



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE PSICOLOGÍA

**ELECCIÓN SUBÓPTIMA EN RATAS: UNA
COMPARACIÓN ENTRE CEPAS SHR Y WISTAR**

TESIS

Que para obtener el título de

Licenciado en Psicología

PRESENTA:

Marlon Axel Galicia Robledo

Director: Dr. Oscar Vladimir Orduña Trujillo

Revisor: Dr. Rogelio Escobar Hernández

Comité:

Dr. Gustavo Bachá Méndez

Dr. Oscar Zamora Arévalo

Dr. Ángel Eugenio Tovar y Romo

Tesis apoyada por los proyectos CONACYT (281548) y PAPIIT-DGAPA (IN306818)



Ciudad Universitaria, CDMX., 2020



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

El presente trabajo se realizó con el apoyo de los proyectos CONACYT (281548) y

PAPIIT-DGAPA (IN306818).

“La ciencia es una empresa cooperativa, que abarca generaciones. Es el paso de la antorcha de maestro, a estudiante, a maestro... Una comunidad de mentes que se remonta hasta la antigüedad y se extiende hacia las estrellas”

-Neil deGrasse Tyson-

Índice

Resumen	5
Introducción.....	6
Elección Subóptima	7
Elección subóptima: Ratas	11
Elección subóptima e Impulsividad.....	14
Impulsividad	15
Evaluación de elección Impulsiva en SHR.....	17
Evaluación de Impulsividad de acción en SHR.....	19
Método.....	21
Sujetos:.....	21
Aparatos:	21
Procedimiento	22
Habitación:	22
Entrenamiento a Comedero:.....	22
Entrenamiento a Nosepoke:	22
Procedimiento de Elección subóptima:.....	23
Elección subóptima: Reversión:.....	24
Resultados.....	25
Discusión	41
Referencias	47

Resumen

A lo largo de la literatura sobre elección subóptima se ha demostrado que las ratas tienen una preferencia notable por elegir la alternativa que ofrece con mayor probabilidad la entrega de comida, mientras que las palomas prefieren la opción con menor probabilidad de entrega de alimento, siempre y cuando esté asociada con estímulos que permiten discriminar la presencia o ausencia de dicho reforzador. Una de las explicaciones que han surgido para explicar este fenómeno proviene de la impulsividad, ciertos estudios encontraron una correlación entre la ejecución de palomas en el procedimiento de descuento temporal y el grado de elección subóptima, demostrando que los sujetos con pendientes más pronunciadas en la función de descuento tuvieron mayores niveles de suboptimalidad. Con el fin de contribuir al análisis de la relación entre estas variables, en el presente estudio se evaluaron ratas de la cepa SHR, la cual ha sido utilizada como modelo animal para el Trastorno por Déficit de atención e hiperactividad (TDAH) al igual que ha demostrado tener un mayor nivel de impulsividad al ser comparadas con ratas de otras cepas en diferentes procedimientos. Los resultados encontrados sugieren que no hay diferencias en las proporciones de elección entre los sujetos denominados como más impulsivos y su grupo control, mostrando ambos una tendencia a elegir la opción óptima, lo cual puede sugerir que la impulsividad no es una variable que afecte de manera definitiva el desempeño en este procedimiento. Se sugiere que el uso de otros procedimientos que evalúen gambling podría ayudar a esclarecer el impacto de la impulsividad y otras variables en este fenómeno.

Palabras clave: Elección subóptima, Impulsividad, Gambling, SHR, Ratas.

Introducción

Los organismos deben enfrentarse a ambientes naturales que son variables, por lo que el ser sensible a las contingencias del ambiente es punto clave para sobrevivir. Por ello, se espera que los organismos sean capaces de identificar y responder a los estímulos que permiten predecir las consecuencias ocasionadas por sus elecciones y como consecuencia, que elijan aquellas alternativas que les permitan obtener la mayoría de beneficios posibles para hacer frente a las restricciones del entorno y así sobrevivir (Pyke, Pulliam, & Charnov, 1977).

La ley de la igualación propuesta por Herrnstein (1961), predice que, en una situación de elección con dos programas de reforzamiento de intervalo variable vigentes de manera concurrente, la tasa relativa de respuestas de cada programa será igual a la tasa relativa de reforzamiento que dicho programa brinda, para de esta forma maximizar las ganancias (Rachlin, Battalio, Kagel, & Green, 1981). De igual manera, la teoría de forrajeo óptimo indica que el comportamiento de los organismos tiende a optimizar la supervivencia y la reproducción, lo que podría predecir que los organismos tenderán a preferir la opción con mayor magnitud o probabilidad en la entrega de un reforzador (Stephens & Krebs, 1986). Dicho de otro modo, buscar ponderar el balance entre el tiempo invertido, la ganancia (el alimento) y las pérdidas entre sus diversas opciones vigentes (MacArthur & Pianka, 1966).

A pesar de esto, los organismos no siempre tienden a maximizar ganancias, debido a que su conducta no siempre va dirigida a las alternativas que proporcionan mayores cantidades de ganancias por unidad de tiempo y esfuerzo. Un claro ejemplo se encuentra en la literatura perteneciente al descuento temporal: los animales humanos y no humanos con regularidad suelen elegir una recompensa pequeña e inmediata sobre una recompensa más grande y

demorada, incluso cuando esta última es considerada como la alternativa óptima (Vanderveldt, Oliveira, & Green, 2016).

Otras investigaciones han sugerido que la optimalidad de los organismos no es un fenómeno que se pueda considerar tan general como usualmente se había hecho. Se podría decir que el primero en reportar este fenómeno fue Kendall (1974), utilizando un procedimiento en el que una opción entregaba comida un 50% de las veces, mientras que la otra opción siempre lo entregaba. Empleando luces como estímulos discriminativos, señalaba la entrega o la ausencia de reforzamiento, mientras que, en la otra opción, que siempre entregaba reforzador, tenía un color estándar que aparecía siempre. El resultado indicó que las palomas preferían la opción con baja probabilidad de reforzamiento. En este tipo de procedimiento, el papel del estímulo discriminativo es relevante, debido a que este tipo de estímulos marcan la ocasión para el reforzamiento de una operante, de tal forma que facilitan una probabilidad alta de respuestas. Por el contrario, también tenemos estímulos delta o estímulo de extinción, los cuales están presentes cuando una operante no será reforzada (Pierce & Cheney, 2013).

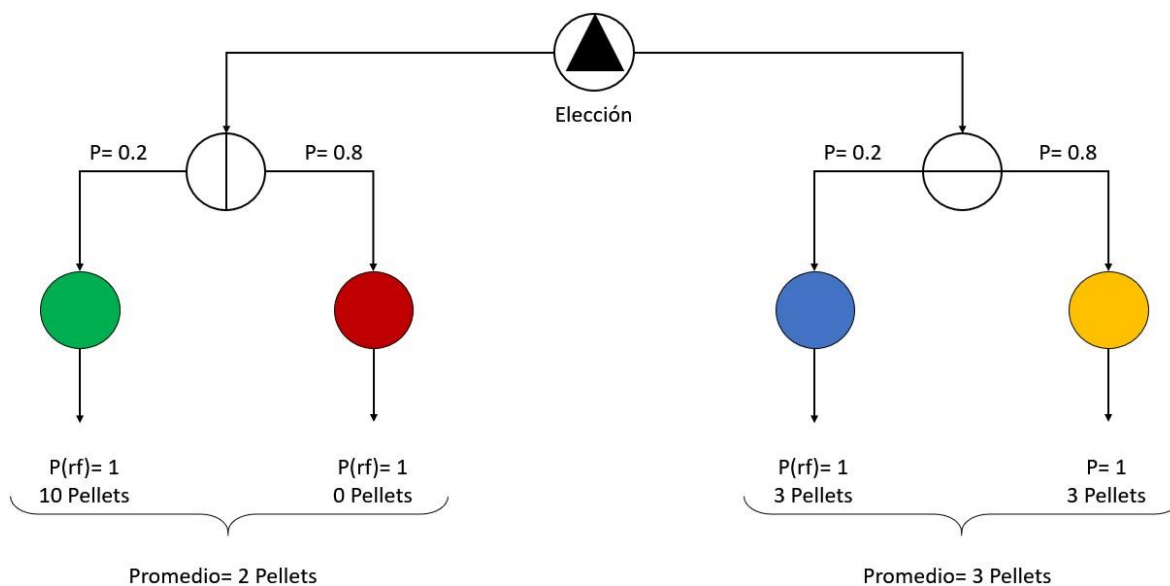
Elección Subóptima

Experimentos que han usado el procedimiento denominado como elección subóptima (Laude, Stagner, & Zentall, 2014; Stagner & Zentall, 2010), han señalado que los organismos tienden a escoger una alternativa con baja probabilidad de reforzamiento sobre una alternativa que ofrece una alta probabilidad de reforzamiento bajo ciertas condiciones. Un claro ejemplo es el reportado por Stagner & Zentall (2010) en el que en una preparación con palomas se colocaron a los sujetos en un programa encadenado concurrente, en el cual una alternativa había sido asociada con una probabilidad neta de reforzamiento de .5, a la par que

otra alternativa había sido asociada con una probabilidad de .2. De tal forma, que lo esperado, si el único factor al que las palomas eran sensibles era la tasa de reforzamiento, sería que eligieran la alternativa con probabilidad .5; sin embargo, los resultados demostraron que las palomas mostraron una preferencia por la alternativa con probabilidad de reforzamiento .2, sin importar que era la no óptima, cuando en ella se presentó un estímulo discriminativo previo a la entrega del reforzador con la intención que indicara si un ensayo particular sería reforzado. Además, descubrieron que entre más se reduce la probabilidad de reforzamiento asociada a la opción discriminativa, mayor es la preferencia de las palomas por aquella opción; encontrando una preferencia mucho mayor (utilizando probabilidad de .2 para la opción discriminativa y .5 para la opción no discriminativa) que la reportada por Gipson et al. (2009) (.5 y .75, respectivamente).

El procedimiento de elección subóptima ha llegado a tener relevancia también para los humanos, debido a que se ha planteado como un análogo de juego patológico. Al igual que las palomas, los humanos jugadores tienden a prestar mayor atención a sus ganancias y menos a sus pérdidas (Breen & Zuckerman, 1999). Es por esto que Zentall & Stagner (2011) decidieron desarrollar un procedimiento con ciertas variaciones al ya conocido. En el juego de humanos se elige entre una recompensa segura y una que es incierta, algo que no se tenía en el procedimiento habitual; en este se tiene en la opción discriminativa la alternativa que indica siempre reforzamiento, con la sutil variación que ahora se entregan 10 pellets con 20% de probabilidad, mientras que en la opción no discriminativa siempre entrega 3 pellets. De esta forma, se encontró que las palomas desarrollaron una preferencia notable por la opción discriminativa, siendo coherentes con lo encontrado por Gipson, Alessandri, Miller, & Zentall (2009); en un segundo experimento se modificaron las alternativas, de tal manera,

que ninguna predecía entrega o ausencia de reforzador, pero manteniendo los 10 pellets con 20% de probabilidad de ser entregados. Las palomas ahora mostraron una marcada preferencia por la alternativa que siempre entregaba 3 pellets, hallazgo que también concuerda con lo encontrado por Stagner & Zentall (2010) al quitar el estímulo



discriminativo en su propio procedimiento.

Fig.1 Procedimiento de magnitudes con palomas empleado por Stagner & Zentall (2010).

El valor de estos procedimientos reside en que al demostrar un comportamiento de juego patológico en palomas bajo ciertas condiciones similares al de los humanos se puede proponer el juego patológico o “gambling” como un proceso básico de comportamiento, cuyo estudio puede ser facilitado utilizando modelos animales, permitiendo la observación de las variables que favorecen al comportamiento en humanos (Zentall, 2011).

También se ha hecho un intento por estudiar la conducta subóptima directamente en humanos con procedimientos similares, utilizando generalmente ganancias monetarias hipotéticas. Un análogo del procedimiento de palomas llevado a cabo en humanos auto clasificados como jugadores o “gamblers” y no-jugadores reveló que los jugadores tienen una mayor tendencia a escoger la alternativa de alto riesgo y alta ganancia sobre la alternativa segura y “óptima”. Para propósitos de esta investigación se creó un videojuego del tipo “arcade”, donde los participantes se enfrentaban a una situación de elección; el punto del juego era llegar a conseguir la mayor cantidad de puntos posibles a través de la derrota de “generales” en la temática de una batalla espacial. Las dos posibilidades se limitaban al sistema planetario “ZORB” y “ARTO”, la elección del sistema planetario “ZORB” permitía derrotar 10 generales si aparecía el planeta rojo, con una probabilidad de .2, mientras que con una probabilidad de .8 se llegaba al planeta verde, en el cual no se conseguía derrotar a ninguno. El irse al sistema “ARTO”, se llegaba al planeta azul con una probabilidad de .2, que permitía derrotar 3 generales, al igual que se podía llegar al planeta amarillo con una probabilidad de .8, en el que también se podía derrotar 3 generales (Molet et al., 2012).

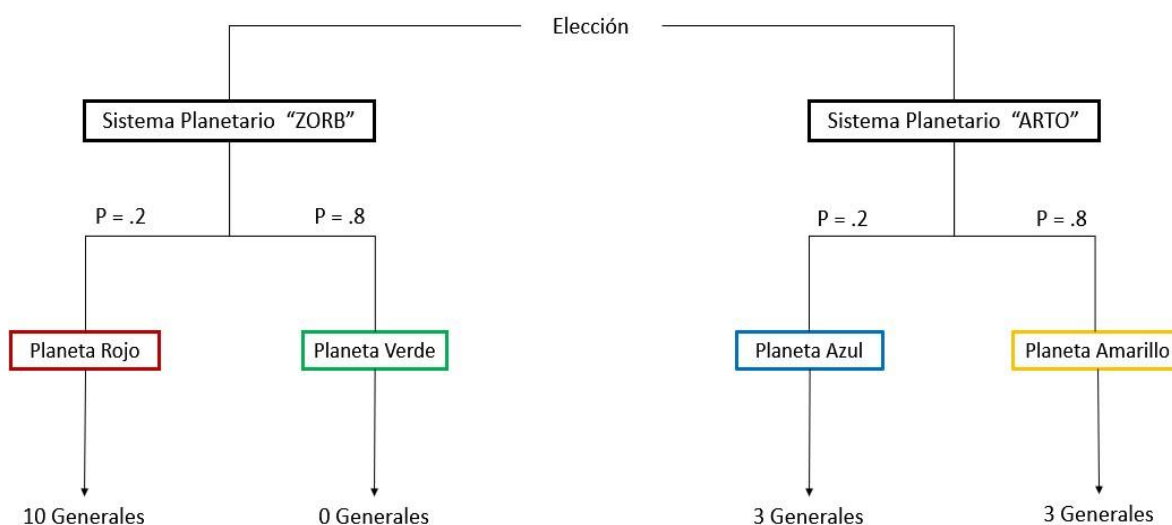


Fig.2 Procedimiento de empleo con humanos por Molet et al. (2012)

Un primer intento por explicar los hallazgos encontrados en este procedimiento fue propuesto por Gipson et al., (2009), la probable razón de la elección a la opción subóptima puede ser el efecto de contraste que se origina cuando se compara el eslabón inicial con el eslabón final, en la opción discriminativa se tiene una probabilidad de .2 de recibir reforzamiento, lo cual cambia a 1 al presentarse el estímulo discriminativo que señala siempre la entrega de pellets, lo que produce un contraste positivo gracias a ese gran incremento. En cambio, como es mencionado por Zentall & Stagner (2011b), a pesar de que existe un contraste negativo en los ensayos donde se presenta el estímulo discriminativo que anuncia la no entrega de reforzamiento, la diferencia de .2 a 0 es demasiado pequeña a comparación. Por el contrario, este fenómeno no se da en la opción no discriminativa, ni para bien o para mal, puesto que la expectativa de reforzamiento siempre es de .5.

