



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

---

---

**FACULTAD DE PSICOLOGÍA**

**DIVISION DE ESTUDIOS PROFESIONALES**

**“MOTIVACIÓN Y DESEMPEÑO COPULATORIO  
EN RATAS MACHO DE COPULACIÓN LENTA”**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**LICENCIADA EN PSICOLOGÍA**

**P R E S E N T A:**

**SOLYMAR ADAME RIVAS**

**DIRECTOR:  
DRA. LETICIA PARRA GAMEZ**



**MEXICO, D.F. 2015**



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.

## **AGRADECIMIENTOS ACADÉMICOS**

Agradezco especialmente a la Dra. Leticia Parra Gámez por su dirección, apoyo, consejos para lograr la realización del presente trabajo; pero sobre todo por su confianza. Gracias por estar siempre ahí, no solo como asesor sino también como amiga.

Agradezco a los miembros del jurado por su tiempo y dedicación en la revisión del trabajo escrito:

Dra. Leticia Parra Gámez

Dra. Irma Yolanda del Rio Portilla

Dr. Jaime Eduardo Calixto González

Dr. Gabriel Gutiérrez Ospina

Dra. Katia Rodríguez González

Gracias a todo el equipo de trabajo del Laboratorio de Neuroanatomía Funcional por su aportación, me hicieron sentir parte de ustedes y me brindaron el apoyo físico y moral para continuar y concluir con este proyecto.

## **AGRADECIMIENTO PERSONALES**

A mi amada familia, ustedes que ha estado conmigo en los momentos más difíciles y que su inmensa sabiduría me ha enseñado a mirar la vida con otros ojos.

A todas aquellas personas que he tenido la suerte de encontrar en el camino, que han sido mis maestros de vida y que gracias a todos ellos he aprendido el significado de vivir.

**GRACIAS POR COMPARTIRLE A MI VIDA UN PEDACITO DE SU LUZ**

## Facultad de Medicina



Esta tesis fue realizada en el  
Laboratorio de Neuroanatomía Funcional del  
Departamento de Anatomía,  
Facultad de Medicina, UNAM.

Tesis realizada dentro del proyecto de investigación  
número 109/2013, aprobado por las Comisiones  
de Investigación y Ética de la Facultad de Medicina.

MUCHAS GRACIAS

## Resumen

La conducta sexual masculina es un tema que se ha estudiado mucho en los últimos años, sobre todo en roedores. Se realizan diversas investigaciones sobre todo en ratas machos con experiencia sexual con el objetivo de conocer las características conductuales y las vías de activación de dicha conducta. Sin embargo, a la fecha falta aún mucho por investigar para entender el porqué de las diferencias conductuales que existen entre las ratas macho. En el Laboratorio de Neuroanatomía Funcional de la Facultad de Medicina, UNAM, ha sido común encontrar ratas macho experimentales que presentan reducción en la actividad copulatoria, siendo denominados por esta razón copuladores lentos (CL). El objetivo de esta investigación fue identificar algunas diferencias conductuales entre los CL y los copuladores expertos (CE). Se utilizaron 20 ratas macho de la cepa Wistar que fueron sometidos a diferentes pruebas conductuales para evaluar la conducta precopulatoria y copulatoria, la preferencia olfatoria, la coordinación motora, así como la relación entre la testosterona y el déficit en la conducta sexual, comparando estas actividades con la de los copuladores expertos. Los CL mostraron una disminución en su conducta de persecución a la hembra, así como un aumento en la latencia de intromisión (LI) y el intervalo interintromisión (III). Al igual que los copuladores expertos, presentan una preferencia olfatoria por el estímulo sexualmente relevante y discriminan tanto olores sexuales como sociales y alimenticios. La administración hormonal no modificó la condición de los CL y presentan coordinación motora similar al de los CE. Estos resultados sugieren que los CL presentan una disminución en su motivación sexual que podría estar afectando su potencial eréctil, no presentan alteración en la vía olfativa que inhabilite el reconocimiento a estímulos olfatorios, la condición de CL no depende de la experiencia sexual ni del tratamiento hormonal y la habilidad motora es similar al de los machos expertos. En conjunto toda esta evidencia nos permite proponer que los machos de copulación lenta expresan alteraciones en su conducta precopulatoria y consumatoria no dependiente de testosterona. Se discute una posible participación del sistema estresor en estas diferencias.

*Palabras clave:* motivación sexual, conducta sexual, machos lentos

**Tabla.** Abreviaturas

<b>Abreviaturas</b>	<b>Definición</b>
ACo	amígdala cortical
ACTH	hormona adenocorticotrofina
AMe	amígdala medial
APOm	área preoptica medial
ATV	área tegmental ventral
BOA	bulbo olfatorio accesorio
BOP	bulbo olfatorio principal
C	cortisol o corticosterona
CE	copuladores expertos
CL	copuladores lentos
CRF	factor de liberación de corticotrofinas
DHT	dihidrotestosterona
E2	estrogeno
EO	epitelio olfatorio
FSH	hormona foliculo estimulante
GABA B	ácido gamma-aminobutírico b
GC	glucocorticoides
GnRH	hormona liberadora de gonadotropinas
HHA	eje hipotálamo-hipofisis-adrenal
HHG	eje hipotálamo-hipofisis-gónada
IA	índice de acierto
III	intervalo interintromisión
IPE	intervalo posteyaculatorio
LEy	latencia de eyaculación
LH	hormona luteinizante
LI	latencia de intromisión
LM	latencia de monta
MSI	motivación sexual incentiva
NC	no copuladores
NCET	nucleo cama de la estria terminal
NI	número de intromisiones
NM	numero de montas
NVH	nucleo ventro medial del hipotálamo
OVN	órgano vomeronasal
RPM	revoluciones por minuto
T	testosterona
TTDR	tiempo total de distancia recorrida
TZI	tiempo en zona incentiva
TZN	tiempo en zona neutra
TZNI	tiempo en zona no incentiva

## **CAPÍTULO I.**

<b>ASPECTOS GENERALES DE LA MOTIVACIÓN EN EL SEXO MASCULINO, RATA MACHO .....</b>	<b>1</b>
<b>Motivación y conducta sexual .....</b>	<b>2</b>
Motivación sexual .....	2
Conducta precopulatoria.....	6
Conducta copulatoria .....	9
Conducta postcopulatoria .....	11

## **CAPITULO 2.**

<b>CLASIFICACIÓN DE RATAS MACHO CON EXPERIENCIA SEXUAL.....</b>	<b>13</b>
---	-----------

## **CAPITULO 3. 18**

<b>CONTROL NEURAL DE LA CONDUCTA SEXUAL MASCULINA .....</b>	<b>18</b>
<b>Sistema de proyección vomeronasal y señales quimiosensoriales.....</b>	<b>18</b>
<b>Órgano Vomeronasal y vía vomeronasal.....</b>	<b>21</b>
Bulbo Olfatorio Accesorio .....	23
Núcleo Cama de la Estría Terminal .....	23
Amígdala cerebral.....	24
Área Preóptica Medial.....	25
<b>Hormonas importantes para la activación sexual en machos .....</b>	<b>27</b>
Testosterona .....	27
Otras hormonas que participan.....	28

## **CAPITULO 4.**

<b>MACHOS DE COPULACIÓN LENTA .....</b>	<b>31</b>
<b>JUSTIFICACIÓN.....</b>	<b>32</b>
<b>OBJETIVOS .....</b>	<b>34</b>
<b>HIPOTESIS.....</b>	<b>36</b>

## **CAPITULO 5**

<b>MÉTODO .....</b>	<b>37</b>
<b>Animales .....</b>	<b>37</b>
<b>Grupos.....</b>	<b>38</b>
<b>Cirugías y administración hormonal .....</b>	<b>38</b>
Grupo de hembras .....	38
Grupo de machos .....	39
<b>Diseño experimental.....</b>	<b>39</b>



