, respectivamente.

En estudios posteriores sobre la elección se cuestionó la generalidad de igualación estricta (Ecuación 1): se observó que los cambios en distribuciones de respuestas eran menos extremos que aquellos que ocurrían en las distribuciones de los reforzamientos (Baum y Rachlin, 1969; Fantino, Squires, Delbrück y Peterson, 1972; La Bounty y Reynolds, 1973). Para identificar desviaciones de la ley de igualación, Baum (1974) formuló la *ley de igualación generalizada*, que establece que el logaritmo de la razón de respuesta emitidas en dos alternativas es una función lineal del logaritmo de la razón de reforzamiento obtenida en estas alternativas:

$$\log(R_1/R_2) = s \log(r_1/r_2) + \log b. \quad (2)$$

en donde  $R$  se refiere al número de respuestas emitidas y  $r$  al número de reforzadores obtenidos en las alternativas con subíndices 1 y 2. El parámetro  $s$ , sensibilidad al reforzamiento, estima como los cambios en la tasa del logaritmo de la razón de respuestas ocurren en función de los cambios en el logaritmo de la razón de reforzadores. El parámetro  $b$ , o sesgo, mide cualquier proporción constante de preferencia por una alternativa sobre la otra.

En la Ecuación 2, valores de  $s$  y  $b$  iguales a 1 corresponden a la igualdad estricta (Ecuación 1). Una pendiente  $s$  con un valor mayor a 1.0 representa la sobreigualación, donde los cambios en la razón de respuestas son más extremos que los que predice la igualdad estricta. Una pendiente con un valor menor a 1.0 representa la subigualación; aquí los cambios en la razón de respuestas son menos extremos que los predichos por la igualdad estricta.

Varios estudios tuvieron como propósito evaluar el papel que la DCA juega en la ley de igualdad generalizada (ver Baum, 1974). En ausencia de DCA, la conducta de elección refleja un valor relativamente bajo en el parámetro de sensibilidad  $s$ , mientras que cuando se incluye una DCA, el parámetro de  $s$  se acerca de 1.0 (e. g., Brownstein y Pliskoff, 1968; Fantino, Squires, Delbrück y Peterson, 1972; Herrnstein, 1961; Shull y Pliskoff, 1967). Con o sin DCA, la subigualación ocurre en una mayoría de estudios (Baum, 1979). No obstante, trabajos que requirieron de una RF5 o RF10 para cambiar entre varios programas concurrentes de IV IV (e.g., Pliskoff, Ciceron y Nelson 1978), mostraron que con el programa RF10 las distribuciones de tiempo y respuestas fueron más extremas que las distribuciones de reforzamiento; sugiriendo que la preferencia de los sujetos hacia el programa con mayor probabilidad de reforzamiento fue más extrema cuando el requisito de cambio de RF aumentó de 5 a 10 respuestas.

En otro estudio, Pliskoff y Fetterman (1981) requirieron un número fijo de respuestas para alternar entre dos alternativas. Ellos reportaron que con un requisito de cambio (RCA) de una respuesta, se obtuvo subigualación en las distribuciones de tiempo y respuestas; por tanto, concluyeron que un requisito de cambio de una respuesta es equivalente a una DCA de cero segundos. Con una RCA de dos respuestas, sus datos indicaron subigualación en las distribuciones de tiempo y sobreigualación en las distribuciones de respuestas. No obstante, con una RCA de cuatro respuestas sus resultados mostraron sobreigualación en las distribuciones de tiempo y respuestas (Pliskoff y Fetterman, 1981).

Esos estudios sugieren que para lograr la discriminación entre dos programas de reforzamiento en un procedimiento concurrente y obtener una relación de igualdad, se debe utilizar una DCA de una duración significativa para el organismo. Para las ratas se necesita una DCA mínima de 5 a 10 segundos (de Villiers y Millenson, 1972; Shull y Pliskoff, 1967) y para los

pichones una DCA mínima de 1 a 3 segundos (Catania, 1966; Herrnstein, 1961). Bajo estos requerimientos de cambio, la tasa relativa de respuesta y el tiempo relativo concedido a los programas concurrentemente disponibles aproxima a la tasa relativa de reforzamiento obtenida (Findley, 1958; Herrnstein, 1961; Catania, 1963, 1966; Brownstein y Pliskoff, 1968; Baum y Rachlin, 1969; Schroeder y Holland, 1969).

En resumen, en estudios con programas concurrentes de IV IV la subigualación ha sido el resultado más general, con un valor de  $s$  entre .80 y .85 (Davison y McCarthy, 1988; Taylor y Davison, 1983), mientras que con distribuciones de tiempo el parámetro  $s$  puede alcanzar valores de .90 o .95 (Baum y Rachlin, 1969; Baum, 1979; Wearden y Burges, 1982); ésto, a pesar de que en esos estudios se utilizó una DCA. No obstante, la sobreigualación es el resultado más predominante cuando la situación de elección impone un costo a la conducta de cambiar de una alternativa a otra (ver Aparicio y Baum, 1997; Baum y Aparicio, 1999; Aparicio, 2001).

Cabe mencionar que la mayoría de los estudios mencionados anteriormente han examinado la conducta de elección en un *medio ambiente estable*. En éste, se requieren tradicionalmente entre 10 y 15 sesiones para lograr un criterio de estabilidad establecido por el experimentador (Sidman, 1960). Usualmente, una misma razón de reforzamiento se mantiene constante hasta que la razón de respuestas deja de variar (por comparación con el criterio fijado). No obstante, algunos investigadores (e.g., Davison y Hunter, 1979; Dreyfus, 1991) se interesaron en estudiar la conducta de elección en un ambiente de reforzamiento variable, donde no se incluye un criterio particular de estabilidad; ahí las condiciones del experimento cambian antes de que se alcancen las 15 o 30 sesiones que normalmente requieren los estados estables. En ése ambiente, Davison y Baum (2000) evaluaron la ejecución concurrente de pichones en una situación de elección en la que la razón de reforzamiento cambiaba frecuentemente dentro de una misma sesión. Para ésto, adaptaron el procedimiento de Belke y Heyman (1994) a un programa concurrente con dos componentes de intervalo aleatorio. En las sesiones experimentales, los pichones fueron expuestos a siete diferentes razones de reforzamiento (27:1, 9:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:9, 1:27) que dentro de la sesión ocurría en orden aleatorio. A través de las condiciones el número de reforzadores por componente tomó valores de 4, 6, 8, 10 o 12 reforzadores. Cada uno de estos componentes fue separado por un tiempo fuera en el cual las luces de la cámara experimental quedaban apagadas durante 10 segundos. Cuando el número de reforzamientos por componente varió de 4 a 12, la sensibilidad global de los pichones al reforzamiento permaneció constante. No obstante, se encontró que la conducta cambió rápidamente dentro de los componentes, obteniéndose sensibilidades al reforzamiento superiores a .60. Estos hallazgos indicaron que a través de un ambiente de reforzamiento

variable se puede lograr un control adecuado de la ejecución concurrente de los pichones.

Con base en estos resultados, Landon y Davison (2001) diseñaron un experimento donde extendieron el rango de variación en las razones de reforzamiento dentro de las sesiones experimentales. Utilizando el mismo procedimiento diseñado por Davison y Baum (2000), ellos variaron sistemáticamente las siete razones de reforzamiento a través de diferentes condiciones que mantenían constante a la tasa total de reforzamiento. Sus resultados mostraron, en comparación con las razones de reforzamiento menos extremas (e.g., 1:5 a 1), que el reforzamiento tuvo un efecto más importante en la elección de los pichones con las razones de reforzamiento que fueron más extremas (e. g., 27:1 y 1:27).

A pesar de que la mayoría de éstos estudios se realizó en un medio ambiente de reforzamiento variable, en esas situaciones de elección no se ha manipulado un requisito de respuestas de cambio. Además, todos ellos se realizaron principalmente con pichones. Por tanto, el presente estudio se diseñó con el interés básico de realizar manipulaciones en el requisito de respuestas de cambio entre dos alternativas y así evaluar su efecto en la ejecución concurrente en un ambiente variable; en particular, su efecto sobre la sensibilidad al reforzamiento. El objetivo fue mostrar que la sensibilidad al reforzamiento aumenta a medida que incrementa el requisito de cambio. Otro objetivo fue extender la generalidad de los hallazgos de Davison y colaboradores con ratas de laboratorio.

## MÉTODO

### *Sujetos*

Ocho ratas machos de la cepa Wistar (R61, R64, R65, R67, R68, R69, R72, R73), de aproximadamente 98 días de edad al inicio del experimento sirvieron como sujetos. Las ratas estuvieron mantenidas al 85% del peso mostrado bajo alimentación libre.

### *Aparatos*

Cuatro cámaras modulares Coulbourn (modelo E10-18TC) de 26 cm de ancho, 31 cm de largo y 32 cm de alto. Las paredes laterales de la cámara fueron de acrílico transparente, mientras que la pared frontal y posterior fueron de aluminio. En la pared anterior de las cajas se instalaron dos palancas (E23-17) no retráctiles para ratas. La distancia entre las palancas y el piso de las cajas fue de 10 cm, entre las palancas y el techo de 18 cm. Para que las

palancas pudiesen ser operadas se requirió de una fuerza de 0.2 N. A una altura de 4.5 cm de cada palanca se instaló un foco de 24 V DC que quedó a 14 cm del techo y 18 cm del piso. Un comedero (E10-01) de 3 cm de ancho por 4 cm de alto se montó en medio de las dos palancas, a 5 cm de la pared izquierda y a 5 cm de la pared derecha. Un dispensador de alimento (E14-24) arrojó pellas (45 mg PJ Noyes, Lancaster, NH) en un comedero (E 14-01) de 3 cm de ancho y 4 cm de largo. En la pared frontal de la caja, a 2 cm del techo y 23 cm del piso, se montó una bocina (E12-01) de 2 cm de ancho por 4 cm de alto, que proporcionó ruido blanco. En el centro de la pared posterior de la caja, a 14 cm del piso y a 18 cm del techo, se instaló otra palanca estándar (E21-03) que funcionó como palanca de cambio. El piso de las cámaras consistió en una rejilla removible (E10-18NS) de acero inoxidable de 28.5 cm de ancho por 27 cm de largo. Un cajón a prueba de ruidos de 78 cm de largo, 54 cm de ancho y 51 cm de altura se utilizó para encerrar a la caja experimental y así aislar los ruidos externos. Una interfaz (L18-16S/C) se instaló a una microcomputadora (HP Brio). Esta a su vez se enchufó a una caja de distribución (L18-16X/C) conectada a un controlador de eventos (Habitest EZ Linc, L9102S). Un paquete de software Graphic State 1.0 se utilizó para el registro, la recolección de las respuestas y la programación de los estímulos.

#### *Procedimiento*

Inicialmente todas las ratas recibieron entrenamiento en el comedero en presencia de la palanca izquierda. Un programa de reforzamiento continuo sirvió para reforzar con comida la conducta de presionar esta palanca. Cuando las ratas obtuvieron 30 reforzadores consecutivos, se retiró dicha palanca y se introdujo la palanca derecha. El mismo programa de reforzamiento sirvió para reforzar las presiones en esta palanca. Cuando las ratas obtuvieron 30 reforzadores consecutivos, la palanca derecha se retiró y se instaló la palanca de cambio. En esta palanca también se reforzó con comida las presiones de palanca de acuerdo a un programa de reforzamiento continuo, que se suspendió cuando se obtuvieron 30 reforzadores consecutivos. A partir de aquí inició el procedimiento experimental.

Todas las sesiones se llevaron a cabo con las tres palancas dentro de la caja experimental. Se utilizó un programa concurrente similar al introducido por Belke y Heyman (1994) para variar la razón de reforzamiento (izquierda/derecha) en dos alternativas. De acuerdo con esto, si el programa concurrente preparaba un reforzador en la palanca opuesta a la cual la rata está respondiendo, el programa obligaba a la rata a presionar la palanca de cambio para ir a la otra alternativa y obtener el reforzador preparado. La rata podía seguir obteniendo los reforzadores que preparaba el programa en esa palanca, hasta que este no preparara otro reforzamiento en la palanca opuesta.

En este estudio se utilizó un diseño ABA (ver Tabla 1). El arreglo de los reforzadores se realizó de acuerdo a siete pares de probabilidades: .27-.01, .25-.03, .21-.07, .14-.14, .07-.21, .03-.25, .01-.27. Por lo tanto, para asignar un reforzador a la palanca izquierda o derecha, un programa de intervalo aleatorio revisaba cada 3 s el par de probabilidades que estuviese vigente para esa sesión, lo cual dio lugar a siete razones de reforzamiento: 27:1, 9:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:9, 1:27, respectivamente. Estas razones (izquierda/derecha) de reforzamiento, que operaban en las dos palancas de la pared frontal, permitieron obtener comida con mayor frecuencia en la palanca izquierda en algunas ocasiones (razones 27:1, 9:1 y 3:1) y en la palanca derecha en otras ocasiones (razones 1:27, 1:9 y 1:3); en algún punto las dos palancas proporcionaron alimento con la misma frecuencia (razón 1:1).

*Tabla 1*  
*Diseño Experimental.*

<i>Fase</i>	<i>Razón de Reforzamiento</i>	<i>Requisito de Cambio</i>	<i>Días</i>
A	1 por 3 días consecutivos	1 por 21 días consecutivos	105 + 84
B	1 cada día	5 por sesión	70
A'	1 por 3 días consecutivos	1 por 21 días consecutivos	105

En la fase A, el experimentador seleccionaba al azar la razón de reforzamiento que operaba durante una sesión y terminaba cuando las ratas obtenían 50 reforzadores presionando la palanca izquierda o la derecha. Dicha razón se mantenía durante tres días consecutivos. Además, en diferentes condiciones la palanca de cambio requirió de 1, 4, 8, 16 y 32 respuestas para cambiar de una alternativa a otra. En 21 días consecutivos, se estudiaron las siete razones de reforzamiento (27:1, 9:1, 1:1, 1:3, 1:9, 1:27, tres días por cada razón en orden aleatorio) con un mismo requisito de cambio. Después de esto, se pidió un requisito de respuesta en la palanca de cambio diferente al anterior y se repitió el ciclo de los 21 días, con todas las razones (3 días cada una) escogidas en orden aleatorio. Estos ciclos se repitieron hasta que se habían probado en orden ascendente los siguientes requisitos de respuesta en la palanca de cambio: 1, 4, 8, 16 y 32 respuestas. Esto fue hasta que hubiesen transcurrido 105 días consecutivos (21 días por cada requisito de cambio). En 84 días adicionales, se obtuvieron redeterminaciones en orden descendente con 16, 8, 4 y 1 respuestas de cambio.

La fase B utilizó un medio ambiente de reforzamiento variable, similar al introducido por Davison y Baum (2000), para variar el número de respuestas



requeridas para cambiar de una alternativa a otra. Cada día el experimentador seleccionaba al azar una razón de reforzamiento (27:1, 9:1, 3:1, 1:1, 1:3, 1:9). Los cinco requisitos de cambio (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas) se presentaban al organismo durante la misma sesión. Un tiempo fuera de 60 segundos, en el cual las luces de la caja eran apagadas, se utilizó para separar los distintos requisitos de cambio; cada componente, con su requisito de cambio particular, finalizaba cuando se obtenían 10 reforzadores. Las sesiones se corrieron los siete días de la semana y finalizaban cuando los sujetos obtenían 50 reforzadores. Esta fase del experimento concluyó cuando todas las ratas (con excepción de R-68, que no participó en la fase B debido a una enfermedad viral) fueron expuestas a 10 sesiones con cada razón de reforzamiento, por un total de 70 días.

La última fase (A') fue una réplica de la fase inicial. Las razones de reforzamiento se estudiaron durante 21 días consecutivos (3 días por cada razón en orden aleatorio) con un mismo requisito de cambio. De este modo, se continuó pidiendo un requisito de cambio distinto al anterior, hasta finalmente haber cumplido con todos (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas). Estos requisitos de cambio se probaron en orden ascendente, por un total de 105 días consecutivos.

## RESULTADOS

### *Fase A*

Los datos de todas las sesiones se juntaron y clasificaron por sujeto, componente de reforzamiento y requisito de cambio. Para cada reforzador, el número de respuestas en las palancas izquierda y derecha se sumó por separado para obtener las razones de respuestas (izquierda / derecha) que posteriormente se transformaron en logaritmos con base 10. En las figuras 1 a 4 los logaritmos de las razones de respuestas se graficaron en función de los cincuenta reforzadores obtenidos por sesión. Cada figura muestra los datos promedio del grupo. Los y paneles están arreglados de acuerdo a los requisitos de cambio (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas); los triángulos corresponden a los datos de las determinaciones y los cuadrados a re-determinaciones a 1, 4, 8 16 respuestas. La línea horizontal que intercepta el cero de la ordenada, o línea de indiferencia, indica una distribución de respuestas uniforme en las dos palancas (razón de respuestas = 1,  $\log(R1/R2) = 0$ ).