Elección subóptima: Ratas

Aunque estos hallazgos en elección subóptima han sido replicados de forma extensa en palomas y muy poco con humanos, su generalidad entre especies aún no es clara: Trujano & Orduña (2015) demostraron que a diferencia con la suboptimalidad encontrada en las palomas, las ratas Wistar tienen una preferencia clara por elegir la opción que otorga una mayor probabilidad de reforzamiento. Utilizando un procedimiento similar al de Stagner & Zentall, (2010) pero adaptado a ratas, en el que la elección para las dos opciones disponibles se hacía a través de palancas; izquierda para la discriminativa y derecha para la no discriminativa, con su respectiva reversión y usando triples estimuladores (Rojo/izquierda predice reforzamiento, Azul/derecha predice no reforzamiento). Los resultados obtenidos arrojaron que las ratas lograron discriminar a la perfección en la opción discriminativa, es decir, fueron capaces de discriminar las contingencias asociadas a las luces que se utilizaron

para predecir ausencia o presencia de reforzamiento; de tal manera, demostrando que las ratas tienen una mayor sensibilidad a la tasa general de reforzamiento mientras que las palomas se dejan influenciar más por las variables asociadas a reforzadores condicionados.

Una propuesta hecha por Chow, Smith, Wilson, Zentall, & Beckmann (2017) sugiere que las diferencias entre especies encontradas en la literatura de elección subóptima podrían deberse al valor incentivo de los estímulos empleados como estímulos discriminativos. Aludiendo a un mayor valor incentivo en palomas que para ratas cuando se utilizan luces. De tal manera, que en el estudio mencionado se expusieron ratas a una tarea de elección subóptima cambiando los estímulos discriminativos por palancas, a excepción del estímulo que predecía ausencia de reforzador, el cual fue cambiado por un blackout; en este nuevo procedimiento la operante para la elección era una respuesta en un agujero para nariz (nosepoke). Al compararse con el procedimiento habitual se concluyó que el valor incentivo de los estímulos juega un papel importante para las especies. Martínez, Alba, Rodríguez, & Orduña (2017) llevaron a cabo un experimento similar, pero con la particularidad de utilizar una palanca en lugar del blackout utilizado por (Chow et al., 2017). Lo que se encontró es que las ratas se comportaron de manera óptima mostrando una preferencia notable por la alternativa asociada con una mayor cantidad de reforzamiento, a pesar del uso de estímulos con mayor valor incentivo.

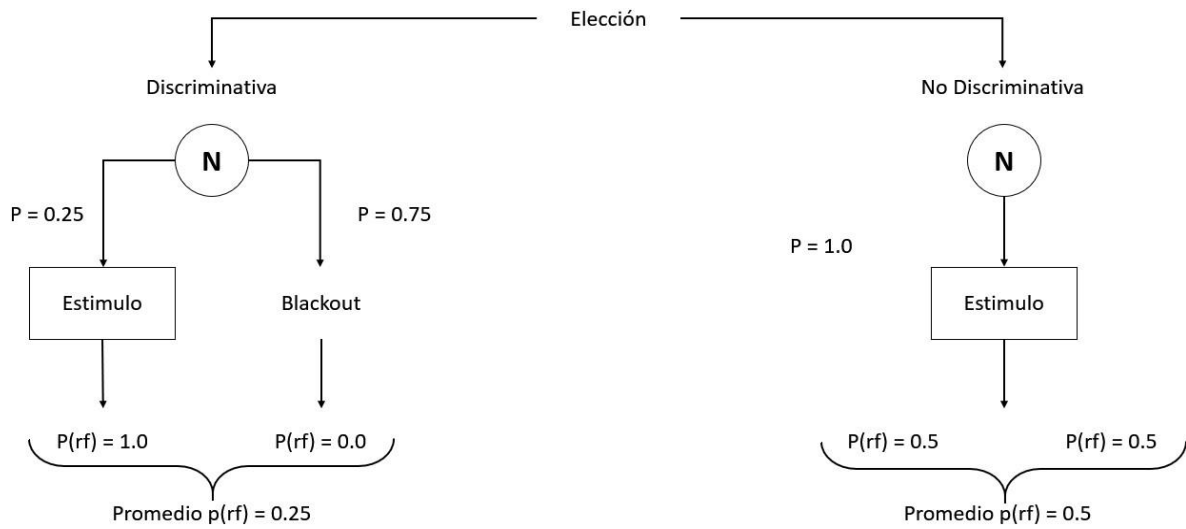


Fig.3 Procedimiento de estímulos con alto valor incentivo para ratas utilizado por Chow et al., (2017).

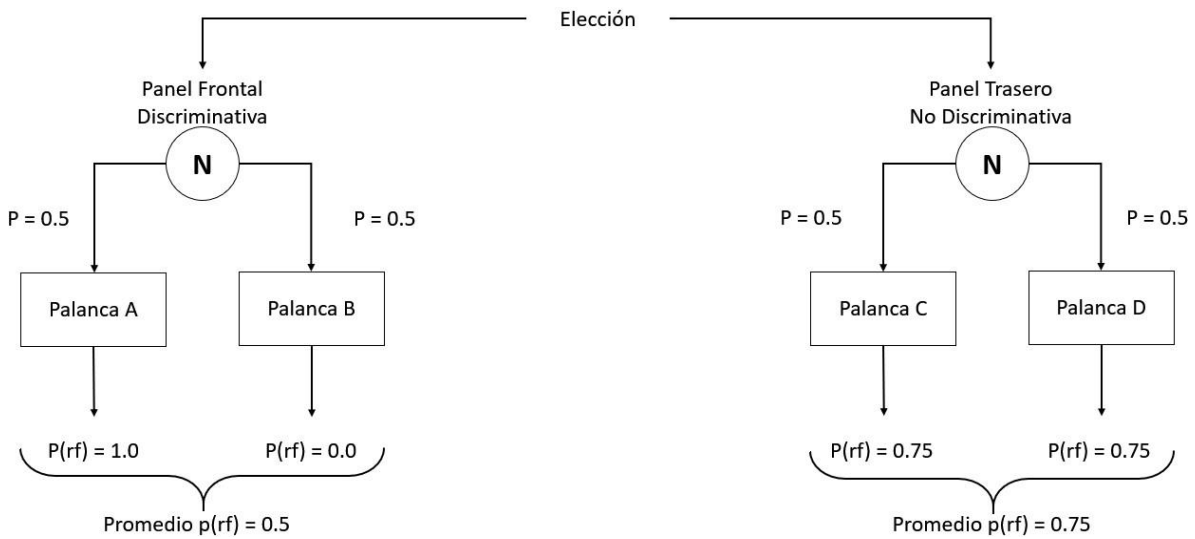


Fig.4 Procedimiento de estímulos con alto valor incentivo eliminando el blackout y utilizando otra palanca para el estímulo que no predice reforzador, empleado por Martínez et al., (2017).

Además del valor incentivo y la probabilidad de reforzamiento, que es la variable que más peso obtuvo a principios de la investigación de la elección subóptima, existen otros factores a tomar en cuenta. Otras propuestas acerca de ciertos elementos a considerar son: las contingencias entre los estímulos y el reforzamiento, el requisito de respuesta en el eslabón inicial, la demora al reforzador, la contigüidad entre la respuesta y los estímulos

discriminativos y factores relacionados al autocontrol (McDevitt, Dunn, Spetch, & Ludvig, 2016). Este último es de especial interés en la investigación presente.

Elección subóptima e Impulsividad

La explicación proveniente del constructo “impulsividad” hacia la conducta subóptima de las palomas, procede de Laude, Beckmann, Daniels, & Zentall (2014), en cuyo experimento se evaluaron 8 palomas en el procedimiento de descuento temporal, utilizando las demoras de 0 a 20 segundos, escalonándolas de 5 en 5, para posteriormente correlacionar el grado de impulsividad con la ejecución en la tarea de elección subóptima. Los hallazgos arrojaron que las palomas con pendientes más pronunciadas en la función de descuento temporal mostraron significativamente un aumento en la elección subóptima cuando fueron comparadas con las palomas que obtuvieron pendientes más planas en la función de descuento temporal.

Es debido a estos hallazgos que se sugiere a la impulsividad como un componente de suma importancia para la explicación del fenómeno de la elección subóptima en palomas y humanos que reportan juego con apuesta o “gambling”.

Asumiendo que las ratas SHR muestran un grado más alto de impulsividad que las ratas Wistar, entonces deberían mostrar mayor preferencia por la opción subóptima a diferencia de las Wistar. Un mayor nivel de conducta subóptima otorgaría a esta cepa de ratas una validez adicional a su uso como modelo de comportamiento humano. En este contexto, el propósito del siguiente experimento es comparar el comportamiento de elección subóptima entre las ratas SHR y WIS.

Impulsividad

Una de las características de comportamiento del TDAH es la impulsividad, la cual puede reflejar un deseo de recompensas inmediatas o una incapacidad para retrasar la gratificación" (American Psychiatric Association, 2013).

Según Noreika, Falter, & Rubia (2013), existe evidencia experimental que muestra que los pacientes con TDAH tienen una previsión temporal anormal en términos de aversión a la demora y un mayor sesgo hacia recompensas inmediatas en tareas de descuento temporal, lo que sugiere que los pacientes con TDAH son impulsivos. Para Logue (1998), el autocontrol es una función de los factores que permiten controlar la elección de los reforzadores demorados. Al operacionalizar la impulsividad se puede manipular y definir la demora del reforzador, al igual que se puede estudiar la sensibilidad hacia ella en diferentes especies.

Se ha llegado a sugerir que la dopamina juega un rol importante en los procesos de reforzamiento y extinción, por lo que un mal funcionamiento de la vía dopaminérgica meso-límbico-cortical podría llegar a implicar una alteración en la sensibilidad de las señales de reforzamiento y extinción de la conducta (Sagvolden, Johansen, Aase, & Russell, 2005)

Otra definición dada por Daruna & Barnes (1993) es "dentro del universo conductual pensando en reflejar impulsividad abarca las acciones pobremente concebidas, prematuramente expresadas, indebidamente arriesgadas o inapropiadas para la situación y que regularmente dan lugar a consecuencias indeseables". Siendo esta última una de las más aceptadas, debido a que comprende varias conductas que pueden ser clasificadas como impulsivas, ya que hay una gran diversidad de tipos de impulsividad que pueden deberse a diversos factores biológicos, culturales, ambientales, etc. (Eveden, 1999).

La impulsividad se ha dividido en dos subcategorías, elección impulsiva y acción impulsiva (Cho et al., 2018). La elección impulsiva hace referencia a la preferencia por un reforzar inmediato en el tiempo sobre uno con una mayor demora (Ainslie, 1975). Por otro lado, la acción impulsiva se refiere a la incapacidad de retener una respuesta (Winstanley, Eagle, & Robbins, 2006).

Las ratas SHR son el modelo animal por excelencia del Trastorno por Déficit de Atención e Hiperactividad (TDAH). Según (Sagvolden, 2000) imita características conductuales consideradas como fundamentales, se ajusta a la razón teórica para el TDAH, y además es capaz de predecir aspectos del comportamiento del TDAH previamente desconocidos. A pesar de que el TDAH se diagnostica principalmente a través de síntomas conductuales, debido a la falta de marcadores biológicos, ciertos estudios con gemelos revelan que la genética tiene una intensa influencia. Ciertas investigaciones (Nigg, Nikolas, & Burt, 2010) sugieren cierta posibilidad sobre la presencia de algunos activadores para que se presente, es debido a esto que los factores ambientales también deben ser un tema de interés en el estudio del TDAH.

Las características fisiológicas que presenta esta cepa son las siguientes: aumento en la presión arterial sistólica asociada al engrosamiento de las paredes de los vasos sanguíneos, a partir de la tercera semana de vida. Presión arterial por encima de los 150 mm Hg, llegando a alcanzar valores superiores a los 180 mm Hg, aproximadamente a las diez semanas de vida. Al igual que la hipertensión en humanos, las lesiones como hipertrofia cardíaca, hemorragias, infartos cerebrales y nefroesclerosis, también se presentan en esta cepa. Es por eso que su periodo de vida ronda de 1 a 2 años en las mejores condiciones (Larimer, 2005).

Evaluación de elección Impulsiva en SHR

Fox, Hand, & Reilly (2008) en un procedimiento de descuento temporal utilizaron ratas SHR y WKY, estas últimas como grupo control. En dicho estudio se presentaron dos opciones, una fija que entregaba 1 pellet y otra en la que la entrega del reforzador (3 pellets) iba siendo cada vez más demorada en el tiempo. La demora de la alternativa de mayor magnitud iba en incremento en cada sesión: 1, 3, 6, 12 y 24 segundos; llegando a la demora de 24 segundos las condiciones se repetían, esta vez en decremento; 12, 6, 2, 1 y 0 segundos. Las dos cepas mostraron menor preferencia conforme iba aumentando la demora, no obstante, la disminución de la preferencia en las SHR fue más marcada y significativamente mayor, lo cual es un indicador de mayor impulsividad.