<b>Pruebas conductuales .....</b>	<b>40</b>
<b>Conducta precopulatoria.....</b>	<b>40</b>
<i>Procedimiento .....</i>	<i>40</i>
<b>Conducta precopulatoria.....</b>	<b>41</b>
<i>Procedimiento .....</i>	<i>42</i>
<b>Motivación sexual incentiva (MSI)- olfacción .....</b>	<b>44</b>
<i>Procedimiento .....</i>	<i>46</i>
<b>Coordinación motora (Cilindro giratorio).....</b>	<b>48</b>
<i>Procedimiento .....</i>	<i>50</i>
 <b>ANÁLISIS ESTADÍSTICO .....</b>	 <b>51</b>
 <b>CAPITULO 6</b>	
 <b>RESULTADOS.....</b>	 <b>53</b>
<b>Conducta precopulatoria.....</b>	<b>53</b>
<b>Conducta copulatoria .....</b>	<b>57</b>
<b>Motivación Sexual Incentiva (MSI).....</b>	<b>60</b>
<b>Coordinación motora (Cilindro giratorio).....</b>	<b>76</b>
 <b>CAPITULO 7</b>	
 <b>DISCUSIÓN .....</b>	 <b>77</b>
 <b>CONCLUSIONES .....</b>	 <b>87</b>
 <b>REFERENCIAS .....</b>	 <b>88</b>

## **CAPÍTULO I.**

### **ASPECTOS GENERALES DE LA MOTIVACIÓN EN EL SEXO MASCULINO, RATA MACHO**

La motivación es un proceso fisiológico activado por un estímulo que determina la probabilidad de desplegar una conducta y la frecuencia con que esta se presenta. Toda conducta es causada y controlada por la motivación (Hernández-González et al., 2008).

La fuerza interna que genera un cambio en la condición del animal debido al desequilibrio homeostático del organismo es llamada motivación primaria, poniendo al animal en peligro cuando no se satisface esa necesidad. Los motivadores primarios como son: hambre, frío, sed, dolor, sueño y miedo, generan una respuesta en el organismo para lograr satisfacer dicha necesidad y recuperar el equilibrio homeostático (Juárez, 2007). En el caso del hambre, al ser un motivador primario, la privación de alimento permite reproducir varias conductas del individuo, esto debido a que el animal buscará la manera de saciar su necesidad, funcionando el alimento como un reforzador primario (Bruner, 2010). El incremento en las aproximaciones hacia un estímulo alimenticio o cualquier otro, se encuentra determinado por la motivación que exista en el sujeto, controlada por diferentes estructuras cerebrales y sus neurotransmisores. Por lo que se puede decir que en la motivación es necesaria la activación de varias áreas cerebrales, así como la acción de diferentes sistemas de neurotransmisión (Hernández-González et al., 2008).

A pesar de que la conducta reproductiva no es un motivador primario, el aprendizaje por asociación de esta conducta genera en el organismo una necesidad de saciedad de la misma. La reproducción en los animales es fundamental para asegurar la supervivencia de

la especie, por lo que la motivación sexual aparecerá cuando los individuos estén sexualmente maduros. Para que la respuesta a la motivación sexual se lleve a cabo, es necesario un estímulo sexual incentivo. En el caso de las ratas, la hembra sexualmente receptiva funciona como estímulo incentivo, en el caso de los humanos puede ser incluso una representación mental de una pareja sexual. El estímulo incentivo activa conductas de aproximación y la intensidad de las conductas pueden estar determinadas por el significado gratificante, es decir, que tan atractivo sea el estímulo incentivo para el sujeto (Hernández-González et al., 2008) y al mismo tiempo debe existir un aprendizaje para lograr una coordinación motriz adecuada que lleve a la copulación. Los estímulos pueden tener una limitación en su respuesta conductual, asimismo en las ratas, los estímulos visuales pueden tener una importancia limitada, los estímulos auditivos y particularmente los olfativos tienen propiedades incentivas de mayor duración. Para el caso de las ratas macho, una rata hembra es un incentivo sexual positivo debido a que generalmente su presencia produce aproximaciones constantes (Hernández-González et al., 2008).

Así, tanto la motivación por hambre como la motivación sexual crea en el organismo una respuesta de acción que permite observar y evaluar que tan motivado se encuentra un animal para saciar esta necesidad.

## **Motivación y conducta sexual**

### **Motivación sexual**

La motivación sexual se define como un estado fisiológico que brinda al animal una activación de búsqueda de contacto sexual con otro animal de su misma especie (Meyerson, 1973, citado en Hernández-González et al., 2008). La frecuencia de aproximación para

lograr un contacto físico es empleado comúnmente para medir la intensidad de la motivación sexual (Agmo, 2003; Agmo et al., 2004).

En el caso de la copulación en ratas, es necesario un estímulo externo que active al organismo para realizar patrones conductuales en respuesta a una señal sexual, lo que desencadena una activación fisiológica. Las señales quimiosensoriales recibidas por la vía olfativa son importantes para el despliegue de conductas precopulatorias, que llevan a la rata macho a incrementar su motivación sexual. Las conductas copulatorias están básicamente bajo el control de los estímulos táctiles, lo que hará que el animal aumente su motivación. Es claro que una hembra sexualmente receptiva emite alguna señal o señales con propiedades incentivas que activan en el macho la necesidad de aproximarse y eventualmente lograr la copulación (conductas proceptivas), siendo estas señales olfativas, ultrasónicas y/o conductuales. Mientras que la presencia de la hembra no receptiva no emite tales señales o son emitidas con una baja intensidad (Hernández-González et al., 2008).

En diversos estudios se ha utilizado la presencia de una hembra receptiva como estímulo sexual para inducir la motivación sexual precoital, planteando que esta puede modificar la copulación subsecuente (De Jonge et al., 1992). De igual manera se ha propuesto que la experiencia copulatoria funciona como un reforzador positivo (López et al., 1999), apoyando la idea de que en animales con experiencia sexual se espera un incremento en la motivación sexual, en comparación con los animales sin experiencia previa, contribuyendo a la facilitación de la conducta. En el caso de los animales sin experiencia sexual, la motivación por el estímulo sexual se obtiene por un proceso de asociación de tipo pavloviano en los primeros encuentros sexuales, lo que modifica no sólo la respuesta motriz sino también la neurohormonal (Justel et al., 2009). Cuando los

animales son inexpertos sexualmente, la percepción de una hembra receptiva les resulta atractiva, pero no es hasta que puede tener contacto físico con la hembra que el macho encuentra la sensación del contacto físico como un estado afectivo positivo y motivante.

Existen diferentes métodos para evaluar la motivación y la recompensa, así como para demostrar que la interacción sexual puede producir un estado afectivo positivo. La conducta operante, la preferencia de pareja, la motivación sexual incentiva y el condicionamiento de preferencia de lugar son métodos efectivos para la evaluación de conductas de aproximación bajo diferentes condiciones. La interacción sexual y otras conductas sociales producen un claro cambio en la preferencia, indicando la inducción de un estado recompensante o afectivo positivo (Paredes, 2009). Existe así la posibilidad de establecer correlación entre el cambio conductual producto de un estado afectivo positivo y el sustrato neural subyacente al estado recompensante.

El estado recompensante tanto en machos como en hembras está mediado por los opioides y el área preóptica medial del hipotálamo anterior (APOm), siendo esta última un sitio crucial para este estado (Paredes, 2009). Se han hecho diversos estudios que evidencian la participación del APOm en la motivación sexual. La lesión bilateral en APOm muestra en los machos lesionados, una baja preferencia hacia la hembra receptiva en comparación con los animales control intactos. La preferencia hacia la hembra declina gradualmente en los machos lesionados y no se ve modificada por un tratamiento de testosterona, sugiriendo que la conducta de apareamiento es abolida por la lesión de APOm debido al decremento en la motivación sexual (Edwards y Einhorn, 1986).

Se han diseñado algunos paradigmas para demostrar como los parámetros de conducta sexual en las ratas macho pueden afectarse por la motivación sexual precoital. Los machos tienen una clara preferencia para acercarse a la hembra en estro incluso si el contacto físico con ella es impedido. También prefieren el olor de una hembra receptiva sobre el de una hembra no receptiva (López et al., 1999). De la misma manera, los machos con experiencia, machos castrados y machos sin experiencia sexual muestran un mayor interés para iniciar la secuencia copulatoria con una hembra que despliega conducta proceptiva que con una hembra que no lo hace (López et al., 1999). Existe evidencia que indica que los machos con preexposición a una hembra receptiva (separado por una malla), muestran disminución en la latencia de eyaculación al tener contacto sexual, pero no después de la preexposición a un macho, sugiriendo que el estímulo sexual que genera la hembra receptiva permite la activación sexual de los machos (De Jonge et al. 1992). Evidencia plantea una reducción en la latencia de intromisión observada después de la exposición tanto a una hembra receptiva como a un macho, indicando que la presencia de un estímulo social modifica la respuesta copulatoria (De Jonge et al. 1992). En machos con experiencia sexual se ve un aumento en el tiempo empleado en el área donde se encuentra el estímulo social (macho castrado o hembra no receptiva) frente al área de la hembra receptiva, mostrando una preferencia por la pareja social, lo que sugiere que el macho con experiencia sexual se ve motivado tanto por la pareja sexual como por la pareja social (Amstislavskaya et al., 2011).