En la condición en donde las dos palancas proporcionaban reforzamiento con la misma la probabilidad (componente 1:1), las distribuciones de respuesta se desviaron de vez en cuando de la línea de indiferencia. Para las determinaciones (triángulos) y las re-determinaciones (cuadrados) a requisitos de cambio (RCA) de 1 y 4 respuestas, la Figura 1 muestra distribuciones

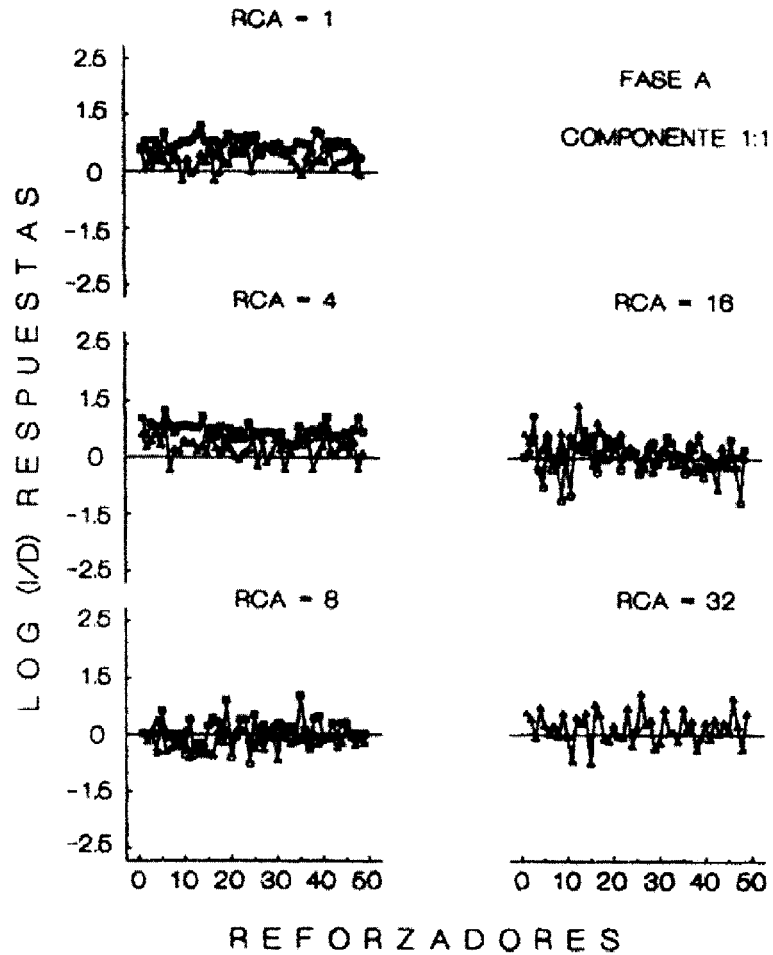


Figura 1. Para la fase A con el componente de reforzamiento 1:1, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Los paneles muestran los datos obtenidos con los cinco requisitos de respuesta de cambio (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas); los triángulos corresponden a los datos de las determinaciones y los cuadrados a re-determinaciones a 1, 4, 8 y 16 respuestas. La línea horizontal que intercepta el cero de la ordenada, o línea de indiferencia, indica una distribución de respuestas uniforme en las dos palancas (razón de respuestas = 1,  $\log(R1/R2) = 0$ ).

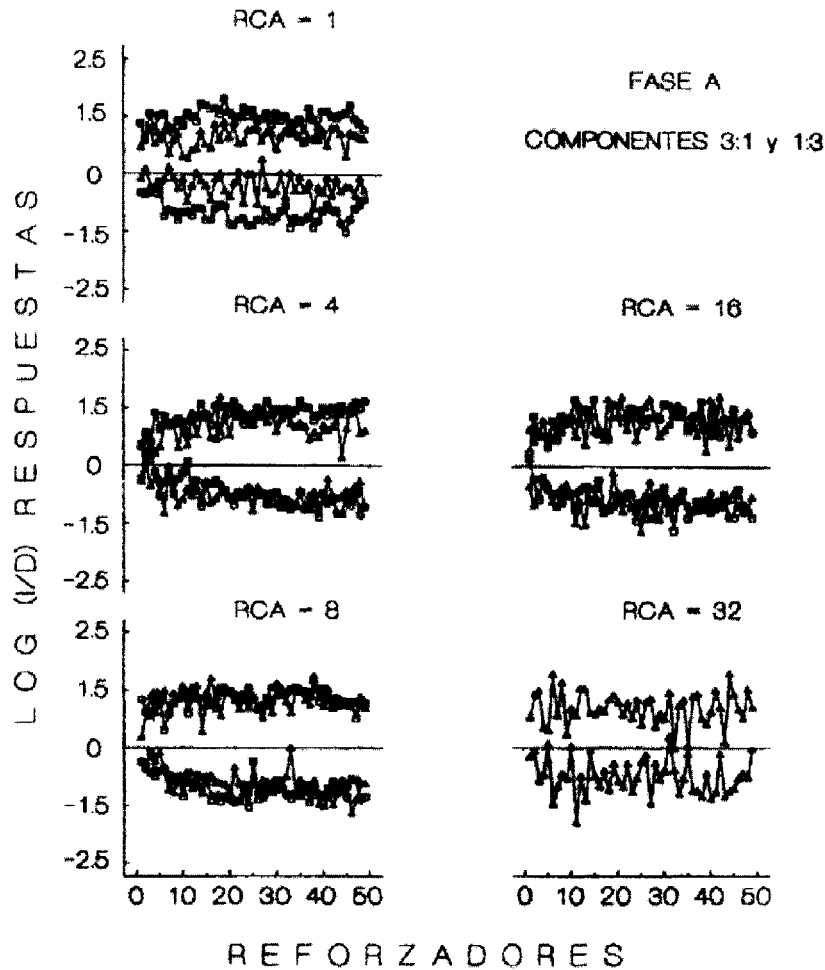


Figura 2. Para la fase A con los componentes de reforzamiento 3:1 y 1:3, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura 1.

de respuesta en valores positivos indicando que a través de los cincuenta reforzadores la palanca izquierda recibió más respuestas que la palanca derecha. El mismo resultado no ocurrió con determinaciones y re-determinaciones para los RCA de 8 y 16 respuestas; en estas condiciones, la Figura 1 muestra distribuciones de respuestas con desviaciones no sistemáticas de la línea de indiferencia. El RCA de 32 respuestas ocasionó distribuciones de

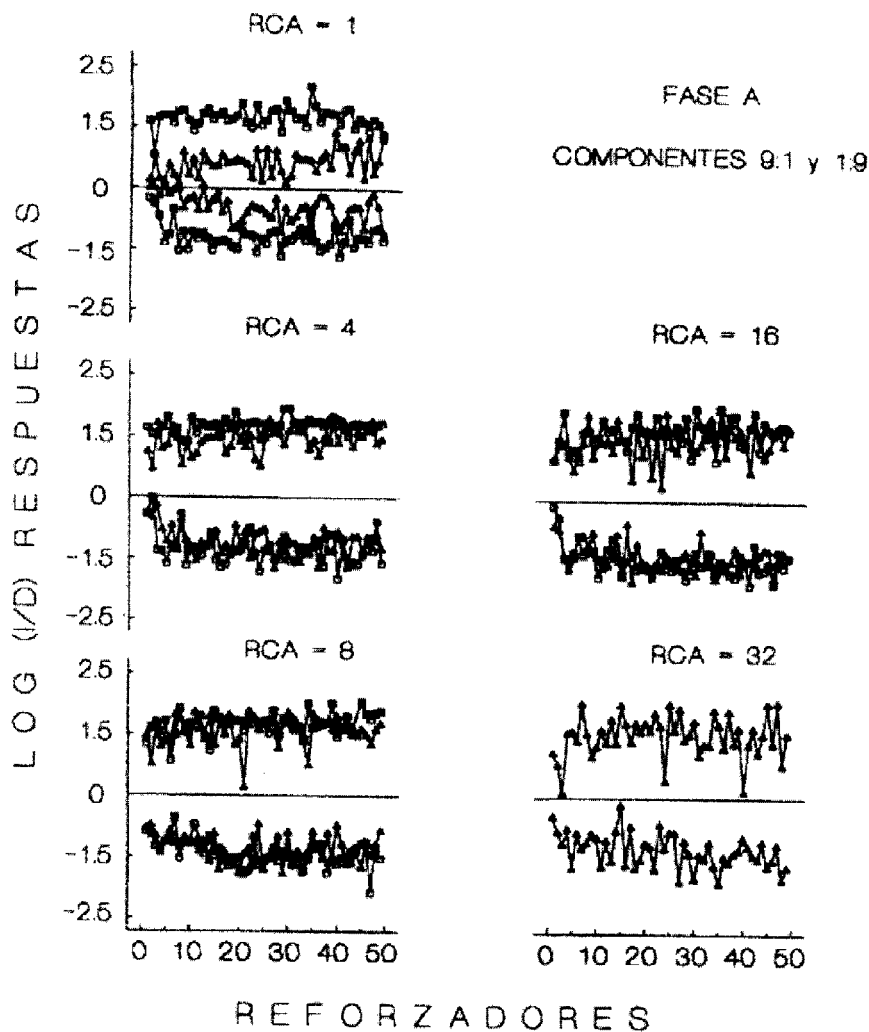


Figura 3. Para la fase A con los componentes de reforzamiento 9:1 y 1:9, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura 1.

respuesta que principalmente favorecieron a la palanca izquierda; sin embargo, a partir del onceavo reforzador se observan varios casos en los que las distribuciones de respuesta favorecen a la palanca derecha (note los valores

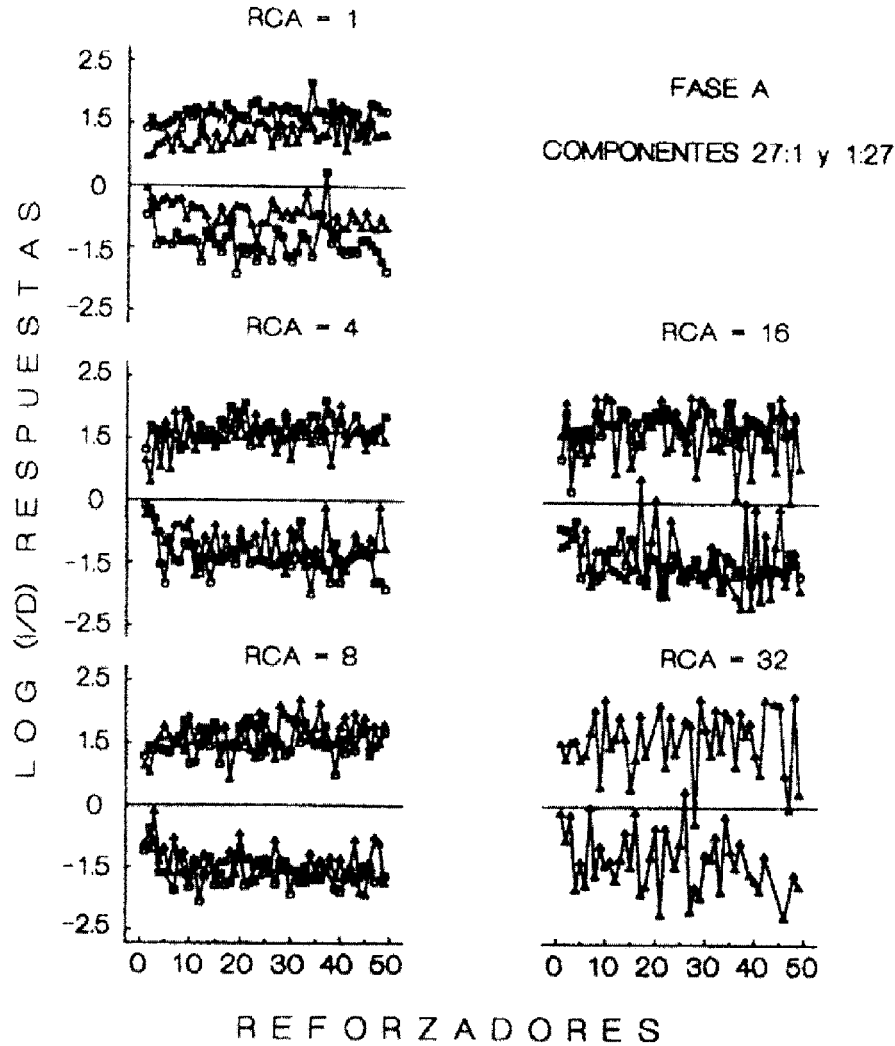


Figura 4. Para la fase A con los componentes de reforzamiento 27:1 y 1:27, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura 1.

negativos debajo de la línea de indiferencia). Las figuras 2, 3 y 4 muestran que independientemente del valor del RCA, en determinaciones y re-determinaciones las distribuciones de respuesta favorecieron a la palanca que

se asoció con la mayor probabilidad de reforzamiento; en los componentes 3:1, 9:1 y 27:1 los logaritmos de las razones de respuesta muestran valores positivos a través de los 50 reforzadores consecutivos; y en los componentes 1:3, 1:9, 1:27 los logaritmos de las razones de respuesta muestran valores negativos. Sin embargo, en los componentes con razones de reforzamiento más extremas (27:1 y 1:27 en Figura 4) las distribuciones de respuesta en algunos reforzadores tocaron la línea de indiferencia.

El mismo análisis se hizo con los tiempos de visita en cada alternativa. Los resultados obtenidos se graficaron en las figuras A1, A2, A3 y A4 del Apéndice. Las conclusiones generales de este análisis son consistentes con lo reportado para las distribuciones de respuestas.

Para calcular la tasa de cambio en las palancas izquierda y derecha, el número de veces que las ratas cambiaron de una palanca a la otra se dividió entre el tiempo que permanecieron respondiendo en la palanca izquierda o derecha, respectivamente. Las tasas de cambio se clasificaron de acuerdo a la probabilidad de reforzamiento que se asoció a cada palanca para identificar a las tasas de cambio emitidas hacia la palanca rica y a las tasas de cambio emitidas hacia la palanca pobre. Por ejemplo, en el componente 3:1 la palanca izquierda fue rica y la derecha la pobre; pero en el componente 1:3, la palanca izquierda fue pobre y la derecha rica. Con excepción del componente 1:1, que tuvo la misma probabilidad de reforzamiento en ambas palancas, los otros seis componentes se ordenaron en pares (3:1-1:3, 9:1-1:9 y 27:1-1:27) para obtener las tasas de cambio promedio hacia las palancas ricas y pobres.

Las tasas de cambio así calculadas se graficaron en las figuras 5 a 8 en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2 en cada eje de cada figura). Los múltiples paneles representan los datos de cada sujeto. Con la excepción de la Figura 5 (que representa arbitrariamente los datos para la palanca izquierda con círculos y los para la derecha con cuadrados), en las figuras 6 a 8 los cuadrados indican la tasa de cambio promedio hacia la palanca rica y los círculos, la tasa de cambio promedio hacia la palanca pobre.

Se encontró en general una relación negativa entre el incremento en el RCA y la tasa con la cual las ratas cambiaron de una palanca a otra. La tasa de cambio disminuyó en las dos palancas a medida que se incrementó el requisito de respuesta de cambio. Para el componente 1:1, la Figura 5 muestra tasas de cambio similares en las dos palancas, lo cual significa que en este componente las ratas cambiaron de una palanca a otra con la misma tasa. Esto no ocurrió en los componentes que proporcionaban el reforzamiento con diferente probabilidad en las dos palancas: las figuras 6, 7 y 8 muestran tasas de cambio más rápidas hacia la palanca rica (cuadrados) que hacia la palanca pobre (círculos). Una comparación a través de las figuras confirma este resultado y revela que las líneas con pendiente negativa se separan una

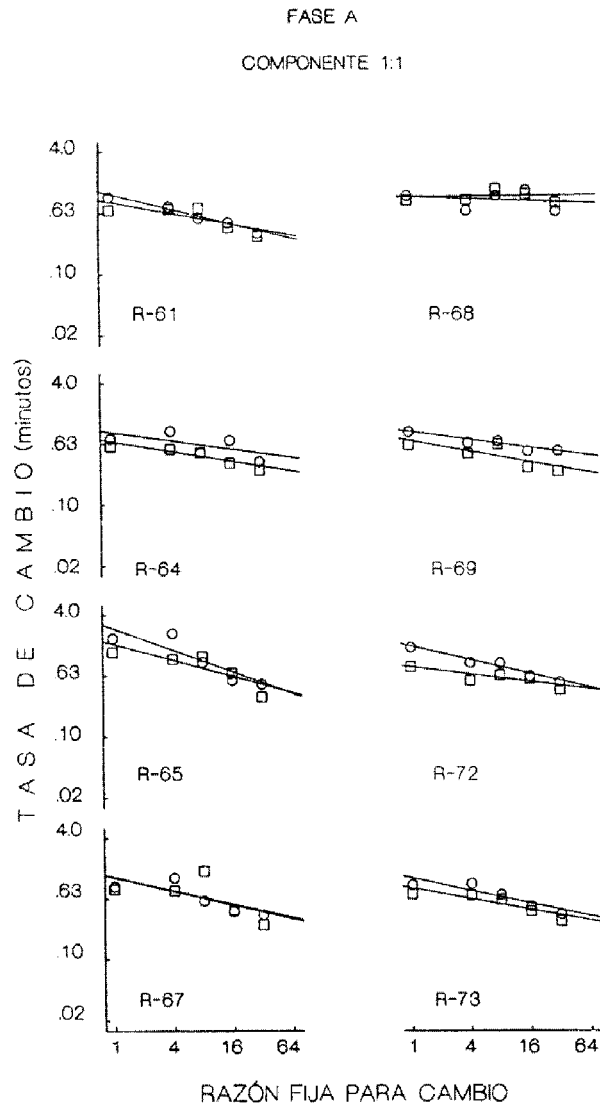


Figura 5. Para la fase A con el componente de reforzamiento 1:1, las tasas de cambio en en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Los múltiples paneles representan los datos de cada sujeto, los círculos indican los cambios hacia la palanca izquierda y los cuadrados los cambios hacia a la palanca derecha. Las líneas de mejor ajuste se obtuvieron con el método de los cuadrados mínimos.



Figura 6. Para la fase A con los componente de reforzamiento 3:1 y 1:3, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Los múltiples paneles representan los datos de cada sujeto, los cuadros indican los cambios hacia la palanca rica y los círculos los cambios hacia a la palanca pobre. Las líneas de mejor ajuste se obtuvieron con el método de los cuadrados mínimos.