En otro estudio, llevado a cabo por Orduña (2015), que consistió en 3 experimentos; el primero utilizó una tarea de elección intertemporal, presentando dos alternativas: una que entregaba 1 pellet demorado 2 segundos y los otros 4 pellets demorados 28 segundos. Los resultados indicaron que las SHR tuvieron una preferencia por el reforzador pequeño y con una demora corta, en cambio, las Wistar prefirieron la alternativa grande y con una demora mayor, lo cual puede entenderse como que las SHR mostraron una mayor conducta impulsiva. En el experimento 2 la magnitud se mantuvo constante en ambas alternativas, la diferencia radicó en las demoras, las cuales se manipularon en 5 condiciones diferentes: 2-28, 6-24, 15-15, 24-6, y 28-2 segundos, esto para las alternativas de los lados izquierda y derecha, respectivamente. Los datos arrojados indicaron una mayor preferencia por la alternativa demorada para las SHR. En el tercer y último experimento, se evaluó la sensibilidad a la magnitud, las demoras permanecieron constantes y la cantidad de pellets entregados fueron los únicos que variaron en 5 condiciones diferentes: 5-1, 4-2, 3-3, 2-4, 1-

5 pellets, en ambos lados. En este caso, no se encontró una diferencia significativa, concluyendo que las dos cepas tenían la misma sensibilidad hacia las magnitudes.

Conforme con Orduña & Mercado (2017), las ratas SHR han resultado significativamente más impulsivas que las Wistar, lo que parece deberse a una mayor sensibilidad a la demora, más que a la sensibilidad a la magnitud.

Cabe destacar que no siempre se han encontrado diferencias entre las SHR y otras cepas de ratas. Garcia & Kirkpatrick (2013), compararon cuatro cepas diferentes, entre las Lewis vs Wistar y SHR vs WKY, en un procedimiento de descuento temporal. Se les presentó a los sujetos una alternativa pequeña-inmediata, la cual estaba asociada con la entrega de 1 pellet con 10 segundos de demora, mientras que otra alternativa grande-demorada entregaba 2 pellets con una demora de 30 segundos. En una condición se manipuló la demora en dos fases, en una de ellas la alternativa grande-demorada permaneció constante, dando 2 pellets demorados 30 segundos, mientras que la alternativa pequeña-inmediata daba 1 pellet con 15 segundos de demora en una fase y en la segunda con 20 segundos de demora. Los hallazgos arrojaron que las SHR no eran más impulsivas que las WKY.

En otra investigación llevada a cabo por Adriani et al. (2003), también se utilizaron nosepokes para la respuesta operante en una tarea de elección. Se utilizaron a las cepas SHR y WKY, a los cuales se les presentaba dos opciones, la alternativa H1 entregaba 1 pellet de manera inmediata, la otra alternativa llamada H5 entregaba 5 pellets con demoras que iban aumentando gradualmente sesión a sesión (0s, 10s, 20s, 30s, 45s, 60s, 80s, y 100s) con la finalidad de medir la sensibilidad a la demora. La preferencia por la opción grande-demorada (H5) se obtuvo al dividir las respuestas de H5 entre el total de entradas a las dos opciones ($H5/H5+H1$), mientras que la pendiente de impulsividad también fue calculada. No hubo

diferencias significativas en las pendientes de las SHR a comparación de las WKY. Sin embargo, un subgrupo de las SHR mostró una pendiente plana, mientras que otro subgrupo mostró una pendiente muy pronunciada, y al comparar a estos con las WKY se hallaron diferencias significativas.

Evaluación de Impulsividad de acción en SHR

En 2009 Orduña, Valencia-Torres, & Bouzas utilizando el procedimiento de Reforzamiento diferencial de tasas bajas (DRL) en las cepas SHR, Wistar y WKY encontraron diferencias en la adquisición de la tarea, la cual consistió en la inhibición de una respuesta por parte de los sujetos por un tiempo determinado como requisito para que el reforzador esté disponible. Las SHR presentaban una mayor cantidad de respuestas al inicio del entrenamiento, que fueron decrementando después de 70 sesiones. A pesar de que al final del entrenamiento no había diferencias entre cepas, las SHR tuvieron una media de tiempos entre respuesta menor, mostrando más respuestas y por consecuencia menos reforzadores, lo cual es un claro ejemplo de acción impulsiva.

También se han utilizado procedimientos como el Five-choice serial-reaction time task (5CSRTT), el cual consta en un panel colocado en una de las paredes de la caja de condicionamiento con 5 nosepoke, cada nosepoke está a la misma distancia de comedero y cuentan con un estímulo luminiscente, los animales logran conseguir una recompensa al responder en el orificio donde se haya asignado el estímulo. La atención es un factor clave en este experimento, debido que al tener 5 estímulos diferentes el sujeto debe enfocarse. La tarea también sirve para la evaluación de la impulsividad, ya que el sujeto puede llegar a responder de forma prematura, lo cual involucra que responda a cualquiera de los nosepoke antes de que se presente algún estímulo que indique el nosepoke correcto, el lograr suspender

cualquier respuesta de entrada al nosepoke es un sinónimo de autocontrol. El experimento realizado con 3 grupos, compuesto por las cepas SHR, Wistar y WKY arrojaron que las SHR no fueron significativamente diferentes en cuanto a la atención, precisión de la respuesta, respuestas anticipatorias se refiere, lo que sugiere cuestionarse la presencia de déficit de atención en las SHR, que se ha llegado a sugerir como modelo animal de TDAH (van den Bergh et al., 2006).

En otro experimento, que usaba de igual manera el procedimiento DRL, llevado a cabo por Sanabria & Killeen (2008) se encontró una tendencia mayor a la conducta impulsiva en las SHR a diferencia de las WKY y las Long-Evans. En el experimento el programa DRL empezó en 5 segundos, posteriormente fue aumentando a 10 segundos, hasta que finalmente llegó a los 60 segundos; si los sujetos permitían que pasara un intervalo menor, su respuesta no recibía reforzamiento.

La diferencia en la literatura podría deberse al uso de diferentes procedimientos que pueden no ser igualmente sensibles para detectar diferencias entre las cepas, o podría indicar que el comportamiento de elección impulsiva no es un fenotipo robusto de la cepa SHR. Algunos autores (Adriani et al., 2003) han llegado a sugerir que la cepa SHR se puede dividir en dos subpoblaciones, una impulsiva y otra normal; aunque cabe mencionar que esta división no ha sido estudiada ampliamente.

Método

Sujetos:

Se utilizaron siete ratas de la cepa SHR y siete Wistar. Todas ellas eran machos y experimentalmente ingenuas. Fueron obtenidas del Instituto de Fisiología Celular de la UNAM, con 4 meses de edad al momento de comenzar el experimento. Los sujetos fueron mantenidos en un ciclo de luz/oscuridad de 12-12 horas a una temperatura constante de $21^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$, mientras que las sesiones experimentales fueron conducidas en la fase de luz. Se redujo el peso de las ratas al 85% conforme al peso calculado en alimentación libre y agua ad libitum limitando su ingesta de comida a 40 minutos diarios. Se siguió la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999, especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio. Se alojaron de forma grupal en cajas de 4 animales en el bioterio de la Facultad de Psicología.

Aparatos:

Se utilizaron cuatro cajas de condicionamiento operante (MED Associates, Inc., Model ENV008-VP) de 32cm (largo) x 25.5cm (ancho) x 33.5cm (alto). Cada caja contó con dos paneles idénticos colocados como frontal y trasero. Cada panel contó con dos palancas retráctiles (MED Associates, Inc., Model ENV-112CM) colocadas a ambos lados del comedero que se ubicaba en medio (MED Associates, Inc., Model ENV-200R2M), alimentado por un dispensador de pellets (MED Associates, Inc., Model ENV-203M) el cual entregó pellets estándar de 45mg (Bio-Serv, Producto F0165). Cada comedero tenía un sensor infrarrojo que detectaba las respuestas de entrada, y encima de cada comedero había un nosepoke (MED Associates, Inc., Model ENV-114BM) de 2.5 cm de diámetro con sensor infrarrojo y luz. El suelo en forma de rejilla contaba con diecinueve barrotes de acero inoxidable, cada uno con de 0.48 cm de diámetro. La cámara de condicionamiento operante estaba contenida en una caja sonoamortiguada con un ventilador que producía ruido blanco y mantenía un flujo de aire constante. El registro de datos y la presentación de los estímulos fueron controlados por una computadora personal en una habitación contigua, utilizando la interfaz de MED-PC (Med Associates, St. Albans, VT.).

Procedimiento

Habitación:

Los sujetos fueron colocados en las cajas operantes con la luz general encendida durante 20 minutos. Durante este periodo tuvieron acceso a 30 pellets que fueron distribuidos equitativamente entre el receptáculo frontal y el trasero. Una vez que los sujetos consumieron todos los pellets en ambos comederos se dio por concluida la fase.

Entrenamiento a Comedero:

Los sujetos fueron expuestos a un programa de tiempo fijo (TF) 60 segundos en ambos receptáculos, de tal forma que se pudiera asociar el sonido de la caída del pellet con la entrega de un reforzador. La fase fue concluida cuando los sujetos consumieron 30 pellets en total (15 obtenidos en el panel trasero y 15 en el panel frontal). No hubo ninguna luz presente.

Entrenamiento a Nosepoke:

Las ratas fueron entrenadas a responder en el orificio del Nosepoke a través de un programa de razón fija (RF) 1 que estuvo activo en cada uno de los paneles de manera sucesiva y aleatoria. Al iniciar cada ensayo se iluminó la luz del orificio del nosepoke correspondiente para señalar en cuál panel estaba vigente el programa de reforzamiento. Con la primera respuesta en el nosepoke la luz del orificio se apagó y se entregó un pellet como reforzador. Las sesiones consistieron en 50 ensayos, 25 ensayos para el nosepoke del panel frontal y 25 ensayos para el nosepoke del panel trasero. Entre cada ensayo hubo un intervalo entre ensayos (IEE) de 10 segundos, durante los cuales la luz del orificio nosepoke se mantuvo apagada. La fase se dio por concluida después de 5 sesiones, una vez que las

latencias de cada sujeto fueron menores a 3 segundos y la diferencia entre las latencias de cada panel fueron menores a 1.5 segundos.

Procedimiento de Elección subóptima:

Los sujetos fueron expuestos a un programa concurrente encadenado donde tuvieron que elegir entre una opción discriminativa, y una no discriminativa. El Nosepoke del panel frontal se asoció a la alternativa discriminativa, y el panel trasero a la no discriminativa. Los sujetos fueron expuestos a 40 sesiones experimentales. Cada sesión tuvo 60 ensayos que se dividieron en 20 ensayos forzados para la alternativa discriminativa, 20 ensayos forzados para la alternativa no discriminativa y 20 ensayos de elección, que se presentaron en un orden aleatorio.

En los ensayos forzados se iluminó únicamente un nosepoke, aleatorizándose las dos opciones (nosepoke trasero y frontal), con el objetivo de que los sujetos logaran familiarizarse con las contingencias de reforzamiento para ambas alternativas. En los ensayos libres las luces de los nosepoke estuvieron prendidas hasta que el sujeto respondió en alguna de ellas, el elegir la alternativa discriminativa resultó en un programa de reforzamiento TF 10 segundos en el panel correspondiente, en el cual podrán presentarse una palanca izquierda (estímulo A) o derecha (estímulo B), ambas con probabilidad de .5, una vez que se concluyó el periodo de 10 segundos en la palanca izquierda, siempre se entregó un pellet como reforzador, en cambio, al concluir el tiempo en presencia de la palanca derecha nunca se entregó un reforzador. Así, la probabilidad de reforzamiento en esta alternativa fue de .5.

Si la alternativa no discriminativa fue elegida, el resultado del TF 10s terminó en la presentación de una palanca izquierda (estimulo C) con probabilidad de .5 o la palanca derecha (estimulo D) con una probabilidad de .5. Cualquiera que fuera la palanca presentada, la probabilidad de reforzamiento fue de .75. Entre cada ensayo hubo un intervalo de 10 s en el que ningún estímulo se presentó.

Elección subóptima: Reversión:

Para descartar cualquier posible sesgo de preferencia hacia una posición en concreto se llevó a cabo una condición de reversión; una vez alcanzada la estabilidad en la fase anterior, se invirtió la posición de los paneles correspondientes, de tal forma que el panel trasero se convirtió en la alternativa discriminativa y el frontal, en la no discriminativa.

Además, en esta fase la función de las palancas de la alternativa discriminativa como estímulos discriminativo y delta fue invertido, al igual que sus probabilidades de presentación.

Resultados

Se calculó la proporción de elección a la alternativa discriminativa para cada uno de los sujetos, la cual se tomó como índice de elección subóptima. Se obtuvo dividiendo el número de ensayos en los que el sujeto eligió la opción discriminativa sobre el número total de elecciones durante la sesión.

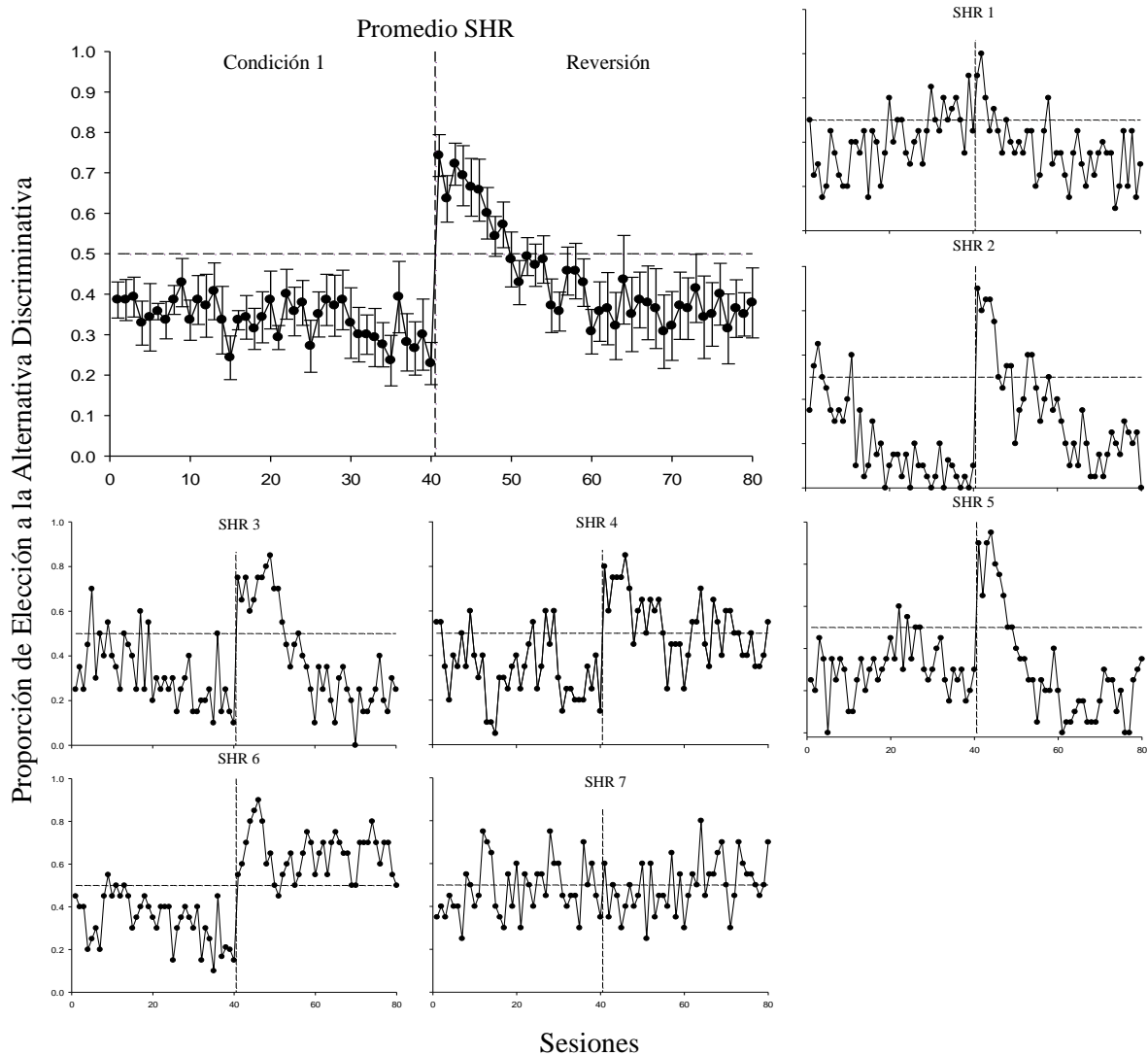


Fig. 6 Proporción individual y media grupal de elección a la alternativa discriminativa de la cepa SHR.