La interacción heterosexual se puede dividir en: la fase precopulatoria o socio sexual que incluye aseo y búsqueda de la hembra, la fase copulatoria que abarca el

desempeño sexual con la hembra y la fase postcopulatoria donde se observa el autoaseo y el descanso del macho, también llamado periodo refractario (Hliňak, 1986).

Diferentes hipótesis han tratado de explicar los mecanismos asociados con la interrupción de la conducta sexual después de una lesión en el APOm, y se ha sugerido que la motivación sexual, la ejecución motora o ambas son afectadas por lesiones en esta área. Uno de los parámetros durante la interacción de la conducta sociosexual que se ve reducido después de una lesión de APOm tanto en su frecuencia como en la duración es la persecución, evidenciando que es el único parámetro precopulatorio que puede predecir la ocurrencia de la conducta sexual. Cuando la persecución se ve reducida la transición entre la fase precopulatoria y la copulatoria se dificulta. Por lo tanto, las lesiones en el APOm reduce la motivación del sujeto modificando con ello su conducta sexual (Paredes et al., 1993).

### **Conducta precopulatoria**

La conducta precopulatoria o socio sexual, es la primera fase de la conducta sexual. La transición de la fase precopulatoria a la copulatoria se basa en la integración de la información en el estado interno del organismo que propician cambios en la estimulación externa del macho provenientes de la hembra sexualmente receptiva. En la fase sociosexual, las conductas proceptivas de la hembra y patrones conductuales de búsqueda por parte del macho, juegan un papel importante en la fase de iniciación de la conducta copulatoria (Hliňak et al., 1987). La iniciación de la conducta copulatoria es precedida por ciertos patrones conductuales exhibidos por el macho y dirigidos a la hembra. A pesar de las diferencias individuales, se pueden deducir ciertos patrones de conducta sociosexual por parte de la rata macho como: olfateo hacia la hembra, levantamiento en dos patas,

autoacicalamiento, descanso, persecución, acicalamiento a la hembra, exploración anogenital (Meyerson y Hoglund, 1981). Mientras que la hembra desarrolla conductas proceptivas como pequeños saltos, movimientos en zig-zag y movimientos repetidos de orejas, que en conjunto atraen al macho. Tan pronto como la copula comienza, la conducta precopulatoria se ve considerablemente limitada. Reaparece entre los actos copulatorios, pero es más silenciosa y depende de la hembra y de su conducta proceptiva (Hliňak, 1986).

Una de las conductas importantes de la fase precopulatoria que el macho despliega es la persecución a la hembra. Se observa que machos inactivos sexualmente muestran una menor frecuencia de conducta de persecución hacia la hembra en comparación con un macho sexualmente experto (Agmo et al., 1988). La estimulación de receptores GABA<sub>B</sub> inhiben la conducta sexual, asociada con la reducción de la conducta precopulatoria, principalmente con la persecución. Por otro lado, existe clara evidencia que una lesión pequeña en el APOm interrumpe la conducta sexual del macho sin producir la extinción de las conductas precopulatorias como son: olfacción, exploración anogenital, tocar los flancos, entre otros, pero la transición entre la fase precopulatoria y la copulatoria se vuelve difícil de lograr. Una lesión profunda en esta área inhibe la conducta precopulatoria y el patrón conductual de persecución se ve eliminado, por lo que la iniciación de la conducta sexual no se observa, reduciendo así la motivación sexual (Hliňak et al., 1987). Por lo que se puede sugerir que la persecución a la hembra es un índice confiable de motivación sexual (Paredes y Agmo, 1989).

Durante la conducta precopulatoria de la rata macho, se desarrollan patrones de persecución, olfateo anogenital a la hembra, roce de cuerpos y vocalizaciones ultrasónicas que producen una estimulación olfativa, táctil y auditiva en los machos mientras que las



hembras desarrollan conductas proceptivas que representan señales de aceptación al macho. La duración de esta fase puede ser variable, si es corta durará algunos segundos, si es larga durará minutos (Lucio y Tlachi-López, 2008).

Meyerson y Höglund en 1981 observaron y reportaron conductas precopulatorias de la rata macho que se pueden evaluar en la conducta sociosexual durante el periodo de observación. Las conductas precopulatorias del macho, para su presentación, se expondrán en dos grupos, aquellas que el macho realiza hacia el mismo y aquellas conductas que el macho realiza para la estimulación de la hembra (ver figura 1).

Conductas que realiza el macho para el mismo:

*Olfateo:* movimientos rápidos de los bigotes mientras el animal explora el área; el registro se tomó en cuenta tanto si el macho olfateó en movimiento o estáticamente.

*Autoaseo:* lamer o morder suavemente diferentes áreas de su piel.

*Levantamiento en dos patas:* levantar el cuerpo quedando el macho sostenido en las patas traseras.

*Descanso:* el macho se mantiene inmóvil, sin ningún tipo de conducta manifiesta, durante la conducta copulatorio o en el periodo refractario.

Conductas que realiza el macho hacia la hembra:

*Aseo a la hembra:* lamer o mordisquear la piel de la pareja, principalmente en la región del cuello o la espalda.

*Exploración genital de la hembra:* olfateo de la región anogenital de la hembra.

*Persecución*: el macho sigue a la hembra receptiva manteniendo un contacto cercano, usualmente esta persecución precede a la interacción sexual.

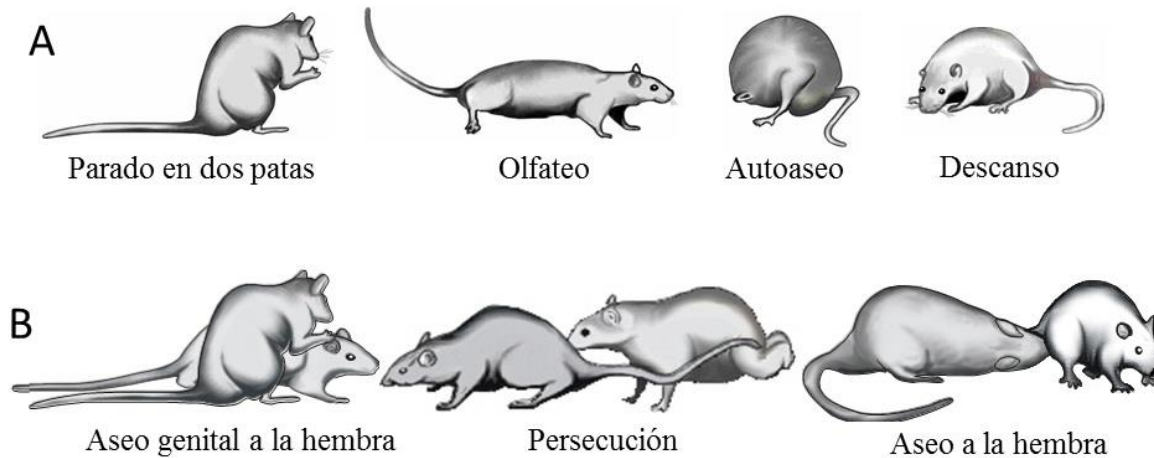


Fig. 1. Patrones conductuales observados durante la conducta socio sexual de la rata macho. Estas conductas nos dan indicio de la motivación del macho hacia la hembra receptiva. En A) se presentan las conductas que el macho realiza para el mismo, en B) se muestran las conductas del macho con interacción con la hembra necesarias para generar la motivación en ambos animales.