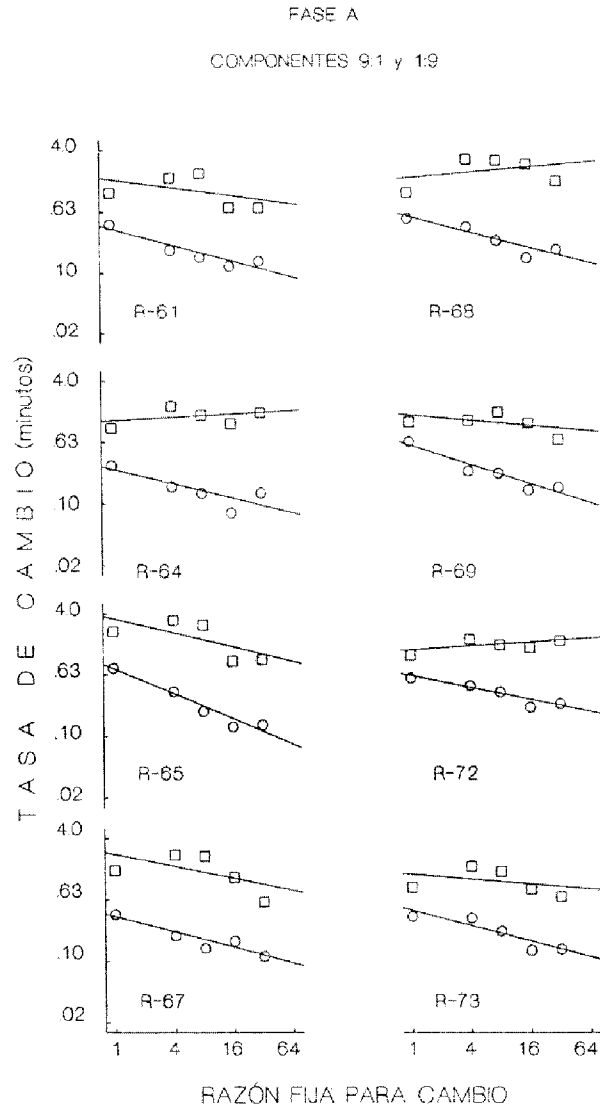


Figura 7. Para la fase A con los componente de reforzamiento 9:1 y 1:9, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Otros detalles como en la Figura 6.

de la otra a medida que incrementa la diferencia en probabilidad de reforzamiento que proporcionaron las dos palancas. En todos los casos, el método

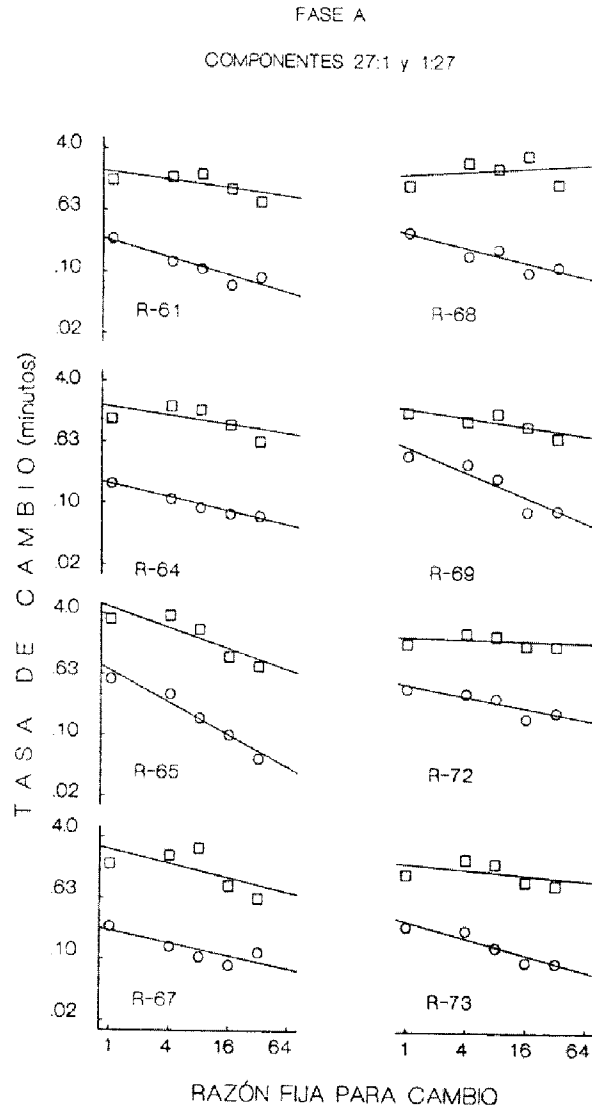


Figura 8. Para la fase A con los componente de reforzamiento 27:1 y 1:27, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Otros detalles como en la Figura 6.

de los cuadrados mínimos proporcionó buenas líneas de ajuste, explicando globalmente el 96 % de la variabilidad en tasas de cambio que ocurrió en

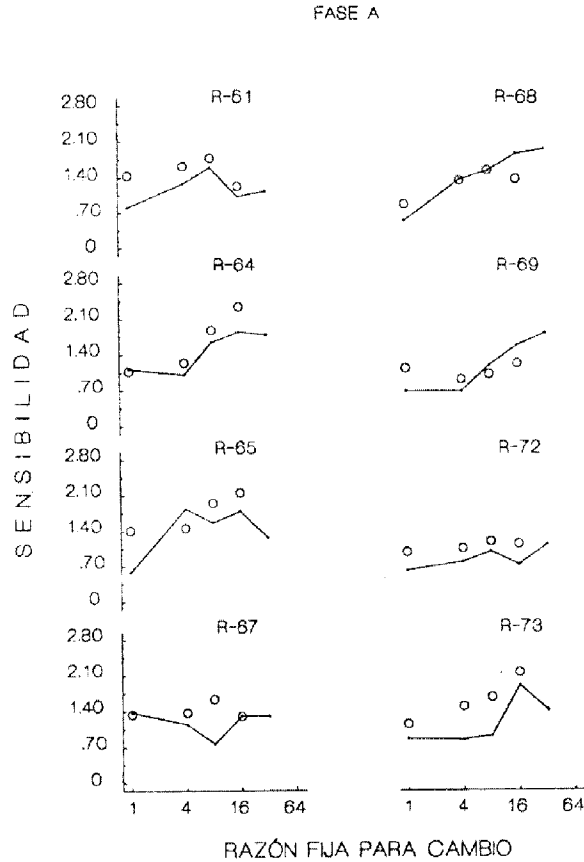


Figura 9. Para la fase A, la sensibilidad al reforzamiento (valores del parámetro  $s$ ) estimada con la Ecuación 2, en función del RCA (note la escala logarítmica base 2 en el eje de la abscisa). Cada panel representa los datos de un sujeto; la línea continua indica los valores promedio de las pendientes en las determinaciones y los círculos representan las re-determinaciones para 1, 4, 8 y 16 respuestas de cambio.

función de los incrementos en el RCA. La ley de la igualación generalizada (Baum, 1974) se aplicó para estimar la sensibilidad al reforzamiento. De acuerdo con esto, los logaritmos con base 10 de las razones de respuestas entraron en la Ecuación 2 como los factores de la variable dependiente y los logaritmos con base 10 de las razones de reforzamiento arreglados entraron como los factores de la variable independiente. La ecuación se aplicó por separado para los datos obtenidos con cada requisito de cambio. El valor promedio de

las pendientes resultantes se graficó en la Figura 9 en función de la razón de cambio RCA. Cada panel representa los datos de un sujeto; la línea continua indica los valores promedio de las pendientes ( $s$  en Ecuación 2) en las determinaciones y los círculos representan las re-determinaciones para 1, 4, 8 y 16 respuestas de cambio.

La Figura 9 muestra generalmente una relación positiva entre los requisitos de cambio y los valores de las pendientes; es decir, la sensibilidad al reforzamiento aumentó con los incrementos en el requisito de cambio. El RCA de 1 respuesta generó pendientes con un valor promedio menor de 0.7, la única excepción siendo el sujeto R-67 que en esta condición muestra un valor promedio de 1.4; sin embargo, para este sujeto no se observa una relación sistemática entre RCA y sensibilidad (el valor promedio de las pendientes disminuye con algunos RCA y aumenta en otros). En la mayoría de los sujetos, el RCA de 4 respuestas generó pendientes con un valor promedio superior a 1.4. Por su parte, los requisitos de 8 y 16 respuestas generaron pendientes con valores superiores a 1.7. La única excepción fue el sujeto R-72, que en éstas condiciones muestra un valor promedio cercano a 1.0, mismo que incrementó ligeramente en las condiciones siguientes. El RCA de 32 respuestas generó, en la mayoría de los sujetos, pendientes con un valor promedio cercano a 2.0; las excepciones se observan en los sujetos R-61, R-64, R-65 y R-73 que muestran un decremento en el valor promedio de las pendientes con este requisito de respuestas.

En la mayoría de los casos, las re-determinaciones a 1, 4, 8 y 16 respuestas generaron pendientes con un valor promedio más alto que el obtenido en las determinaciones originales (note que los círculos están en general encima de la línea), lo cual sugiere que la experiencia de los sujetos en este medio ambiente dinámico contribuyó a la sensibilidad al reforzamiento.

### *Fase B*

Los datos de todas las sesiones se juntaron y clasificaron por cada sujeto, componente de reforzamiento y requisito de cambio. Para cada reforzador, el número de respuestas en las palancas izquierda y derecha se sumó por separado para obtener las razones de respuestas (izquierda / derecha) que posteriormente se transformaron en logaritmos con base 10. En las figuras 10 a 13 los logaritmos de las razones de respuestas se graficaron en función de los diez reforzadores obtenidos en cada componente. Cada figura muestra los datos promedio del grupo; los paneles están arreglados de acuerdo a los requisitos de cambio (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas). La línea horizontal representa a una distribución de respuestas uniforme en las dos palancas.

En el componente 1:1, la Figura 10 muestra que las distribuciones de respuesta se desviaron ligeramente de la línea de indiferencia. Para los re-

quisitos de cambio de 1, 4, 8, 16 y 32 respuestas, la Figura 10 muestra distribuciones de respuesta en valores positivos, lo cual indica que a través de los diez reforzadores consecutivos la palanca izquierda registró más respuestas que la palanca derecha. Sin embargo, las figuras 11, 12 y 13 muestran que con probabilidades diferentes de reforzamiento en cada palanca y independientemente del valor del RCA, las distribuciones de respuesta favorecieron a la alternativa que se asoció con la mayor probabilidad de reforzamiento. Los resultados mostraron en los componentes 3:1, 9:1 y 27:1 logaritmos de razones de respuestas con valores positivos, y en los componentes 1:3, 1:9,

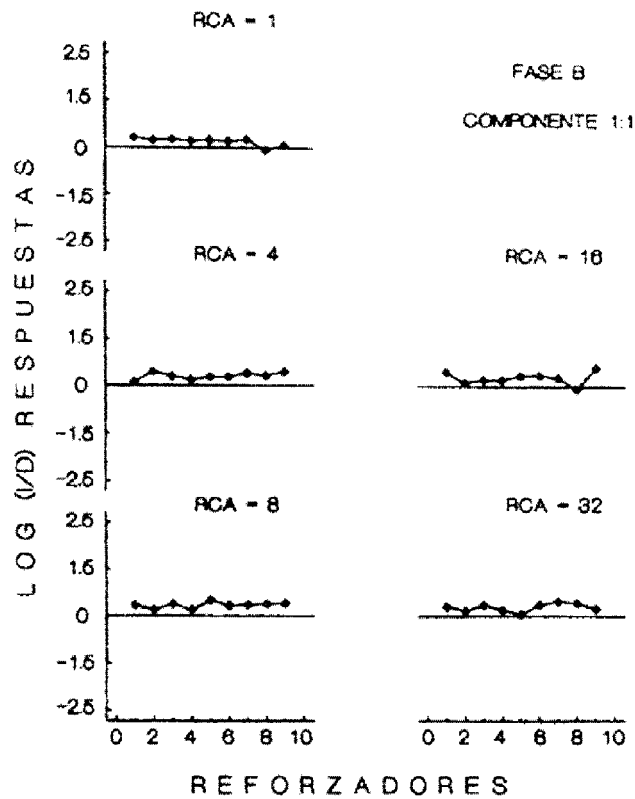


Figura 10. Para la fase B con el componente de reforzamiento 1:1, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función de los diez reforzadores obtenidos con cada RCA. Los paneles muestran los datos promedio del grupo y están arreglados de acuerdo a los requisitos de cambio (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas). La línea horizontal representa a una distribución de respuestas uniforme en las dos palancas.

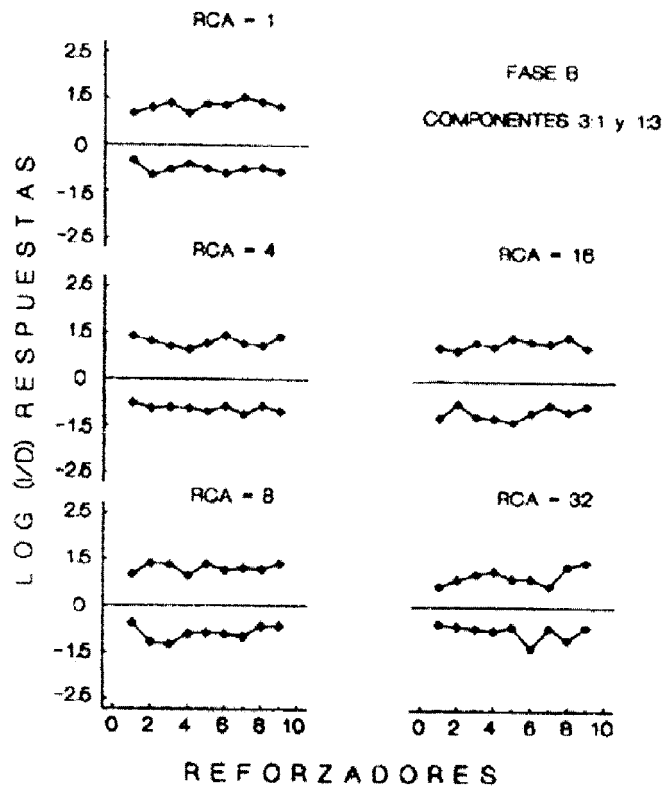


Figura 11. Para la fase B con los componentes de reforzamiento 3:1 y 1:3, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función de los diez reforzadores obtenidos con cada RCA. Otros detalles como en la Figura 10.

1:27 logaritmos de razones de respuesta con valores negativos a través de los diez reforzadores.

El mismo análisis se hizo con los tiempos de visita en cada alternativa. Los resultados obtenidos se graficaron en las figuras A5, A6, A7 y A8 del Apéndice. Las conclusiones generales de este análisis son consistentes con lo reportado para las distribuciones de respuestas.

Para calcular la tasa de cambio en las palancas izquierda y derecha, el número de veces que las ratas cambiaron de una palanca a la otra se dividió entre el tiempo que permanecieron respondiendo en la palanca izquierda o en la derecha, respectivamente. Las tasas de cambio se clasificaron de acuerdo a la probabilidad de reforzamiento que se asoció a cada palanca

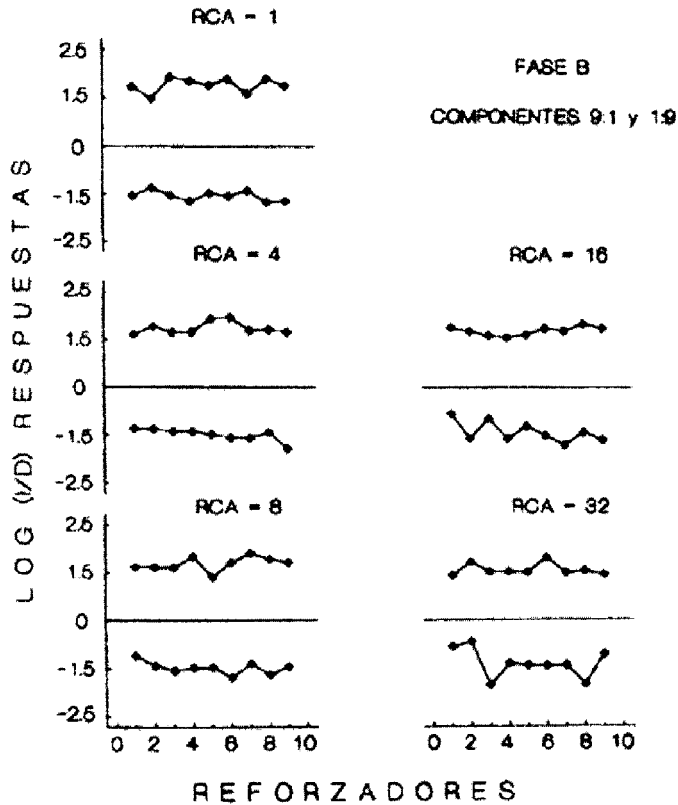


Figura 12. Para la fase B con los componentes de reforzamiento 9:1 y 1:9, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función de los diez reforzadores obtenidos con cada RCA. Otros detalles como en la Figura 10.

para identificar a las tasas de cambio emitidas hacia la palanca rica y a las emitidas hacia la palanca pobre. Con excepción del componente 1:1, que tuvo la misma probabilidad de reforzamiento en ambas palancas, los otros seis componentes se ordenaron en pares (3:1-1:3, 9:1-1:9 y 27:1-1:27) para obtener las tasas de cambio promedio hacia las palancas ricas y pobres. Las tasas de cambio así calculadas se graficaron en las figuras 14 a 17 en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2 en cada eje de cada figura). Los múltiples paneles representan los datos de cada sujeto. Con excepción de la Figura 14, que representa con círculos los datos para la palanca izquierda y con cuadrados los datos para la palanca derecha, en las

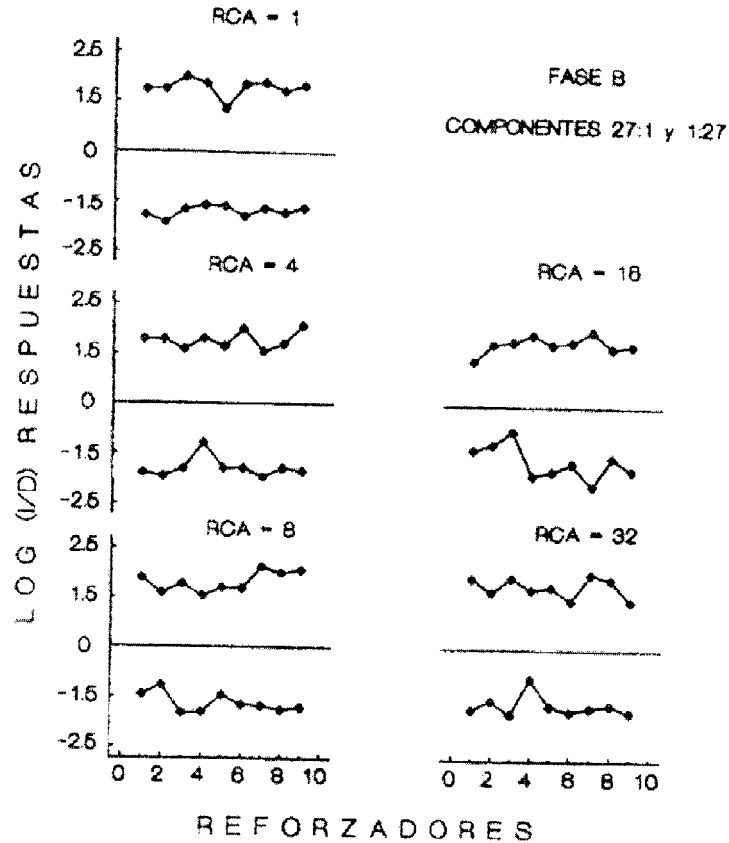


Figura 13. Para la fase B con los componentes de reforzamiento 27:1 y 1:27, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función de los diez reforzadores obtenidos con cada RCA. Otros detalles como en la Figura 10.

figuras 19 a 21 los cuadrados corresponden a la tasa de cambio promedio hacia la palanca rica y los círculos a la tasa de cambio promedio hacia la palanca pobre.