La línea punteada horizontal representa la indiferencia entre ambas opciones. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal, las barras verticales representan el error estándar de la media.

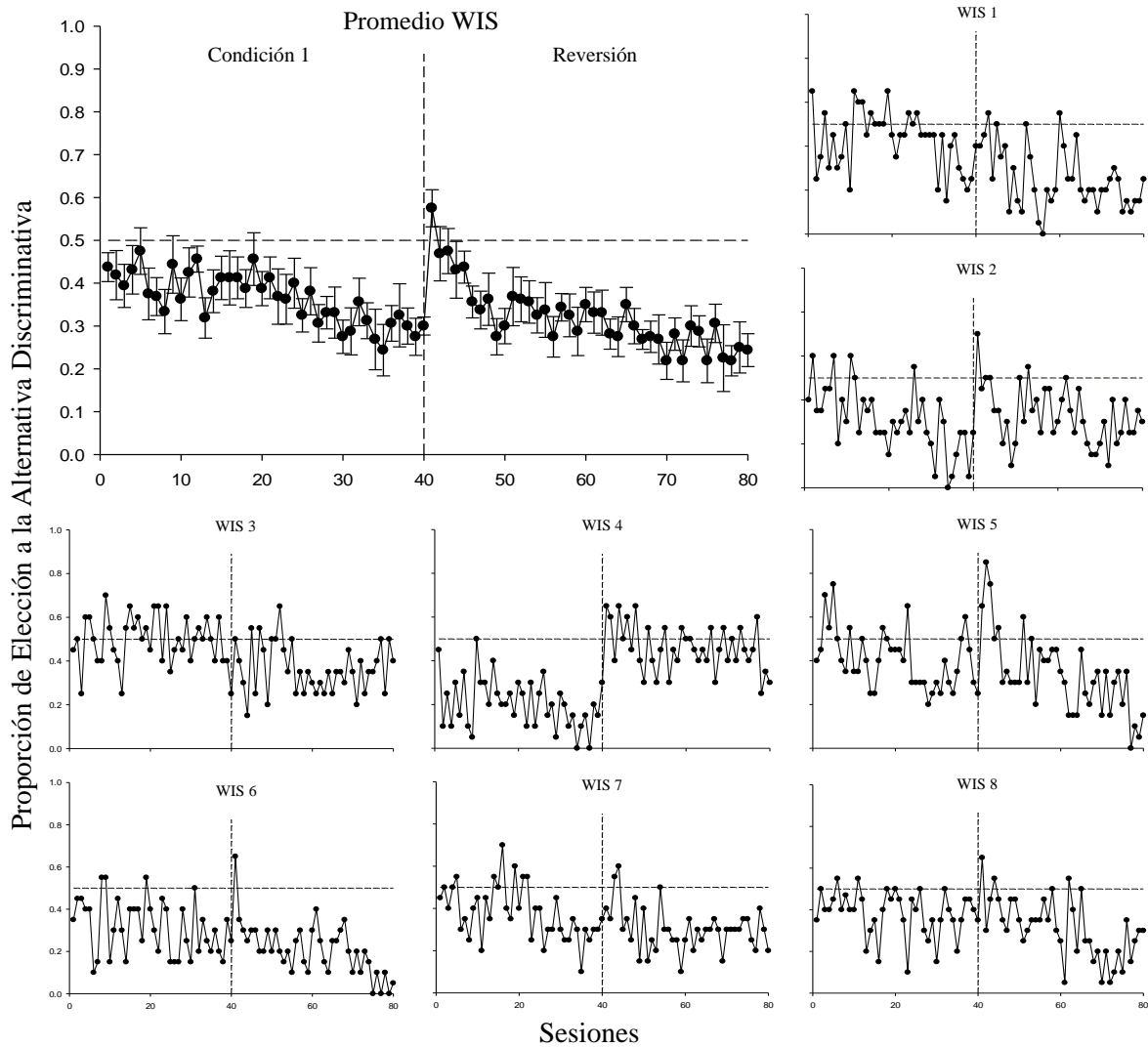


Fig.7 Proporción individual y media grupal de elección a la alternativa discriminativa de la cepa Wistar.

La Fig. 6 muestra la proporción de elección a la alternativa discriminativa en los ensayos de elección de la cepa SHR. Al inicio de la condición el valor de la proporción estuvo alrededor de .5, lo que quiere decir que los sujetos no mostraron preferencia por alguna de las alternativas. A pesar de ello, conforme las sesiones fueron avanzando tal valor decrementó de forma que, en las últimas cinco sesiones de la primera condición, los sujetos mostraron una clara preferencia por la alternativa óptima; este patrón también se encuentra en la ejecución de la cepa Wistar (Fig.7).

Para descartar que la preferencia demostrada por los sujetos en la primera condición fuera producto del azar, se empleó una prueba t de una muestra en la que se comparó el promedio de la proporción de elección de las últimas cinco sesiones contra la indiferencia (.5). Se halló para las SHR que el promedio de la proporción de elección fue estadísticamente diferente de la indiferencia ($t(6) = -3.173$, $p < .019$), al igual que para las Wistar ($t(7) = -5.578$, $p < .001$).

En la primera sesión de la reversión, todos los sujetos mostraron una proporción de elección por la opción discriminativa mayor a .5. Sin embargo, en las sesiones posteriores, se encontró que la mayoría de los sujetos recuperaron su preferencia por la alternativa óptima, la cual en promedio no fue significativamente diferente de la indiferencia en las SHR ($t(6) = -2.176$, $p < .072$), mientras que las Wistar sí tuvieron diferencias significativas ($t(7) = -5.61$, $p < .001$).

Posteriormente, para comprobar si había diferencias entre cepas, se realizó un ANOVA mixto utilizando las últimas cinco sesiones de cada condición, esta vez tomando la variable cepa como categórica. No se hallaron diferencias estadísticamente significativas ($F(1, 13) = .841$, $p = .37$).

Se registró en ambas condiciones el número de respuestas en palanca y el número de entradas a comedero emitidas durante el TF10 s de los ensayos forzados, con el propósito de evaluar si los sujetos fueron sensibles a las consecuencias programadas para los estímulos de la alternativa discriminativa y no discriminativa.

Las figs. 8 y 10 muestran que al inicio de la primera condición el promedio de respuestas de todos los sujetos fue similar ante los dos estímulos asociados a la alternativa discriminativa. Sin embargo, conforme las sesiones avanzaron, en promedio los sujetos respondieron más en presencia del estímulo predictor de reforzamiento que ante el estímulo predictor de la ausencia de reforzamiento. En las sesiones primeras de la condición de

reversión, la tendencia general manifestada por los sujetos en cuanto a las respuestas en palanca de la alternativa discriminativa se volteó. No obstante, con el paso de las sesiones reiteradamente mostraron un mayor número de respuestas ante el estímulo predictor de reforzamiento que ante el estímulo predictor de no reforzamiento.

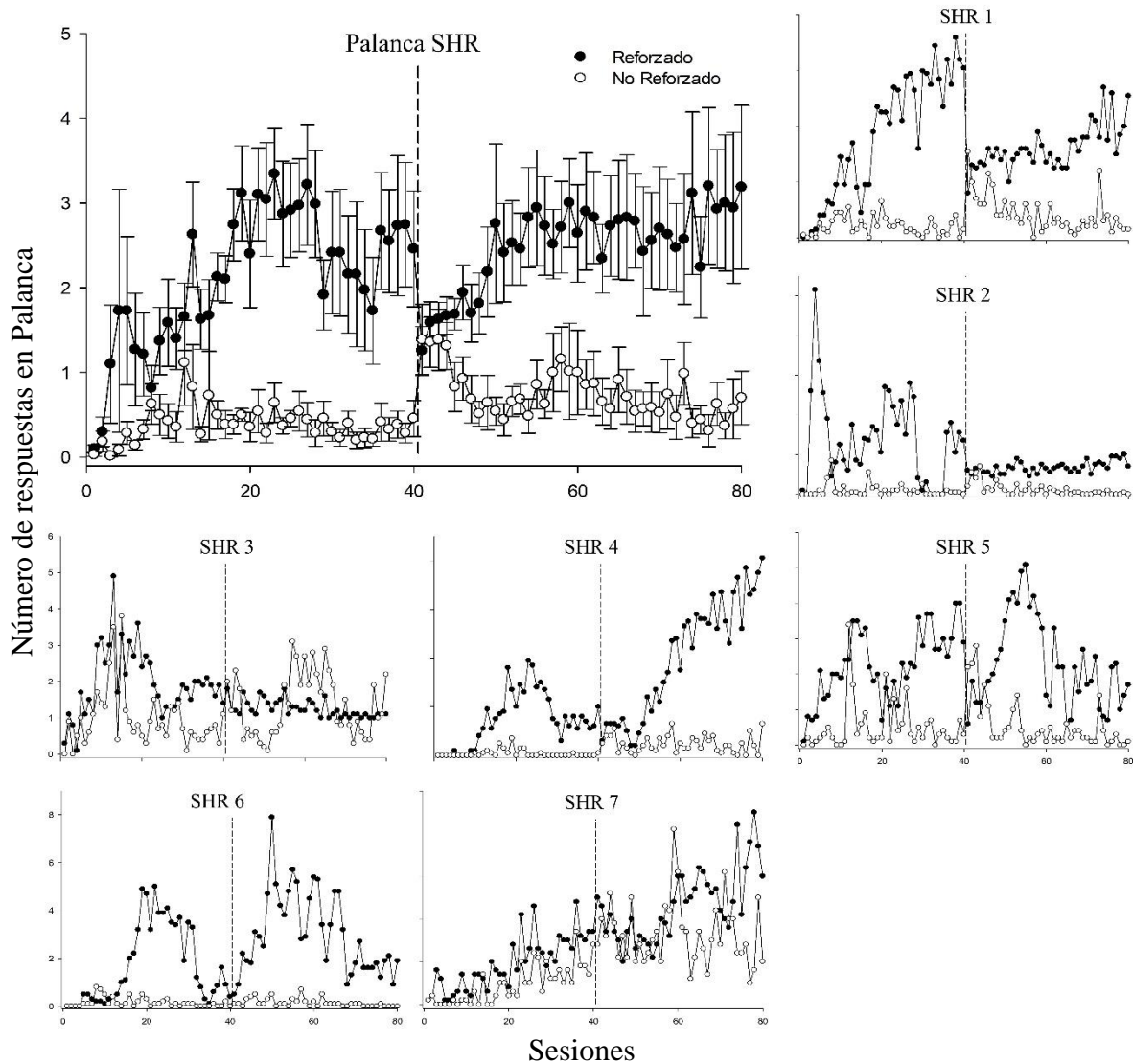


Fig. 8 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en palanca en los ensayos forzados de la opción discriminativa, ante el estímulo predictor de la entrega de comida y el inhibidor condicionado. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal las barras verticales representan el error estándar de la media.

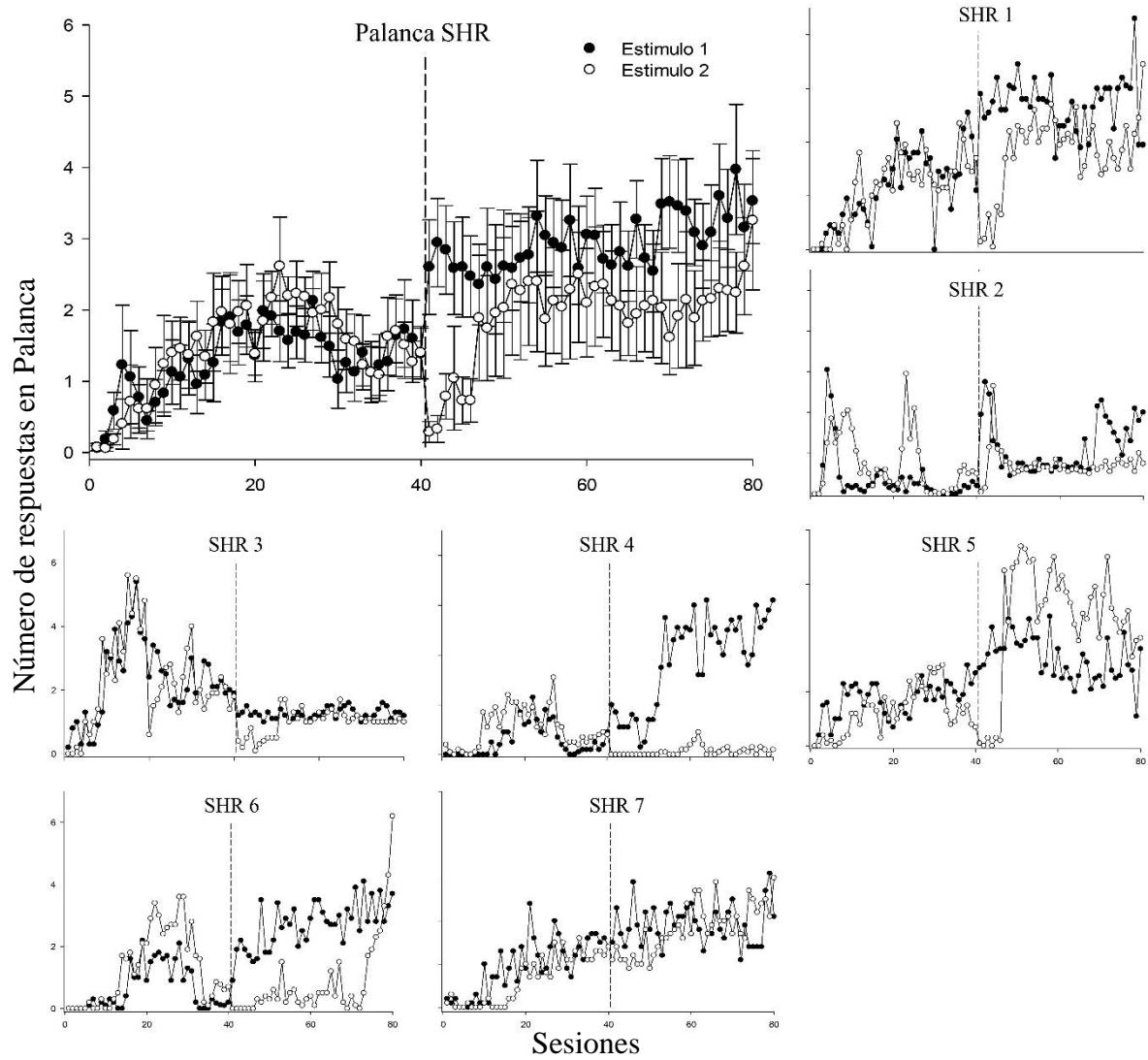


Fig. 9 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en palanca en los ensayos forzados de la opción no discriminativa, ante los estímulos asociados a esa alternativa. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal las barras verticales representan el error estándar de la media.