### **Conducta copulatoria**

Para que la conducta copulatoria se presente, es necesario que tanto el macho como la hembra se encuentren sexualmente receptivos, así como también, que puedan discriminar estímulos externos para identificar una pareja sexual potencial, realizar una búsqueda activa y poder distinguir señales feromonales o patrones conductuales de una pareja sexual de aquellas que no lo son (Amstislavskaya et al. 2011).

Con el fin de analizar cuantitativamente la conducta copulatoria, es común la identificación de patrones conductuales que describen movimientos estereotipados que en conjunto identifican la conducta sexual de la mayoría de los mamíferos (ver figura 2). Lucio

y Tlachi-López (2008) describen la fase copulatoria de la conducta sexual de la rata macho y sus características, mencionando que:

*“Es la fase donde se lleva a cabo la ejecución de posturas y movimientos estereotipados para realizar la inserción peneana y la expulsión seminal. Estos movimientos llamados patrones copulatorios se identifican en tres secuencias motoras, monta, intromisión y eyaculación.”*

Lucio y Tlachi-López elaboraron un Manual de laboratorio en el año 2008 donde reportan la conducta copulatoria y describen lo siguiente describen los parámetros reportados a continuación:

*Monta:* la rata macho se posa sobre la hembra con las regiones pélvica y perineal apoyadas sobre la grupa femenina, las extremidades delanteras sujetan a la hembra y le palpa los flancos. Ocurren movimientos pélvicos rítmicos alternantes hacia adelante y hacia atrás, con posterior desmonta lenta. En la hembra ocurre el reflejo de lordosis debido a la palpación de flancos. La lordosis es el arqueamiento del dorso con elevación de cabeza y grupa y desviación lateral de la cola.

*Intromisión:* además de la monta se observa la inserción del pene en la vagina. Ocurren movimientos pélvicos de penetración (400 milisegundos de duración aproximada), y el macho se desmonta bruscamente hacia atrás con autoacicalamiento. En la penetración no hay movimiento pélvico. Las intromisiones propician el umbral eyaculatorio.

*Eyaculación:* el macho monta a la hembra y ejecuta movimientos pélvicos profundos y duraderos donde se expele y deposita el semen en la vagina. El macho eleva la porción superior del cuerpo, extendiendo las extremidades anteriores hacia los lados, se

desmonta lentamente y se autoacicala el pene. Al periodo comprendido entre la primera intromisión y la eyaculación se le llama serie eyaculatoria.

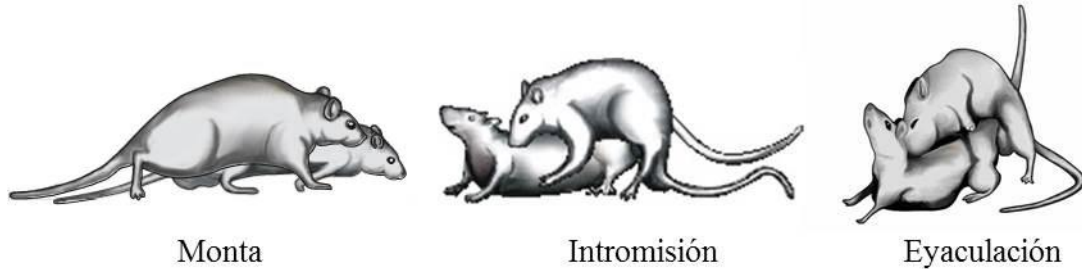


Fig.2 Patrones conductuales observados durante la fase copulatoria de la rata macho.

### **Conducta postcopulatoria**

En la conducta postcopulatoria, se reconocen dos periodos: el periodo refractario absoluto es un periodo de poca locomoción, insensibilidad a cualquier estímulo sexual y poco responsivo a estímulos del medio ambiente. Con el paso del tiempo se da el periodo refractario relativo, donde el macho empieza a responder a estímulos que lo rodean y emite vocalizaciones ultrasónicas. En esta fase se da el intervalo posteyaculatorio que se cuenta desde la eyaculación hasta la primera intromisión de la siguiente serie, este intervalo se va incrementando con el número de series eyaculatorias (Lucio y Tlachi-López, 2008).

Hliňak (1990) sugiere que la habilidad del macho para pasar de la fase precopulatoria a la copulatoria es crucial para una exitosa conducta sexual. En un experimento realizado por De Jonge et al. (1992) se observó que la preexposición de una hembra receptiva lleva a una disminución en los parámetros de latencia de eyaculación, latencia de monta, latencia de intromisión y frecuencia de monta en comparación con la preexposición al macho.

**CAPÍTULO 1. ASPECTOS GENERALES DE LA MOTIVACIÓN  
EN EL SEXO MASCULINO, RATA MACHO**

Cuando los animales tienen experiencia sexual es posible observar un incremento en la actividad motora de búsqueda y acercamiento al área de la hembra receptiva en comparación con aquellos machos que no tienen experiencias sexuales (Amstislavskaya et al. 2011). De esta manera, se puede decir que la sola preexposición a la hembra receptiva genera en el macho una activación, pero la asociación que se presenta con la experiencia sexual es importante para que el macho presente una mayor activación debido a la motivación generada por el estímulo sexual. Este aprendizaje conlleva a que la fase precopulatoria-copulatoria se lleve a cabo con mayor facilidad.

## **CAPITULO 2.**

### **CLASIFICACIÓN DE RATAS MACHO CON EXPERIENCIA SEXUAL**

La conducta sexual de la rata macho es un tema que se ha estudiado en los últimos años, llevando a cabo diversas investigaciones sobre todo en machos con experiencia sexual. La experiencia sexual juega un papel importante en el desarrollo y eficiencia de la conducta sexual, que lleva a los animales a un aprendizaje, el cual, reduce el tiempo de inicio del contacto sexual y la latencia eyaculatoria, y que finalmente se refleja en la cantidad de estimulación requerida para lograr la eyaculación (Pfeiffer y Johnston, 1994). Con la experiencia sexual también se ven cambios importantes en la capacidad del macho para exhibir y ejecutar aquellos patrones conductuales necesarios que lo lleven a la cópula, es decir, mejora la habilidad copulatoria (Pfaus et al., 2001). El interés olfatorio de los machos por las señales químicas sexuales emitidas por la hembra se ve aumentado y se observa un incremento en la capacidad de fecundidad del macho (Pfeiffer y Johnston, 1994).

La experiencia sexual es importante para un gran número de especies de mamíferos (hamsters, ratas, ratones, ovejas, monos, hurón), que prefieren el olor de una hembra receptiva a una hembra preñada o lactante (Keverne, 2004). Hay algunos reportes que indican que un macho sin experiencia sexual en una situación de elección prefiere una hembra en estro, mientras que los machos con experiencia sexual no muestran una discriminación en relación a una hembra receptiva de la no receptiva (Amstislavskaya et.

al., 2011). Lo que llevó a concluir que la experiencia sexual puede incrementar la respuesta motivacional y su desempeño copulatorio con un estímulo asociado a todas las hembras.

Debido a diferentes estudios de conducta sexual con ratas macho se han clasificado los animales según su desempeño copulatorio en tres grupos principales: copuladores expertos (CE), copuladores lentos (CL) y no copuladores (NC). Un CE es aquel que después de tener experiencia previa con una hembra receptiva, tiene latencias cortas de montas, intromisiones y eyaculación (Dewsbury, 1969; Larsson, 1959), necesita alrededor de 10 intromisiones para llegar a realizar una serie eyaculatoria en un periodo de entre 10 y 15 minutos (Hull et al., 2006). Existe una población de animales que necesitan mayor tiempo para completar una serie eyaculatoria o no logran realizarla después de 30 minutos o 1 hora de observación, los cuales son llamados CL (Portillo, Díaz, Retana-Márquez, y Paredes, 2006; De Gasperín, Camacho, y Paredes, 2008). Por último se describe que los machos NC son aquellos animales que fallan en la copula al estar frente a una hembra receptiva, prácticamente los intentos de cópula son nulos y no logran una serie eyaculatoria.