A través de los siete componentes se encontró una relación generalmente negativa o plana entre el incremento en el RCA y la tasa con la cual las ratas cambiaron de una palanca a otra. Es decir, la tasa de cambio disminuyó en las dos palancas o se mantuvo estable a medida que se incrementó el requisito de respuesta de cambio. En la Figura 14, el componente 1:1 muestra tasas de cambio similares en las dos palancas, indicando que las ratas cam-



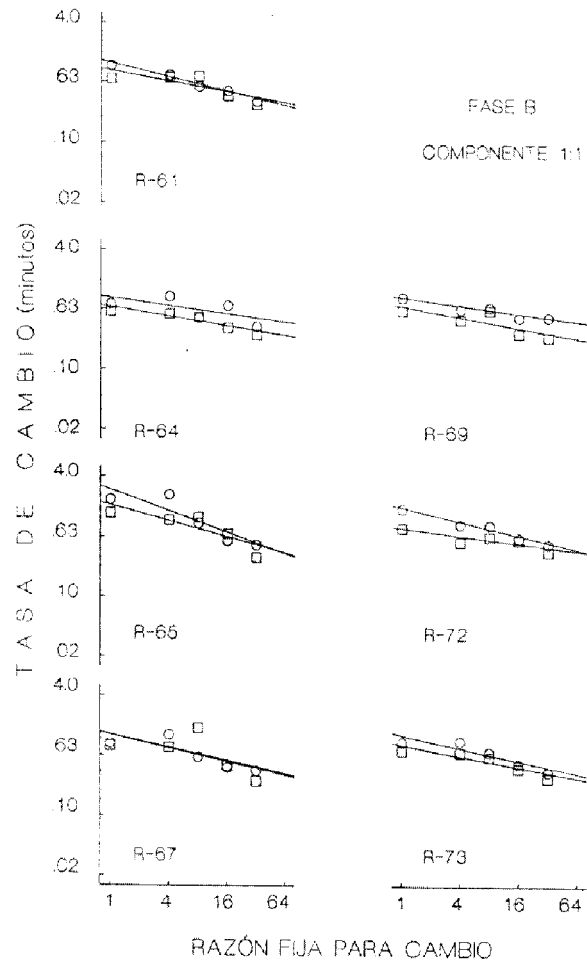


Figura 14. Para la fase B con el componente de reforzamiento 1:1, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Los múltiples paneles representan los datos de cada sujeto, los círculos indican los cambios hacia la palanca izquierda y los cuadrados los cambios hacia a la palanca derecha. Las líneas de mejor ajuste se obtuvieron con el método de los cuadrados mínimos.

biaron a la misma tasa de una palanca a otra. Sin embargo, este resultado no se encontró en los otros componentes. Las figuras 15, 16 y 17 muestran tasas de cambio más altas hacia la palanca rica (cuadrados) que hacia la palanca pobre (círculos). Estas cuatro figuras muestran en general líneas

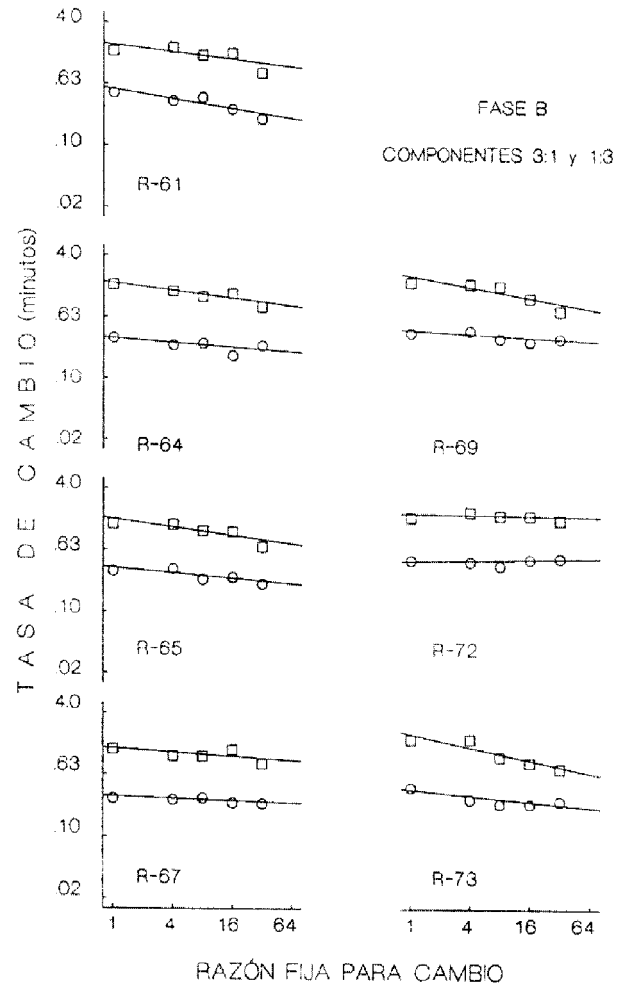


Figura 15. Para la fase B con los componente de reforzamiento 3:1 y 1:3, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Los múltiples paneles representan los datos de cada sujeto, los cuadros indican los cambios hacia la palanca rica y los círculos los cambios hacia a la palanca pobre. Las líneas de mejor ajuste se obtuvieron con el método de los cuadrados mínimos.

con pendiente negativa que se separan una de otra a medida que incrementa la diferencia en las probabilidades de reforzamiento que proporcionaban las dos palancas.

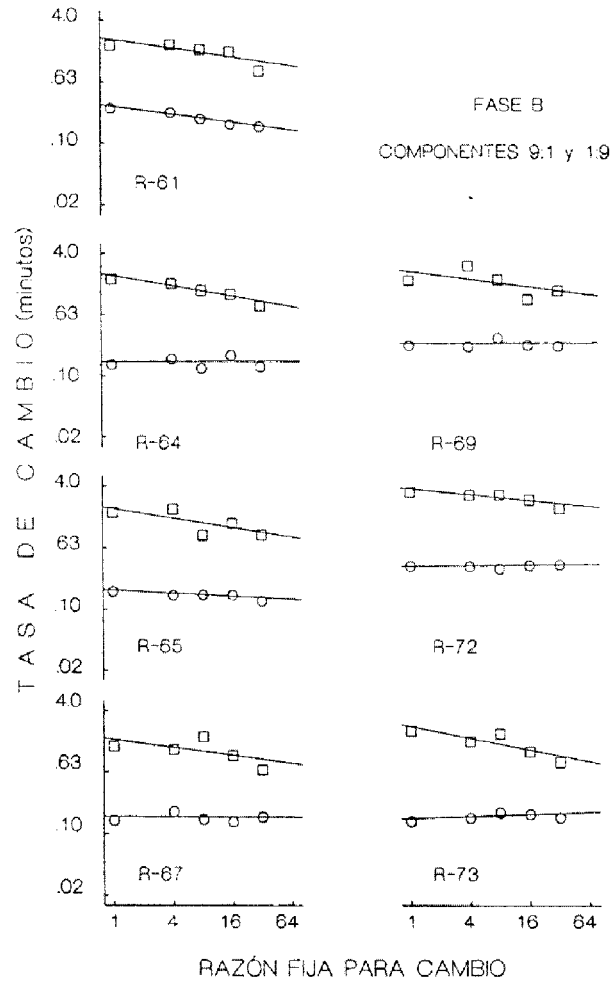


Figura 16. Para la fase B con los componente de reforzamiento 9:1 y 1:9, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Otros detalles como en la Figura 15.

Nuevamente, la ley de la igualación generalizada (Baum, 1974) se utilizó para estimar la sensibilidad al reforzamiento. La Ecuación 2 se aplicó por separado para los datos obtenidos con cada requisito de cambio y el valor promedio de las pendientes se graficó en la Figura 18 en función de la razón de cambio (RCA). Cada panel representa los datos de un sujeto; la línea continua con triángulos indica los valores promedio de las pendientes.

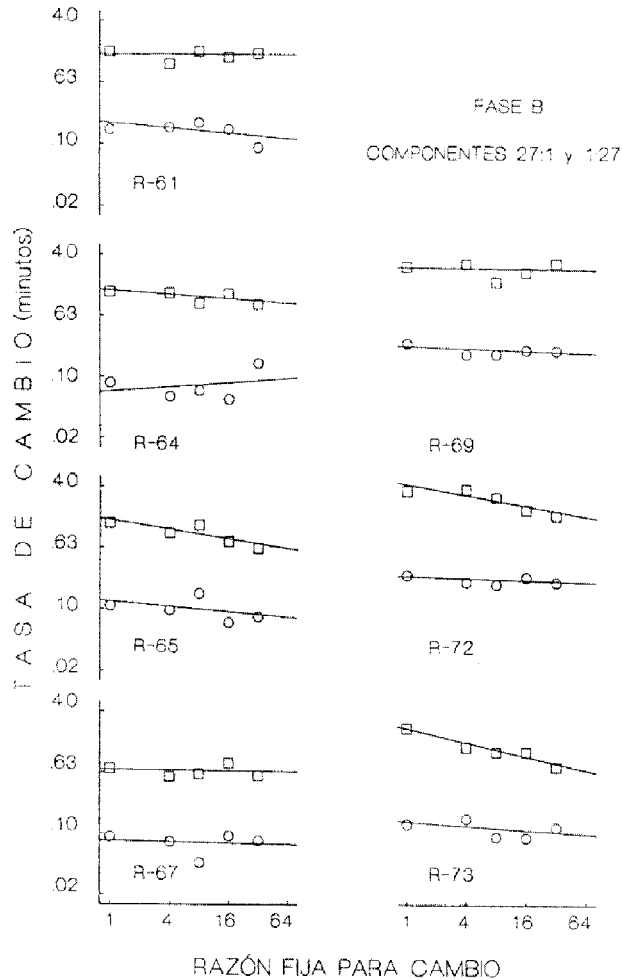


Figura 17. Para la fase B con los componente de reforzamiento 27:1 y 1:27, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Otros detalles como en la Figura 15.

Al contrario de la Figura 9, obtenida durante la primera fase en condiciones semi-estables de aplicación del RCA, la Figura 18 no muestra una relación positiva entre los requisitos de cambio y los valores de las pendientes. Independientemente del RCA, la sensibilidad al reforzamiento se mantuvo globalmente estable en los alrededores de 1.40, con tendencia a bajar o subir ligeramente de rata a rata. Este dato sugiere que condiciones altamente

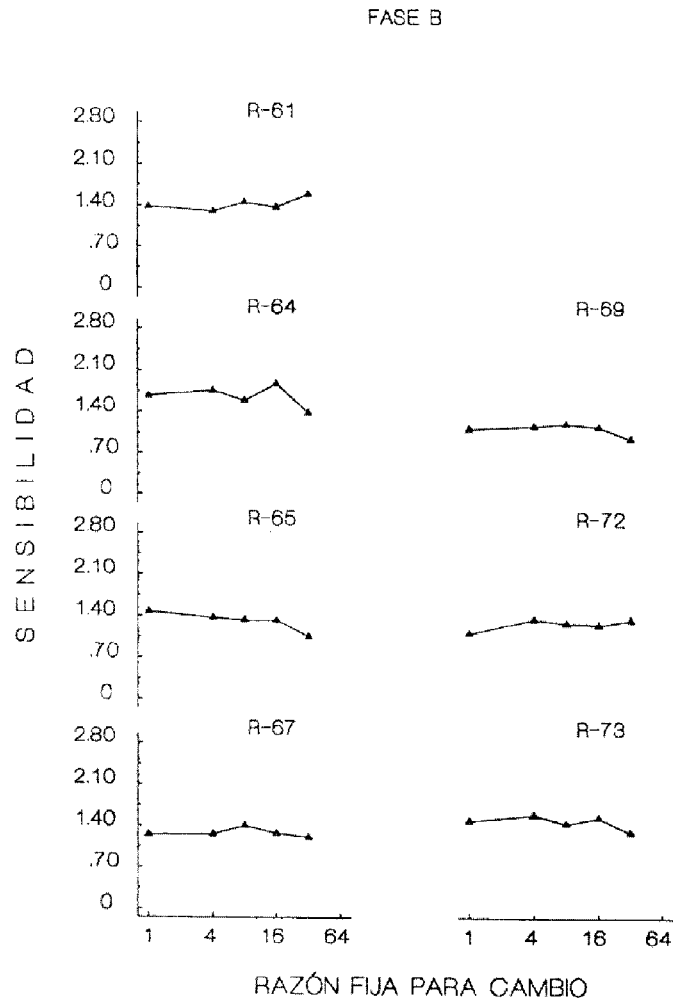


Figura 18. Para la fase B, la sensibilidad al reforzamiento (valores del parámetro  $s$ ) estimada con la Ecuación 2, en función del RCA (note la escala logarítmica base 2 en el eje de la abscisa). Cada panel representa los datos de un sujeto.

variables de manipulación de la RCA y/o la experiencia previa de las ratas (en primera fase) pueden afectar la relación entre RCA y sensibilidad al reforzamiento.

*Fase A'*

Los datos de todas las sesiones se juntaron y clasificaron por sujeto, componente de reforzamiento y requisito de cambio. Para cada reforzador, el número de respuestas en las palancas izquierda y derecha se sumó por separado para obtener las razones de respuestas (izquierda/derecha) que posteriormente se transformaron en logaritmos con base 10. En las figuras 19 a 22 los logaritmos de las razones de respuestas se graficaron en función de los cincuenta reforzadores obtenidos por sesión. Cada figura muestra datos promedio del grupo. Los paneles están arreglados de acuerdo a los requisitos de cambio (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas); los triángulos corresponden a los datos de los componentes 3:1, 9:1 y 27:1 y los cuadrados a los componentes 1:3, 1:9 y 1:27, respectivamente. La línea horizontal o línea de indiferencia indica una distribución de respuestas uniforme en las dos palancas.

La Figura 19 muestra que en el componente 1:1 las distribuciones de respuesta favorecieron ligeramente a la palanca izquierda en los RCA de 1 y 4 respuestas. Es decir, los valores positivos indican que a través de los cincuenta reforzadores las ratas emitieron más respuestas en la palanca izquierda que en la palanca derecha. El mismo resultado no se observó con los RCA de 8, 16 y 32 respuestas. En dichas condiciones (Figura 19), las distribuciones de respuestas favorecen en algunos reforzadores a la palanca izquierda y en otros a la palanca derecha.

Las figuras 20, 21 y 22 muestran que independientemente del valor del RCA, las distribuciones de respuesta favorecieron a la palanca asociada con la mayor probabilidad de reforzamiento. En los componentes 3:1, 9:1 y 27:1, los logaritmos de las razones de respuesta muestran valores positivos, favoreciendo a la palanca izquierda; en los componentes 1:3, 1:9, 1:27, las distribuciones de respuesta muestran valores negativos, favoreciendo a la palanca derecha.

El mismo análisis se hizo con los tiempos de visita en cada alternativa. Los resultados obtenidos se graficaron en las figuras A9, A10, A11 y A12 del Apéndice. Las conclusiones generales de este análisis son consistentes con lo reportado para las distribuciones de respuestas.

Para calcular la tasa de cambio en las palancas izquierda y derecha, el número de veces que las ratas cambiaron de una palanca a la otra se dividió entre el tiempo que permanecieron respondiendo en la palanca izquierda o en la derecha, respectivamente. Para identificar a las tasas de cambio emitidas hacia la palanca rica y hacia la palanca pobre, las tasas de cambio se clasificaron de acuerdo a la probabilidad de reforzamiento que se asoció a cada palanca. Con excepción del componente 1:1, que tuvo en las dos palancas la misma probabilidad de reforzamiento, los otros seis componentes se ordenaron en pares (3:1-1:3, 9:1-1:9 y 27:1-1:27) para obtener las tasas de cambio promedio hacia las palancas ricas y pobres, respectivamente.