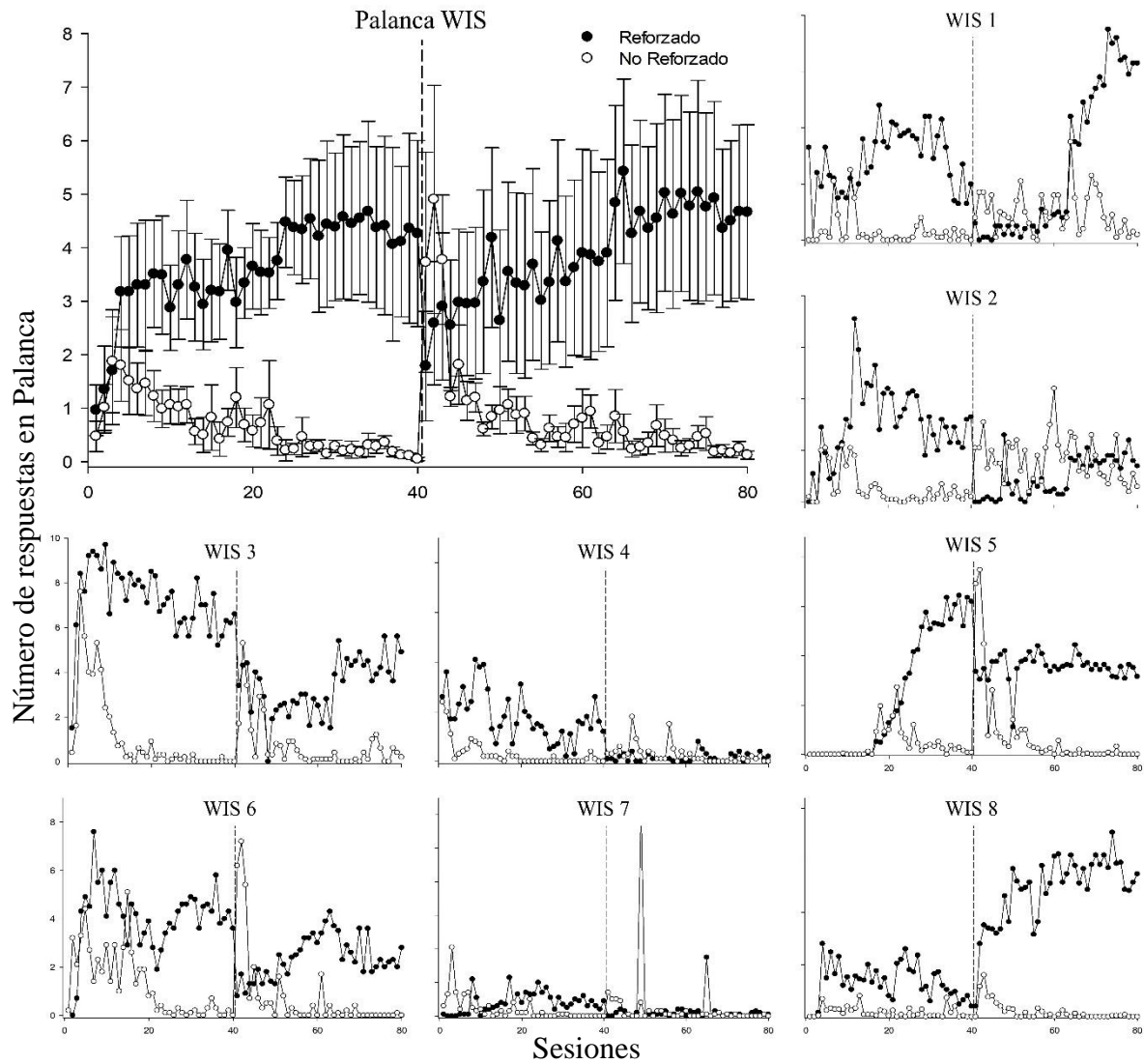


Fig. 10 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en palanca en los ensayos forzados de la opción discriminativa para la cepa Wistar

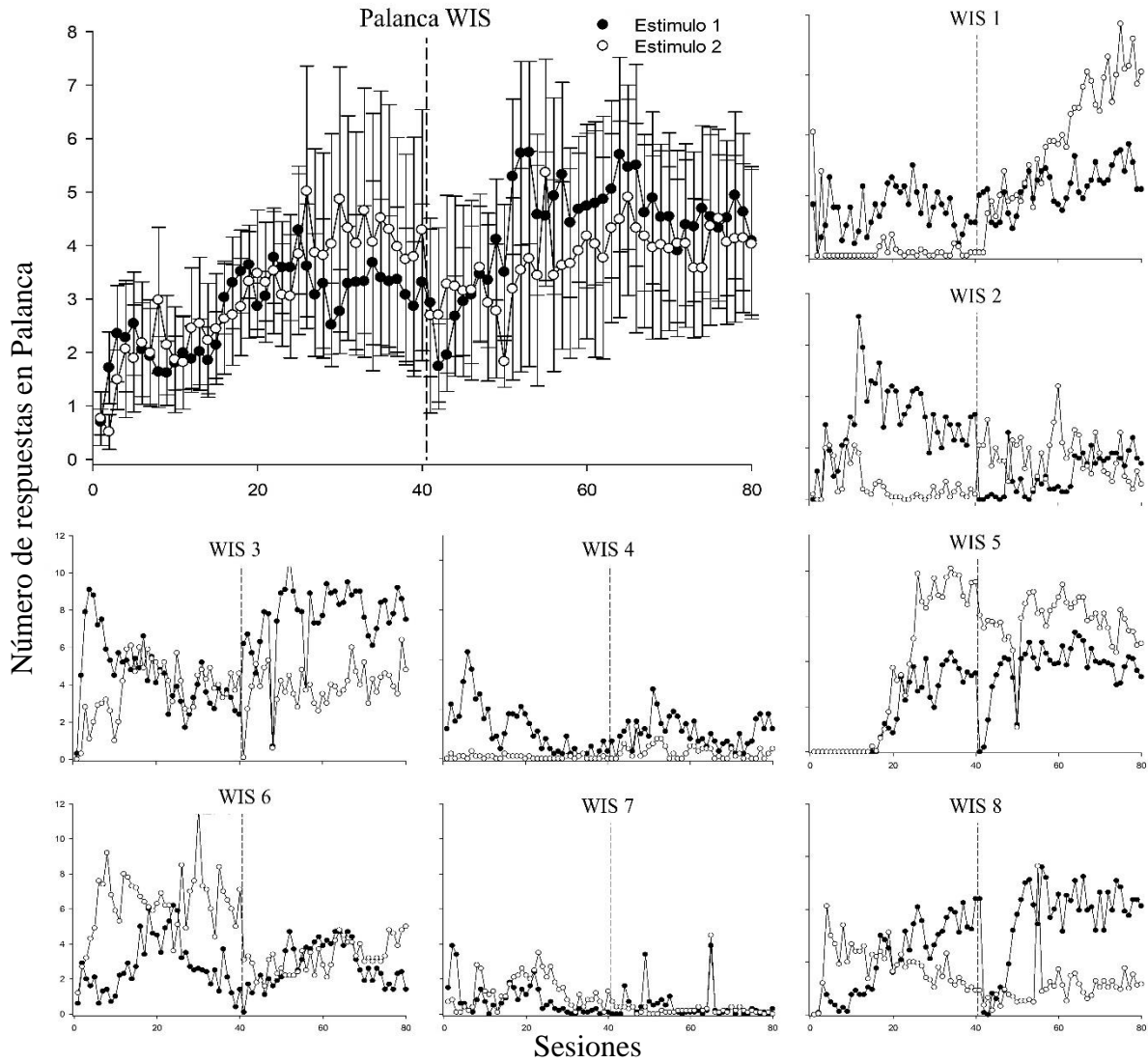


Fig. 11 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en palanca en los ensayos forzados de la opción no discriminativa para la cepa Wistar.

Con un ANOVA 2 (condición) x 2 (estímulos) de medidas repetidas utilizando el promedio de las últimas cinco sesiones, y la variable cepa como categórica se confirmó que no hubo diferencias estadísticamente significativas entre cepas $F(1, 13) = .518, p = .48$, hubo diferencias significativas en el número de respuestas en palanca ante el estímulo predictor de reforzador y ante el estímulo predictor de ausencia de reforzador $F(1, 13) = 20.265, p = .001$. El efecto por condición $F(1, 13) = .049, p = .83$ y su interacción con los estímulos no fue significativo $F(1, 13) = .007, p = .93$.

El mismo análisis se llevó a cabo para contrastar el número de respuestas en palanca ante los estímulos presentados en la alternativa no discriminativa y, como se puede apreciar en las figuras 9 y 11, se encontró que en promedio los sujetos no respondieron diferencialmente ante los estímulos asociados con dicha opción ni en la primera condición ni en la reversión $F(1, 13) = .026, p = .87$. El efecto por condición fue significativo $F(1, 13) = 2.658, p = .13$ sugiriendo que su tasa de respuestas fue incrementando conforme su tiempo en la tarea, y su interacción con los estímulos que tampoco provocaron diferencias significativas $F(1, 13) = 1.937, p = .19$. No hubo diferencia entre cepas ($F(1, 13) = 1.190, p = .29$).

En la figura 12 y 14 se presenta el número de entradas a comedero en presencia de los estímulos presentados en la alternativa discriminativa durante los ensayos forzados. Al inicio de las sesiones los sujetos respondían de igual manera en presencia de los dos estímulos asociados a dicha opción, pero al paso de las sesiones de la primera condición, en promedio se observó una diferencia en el número de entradas a comedero ante los estímulos predictores de reforzamiento y no reforzamiento en ambas condiciones $F(1, 13) = 15.928, p = .001$. No hubo efecto significativo de condición $F(1, 13) = 2.658, p = .13$, y su interacción con los

estímulos tampoco lo fue $F(1, 13) = .714, p = .413$. No se encontraron diferencias significativas entre cepa $F(1, 13) = 2.71, p = .12$.

Por otro lado, tampoco se encontraron diferencias en el promedio del número de respuestas ante los estímulos asociados a la alternativa no discriminativa $F(1, 13) = .004, p = .95$, lo cual puede ser apreciado en la figura 13 y 15. Tampoco se encontró un efecto significativo por condición $F(1, 13) = 1.585, p = .23$ y por su interacción con los estímulos $F(1, 13) = 3.200, p = .09$.

En esta ocasión se encontró un efecto entre cepas, ($F(1, 13) = 5.282, p = .04$), dado que las SHR tenían una tasa de respuestas mayor en comedero para la opción no discriminativa en comparación a la cepa Wistar.

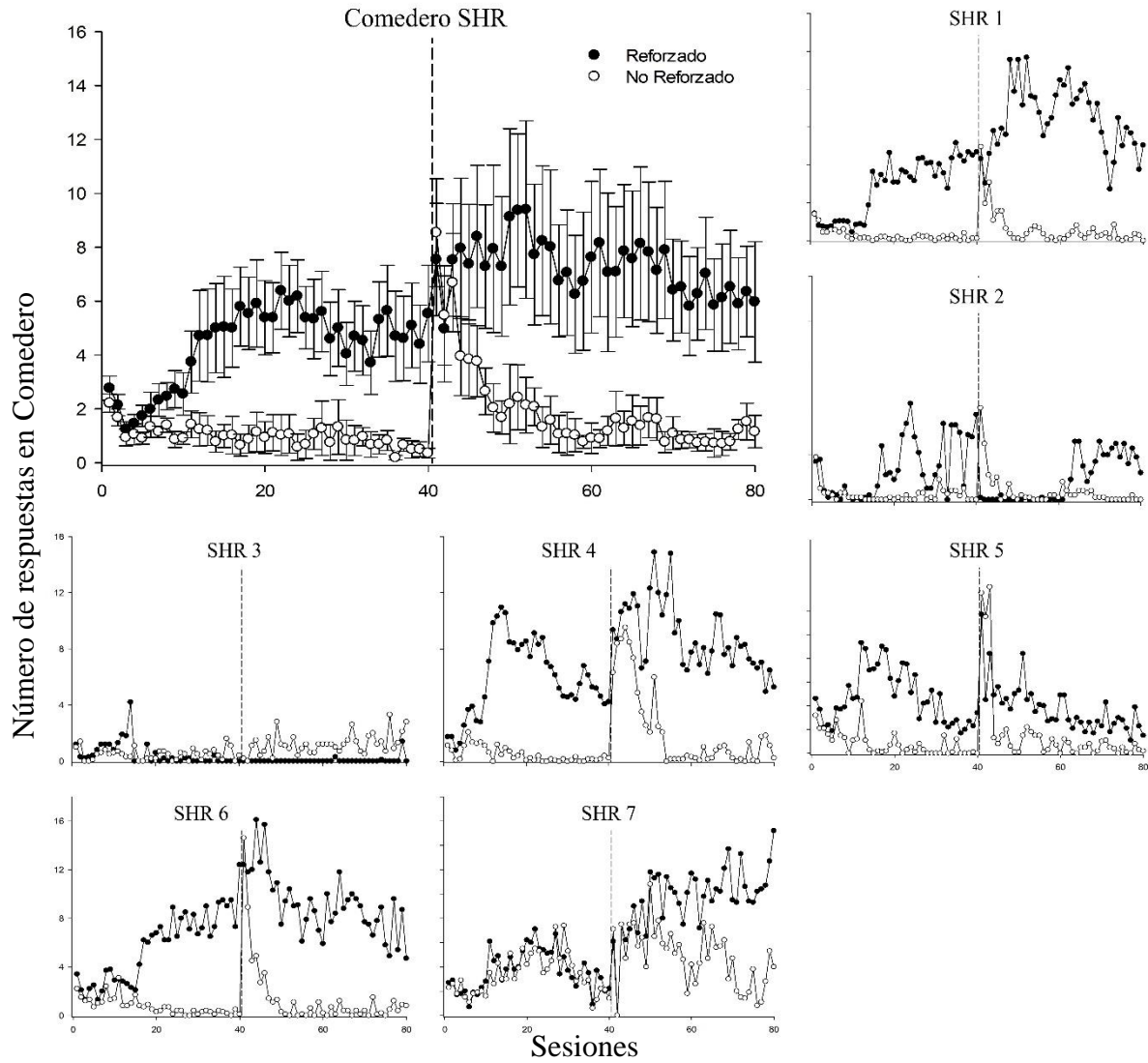


Fig.12 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en comedero en los ensayos forzados de la opción discriminativa, ante el estímulo predictor de la entrega de comida y el inhibidor condicionado. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal las barras verticales representan el error estándar de la media.