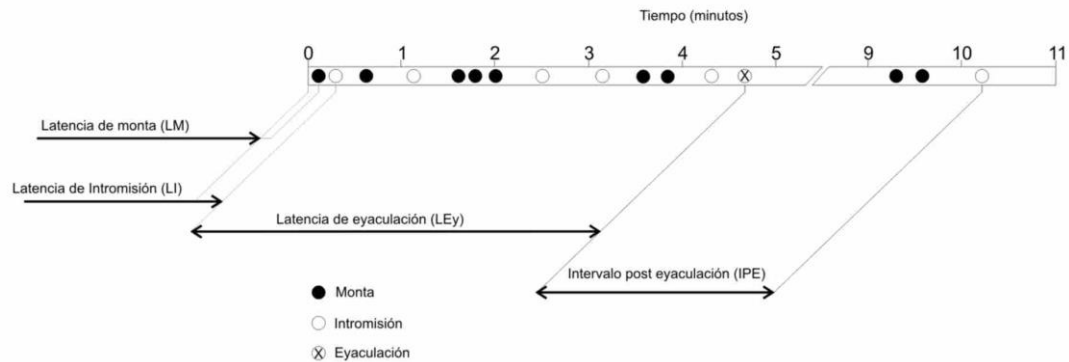


Fig. 3. Copulograma de una rata macho experta, se observa la actividad sexual de estos animales durante un periodo de observación de 10 minutos. Los machos con experiencia sexual reducen su latencia de eyacuación, completando así una serie eyaculatoria antes de los 10 minutos. Modificado de Larsson y Ahlenius, 1999.

Los roedores considerados copuladores expertos gastan menos tiempo en la conducta precopulatoria, la latencia de eyacuación es corta y hay una disminución en las frecuencias de monta e intromisión en comparación con los sujetos sin experiencia sexual (De Jonge et al., 1992). En la figura 3 se muestra un copulograma, que explica de manera gráfica la actividad de los machos copuladores y algunos de sus patrones conductuales.

La evidencia sugiere que los CL muestran una clara preferencia por la hembra receptiva presente o el aserrín con orina de una hembra receptiva, en comparación con una hembra no receptiva. Sin embargo, el tiempo de exploración en el aserrín del estímulo sexual incentivo se ve disminuido, contrario a lo que sucede con los CE (Portillo et al., 2006). La activación neuronal de la vía vomeronasal evaluada a través de la inmunorreactividad a la proteína c-Fos no indica diferencia entre CE y CL, lo que sugiere que los CL no tienen una alteración en el sistema olfatorio o un déficit en el proceso de



señales olfativas. En este sentido, se puede decir que no existe una aparente diferencia en la activación neuronal por estímulos olfativos que explique la deficiencia copulatoria que presentan los CL.

Portillo et al. (2006) encontraron que no hay diferencia en la concentración de testosterona (T) o estrógeno (E<sub>2</sub>) en plasma entre los animales que tienen series eyaculatorias y aquellos que no llegan a la eyaculación a pesar de desplegar conducta copulatoria. Los copuladores lentos despliegan montas e intromisiones, pero solo una pequeña parte de ellos logra exhibir el patrón de eyaculación en la prueba de copulación. Es común en estos animales presentar una eyaculación infrecuente o bien no la alcanzan después de nueve días de prueba. También se han realizado pruebas para evaluar la actividad locomotora de las ratas macho, sin embargo los datos han sido contradictorios. Pattij et al. (2005) por medio de la prueba de campo abierto evaluaron la actividad locomotora encontrando que tanto CL como CE recorren la misma distancia, mientras que, Kohlert y Bloch (1995) evaluando con la misma prueba, mencionan que existe una alta cantidad de animales hiposexuales que presentan hiperactividad en el campo abierto.

Existen estudios que han identificado las diferencias conductuales y fisiológicas de los NC. Estos machos tienen conducta de aproximación hacia la hembra, muestran erección penéana y funciones eyaculatorias, así como niveles hormonales normales (De Garparín et al., 2008). Sin embargo, se plantea que estos animales tienen baja respuesta a estímulos ambientales (Rochford y Chatigny, 1993; Crowley et al., 1973; Portillo y Paredes, 2004) Aparentemente los NC tienen conductas y niveles hormonales similares a los CL o CE (De Garparín et al., 2008). Se plantea que estos animales tienen falta de activación de la vía de proyección vomeronasal después de la exposición a estímulos sexualmente relevantes (lo

que fue apoyado por la poca expresión de la proteína c-Fos en dichas áreas) (Dhungel, 2011; Portillo y Paredes, 2004)

De este modo, la evidencia sugiere que existen tres grupos de ratas machos con diferentes características conductuales, sin embargo, para los machos de copulación lenta todavía no queda claro porque teniendo características fisiológicas similares a los CE la consumación de la conducta sexual es fallida.

### **CAPITULO 3.**

## **CONTROL NEURAL DE LA CONDUCTA SEXUAL MASCULINA**

### **Sistema de proyección vomeronasal y señales quimiosensoriales**

Para que la conducta sexual pueda llevarse a cabo, es necesaria la detección de estímulos externos emitidos por la pareja sexual. Los estímulos están destinados a diferentes órganos sensoriales para una activación del organismo de manera integral, los movimientos proceptivos de la hembra son una parte importante para el desarrollo de la conducta. En los mamíferos, el sistema olfatorio participa en múltiples y complejas funciones como: conducta sexual (reproductivas y/o maternas), regulación neuroendocrina, estados emocionales (atención, agresión, etc.) e información social y del medio ambiente (Carleton et al.,2002).

El sistema olfatorio detecta gran cantidad de mensajeros químicos entre los que se encuentran las feromonas, que estimulan conductas instintivas o cambios hormonales en el organismo tanto del macho como de la hembra. Las feromonas juegan un importante papel en el comportamiento sexual y social, así como en la fisiología reproductiva de muchas especies de mamíferos. La naturaleza química de las feromonas es muy diversa y depende de cada especie, estas suelen liberarse asociadas a proteínas denominadas lipocalinas, que impiden la rápida volatilización de las mismas. Estas feromonas son abundantes en la orina de mamíferos, o en otras secreciones, como el sudor y la saliva y su blanco principal es el epitelio olfativo del órgano vomeronasal (Miras, 2006).

Las feromonas masculinas estimulan en la hembra el desarrollo de patrones de proceptividad, mientras que las feromonas femeninas estimulan al macho para realizar conductas de monta, incrementa los intentos de intromisión y vocalizaciones ultrasónicas asociadas con el apareamiento (Boehm, 2006).

La percepción olfativa y la memoria pueden evocar la participación de procesos en áreas corticales y circuitos neuronales necesarios para el desarrollo de una conducta (Boehm, 2006).

La detección quimiosensorial tanto de olores medioambientales como de feromonas se inicia en dos distintos epitelios sensoriales: el neuroepitelio del órgano olfatorio nasal o simplemente epitelio olfatorio (EO) y el neuroepitelio del órgano vomeronasal (OVN) respectivamente. Estas dos estructuras transmiten las señales olfativas a diferentes regiones cerebrales. Las señales generadas por las neuronas sensoriales en el EO una vez recibidas las señales medioambientales, son transmitidas hacia el bulbo olfatorio principal (BOP) y luego transmitidas al núcleo cortical de la amígdala (ACo) (Shipley, Ennis, Puche, 2004). Las señales quimiosensoriales emitidas por el sexo opuesto juegan un papel importante en la conducta sexual y social en mamíferos. Estas son recibidas en las neuronas sensoriales del OVN, procesadas y transmitidas al bulbo olfatorio accesorio (BOA), posteriormente pasa por la amígdala cerebral media (AMe), el núcleo cama de la estría terminal (NCET), el área preóptica (APO), el núcleo ventromedial del hipotálamo (NVH) y el área tegmental ventral (ATV) (Dhungel et al., 2011).