Las tasas de cambio se graficaron en las figuras 23 a la 26 en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2 en cada eje de cada figura). Los múltiples paneles representan los datos de cada sujeto. Con excepción de la Figura 23, que representa con círculos los datos para la palanca izquierda y con cuadrados los datos para la palanca derecha, en las figuras 24 a 26 los cuadrados corresponden a la tasa de cambio hacia la palanca rica y los círculos a la tasa de cambio hacia la palanca pobre.

Se observó generalmente una relación negativa entre el incremento en el RCA y la tasa con la cual las ratas cambiaron de una palanca a otra; la tasa de cambio disminuyó en las dos palancas a medida que se incrementó

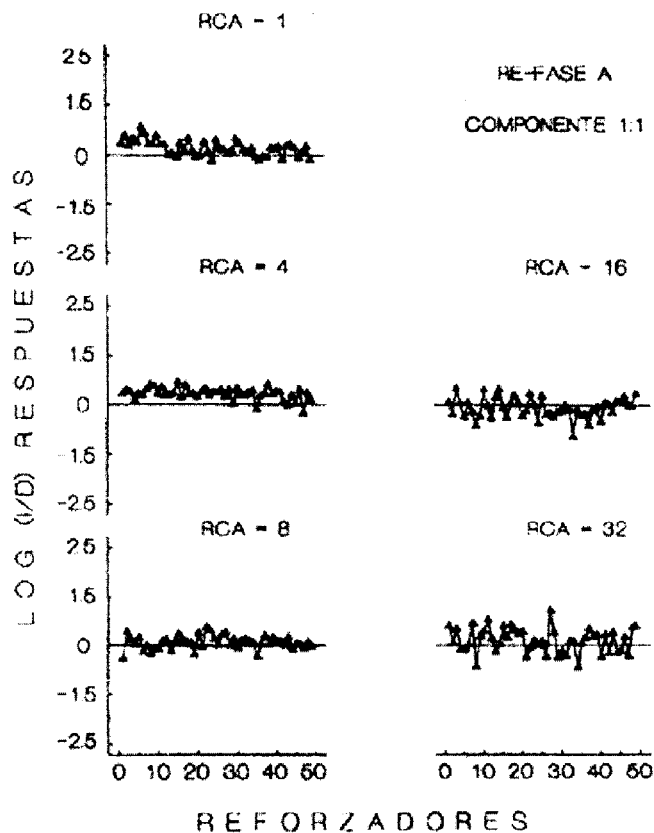


Figura 19. Para la re-determinación a la fase A con el componente de reforzamiento 1:1, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura 1.

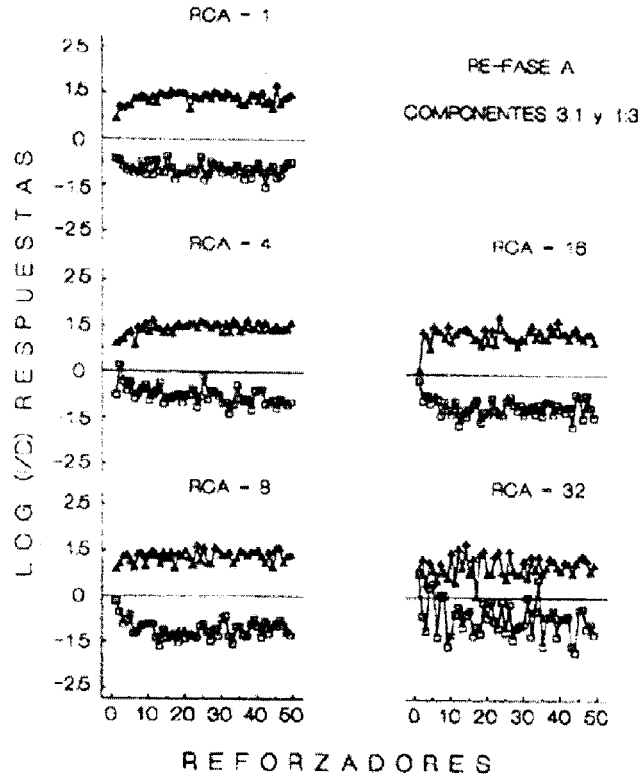


Figura 20. Para la re-determinación a la fase A con los componentes de reforzamiento 3:1 y 1:3, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha ) de respuestas en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura 1.

el requisito de respuesta de cambio. La Figura 23 muestra tasas de cambio similares en las dos palancas para el componente 1:1. Sin embargo, en los componentes con diferentes probabilidades de reforzamiento en las dos palancas, las figuras 24 a 26 muestran tasas de cambio más altas hacia la palanca rica (cuadrados) que hacia la palanca pobre (círculos). Adicionalmente, estas figuras revelan que las líneas con pendientes negativas tienden a separarse una de la otra a medida que incrementa la diferencia de probabilidades de reforzamiento entre las dos palancas.

La ley de la igualación generalizada (Baum, 1974) se aplicó para estimar la sensibilidad al reforzamiento. Los logaritmos de las razones de respuestas entraron en la Ecuación 2 como los factores de la variable dependiente y los logaritmos de las razones de reforzamiento arreglados entraron como los



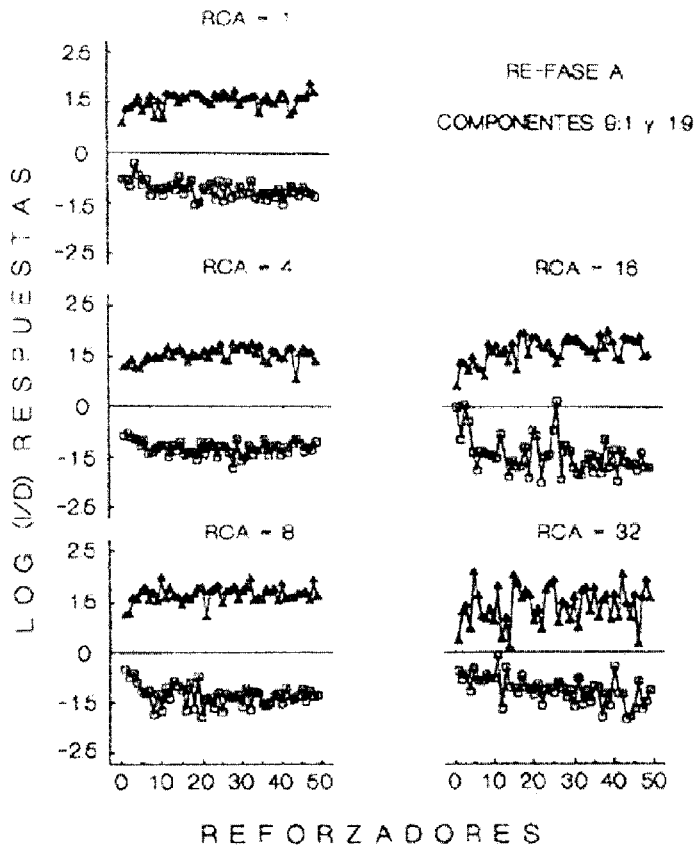


Figura 21. Para la re-determinación a la fase A con los componentes de reforzamiento 9:1 y 1:9, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura 1.

factores de la variable independiente. La ecuación se aplicó por separado a los datos obtenidos con cada requisito de cambio. El valor promedio de las pendientes se graficó en la Figura 27 en función de la razón de cambio RCA. Cada panel representa los datos de un sujeto.

Al contrario de la Figura 9 (obtenida durante la fase inicial A), pero más acorde con la Figura 18 (obtenida durante la fase B), la Figura 27 no muestra ninguna relación sistemática entre los requisitos de cambio y los valores de sensibilidad. En algunas ratas (R-61 y R-65) la relación entre RCA y sensibilidad parece positiva, pero en otras parece negativa (R-72) o bitónica. Este dato sugiere que la experiencia previa de las ratas, sea en general o en

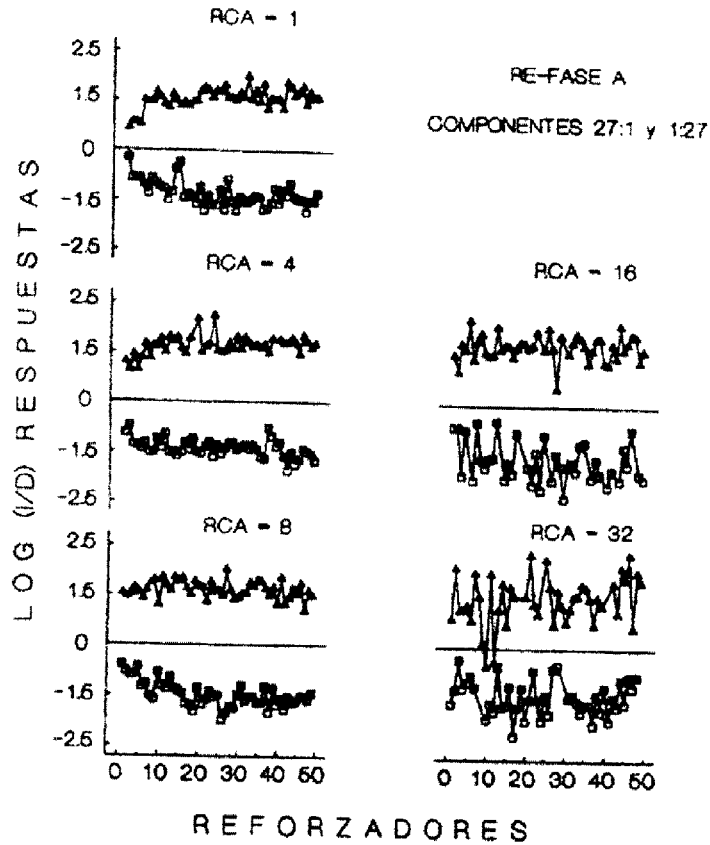


Figura 22. Para la re-determinación a la fase A con los componentes de reforzamiento 27:1 y 1:27, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura 1.

relación con la fase B, puede modular la relación entre RCA y sensibilidad al reforzador.

#### Comparación Entre Fases

La Figura 28 resume, a un nivel grupal, la relación entre RCA y sensibilidad al reforzamiento en función de las fases experimentales (A, B, A'). Los resultados de las figuras 9 (Fase A), 18 (Fase B) y 27 (Fase A') fueron promediados para el grupo de ocho ratas y graficados en función del RCA y de la condición experimental. La línea continua representa los datos obtenidos en la etapa

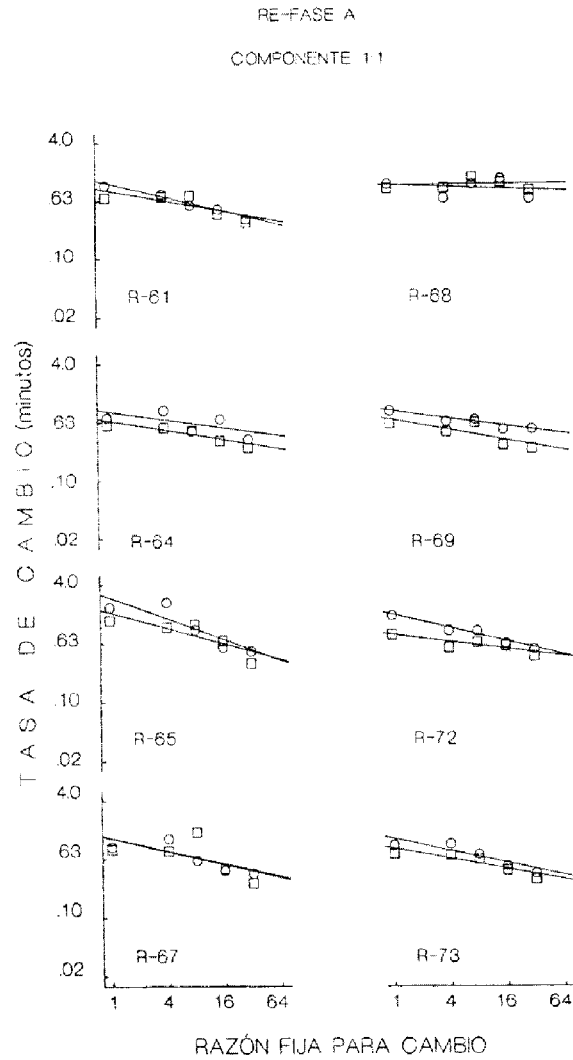


Figura 23. Para la re-determinación a la fase A con el componente de reforzamiento 1:1, las tasas de cambio en en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Otros detalles como en la Figura 5.

ascendente de la Fase A, cuando los requisitos de cambios incrementaban de 1 a 32 respuestas. Los cuadrados representan los datos obtenidos durante los últimos días de la Fase A, durante los cuales los requisitos de cambios

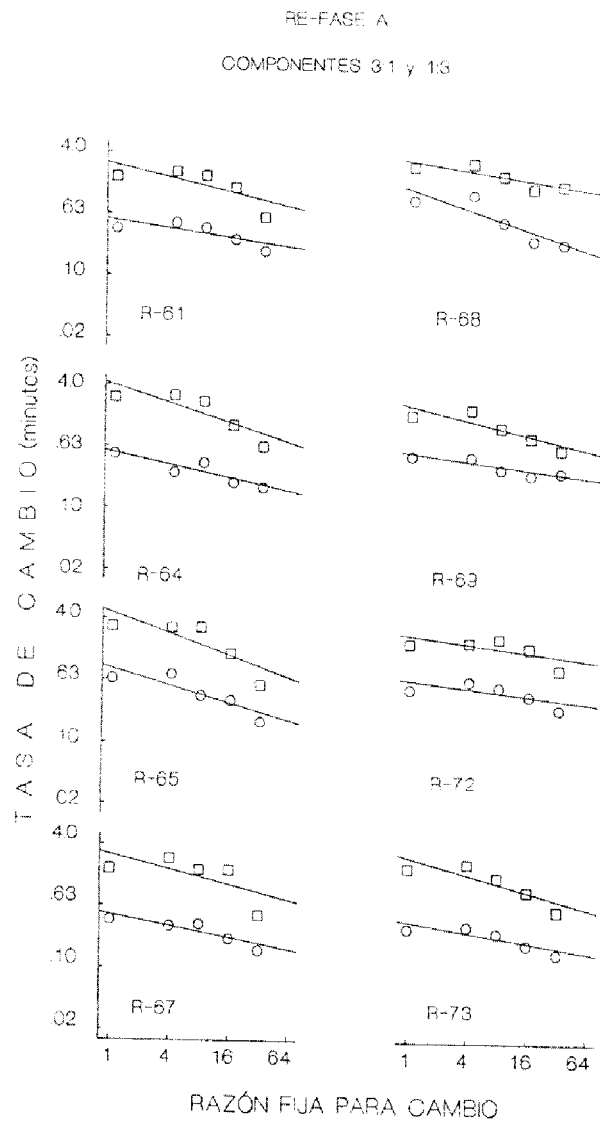


Figura 24. Para la re-determinación a la fase A con los componente de reforzamiento 3:1 y 1:3, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Otros detalles como en la Figura 6.

regresaron progresivamente de 16 a 8, 4 y 1 respuesta (etapa de redeterminación, orden descendente, Fase A). Los círculos representan los datos de la

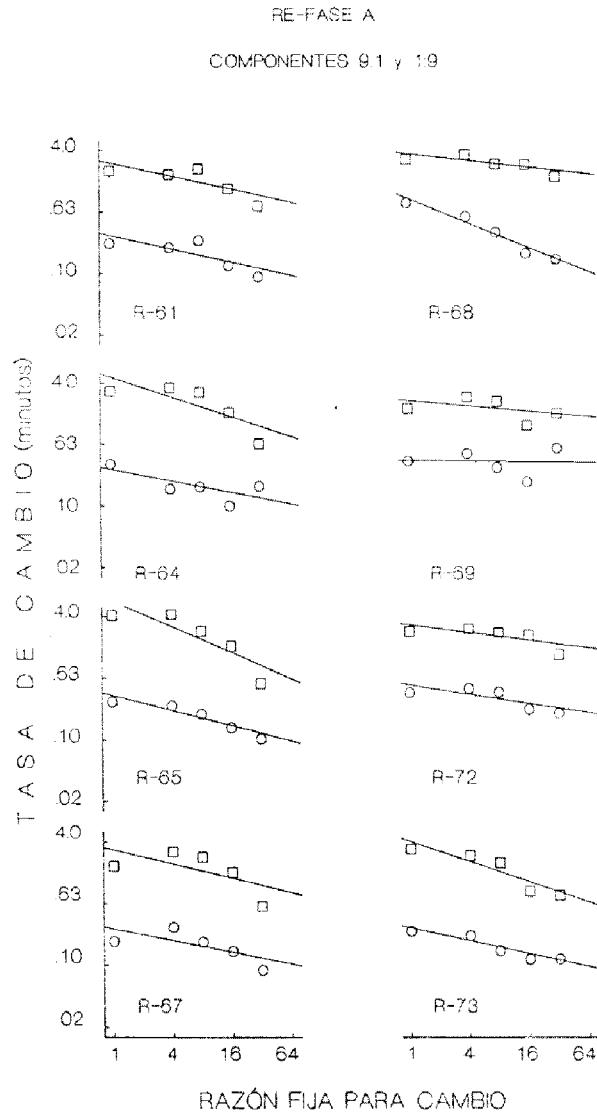


Figura 25. Para la re-determinación a la fase A con los componente de reforzamiento 9:1 y 1:9, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Otros detalles como en la Figura 6.