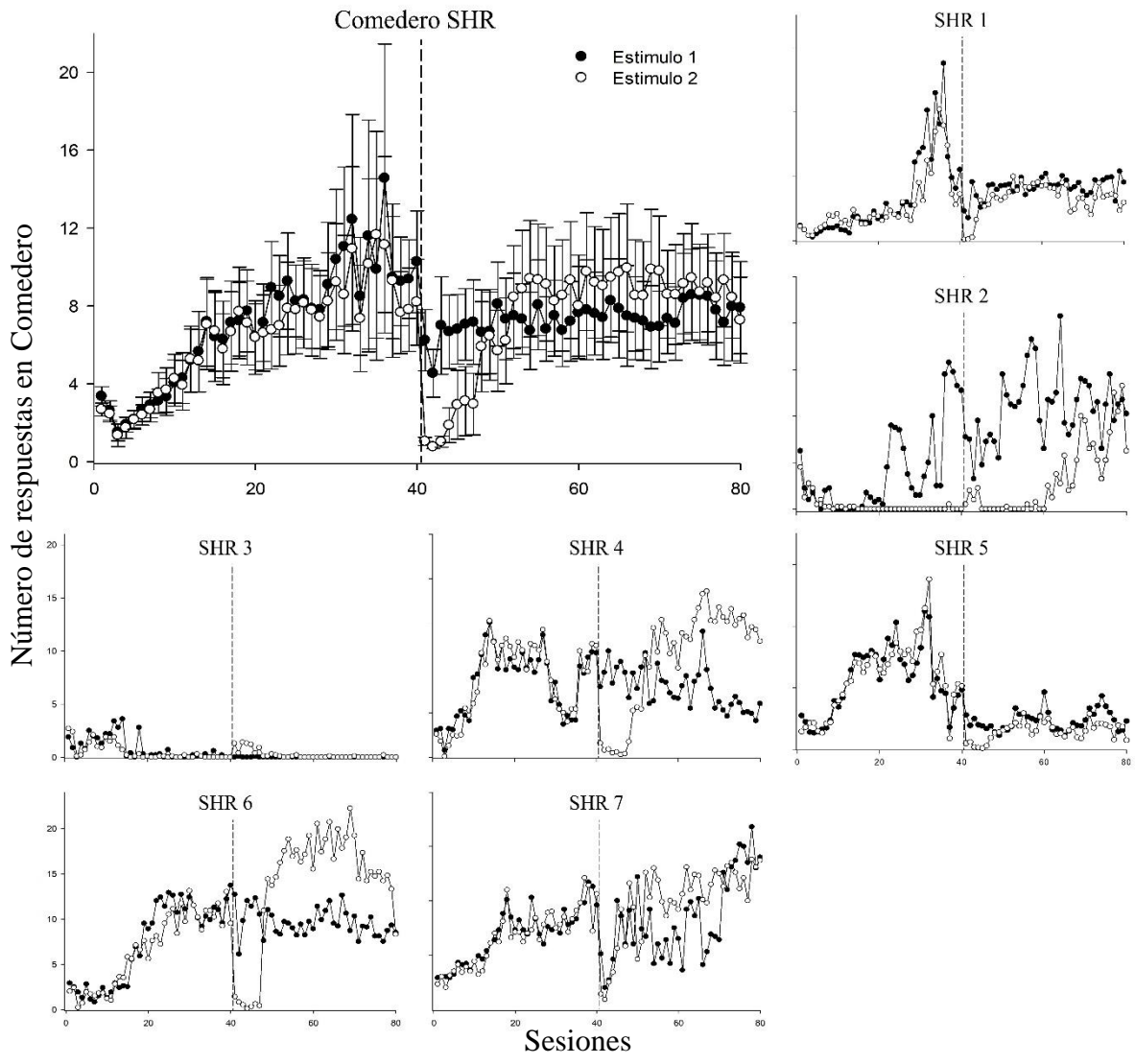


Fig.13 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en comedero en los ensayos forzados de la opción no discriminativa, ante los estímulos asociados a esa alternativa. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal las barras verticales representan el error estándar de la media.

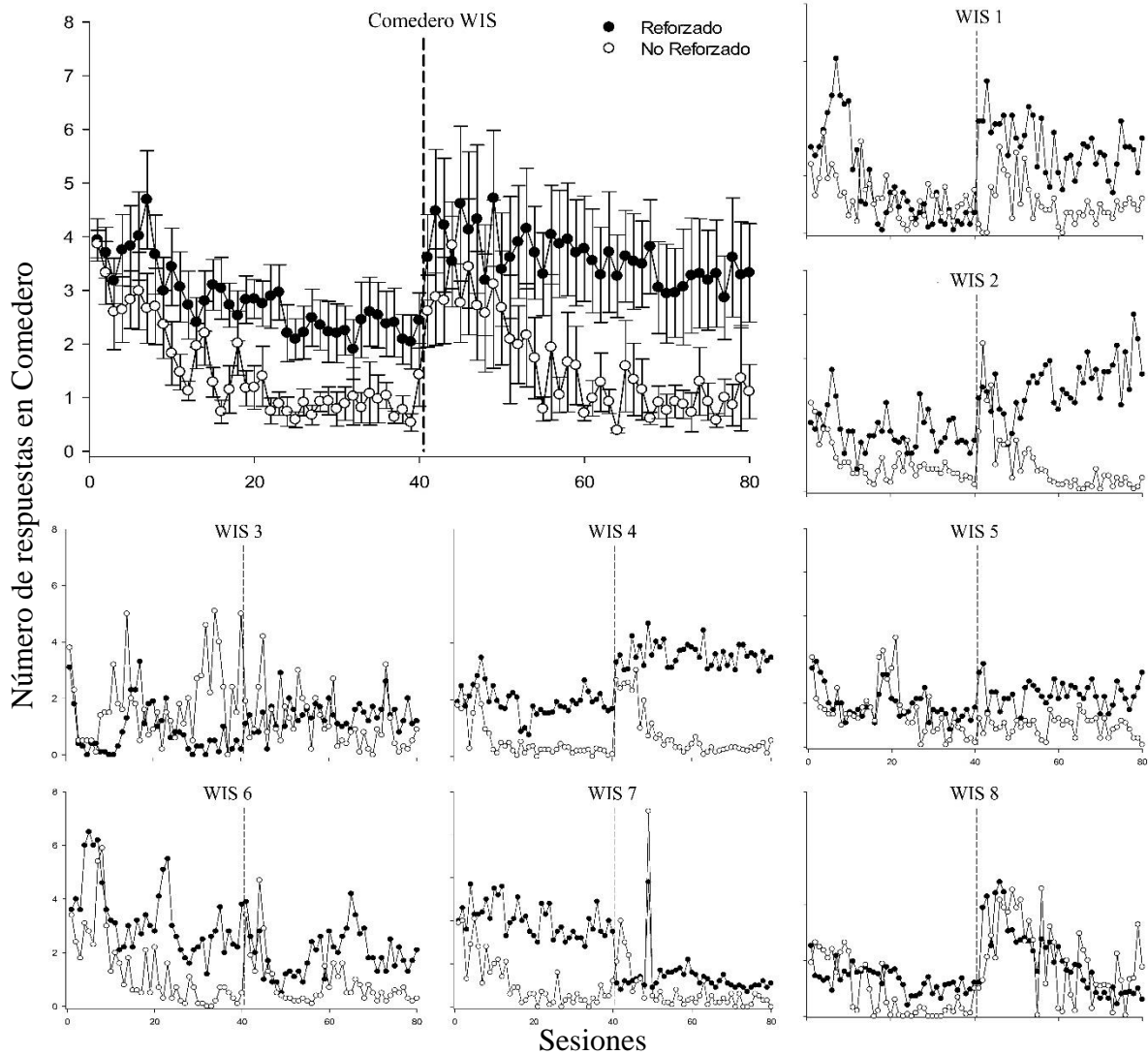


Fig.14 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en comedero en los ensayos forzados de la opción discriminativa para la cepa Wistar.

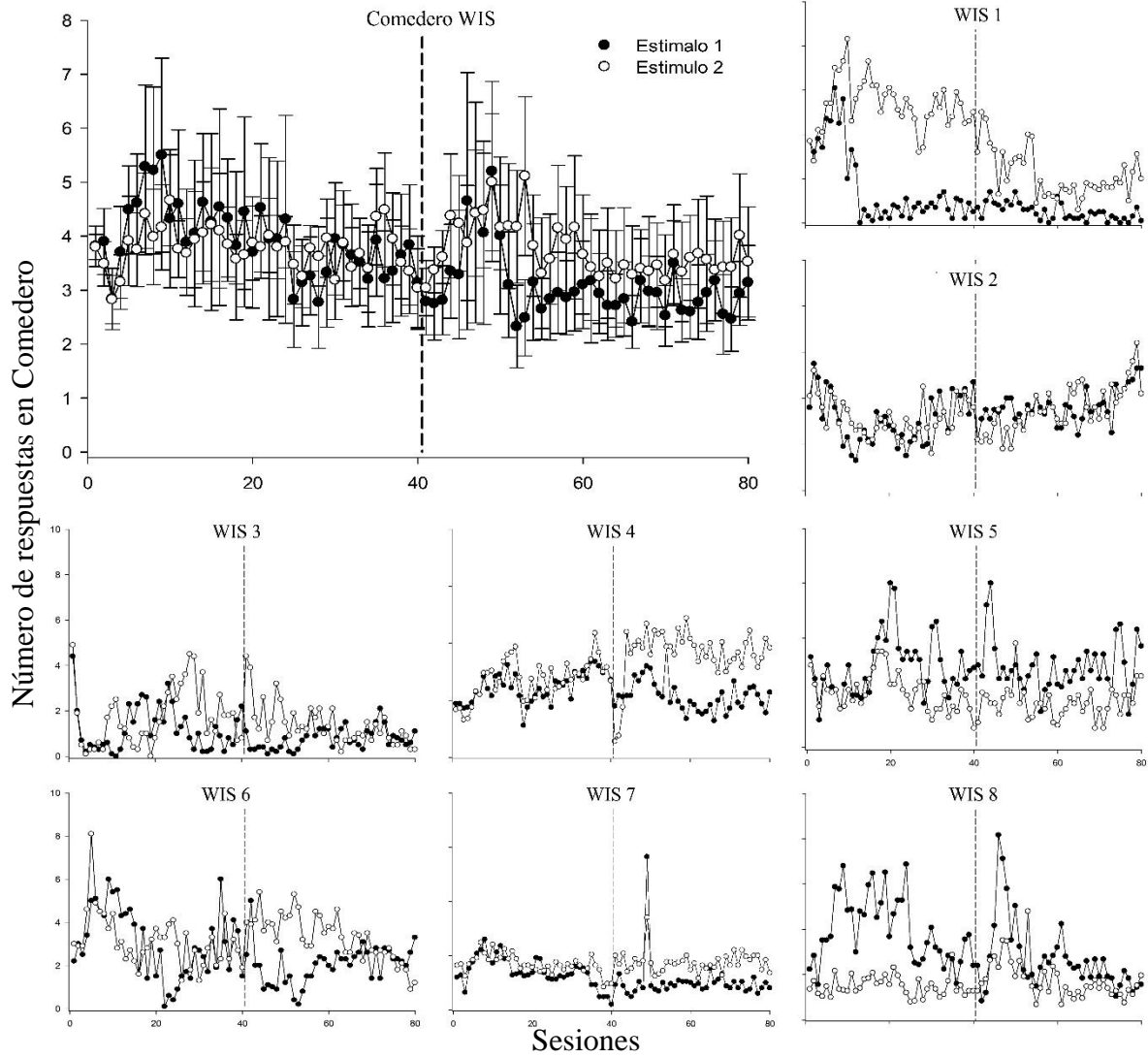


Fig.15 Media grupal y datos individuales del número de respuestas en comedero en los ensayos forzados de la opción no discriminativa para la cepa Wistar.