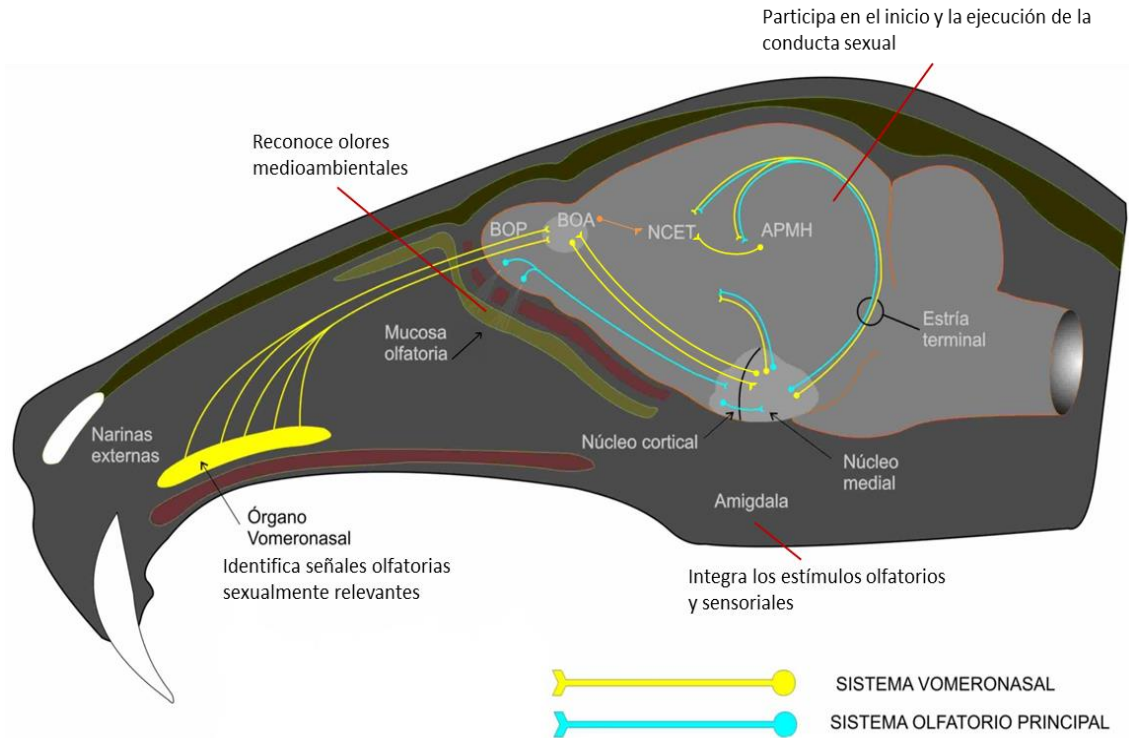


Fig. 4. El Sistema de proyección vomeronasal es un circuito neuronal que controla la conducta sexual de la ratona. Este circuito se inicia con la estimulación del órgano vomeronasal por un estímulo sexualmente relevante, continuando la vía de información al bulbo olfatorio accesorio (BOA). El BOA lleva información hacia la amígdala donde se integran los estímulos olfativos y sensoriales, la comunicación de esta área se extiende hacia el núcleo cama de la estría terminal (NCET) y el área preóptica medial del hipotálamo (APOM) que manda información para la activación de los patrones motores. Modificado de Boehm, 2006.

Abundante evidencia experimental sugiere que tanto los efectos conductuales como neuroendocrinos de las feromonas no volátiles son mediados por las proyecciones del OVN (Baum, 2009). La exposición al olor de una hembra en estro incrementa la expresión de la proteína c-Fos en las neuronas sensitivas del órgano vomeronasal, neuronas del bulbo olfatorio accesorio, amígdala cerebral media, núcleo cama de la estría terminal media,

núcleo acumbens, área preóptica y área tegmental ventral en varias especies de mamíferos como lo indica la figura 4, indicando que esta vía es activada cuando existe una exposición a un estímulo sexualmente relevante (Kippin et al., 2003).

### **Órgano Vomeronasal y vía vomeronasal**

Los roedores de forma evolutiva, ha desarrollado un sistema olfatorio dual, el sistema olfatorio principal y el sistema olfatorio vomeronasal, que difiere en anatomía, proyecciones centrales y funciones específicas (Keverne, 1978). Para fines de esta investigación nos centraremos en el sistema olfatorio vomeronasal. Sin embargo, tanto el epitelio olfatorio (EO) del sistema olfatorio principal, como el órgano vomeronasal (OVN) del sistema olfatorio vomeronasal, participan en conjunto para el procesamiento de señales olfativas (Dhungel, 2011; Portillo y Paredes, 2004).

Los receptores en las neuronas del bulbo olfatorio accesorio (BOA), siendo este parte del sistema vomeronasal, se dividen en dos familias: V1r y V2r, capaces de responder a señales olfativas volátiles y no volátiles. Los receptores V1 y V2 convergen en un pequeño número de glomérulos en BOA. El OVN es una estructura tubular bilateral localizada en la base del septum nasal. Las neuronas sensoriales localizadas en la capa apical del epitelio proyectan a la parte anterior del BOA, mientras que las que se encuentran en la capa basal proyectan a la parte posterior del BOA (Rodríguez y Boehm, 2009).

La vía vomeronasal está ligada directamente con las estructuras límbicas cerebrales importantes para el desarrollo y la expresión de conductas motivadas primarias (sexual, agresiva y maternal) y requiere de la activación de la vía neuroendocrina involucrada con la reproducción (Dulac y Axel, 1995; Herrada y Dulac, 1997). Las neuronas sensoriales del

OVN son activadas por olores urinarios, así como por secreción de la glándula lagrimal extraorbital en ambos sexos. Las neuronas sensoriales del OVN envían proyecciones axonales hacia los glomérulos ipsilaterales del BOA, sus células mitrales extienden sus proyecciones hacia la amígdala (anterior, posterodorsal y el núcleo cortical posteromedial; Baum, 2009). En estudios realizados en hámster se identificó que el sistema vomeronasal es importante para la conducta sexual, pero no es esencial. La lesión en la mucosa olfatoria vomeronasal tiene un pequeño o ningún efecto, pero la lesión en ambos sistemas olfatorios eliminan por completo la actividad sexual (Powers y Winans 1975, citado en Baum, 2009).

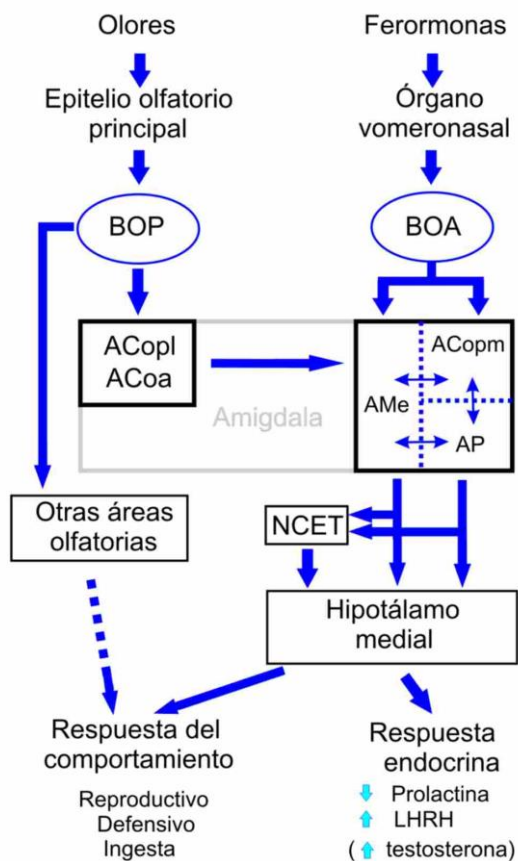


Fig. 5. En los roedores, el órgano vomeronasal es estimulado por las feromonas. Estas señales químicas proyectan en el bulbo olfatorio accesorio y la amígdala corticomedia, estimulando el núcleo medial del hipotálamico. La activación del sistema se traduce en respuestas endocrinas y conductuales del organismo. Los olores medioambientales son percibidos por el epitelio olfatorio principal, produciendo respuestas conductuales similares que la vía vomeronasal. Abreviaciones: BOA, bulbo olfatorio accesorio; BOP, bulbo olfatorio principal; NCET, núcleo cama de la estría terminal; ACopl, ACoa, ACopm, amígdala cortical posterolateral, anterior y posteromedial; AMe, amígdala medial; AP, amígdala posterior; LHRH, factor liberador de hormona luteinizante. Modificado de Brennan, 2001.

### **Bulbo Olfatorio Accesorio**

Los olores volátiles son procesados por el sistema olfatorio principal y transducidos por los receptores en la mucosa nasal que proyectan sus axones hacia el bulbo olfatorio principal (BOP). Las señales quimiosensoriales volátiles y no volátiles de la especie o feromonas son detectadas por el OVN, localizado en la base del septum nasal y que proyecta al bulbo olfatorio accesorio (BOA; Pfaff et al., 2009). El sistema olfatorio principal tiene receptores asociados a proteínas G, y es capaz de responder a una gran variedad de olores volátiles derivados del ambiente social y ecológico inanimado (Buck y Axel, 1991).