Fase B y los triangulos los de la última Fase A'. Los datos resumidos parecen muy regulares. A lo largo de la exposición a las contingencias experimentales,

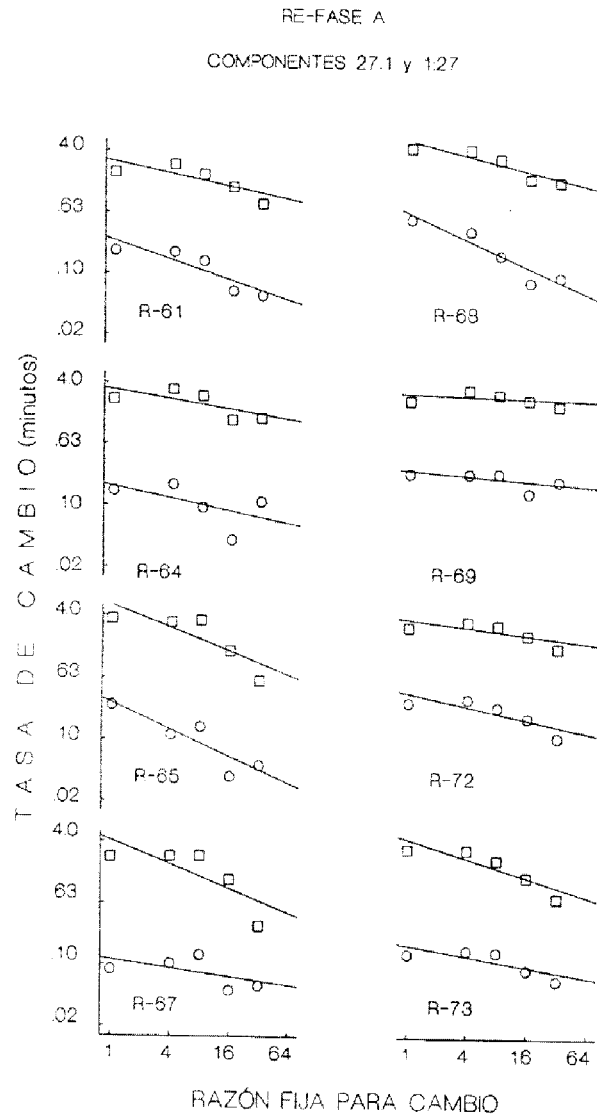


Figura 26. Para la re-determinación a la fase A con los componente de reforzamiento 27:1 y 1:27, las tasas de cambio en función del RCA (note las escalas logarítmicas con base 2). Otros detalles como en la Figura 6.

el nivel global de sensibilidad al reforzamiento sube y la relación entre RCA y sensibilidad, inicialmente con un segmento ascendente fuerte, se vuelve

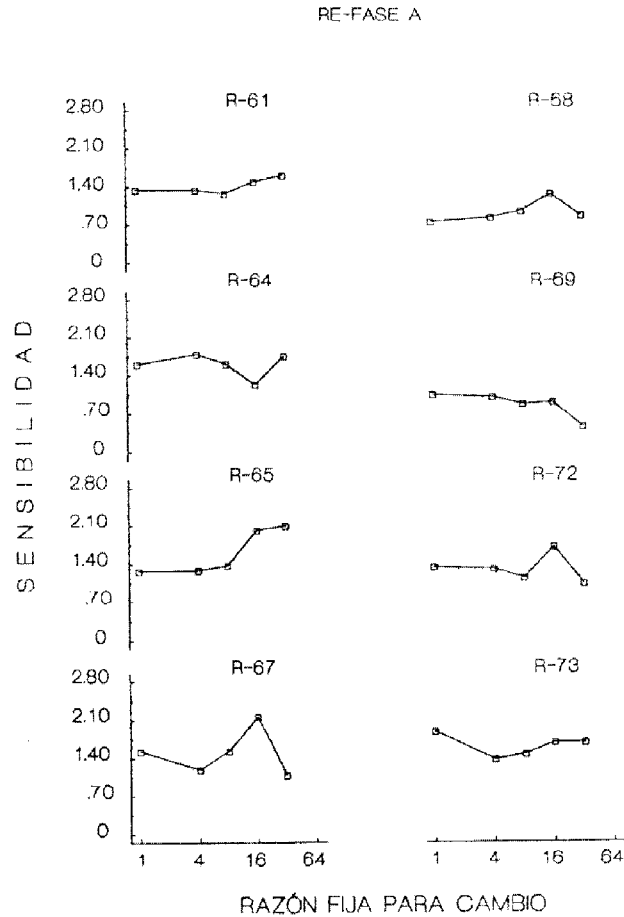


Figura 27. Para la re-determinación a la fase A, la sensibilidad al reforzamiento (valores del parámetro  $s$ ) estimada con la Ecuación 2, en función del RCA (note la escala logarítmica base 2 en el eje de la abscisa). Otros detalles como en la Figura 9.

bitónica o plana. La Figura 28 confirma que la experiencia de los organismos con programas de reforzamiento modula su sensibilidad actual a las contingencias, en este caso al efecto del requisito de cambio sobre la distribución concurrente de respuestas.

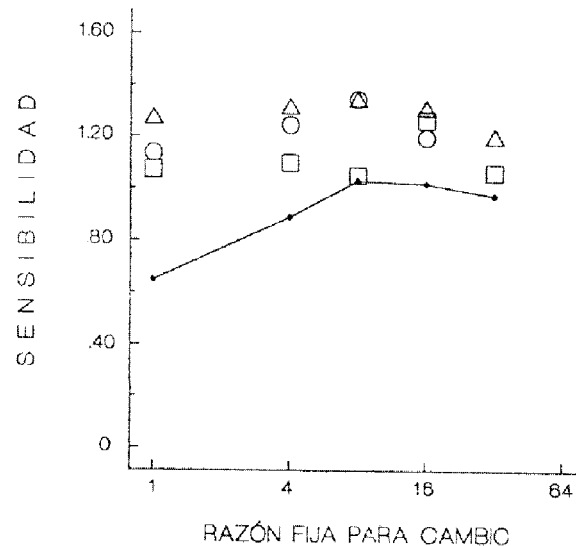


Figura 28. Para la comparación entre las fases A-B-A, la sensibilidad al reforzamiento (valores del parámetro  $s$ ) estimada con la Ecuación 2, en función del RCA (note la escala logarítmica base 2 en el eje de la abscisa). La línea continua representa los datos obtenidos en la etapa ascendente de la Fase A, los cuadrados los datos obtenidos con los requisitos de cambios regresando en orden descendente, los círculos representan los datos de la Fase B y los triángulos los de la última Fase A'.

## CONCLUSIÓN

Los resultados de las tres fases apoyan la idea de que la ejecución concurrente se puede ajustar rápidamente a cambios dinámicos en las contingencias de reforzamiento (e. g., Davison y Hunter, 1979; Hunter y Davison, 1985; Schofield y Davison, 1997). A través de las diferentes razones de reforzamiento y de un reforzador a otro, las ratas distribuyeron sus respuestas favoreciendo a la palanca asociada con una mayor probabilidad de reforzamiento (alternativa rica). Este resultado es consistente con el reportado con pichones en medios ambientes de reforzamiento dinámico (Davison y Baum, 2000; Landon y Davison, 2001; Davison y Baum, 2002); el presente estudio extiende su generalidad a otra especie (*Rattus norvegicus*).

En particular, los datos locales de las figuras 2 a 4, 11 a 13, y 20 a 22 apoyan la idea de que en situaciones de elección cada reforzamiento cuenta



para determinar la ejecución concurrente (ver Davison y Baum, 2000). Estos resultados demuestran que un efecto local individual del reforzamiento afecta las preferencias y elecciones del sujeto (Landon y Davison, 2001).

Asimismo, el presente estudio mostró que en ambas palancas la tasa de cambio disminuyó conforme se incrementó el requisito de respuesta de cambio (RCA). Estos resultados son consistentes con los datos reportados con pichones (Pliskoff, 1971), en donde los incrementos en el valor de la demora de cambio ocasionaron decrementos sistemáticos en tasas de cambio. Adicionalmente, los presentes resultados confirman los hallazgos reportados en la reseña de Stubbs, Pliskoff y Reid (1977), según los cuales los tiempos de intercambio aumentaron en función de los incrementos en el valor de la demora de cambio. En general, los resultados del presente estudio muestran que cuando se impone un costo alto (es decir, un requisito de respuestas considerable) al cambio de alternativas, la ejecución concurrente se modifica, reduciéndose las tasas de cambio en las alternativas disponibles.

La aplicación de la ley de la igualación generalizada (Baum, 1974) a las distribuciones de respuestas mostró inicialmente una relación positiva entre el incremento en el requisito de cambio y la sensibilidad al reforzamiento medida por el parámetro  $s$  de la ley de la igualación generalizada (Ecuación 2). Una comparación a través del tiempo y de las fases (Figura 28) revela que al finalizar el experimento las pendientes fueron generalmente mayores que las obtenidas en las determinaciones originales, lo cual indica que la experiencia de los sujetos en la presente situación contribuyó a un aumento general en la sensibilidad al reforzamiento. Así mismo, la relación entre requisito de cambio y sensibilidad se volvió más plana a lo largo de las fases (Figura 28).

En general y en todas las fases, se obtuvieron pendientes con un valor promedio del parámetro  $s$  mayor a 1.0, lo que indica sobreigualación. Es decir, los cambios en las razones de respuestas fueron más extremos que los predichos por la ley de igualación estricta de Herrnstein (1970). Este resultado es consistente con datos previos (Baum, 1982) que indican que en situación de elección, los costos de viaje o de alternación conducen a la sobreigualación (Aparicio y Baum, 1997; Baum y Aparicio, 1999; Aparicio, 2001). De hecho, los resultados del presente estudio muestran niveles de sensibilidad superiores a los reportados previamente con pichones (Davison y Baum, 2000; Landon y Davison, 2001), con los cuales se encuentran niveles de sensibilidad moderados (parámetro  $s$  con valores entre .60 y .80) ante cambios dinámicos en las contingencias de reforzamiento.

En comparación con estudios previos sobre elección en los cuales se varió el requisito de respuestas de cambio (i.e., Pliskoff, Ciceron y Nelson, 1978; Pliskoff y Fetterman, 1981), este trabajo mostró que la preferencia de las ratas hacia el programa con mayor probabilidad de reforzamiento fue más extrema cuando se incrementó el requisito de respuesta de cambio. Por tanto, el presen-

te estudio sugiere que la preferencia de las ratas por la alternativa asociada a la mayor probabilidad de reforzamiento estuvo conjuntamente determinada por la experiencia que tuvieron en el medio ambiente de reforzamiento dinámico y por el costo que el requisito de cambio impuso al cambio de una palanca a otra.

En resumen, no fue necesario que la ejecución concurrente alcanzara un criterio arbitrario de estabilidad para que la conducta mostrara sensibilidad al reforzamiento. La ley de igualación generalizada describió correctamente los cambios en las distribuciones de respuestas que ocurrieron en función de los incrementos en el requisito de respuesta de cambio; con requisitos de cambio altos ( 8 y 16 respuestas) el valor del parámetro  $s$  fue mayor a 1.0, indicando una sobreigualación. La experiencia de las ratas en medios ambientes de reforzamiento dinámico y semi- estable afectó su ejecución y en particular, la relación funcional entre costo de cambio y sensibilidad al reforzamiento.

## REFERENCIAS

- Aparicio, C.F. (2001). Overmatching in rats: the barrier choice paradigm. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **75**, 93-106.
- Aparicio, C.F., & Baum, W.M. (1997). Comparing locomotion with lever press travel in an operant simulation of foraging. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **68**, 177-192.
- Baum, W.M. (1974). On two types of deviation from the matching law: bias and undermatching. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **22**, 231-242.
- Baum, W.M. (1979). Matching, undermatching, and overmatching in studies of choice. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **32**, 269-281.
- Baum, W.M. (1982). Choice, changeover, and travel. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **38**, 35-49.
- Baum, W. M., & Aparicio, C.F. (1999). Optimality and concurrent variable-interval variables-ratio schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **71**, 75-89.
- Baum, W.M., & Rachlin, H.C. (1969). Choice as time allocation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **12**, 861-874.
- Belke, T. W. & Heyman, G. M. (1994). Increasing and signaling background reinforcement: Effect on the foreground response-reinforcer relation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **61**, 65-81.
- Brownstein, A.J., & Pliskoff, S.S. (1968). Some effects of relative reinforcement rate and changeover delay in response-independent concurrent schedules of reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **11**, 683-688.
- Catania, A. C. (1963). Concurrent performances: Reinforcement interaction and response independence. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **6**, 253-263.
- Catania, A. C. (1966). Concurrent operants. In W. K. Honig (Ed.), *Operant Behavior: Areas of research and application*. Englewood Cliffs, N.J.: Prentice Hall, Inc.
- Davison, M., & Baum, W.M. (2000). Choice in a variable environment: every reinforcer counts. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **74**, 1-24.

- Davison, M., & Baum, W.M. (2002). Choice in a variable environment: effects of blackout duration and extinction between components. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **77**, 65-89.
- Davison, M.C., & Hunter, I.W. (1979). Concurrent schedules: undermatching and control by previous experimental conditions. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **32**, 233-244.
- Davison, M & McCarthy, D. (1988). *The matching law: A research review*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- de Villers, P. A. & Millenson, J. R. (1972). Concurrent performance: A baseline study of conditioned anxiety. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **18**, 287-294.
- Dreyfus, L.R. (1991). Local shifts in relative reinforcement rate and time allocation on concurrent schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **17**, 486-502.
- Fantino, E., Squires, N., Delbrück, N., & Peterson, C. (1972). Choice behavior and the accessibility of the reinforcer. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **18**, 35-43.
- Findley, J.D. (1958). Preference and switching under concurrent scheduling. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **1**, 123-144.
- Herrnstein, R.J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **4**, 267-272.
- Herrnstein, R.J. (1970). On the law of effect. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **13**, 243-266.
- Hunter, I., & Davison, M. (1985). Determination of a behavioral transfer function: white-noise analysis of session-to-session response-ratio dynamics on concurrent VI VI schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **43**, 43-59.
- La Bounty, C.E., & Reynolds, G.S. (1973). An analysis of response and time matching to reinforcement in concurrent ratio-interval schedules. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **19**, 155-166.
- Landon, J., & Davison, M. (2001). Reinforcer-ratio variation and its effects on rate of adaptation. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **73**, 207-234.
- Pliskoff, S.S. (1971). Effects of symmetrical and asymmetrical changeover delays on concurrent performances. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **16**, 249-256.
- Pliskoff, S.S., Ciceron, R., & Nelson, T. D. (1978). Local response-rate constancy on concurrent variable-interval schedules of reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **29**, 431-446.
- Pliskoff, S.S., & Fetterman, J.G. (1981). Undermatching and overmatching: the fixed-ratio changeover requirement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **36**, 21-27.
- Schroeder, S.R., & Holland, J.G. (1969). Reinforcement of eye movement with concurrent schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **12**, 897-903.
- Shahan, T.A., & Lattal, K.A. (1998). On the functions of the changeover delay. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **69**, 141-160.
- Shoefield, G. y Davison, M. (1997). Nonstable concurrent choice in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **68**, 219-232.

- Shull R.L., & Pliskoff, S.S. (1967). Changeover delay and concurrent schedules: Some effects on relative performance. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **10**, 517-527.
- Sidman, M. (1960). *Tactics of scientific research*. Nueva York: Basic Books.
- Stubbs, D.A., & Pliskoff, S.S. (1969). Concurrent responding with fixed relative rate of reinforcement. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **12**, 887-895.
- Stubbs, D.A., Pliskoff, S.S., & Reid, H. M. (1977). Concurrent schedules: a quantitative relation between changeover behavior and its consequences. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **27**, 85-96.
- Taylor, R. & Davison, M. (1983). Sensitivity to reinforcement in concurrent arithmetic and exponential schedules. *Journal of Experimental Analysis of Behavior*, **39**, 191-198.
- Wearden, J.H., & Burgess, I.S. (1982). Matching since Baum (1979). *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, **38**, 339-348.

## APÉNDICE

Para obtener las razones (izquierda/derecha) de los tiempos de visita reforzador por reforzador, las sumatorias del tiempo que las ratas permanecieron en la palanca izquierda se dividió entre el tiempo que pasaron en la palanca derecha. Las razones obtenidas se transformaron en logaritmos con base 10 y se graficaron en función de los 50 reforzadores por sesión en la fase A (figuras A1, A2, A3, A4), en función de los 10 reforzadores por componente en la fase B (figuras A5, A6, A7, A8), y en función de los 50 reforzadores por sesión en la re-determinación de la fase A (figuras A9, A10, A11, A12).

Cada figura muestra los datos promedio del grupo; los paneles están arreglados de acuerdo a los requisitos de cambio (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas). Con excepción de las figuras A1, A5 y A9, que utilizan triángulos para representar en el componente 1:1 las razones de tiempo de visita izquierda/derecha a través de los diferentes RCA, en las demás figuras los triángulos corresponden a los datos de los componentes 3:1, 9:1 y 27:1 y los cuadrados a los datos de los componentes 1:3, 1:9 y 1:27, respectivamente. La línea horizontal indica una distribución de tiempos de visita uniforme en las dos palancas.