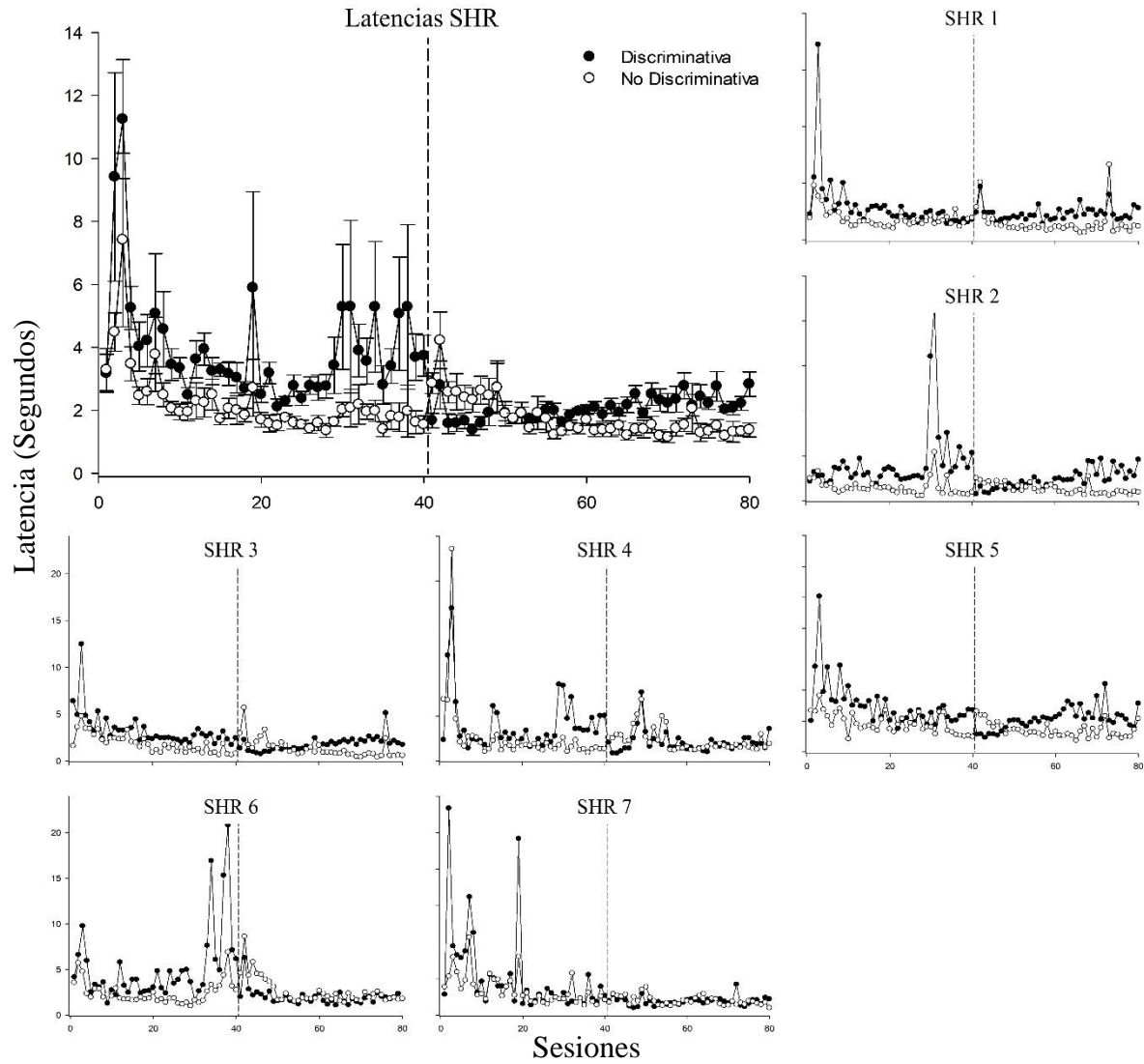


Fig.16 Media grupal y datos individuales de las latencias de elección para la alternativa discriminativa y no discriminativa. La línea punteada vertical representa el inicio de la condición de reversión. En la gráfica grupal las barras verticales representan el error estándar de la media.

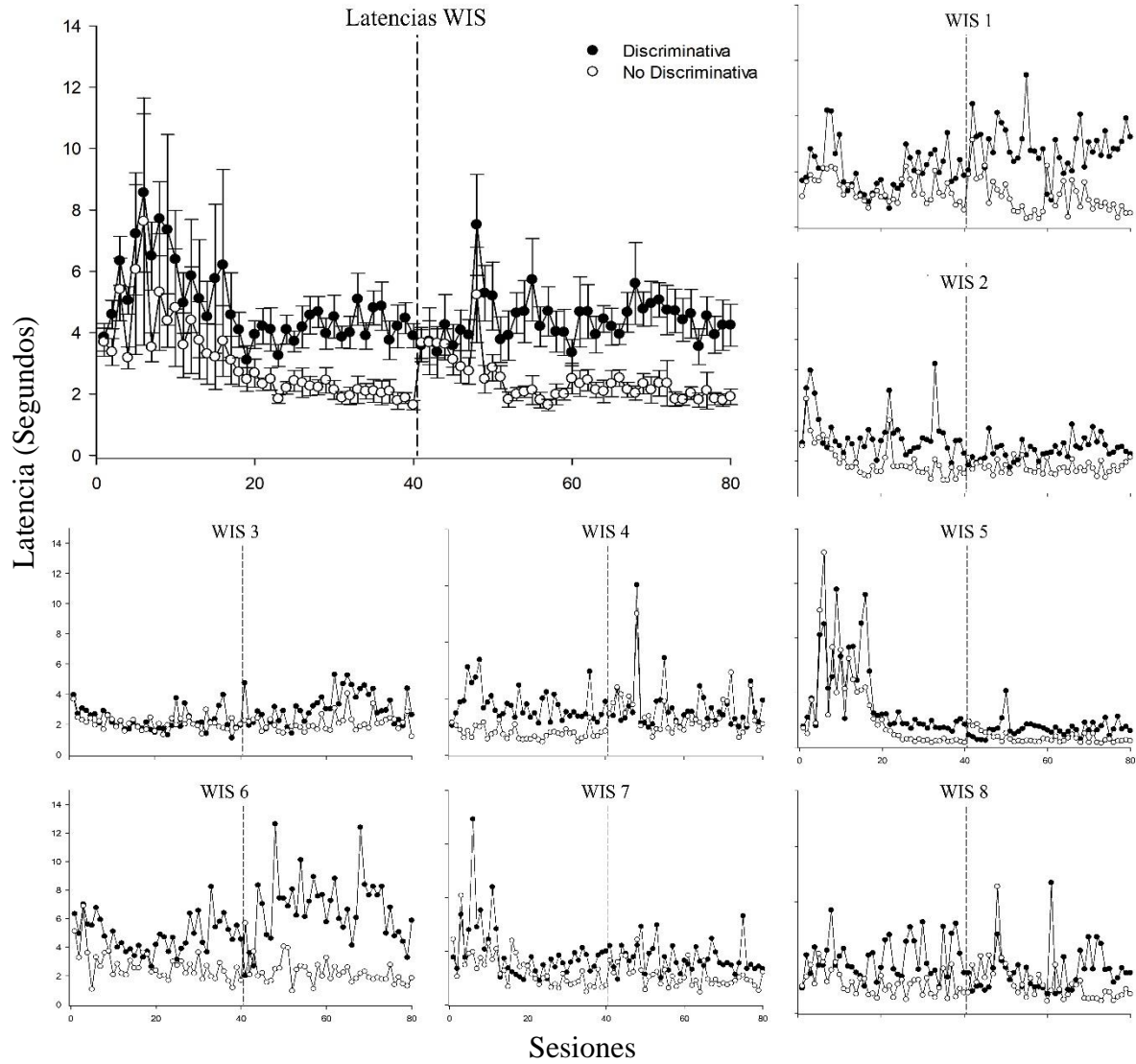


Fig.17 Media grupal y datos individuales de las latencias de elección para la alternativa discriminativa y no discriminativa para la cepa WIS.

Adicionalmente, la latencia es una variable que permite la identificación de la preferencia por la preferencia de una opción por parte de los sujetos en los ensayos forzados para ambas opciones. En la figura 16 y 17 se presenta la latencia de las respuestas a través de todas las sesiones. En promedio los sujetos mostraron una mayor latencia al responder en la alternativa discriminativa, afirmando así la preferencia demostrada en la alternativa óptima. Empleando las últimas cinco sesiones de la primera condición y de la reversión para llevar a cabo un ANOVA de 2 (alternativas) x 5 (sesiones) de medidas repetidas y usando la variable cepa como categórica, no se encontraron diferencias significativas en las latencias para la primera condición, pero si en la reversión, condición en la que las SHR tuvieron menores latencias. (Primera Condición: $F(1, 13) = .007, p=.93$); (Reversión: $F(1, 13) = 13.428, p=.003$), se observó diferencias estadísticamente significativas para las alternativas tanto en la primera condición $F(1, 13) = 28.719, p=.0001$ como en la reversión $F(1, 13) = 18.735, p=.001$. No se encontró un efecto significativo por las sesiones (Primera condición: $F(4, 52) = .430, p=.78$); Reversión: $F(4, 52) = .282, p=.89$) ni por su interacción con las alternativas (Primera condición: $F(4, 52) = .385, p=.82$); Reversión: $F(4, 52) = .917, p=.46$).

Discusión

El propósito del presente experimento fue evaluar la hipótesis de que el constructo conocido como impulsividad tiene alguna injerencia en la conducta de elección de ratas en la tarea de elección subóptima; debido a la evidencia obtenida por Laude et al., (2014) que reportó una correlación entre el desempeño de palomas en la tarea de descuento temporal con la elección subóptima, encontrando que los sujetos con pendientes más pronunciadas en la función de descuento temporal mostraron mayor suboptimalidad en la tarea de elección subóptima en comparación de los sujetos con pendientes más planas.

Se debe recordar que elección subóptima se ha considerado un análogo del juego patológico en humanos (Molet et al., 2012). Las contribuciones dadas por el estudio que dio pie al presente trabajo, y las posibles conclusiones del presente estudio y de los posteriores, podrían dar paso a la creación de intervenciones futuras en la clínica tomando trastornos como el TDAH u otros en los que la impulsividad sea una característica primaria que pueda potenciar la aparición del juego patológico.

El uso de ratas como sujetos experimentales en este estudio es de suma importancia para la literatura, debido a que la información recabada sería de gran ayuda para descifrar cuáles son las variables que pueden jugar un rol importante en la toma de decisiones subyacente al desempeño de las diferentes especies que han sido empleadas en esta tarea.

Se utilizó el mismo procedimiento de Martínez et al. (2017) con palancas como estímulos discriminativos, para poder evaluar la hipótesis que señala que los estímulos discriminativos con alto valor incentivo juegan un papel importante en la ejecución de cada especie, en el caso de las palomas el uso de teclas y luces produce una mayor saliencia incentiva, mientras

que para las ratas un ejemplo de este tipo de estímulo sería las palancas (Chow et al., 2017). Los sujetos evaluados en el estudio de Chow et al. (2017) mostraron una preferencia por la alternativa subóptima, lo cual no fue replicado en el presente estudio y en otros en la literatura (Alba et al., 2018; Martínez et al., 2017).

A pesar de los antecedentes usando palomas (Laude, et al., 2014), el presente estudio no encontró diferencias en las proporciones de elección a la alternativa discriminativa de organismos con diferente grado de impulsividad, de tal forma que tanto Wistar como SHR podrían considerarse dentro de la “optimalidad”, al menos en la primera condición, siendo congruentes con lo encontrado por Martínez et al. (2017); Trujano et al. (2016); Trujano & Orduña (2015). Aunque cabe resaltar que, en la condición de la reversión, la readquisición promedio de la conducta subóptima en las SHR fue más lenta, tardándose aproximadamente 20 días en regresar a proporciones de elección cercanas a 0.3, en comparación a los 10 días que les tomó a las Wistar alcanzar dicho nivel. Este fenómeno podría deberse a la configuración de la caja experimental, que presentó dos paneles (uno frontal y otro trasero, asociados con la opción discriminativa y no discriminativa, respectivamente) en lugar de un solo panel como en la tarea original usada en palomas y ratas (Trujano & Orduña, 2015; Zentall, 2011). Este cambio genera que la memoria espacial juegue un papel importante para el reaprendizaje de la tarea por el cambio en las contingencia; en este contexto, la dificultad de las SHR para realizar la reversión es consistente con los resultados de Nakamura-Palacios et al. (1996) , quienes encontraron un déficit de aprendizaje espacial en las ratas SHR al evaluar su adquisición y ejecución en una tarea utilizando el laberinto radial de 8 brazos; los sujetos cometieron una cantidad mayor de errores que su grupo control (Wistar) durante la fase de adquisición.

También es importante mencionar que las SHR no fueron diferentes a la indiferencia después de la reversión, lo cual podría indicar un sesgo de posición, que es inmediatamente descartado al observar sus respuestas diferenciales en palanca y comedero conforme a su función predictora de reforzamiento. De la misma manera, se encontraron respuestas diferenciales en las Wistar y un análisis de varianza no halló diferencias entre cepas.

En cuanto a la opción no discriminativa se encontró un efecto de condición en las SHR, esta cepa produjo significativamente más respuestas en palanca conforme fueron avanzando las sesiones de la tarea. En esta ocasión si hubo un efecto entre cepas, debido a que las SHR obtuvieron una tasa de respuesta mayor en comedero para la opción no discriminativa cuando se comparó con la cepa Wistar, dato que se ve potenciado al observar las latencias de respuesta para las SHR, las cuales fueron significativamente más bajas que las obtenidas por la cepa Wistar, en especial para la opción discriminativa. Un fenómeno similar se ha reportado en la tarea de DRL (reforzamiento diferencial de tasas bajas) en la cual el sujeto debe inhibir sus respuestas por un periodo de tiempo concreto, después del cual la primera respuesta da lugar a la entrega del reforzador; lo que se ha encontrado es que las ratas SHR inhiben menos sus respuestas y como consecuencia ganan menos reforzadores que sus grupos controles, lo cual es un claro ejemplo de acción impulsiva (Orduña et al., 2009; Sanabria & Killeen, 2008).

Los resultados del presente estudio brindan una aportación valiosa a la literatura que evalúa a las SHR como un adecuado modelo animal de ADHD, pues no siempre se ha reportado que las SHR muestren una mayor impulsividad; por ejemplo, Bull et al. (2000) no encontraron diferencias en la ejecución de esta cepa al utilizar ratas Sprague–Dawley como grupo control, y las SHR adquirieron la tarea más rápidamente que las ratas Wistar-Kyoto.

La hipótesis principal del presente estudio no es sustentada por los datos obtenidos, ya que las cepas SHR y Wistar no fueron significativamente diferentes en sus proporciones de elección. Esta semejanza en proporción de elección ha sido reportada en otros estudios; tal es el caso del estudio de García & Kirkpatrick (2013), en el que no se encontraron diferencias en la ejecución de SHR vs Wistar-Kyoto al ser comparados en una tarea de elección intertemporal. Un caso similar fue reportado por Adriani et al. (2003) quienes al evaluar la sensibilidad a la demora no encontraron diferencias entre estas mismas cepas. Sin embargo, en este mismo estudio se encontró que un subgrupo de las SHR obtuvo una pendiente más plana (indicando menor impulsividad), y el otro subgrupo una más pronunciada, por lo que al comparar las Wistar-Kyoto con el primer subgrupo se hallaron diferencias significativas. De tal manera que podría sugerirse incrementar el número de sujetos para una posible replicación del presente estudio, ya que una explicación del por qué no se hallaron diferencias podría ser el reducido número de sujetos utilizados, al igual que una clasificación de estos dos subgrupos en una muestra mayor podría potenciar la búsqueda en encontrar efectos relacionados con la impulsividad en la elección subóptima; o bien, quizá la impulsividad no es una variable que afecte de manera crucial o definitiva el desempeño en esta tarea y/o el gambling.