Luo et al. en 2003 plantean que las células mitrales del BOA son activadas preferentemente cuando el sujeto hace contacto directo con la región anogenital y facial del sexo opuesto. En contraste, el estímulo volátil no feromonal ambiental (por ejemplo comida) falla en la activación de las células mitrales del BOA (Baum, 2009). Las erecciones producidas por una exposición precoital a la orina de la rata hembra, son eliminadas después de una bulbectomía olfatoria o de la destrucción de la mucosa olfatoria con una solución de sulfato de zinc, pero la remoción del OVN no elimina las erecciones (Kondo et al., 1999).

### **Núcleo Cama de la Estría Terminal**

El núcleo cama de la estría terminal (NCET) se localiza entre la amígdala media (AMe) y el área preóptica medial (APOm) (Canteras et al., 1995; Coolen y Wood, 1998). Es una estructura que juega un papel modulador en la conducta sexual masculina. Al igual que la amígdala cerebral, el NCET está compuesto por distintos núcleos y gran cantidad de receptores a esteroides hormonales (Alheid, de Olmos y Beltramino, 1995). La región



posteromedial de esta estructura, es relevante para el control de la conducta de apareamiento (Newman, 1999). En ratas macho y hamsters la parte dorsal del NCET parece que contribuye más para la preparación del apareamiento que para la copula como tal (Hull et al., 2006). La lesión en NCET por excitotoxicidad elimina la preferencia por olores volátiles del sexo opuesto (Been y Petrusis, 2010). Tanto la AMe como la región posteromedial del NCET comparten funciones y conexiones (Alheid, 2003).

Sin embargo, las señales quimiosensoriales transmitidas a través de AMe pueden dirigirse hacia el NCET o ir directo al APOm (Hull et al. 2006). La AMe y el NCET interactúan con el APOm para regular la investigación a un olor volátil.

### **Amígdala cerebral**

Existe controversia respecto a si la amígdala cerebral debe ser considerada como una sola entidad o como una colección de núcleos que contribuyen al aprendizaje, la motivación y el miedo (núcleos centrales y división basolateral de la amígdala) o a procesos quimiosensoriales y de conducta social (división corticomedia de la amígdala). La región corticomedia es importante en la conducta sexual de los roedores masculinos, sirviendo como una integración quimiosensorial, somatosensorial y hormonal que se proyecta hacia el APOm y otras áreas centrales regulatorias de la conducta sexual (Swanson y Petrovich, 1998). En la amígdala existe abundancia de receptores a hormonas sexuales, especialmente en el subnúcleo posterior y la amígdala media ( Pfaff et al., 2009). La AMe manda las señales somatosensoriales de los genitales directamente hacia el APOm. Existe evidencia que demuestra que la amígdala media está involucrada en la regulación de la conducta sexual del macho, en particular la conducta eyaculatoria (De Jonge et al., 1992). Animales

con lesión en amígdala medial muestran deficiencia en la conducta eyaculatoria y la latencia de monta.

Dhungel et al. (2011) demostraron que la lesión en amígdala media (AMe) o el área preóptica (APO) afectan dramáticamente la preferencia olfatoria hacia una hembra receptiva, mientras que la lesión en amígdala cortical (ACo) no la afecta. Por esta razón, proponen que la expresión de la proteína c-Fos en células del ACo muestra la participación del área en el contexto social pero no en la ejecución de la conducta sexual y que el APO es indispensable en la conducta sexual y la preferencia olfatoria. Así como la lesión en AMe y ACo (juntas o separadas) muestran una fractura en la transmisión quimiosensorial entre el bulbo olfatorio principal (BOP) y el APO. La lesión en AMe tiene severas consecuencias en la conducta sexual, disminuye la frecuencia de eyaculación así como su latencia e incrementa el número de intromisiones y el intervalo posteyaculatorio (IPE), alargando la consumación de la conducta copulatoria comparado con los machos controles (Dominguez et al., 2001). También se menciona que la estimulación quimiosensorial producida por el acceso del macho al aserrín de hembra receptiva (estímulo volátil y no volátil) incrementa el número de células inmunorreactivas a c-Fos en la AMe y el ACo, sugiriendo que de este modo se estimulan ambos sistemas olfatorios (BOP y OVN), mientras que el estímulo volátil de la hembra únicamente activa la ACo, sugiriendo que ambos sistemas olfativos son independientes (Dhungel et al., 2011).

### **Área Preóptica Medial**

El control neural de la conducta sexual en machos y hembras involucra áreas diferentes del cerebro. Hay mucha evidencia que indica la importancia del área

preópticamedia anterior del hipotálamo (APOm) para la expresión de la conducta sexual de los machos (Paredes et al., 1993; Domínguez et al., 2001).

La lesión en ésta área interrumpe la conducta sexual y cuando es suficientemente extensa la elimina por completo (Paredes et al., 1993; Domínguez et al., 2001). Machos expertos que responden ante una hembra sexualmente receptiva siguen respondiendo después de una lesión en el APOm pero fallan en la cópula cuando la hembra está presente. Usando la preferencia de pareja y preferencia de lugar se muestra como después de una lesión, los machos siguen prefiriendo estar cerca de la hembra receptiva o el lugar donde anteriormente ha estado, sugiriendo que el APOm está involucrado en la respuesta copulatoria motora (montas e intromisiones) más que en la motivación o un aspecto recompensante en la conducta sexual (Paredes et al., 1993).

Been y Petruilis (2010) encontraron que al crear una lesión por excitotoxicidad en APOm se elimina la preferencia por olores volátiles del sexo opuesto en hámster sin experiencia sexual. El APOm tiene una participación importante en el inicio de la aproximación y la investigación de los olores volátiles de la hembra más que en la investigación de los olores no volátiles. Hay evidencia que sugiere que la lesión en APOm también interfiere en el inicio y la ejecución de la conducta copulatoria. Los resultados de Paredes et al. (1993) mostraron que la lesión en el APOm reduce la conducta sexual pero no la interacción social. El autoaseo y la persecución son conductas sexuales que se vieron más afectadas tras la lesión del APOm, proponiendo también una reducción en la motivación sexual debido a la lesión. Se sugiere que la importancia del APOm para la atracción del macho hacia una hembra depende de la volatilidad de las señales olfativas disponibles. Cuando solo los olores volátiles están presentes (son detectados a distancia),

estas señales son procesadas por el sistema olfatorio principal (Been y Petrulis, 2010). La lesión en el APOm elimina la preferencia hacia el área de la hembra tras una malla, lo que sugiere que la combinación de olores volátiles y no volátiles atraen con más fuerza al macho que la sola presencia de un olor volátil. Los olores no volátiles por investigación cercana de la hembra o por cópula producen un aprendizaje asociativo que lleva a la preferencia de un olor volátil de la hembra receptiva, lo cual muestra una diferencia entre los machos con experiencia y sin ella (Been y Petrulis, 2010). Dhungel et al. (2011) demostraron que los machos a los que se les realizó una lesión en APO muestran pérdida en el reconocimiento olfatorio, no detectan diferencia entre una hembra en estro y una hembra que no lo está o entre macho intacto y macho con gonadectomía.

### **Hormonas importantes para la activación sexual en machos**

#### **Testosterona**

La testosterona (T) es la principal hormona producida por los testículos y que se encuentra presente en el sistema circulatorio. Es secretada por las células de Leydig ubicadas entre los túbulos seminíferos de los testículos (Agmo y Ellingsen, 2003).

La conducta sexual de los machos depende en gran medida de la T y sus metabolitos y para que se lleve a cabo se requiere una concentración alta de T, la cual a su vez es requerida para la producción y maduración de espermatozoides en los testículos (Agmo y Ellingsen, 2003).

Los niveles de la T en plasma disminuyen 24 horas después de la castración, pero el macho puede continuar con la copula por días o semanas y la latencia de intromisión se reduce con los días (Pfaff et al. 2009).