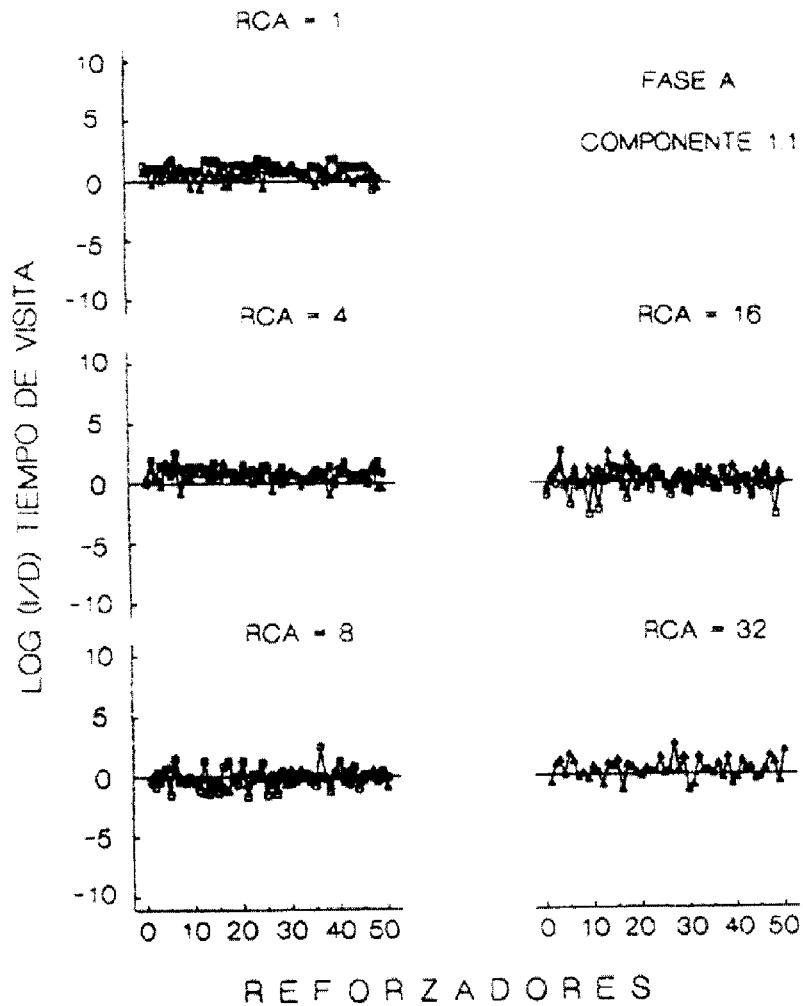


Figura A1. Para la fase A con el componente de reforzamiento 1:1, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Los paneles muestran los datos obtenidos con los cinco requisitos de respuesta de cambio (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas); los triángulos corresponden a los datos de las determinaciones y los cuadrados a re-determinaciones a 1, 4, 8 y 16 respuestas. La línea horizontal que intercepta el cero de la ordenada, o línea de indiferencia, indica una distribución de respuestas uniforme en las dos palancas (razón de respuestas = 1,  $\log(R1/R2) = 0$ ).

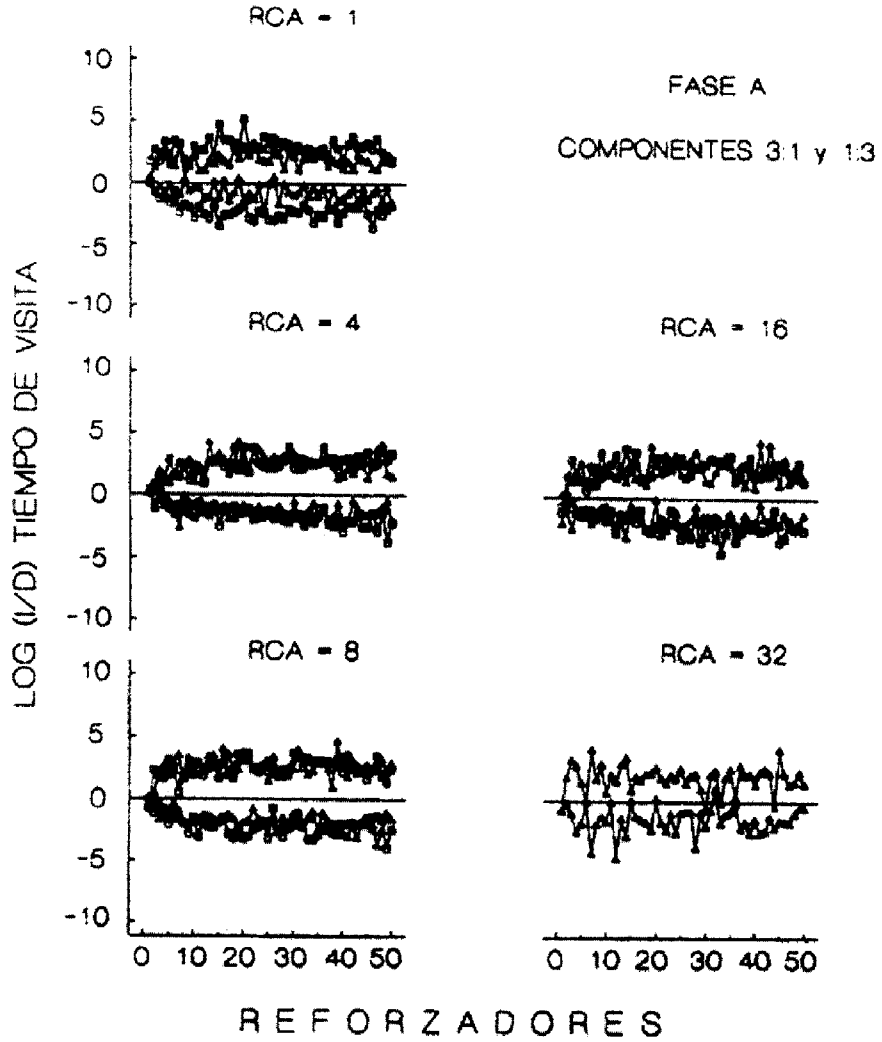


Figura A2. Para la fase A con los componentes de reforzamiento 3:1 y 1:3, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura A1.

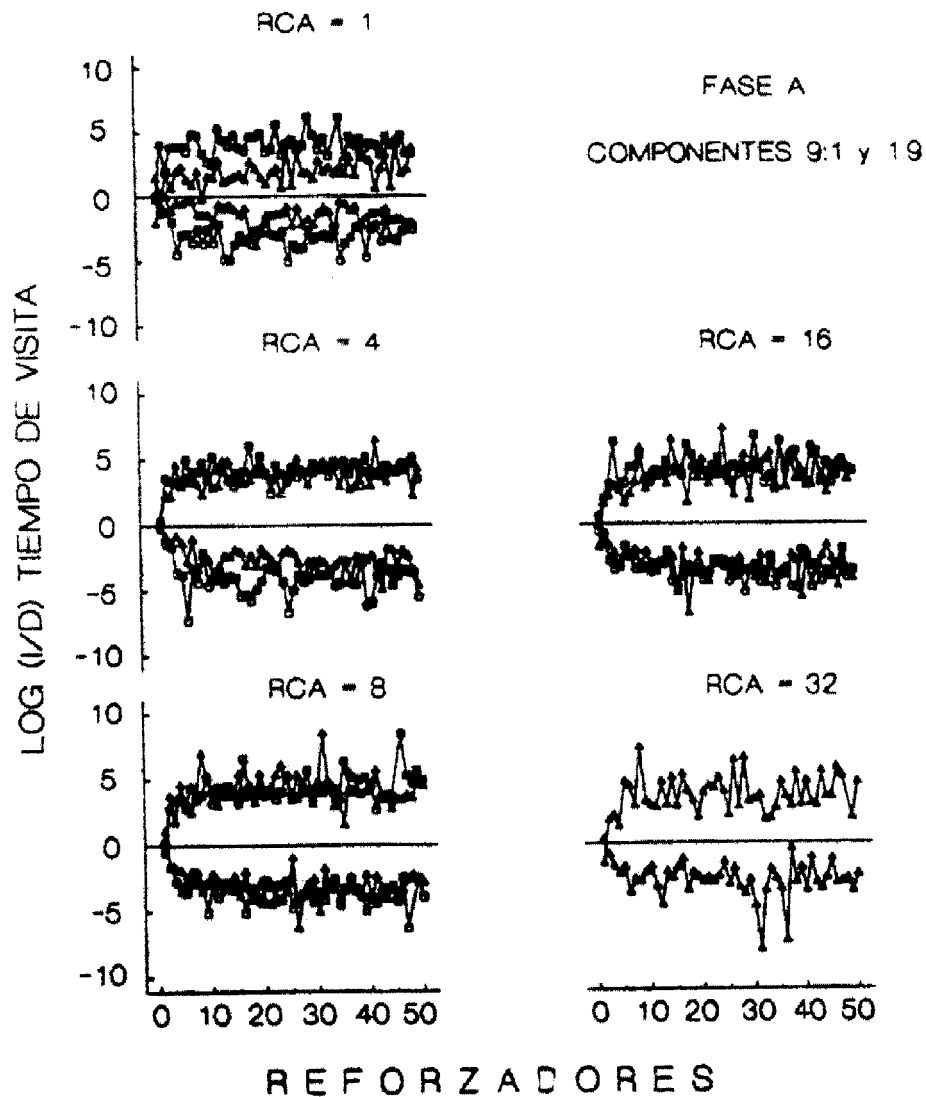


Figura A3. Para la fase A con los componentes de reforzamiento 9:1 y 1:9, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura A1.

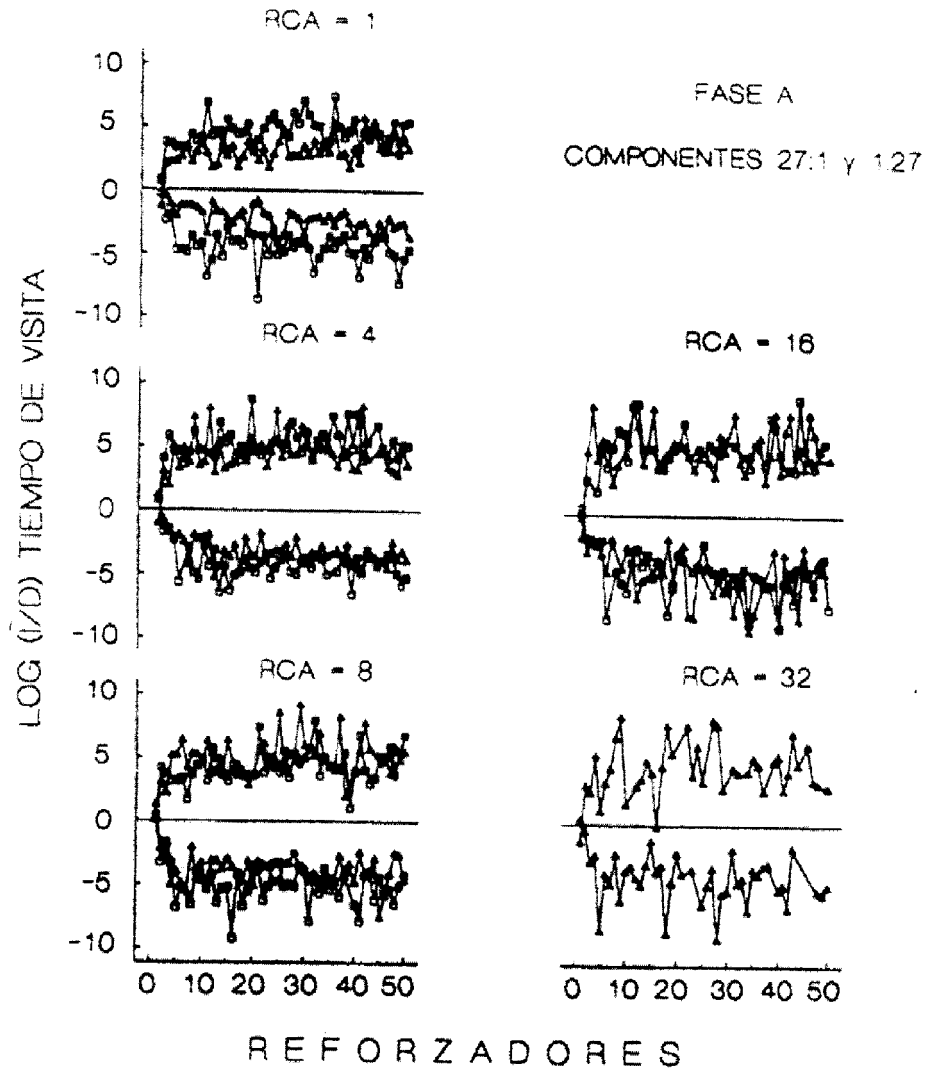


Figura A4. Para la fase A con los componentes de reforzamiento 27:1 y 1:27, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura A1.



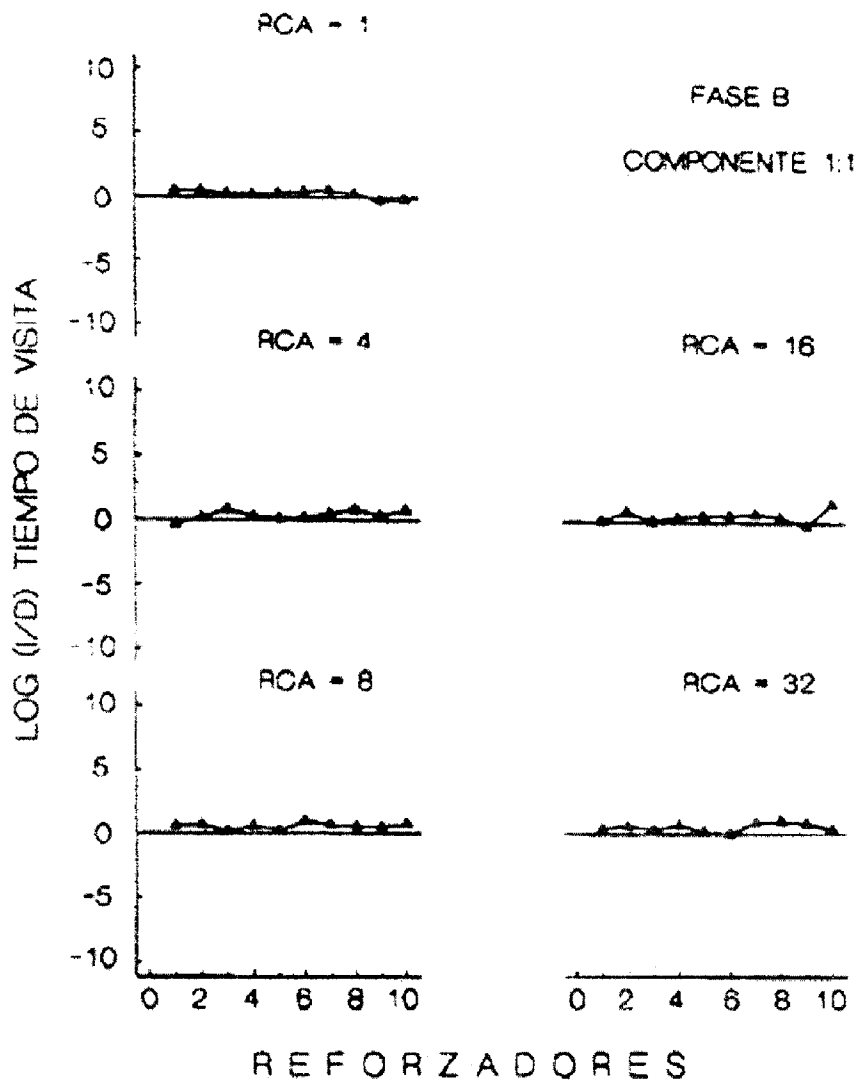


Figura A5. Para la fase B con el componente de reforzamiento 1:1, logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha ) de tiempo de visita en función de los diez reforzadores obtenidos con cada RCA. Los paneles muestran los datos promedio del grupo y están arreglados de acuerdo a los requisitos de cambio (1, 4, 8, 16 y 32 respuestas). La línea horizontal representa a una distribución de respuestas uniforme en las dos palancas.

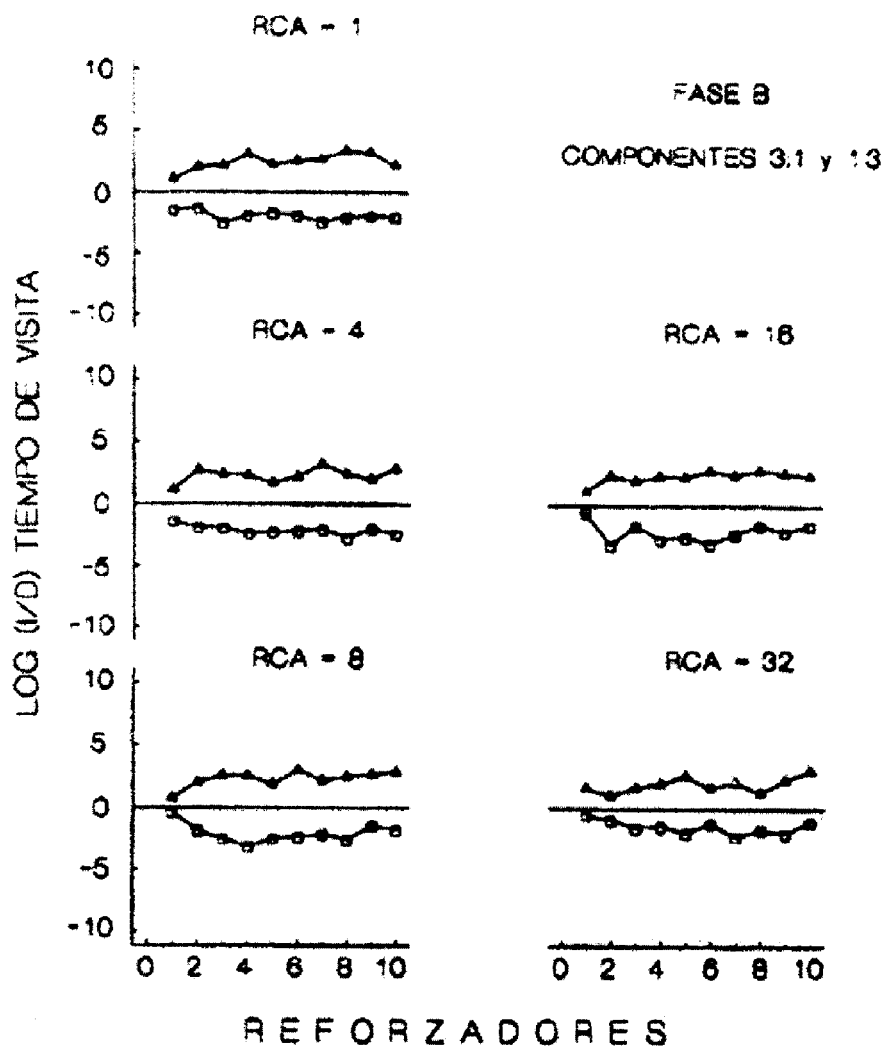


Figura A6. Para la fase B con los componentes de reforzamiento 3:1 y 1:3, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función de los diez reforzadores obtenidos con cada RCA. Otros detalles como en la Figura A5.