El uso de tareas alternas que evalúen gambling con sujetos clasificados como impulsivos, puede ser útil en dos vías:

1. El permitir conocer diferentes variables que jueguen un rol importante en el desarrollo de esta conducta mal-adaptativa, que quizá una sola tarea no pueda enseñarnos. Así como el casino brinda diferentes modalidades de juegos en los que puede surgir la conducta de gambling, también se pueden generar diferentes tareas

que emulen esa diversidad. Tal es el caso de la tarea conocida como Rat Slot Machine Task, que como su nombre lo indica intenta emular el juego de máquinas tragamonedas, la tarea utiliza dos palancas y tres agujeros nosepoke, una respuesta en una de las palancas cuya función es exclusivamente iniciar o reiniciar la tarea da pie a que el primero de los tres nosepoke empiece (o no) a parpadear, si este nosepoke parpadea la rata puede responder en él, lo que desencadena que el siguiente nosepoke parpadee (o no) y lo mismo con el tercer nosepoke, si los tres parpadean la rata puede responder en la segunda palanca, también conocida como “palanca de recolección” la cual le entrega 10 pellets, si uno o ninguno de los nosepoke se prende, la rata es libre de apretar la palanca de reinicio en cualquier momento de la sesión experimental para empezar de nuevo; En línea con esta teoría, se ha demostrado que el “casi-ganar” aumenta la probabilidad de continuar jugando (Winstanley, Cocker, & Rogers, 2011).

2. Conocer diferentes componentes de la impulsividad, cuando las tareas habituales ya no pueden brindarnos información novedosa.

Si bien los resultados obtenidos en el presente estudio no lograron demostrar diferencias en elección impulsiva, es notoria la acción impulsiva encontrada en los sujetos SHR, recalcando las diferencias encontradas en las respuestas dadas a palanca en la opción no discriminativa, además de las menores latencias de respuesta observadas en la cepa SHR. Otra sugerencia para aumentar la validez de futuras investigaciones que repliquen este experimento o utilicen diferentes procedimientos con la misma hipótesis de que la impulsividad juega un papel en una gran o pequeña medida en la conducta de gambling, es evaluar a los sujetos en alguna tarea de descuento temporal para posteriormente poder clasificarlos en impulsivos y no impulsivos, recordando lo descrito por Adriani et al. (2003),

quienes sugieren que hay dos subgrupos en esta cepa, uno más impulsivo que el otro, ya que una de las debilidades del procedimiento descrito aquí fue el dar por sentado la impulsividad inherente que suele atribuirse en la literatura a la cepa SHR.

Actualmente en el grupo de investigación, se está llevando a cabo una serie de experimentos con el objetivo de aportar mayor conocimiento a la conducta de gambling. Utilizando el procedimiento de Rat gambling task, el cual tiene ciertas similitudes con Elección subóptima al someter al sujeto a una situación de elección donde se le presentan diferentes alternativas que varían en probabilidad de reforzamiento, al igual que en cantidad, se busca complementar la literatura al investigar como los animales eligen en función de optimizar sus ganancias conforme las contingencias asociadas a 4 diferentes fuentes de reforzamiento. De la misma manera, se están utilizando sujetos de la cepa SHR y Wistar para contrastar la impulsividad contra el grupo considerado control, sometiéndolos también a la tarea de DRL y descuento temporal, lo que permitirá clasificar sus niveles de impulsividad para una mayor validez.

El punto de estudiar diferentes tareas a la elección subóptima es evaluar diferentes características de la conducta de gambling, ya que posiblemente un solo procedimiento no será capaz de mostrarnos toda la riqueza detrás de este fenómeno.

Referencias

- Adriani, W., Caprioli, A., Granstrem, O., Carli, M., & Laviola, G. (2003). The spontaneously hypertensive-rat as an animal model of ADHD: Evidence for impulsive and non-impulsive subpopulations. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27(7), 639–651. <https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2003.08.007>
- Ainslie, G. (1975). Specious reward: A behavioral theory of impulsiveness and impulse control. *Psychological Bulletin*, 82(4), 463–496. <https://doi.org/10.1037/h0076860>
- Alba, R., Rodríguez, W., Martínez, M., & Orduña, V. (2018). Rats' preferences in the suboptimal choice procedure: Evaluating the impact of reinforcement probability and conditioned inhibitors. *Behavioural Processes*, 157, 574–582. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2018.04.013>
- American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (5th ed.). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Breen, R. B., & Zuckerman, M. (1999). “Chasing” in gambling behavior: Personality and cognitive determinants. *Personality and Individual Differences*, 27(6), 1097–1111. [https://doi.org/10.1016/S0191-8869\(99\)00052-5](https://doi.org/10.1016/S0191-8869(99)00052-5)
- Bull, E., Reavill, C., Hagan, J. J., Overend, P., & Jones, D. N. C. (2000). Evaluation of the spontaneously hypertensive rat as a model of attention deficit hyperactivity disorder: Acquisition and performance of the DRL-60s test. *Behavioural Brain Research*, 109(1), 27–35. [https://doi.org/10.1016/S0166-4328\(99\)00156-4](https://doi.org/10.1016/S0166-4328(99)00156-4)

- Cho, B. R., Kwak, M. J., Kim, W. Y., & Kim, J.-H. (2018). Impulsive Action and Impulsive Choice Are Differentially Expressed in Rats Depending on the Age at Exposure to a Gambling Task. *Frontiers in Psychiatry*, 9(OCT), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpsy.2018.00503>
- Chow, J. J., Smith, A. P., Wilson, A. G., Zentall, T. R., & Beckmann, J. S. (2017). Suboptimal choice in rats: Incentive salience attribution promotes maladaptive decision-making. *Behavioural Brain Research*, 320, 244–254. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2016.12.013>
- Daruna, J. H., Barnes, P. A. (1993). A neurodevelopmental view of impulsivity. In: McCown W. G., Johnson J. L., Shure M. B., editors. *The impulsive client: Theory, research, and treatment*. Washington, DC, US: American Psychological Association. 23–37
- Evenden, J. (1999). Varieties of impulsivity. *Psychopharmacology*, 146(4), 348–361. <https://doi.org/doi.org/10.1007/PL00005481>
- Fox, A. T., Hand, D. J., & Reilly, M. P. (2008). Impulsive choice in a rodent model of attention-deficit/hyperactivity disorder. *Behavioural Brain Research*, 187(1), 146–152. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2007.09.008>
- Garcia, A., & Kirkpatrick, K. (2013). Impulsive choice behavior in four strains of rats: Evaluation of possible models of Attention-Deficit/Hyperactivity Disorder. *Behavioural Brain Research*, 238(1), 10–22. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2012.10.017>
- Gipson, C. D., Alessandri, J. J. D., Miller, H. C., & Zentall, T. R. (2009). Preference for 50% reinforcement over 75% reinforcement by pigeons. *Learning and Behavior*, 37(4), 289–298. <https://doi.org/10.3758/LB.37.4.289>

- Herrnstein, R. J. (1961). Relative and absolute strength of response as a function of frequency of reinforcement, 12. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 4(3), 267–272. <https://doi.org/10.1901/jeab.1961.4-267>
- Kendall, S. B. (1974). Preference For Intermittent Reinforcement. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 3(21), 463–473.
- Laude, J. R., Beckmann, J. S., Daniels, C. W., & Zentall, T. R. (2014). Impulsivity affects suboptimal gambling-like choice by pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 40(1), 2–11. <https://doi.org/10.1037/xan0000001>
- Laude, J. R., Stagner, J. P., & Zentall, T. R. (2014). Suboptimal choice by pigeons may result from the diminishing effect of nonreinforcement. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 40(1), 12–21. <https://doi.org/10.1037/xan0000010>
- Logue, A. W. (1998). Laboratory research on self-control: Applications to administration. *Review of General Psychology*, 2(2), 221–238. <https://doi.org/10.1037/1089-2680.2.2.221>
- MacArthur, R. H., & Pianka, E. R. (1966). On Optimal Use of a Patchy Environment. *The American Naturalist*, 100(916), 603–609. <https://doi.org/10.1086/282454>
- Martínez, M., Alba, R., Rodríguez, W., & Orduña, V. (2017). Incentive salience attribution is not the sole determinant of suboptimal choice in rats: Conditioned inhibition matters. *Behavioural Processes*, 142, 99–105. <https://doi.org/10.1016/J.BEPROC.2017.06.012>
- McDevitt, M. A., Dunn, R. M., Spetch, M. L., & Ludvig, E. A. (2016). When good news leads to bad choices. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 105(1), 23–40. <https://doi.org/10.1002/jeab.192>

- Molet, M., Miller, H. C., Laude, J. R., Kirk, C., Manning, B., & Zentall, T. R. (2012). Decision making by humans in a behavioral task: Do humans, like pigeons, show suboptimal choice? *Learning and Behavior*, 40(4), 439–447. <https://doi.org/10.3758/s13420-012-0065-7>
- Nakamura-Palacios, E. M., Caldas, C. K., Fiorini, A., Chagas, K. D., Chagas, K. N., & Vasquez, E. C. (1996). Deficits of spatial learning and working memory in spontaneously hypertensive rats. *Behavioural Brain Research*, 74(1–2), 217–221. [https://doi.org/10.1016/0166-4328\(95\)00165-4](https://doi.org/10.1016/0166-4328(95)00165-4)
- Nigg, J., Nikolas, M., & Burt, S. A. (2010). Measured gene-by-environment interaction in relation to attention-deficit/hyperactivity disorder. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 49(9), 863–873. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2010.01.025>
- Noreika, V., Falter, C. M., & Rubia, K. (2013). Timing deficits in attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD): Evidence from neurocognitive and neuroimaging studies. *Neuropsychologia*, 51(2), 235–266. <https://doi.org/10.1016/J.NEUROPSYCHOLOGIA.2012.09.036>
- Orduña, V. (2015). Impulsivity and sensitivity to amount and delay of reinforcement in an animal model of ADHD. *Behavioural Brain Research*, 294, 62–71. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2015.07.046>
- Orduña, V., & Mercado, E. (2017). Impulsivity in spontaneously hypertensive rats: Within-subjects comparison of sensitivity to delay and to amount of reinforcement. *Behavioural Brain Research*, 328, 178–185. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2017.04.033>

- Orduña, V., Valencia-Torres, L., & Bouzas, A. (2009). DRL performance of spontaneously hypertensive rats: Dissociation of timing and inhibition of responses. *Behavioural Brain Research*, 201(1), 158–165. <https://doi.org/10.1016/j.bbr.2009.02.016>
- Pierce, W. D., & Cheney, C. D. (2013). *Behavior analysis and learning*. Psychology Press.
- Pyke, G. H., Pulliam, H. R., & Charnov, E. L. (1977). Optimal Foraging: A Selective Review of Theory and Tests. *The Quarterly Review of Biology*, 52(2), 137–154. <https://doi.org/10.1086/409852>
- Rachlin, H., Battalio, R., Kagel, J., & Green, L. (1981). Maximization theory in behavioral psychology. *Behavioral and Brain Sciences*, 4(3), 371–417. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00009407>
- Sagvolden, T. (2000). Behavioral validation of the spontaneously hypertensive rat (SHR) as an animal model of attention-deficit/hyperactivity disorder (AD/HD). *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 24(1), 31–39. [https://doi.org/10.1016/S0149-7634\(99\)00058-5](https://doi.org/10.1016/S0149-7634(99)00058-5)
- Sagvolden, T., Johansen, E. B., Aase, H., & Russell, V. A. (2005). A dynamic developmental theory of attention-deficit/hyperactivity disorder (ADHD) predominantly hyperactive/impulsive and combined subtypes. *Behavioral and Brain Sciences*, 28(03), 397–419. <https://doi.org/10.1017/S0140525X05000075>
- Sanabria, F., & Killeen, P. R. (2008). Evidence for impulsivity in the Spontaneously Hypertensive Rat drawn from complementary response-withholding tasks. *Behavioral and Brain Functions*, 4, 1–17. <https://doi.org/10.1186/1744-9081-4-7>
- Stagner, J. P., & Zentall, T. R. (2010). Suboptimal choice behavior by pigeons. *Psychonomic Bulletin and Review*, 17(3), 412–416. <https://doi.org/10.3758/PBR.17.3.412>

- Stephens, D. W. and J. R. K., & Krebs, J. R. (1986). Foraging theory. *Princeton University Press*. <https://doi.org/10.1109/PIMRC.2011.6139691>
- Trujano, R. E., López, P., Rojas-Leguizamón, M., & Orduña, V. (2016). Optimal behavior by rats in a choice task is associated to a persistent conditioned inhibition effect. *Behavioural Processes*, 130, 65–70. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2016.07.005>
- Trujano, R. E., & Orduña, V. (2015). Rats are optimal in a choice task in which pigeons are not. *Behavioural Processes*, 119, 22–27. <https://doi.org/10.1016/J.BEPROC.2015.07.010>
- van den Bergh, F. S., Bloemarts, E., Chan, J. S. W., Groenink, L., Olivier, B., & Oosting, R. S. (2006). Spontaneously hypertensive rats do not predict symptoms of attention-deficit hyperactivity disorder. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 83(3), 380–390. <https://doi.org/10.1016/j.pbb.2006.02.018>
- Vanderveldt, A., Oliveira, L., & Green, L. (2016). Delay discounting: Pigeon, rat, human—does it matter? *Journal of Experimental Psychology: Animal Learning and Cognition*, 42(2), 141–162. <https://doi.org/10.1037/xan0000097>
- Winstanley, C. A., Cocker, P. J., & Rogers, R. D. (2011). Dopamine modulates reward expectancy during performance of a slot machine task in rats: Evidence for a near-miss effect. *Neuropsychopharmacology*, 36(5), 913–925. <https://doi.org/10.1038/npp.2010.230>
- Winstanley, C. A., Eagle, D. M., & Robbins, T. W. (2006). Behavioral models of impulsivity in relation to ADHD: Translation between clinical and preclinical studies. *Clinical Psychology Review*, 26(4), 379–395. <https://doi.org/10.1016/j.cpr.2006.01.001>

Zentall, T. R. (2011). Maladaptive “gambling” by Pigeons. *Behavioural Processes*, 87(1), 50–56. <https://doi.org/10.1016/j.beproc.2010.12.017>

Zentall, T. R., & Stagner, J. (2011a). Maladaptive choice behaviour by pigeons: An animal analogue and possible mechanism for gambling (sub-optimal human decision-making behaviour). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 278(1709), 1203–1208. <https://doi.org/10.1098/rspb.2010.1607>

Zentall, T. R., & Stagner, J. P. (2011b). Sub-optimal choice by pigeons: Failure to support the Allais paradox. *Learning and Motivation*, 42(3), 245–254. <https://doi.org/10.1016/j.lmot.2011.03.002>