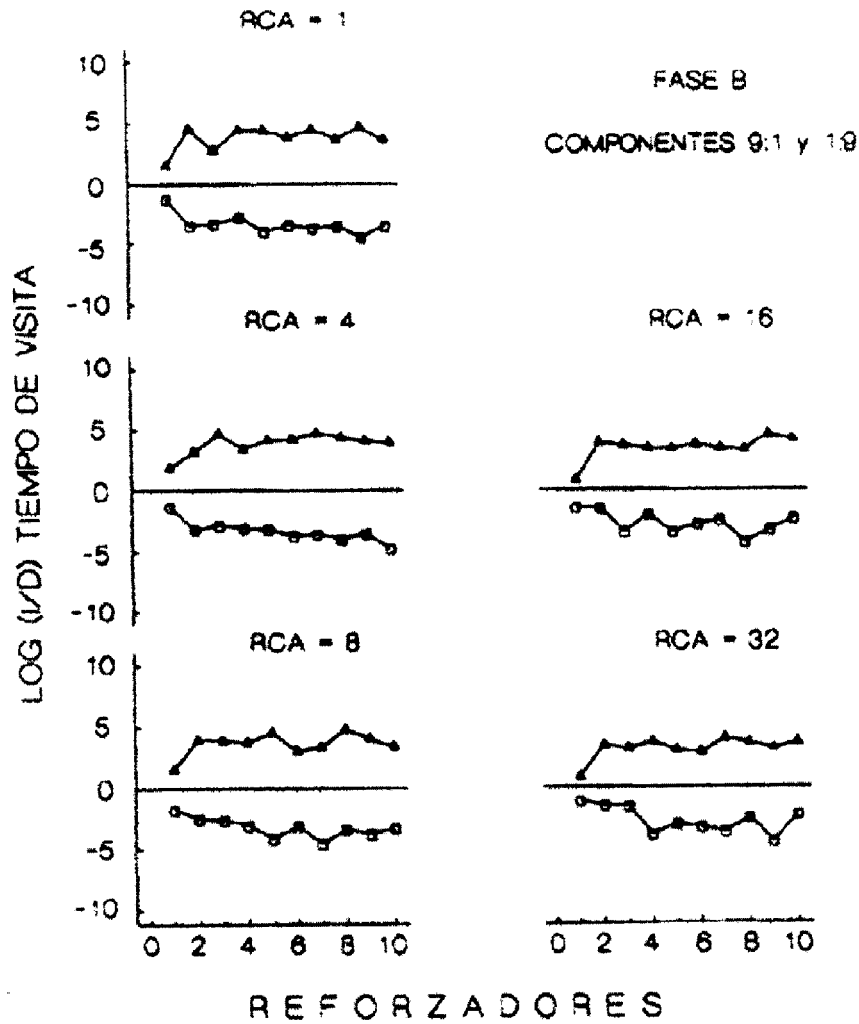


Figura A7. Para la fase B con los componentes de reforzamiento 9:1 y 1:9, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función de los diez reforzadores obtenidos con cada RCA. Otros detalles como en la Figura A5.

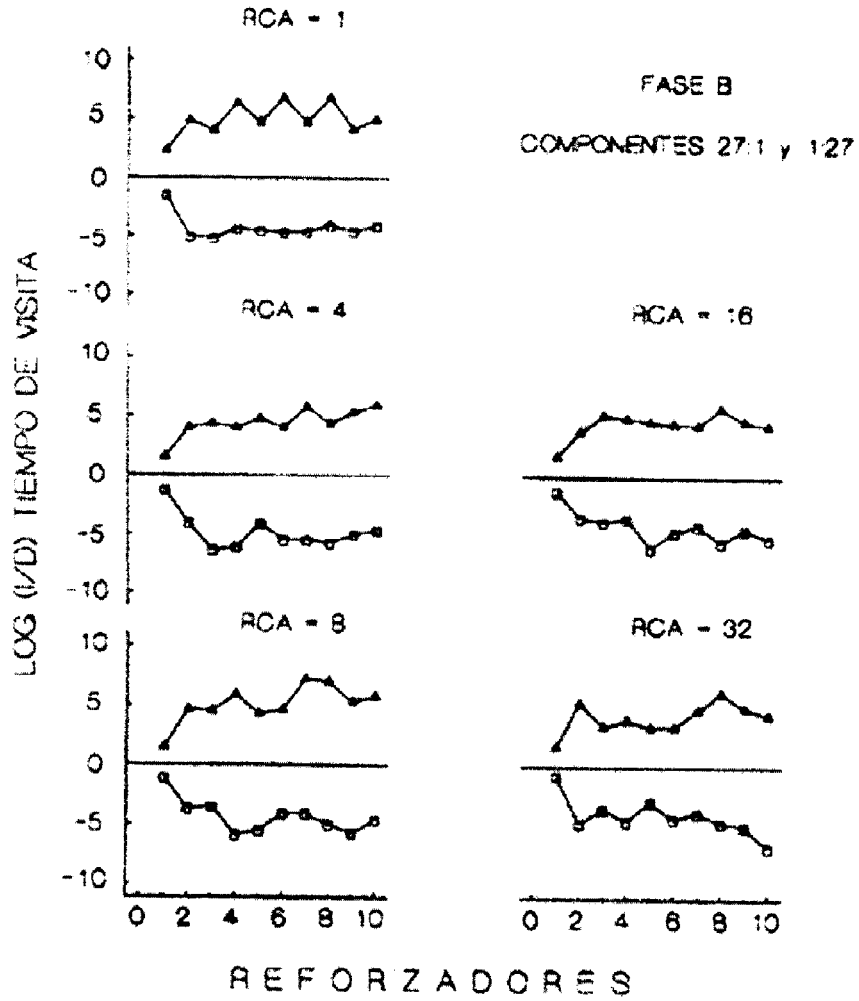


Figura A8. Para la fase B con los componentes de reforzamiento 27:1 y 1:27, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función de los diez reforzadores obtenidos con cada RCA. Otros detalles como en la Figura A5.

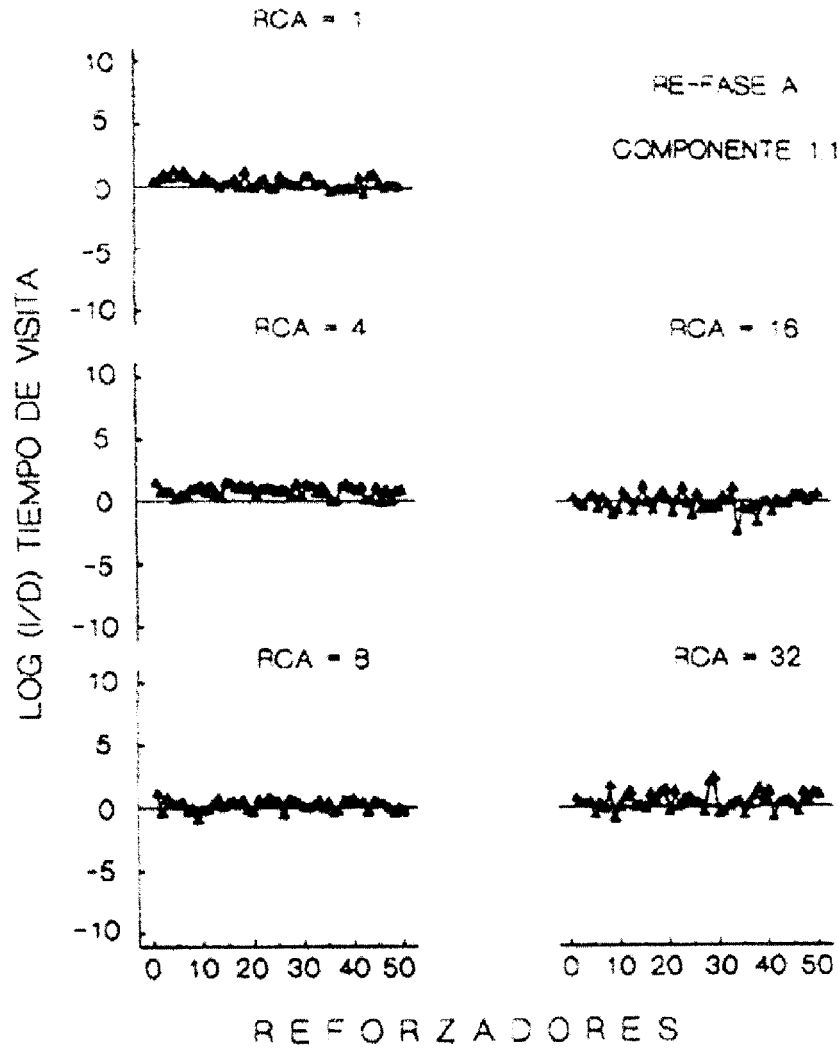


Figura A9. Para la re-determinación a la fase A con el componente de reforzamiento 1:1, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura A1.

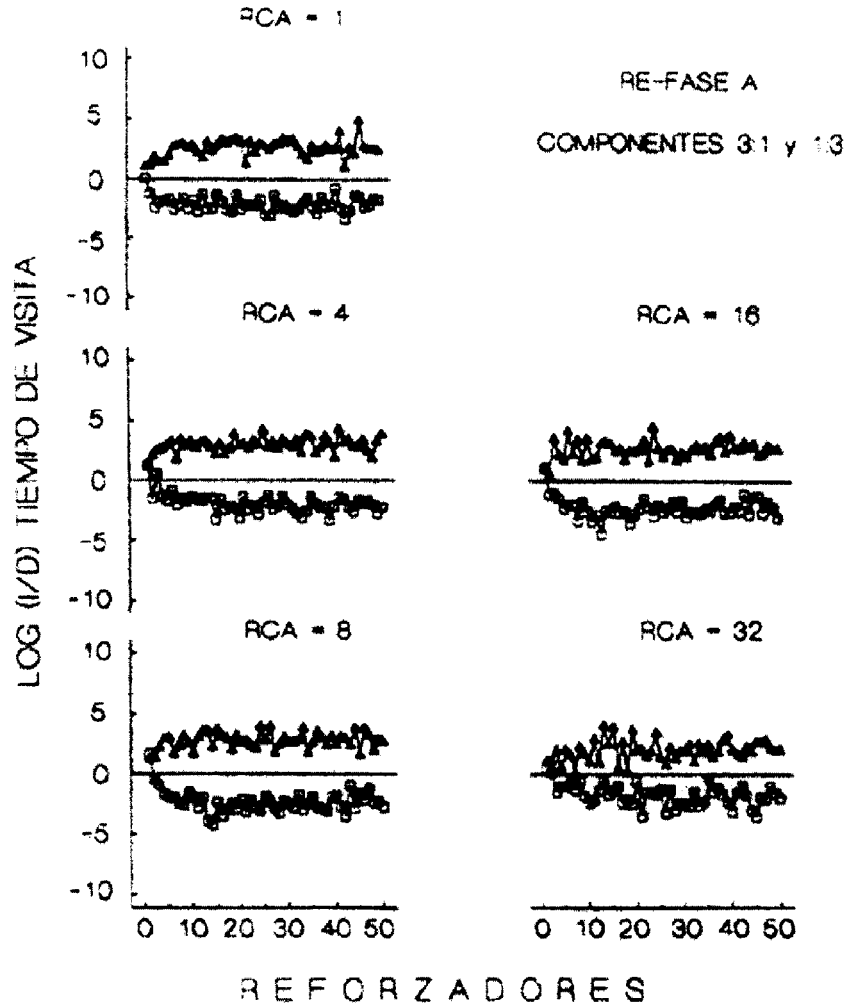


Figura A10. Para la re-determinación a la fase A con los componentes de reforzamiento 3:1 y 1:3, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura A1.

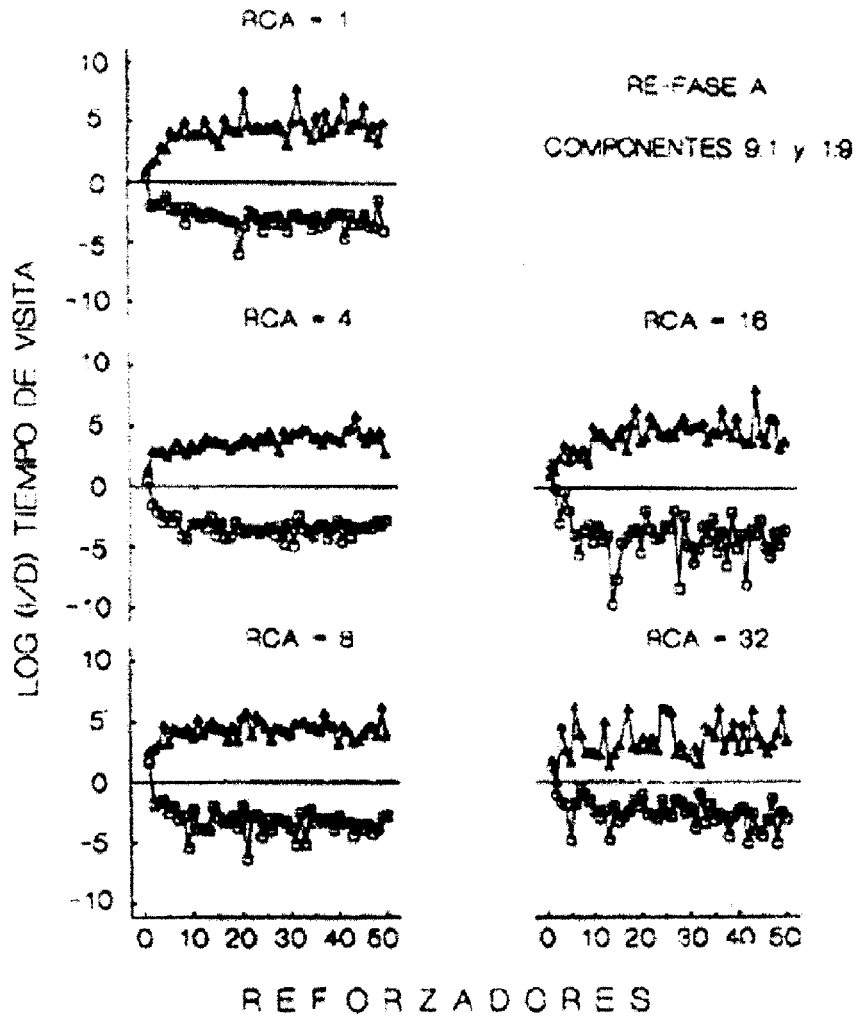


Figura A11. Para la re-determinación a la fase A con los componentes de reforzamiento 9:1 y 1:9, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de tiempo de visita en función en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura A1.

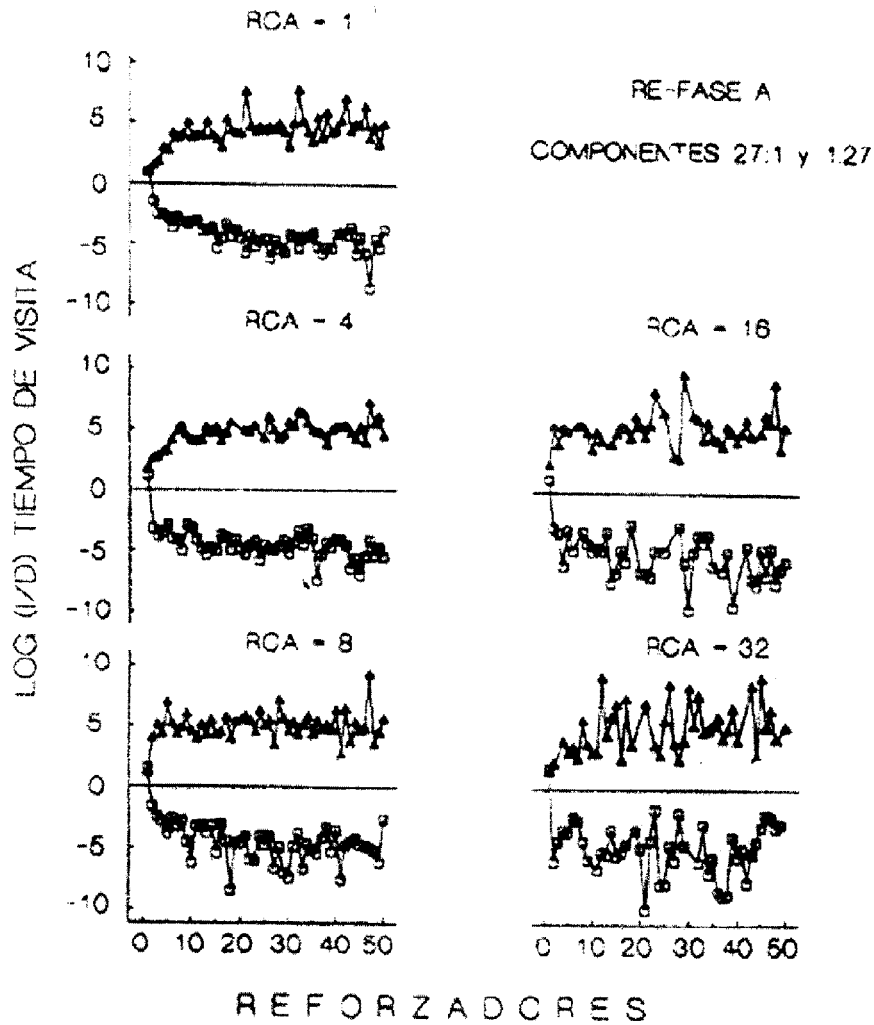


Figura A12. Para la re-determinación a la fase A con los componentes de reforzamiento 27:1 y 1:27, los logaritmos base 10 de las razones (izquierda / derecha) de respuestas en función en función de los 50 reforzadores consecutivos por sesión. Otros detalles como en la Figura A1.