La respuesta conductual a un estímulo sexual se ve activado por la reacción hormonal del sistema hipófisis-testicular del macho: la presentación de una hembra receptiva incrementa los niveles de T en la sangre del macho, mientras que la presencia de una hembra en diestro o un macho no produce dicho cambio hormonal (Amstislavskaya et al., 2011). La activación sexual ocurre en la primera fase de la conducta sexual y es la presencia de una hembra receptiva la que activa el eje hipotálamo-hipofisis-gonada (HHG) antes de que ocurra cualquier contacto sexual en los machos con experiencia sexual. La motivación sexual del macho es evidenciado por un aumento en los niveles de T y hormona luteinizante (LH) (Amstislavskaya y Popova, 2004). Las ratas macho que han sido castradas necesitan de 5 a 10 días de exposición de T para reintegrar la copulación (McGinnis et al., 1989; Putnam et al., 2001).

#### **Otras hormonas que participan**

Existe evidencia de la relación entre la conducta sexual y el estrés por medio del eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (HHG) y el eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA) respectivamente. Difundiendo la idea de que tienen efectos antagónicos, cuando uno se activa el otro se ve disminuido (Justel et al., 2009).

Se han propuesto diversos mecanismos fisiológicos que podrían estar participando en los efectos ansiolíticos de la respuesta sexual. Estos son las hormonas sexuales, el sistema GABAérgico y el sistema opioide (Justel et al., 2009). El aumento de T en el organismo y más específicamente sus metabolitos, dihidrotestosterona (DHT) y 3-alfa-androstanediol (3-alfa-diol), ejercen un efecto ansiolítico, siendo estos potentes agonistas de GABA (Edinger y Frye, 2007). La exposición de los roedores en el laberinto elevado en cruz con diferentes estresores y administración de T o DHT evaluada durante 30 minutos

mostró menor ansiedad que aquellos animales que no recibieron el tratamiento (Aikey, Nyby, Anmuth y James, 2002). El sistema opioide participa en la motivación y conducta sexual, además de que está implicado en los efectos de atenuación del estrés encontrado en los animales luego del comportamiento sexual (Justel et al., 2009). De esta manera, existe evidencia que relaciona la ansiedad y la respuesta sexual. Bonilla-Jaime et al. en el 2006 demostraron que las hormonas del estrés y la conducta sexual aumentan durante el encuentro sexual, actuando la corticosterona (eje HHA) y la T (eje HHG) en conjunto para la preparación para la agresión y la reproducción (Retana-Márquez et al., 1998).

El eje hipotálamo-hipófisis-gonadal (HHG) es el encargado de activar la maduración del organismo desde el punto de vista sexual. Las células del hipotálamo segregan hormonas liberadoras de gonadotropinas (GnRH), las cuales estimulan la producción y liberación de hormona folículo estimulante (FSH) y hormona luteinizante (LH); dos hormonas gonadotróficas hipofisarias que estimulan a las gónadas para que segreguen sus hormonas esteroides sexuales.

Los ovarios producen estradiol (estrógenos) y los testículos T (Carlsson, 1996). Para que se puedan activar los patrones motores de la conducta sexual, es necesario la activación del eje HHG debido a la presencia del estímulo sexual, lo cual permite que se lleve a cabo la primera fase de la conducta sexual; la fase motivacional (Amstislavskaya y Popova, 2004). Los machos con experiencia sexual asocian estímulos ambientales que secretan T en anticipación a la actividad sexual, asociando los estímulos ambientales con aquellos que son sexuales. En un estudio donde se evaluó el nivel de T se observó que los machos que tuvieron contacto o simple acercamiento con una hembra receptiva elevaron sus niveles plasmáticos de T (Bonilla-Jaime et al., 2006). Esto podría sugerir que puede haber una

interacción entre el sistema olfativo (órgano vomeronasal) y el eje HHG, que hace que el circuito se active al reconocer el estímulo sexualmente relevante (James y Nyby, 2002).

El eje hipotálamo-hipófisis-adrenal (HHA) es activado cuando el organismo percibe situaciones o estímulos estresantes. La liberación del factor de liberación de corticotrofina (CRF) del hipotálamo hacia la adenohipofisis o hipófisis anterior permite a su vez la secreción de la hormona adenocorticotrofina (ACTH), la cual estimula la corteza adrenal que produce glucocorticoides (GC), cortisol en humanos o corticosterona (C) en las ratas (Justel et al., 2009). Los glucocorticoides a corto plazo adaptan al organismo para una respuesta de riesgo, sin embargo, a largo plazo resultan perjudiciales, debido a que existe un desequilibrio homeostático prolongado que pone en riesgo la supervivencia del sujeto.

La actividad sexual aumenta tanto los niveles plasmáticos de T como los de C. Sin embargo, el aumento de C se da en machos con experiencia o sin experiencia sexual y con la presencia de hembra receptiva o no receptiva, lo que sugiere que esto ocurra por el encuentro con un conoespecífico, es decir, de la misma especie (Bonilla-Jaime et al., 2006).

## **CAPITULO 4.**

### **MACHOS DE COPULACIÓN LENTA**

Como se mencionó anteriormente en el capítulo 2, la conducta sexual de las ratas macho y específicamente la latencia de eyaculación, ha sido un parámetro importante para la clasificación conductual de las mismas. Los machos se han clasificado en tres grupos de machos según su conducta sexual: copuladores expertos, copuladores lentos y no copuladores.

Los machos lentos son animales con experiencia sexual, pero a pesar de ello presentan fallas conductuales que retrasan o impiden la consumación de la conducta sexual.

Como muestra la figura 6, las latencias de monta, intromisión y eyaculación aumentan en los machos lentos. Los animales identificados con estas características pueden llegar a consumar la conducta sexual durante los 30 minutos de observación o no concluir una serie eyaculatoria en ese periodo pero si presentar la repetición de los patrones conductuales mencionados anteriormente, lo que los diferencia también de los machos no copuladores.



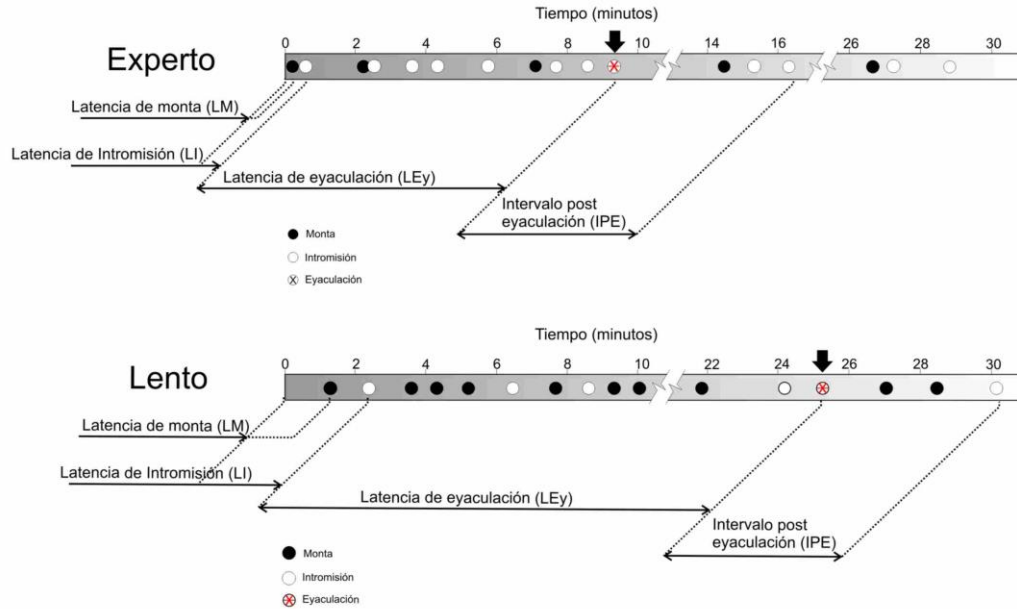


Fig. 6 Copulograma de macho experto y macho lento que muestra las diferencias que existen en algunos parámetros evaluados en la conducta sexual.

## JUSTIFICACIÓN

Para las ratas machos NC se han encontrado datos que muestran falla en su activación o preferencia olfatoria contrastando con los CE o CL. Sin embargo, en los CL no existe evidencia que pueda afirmar que estos animales tienen alteraciones o fallas en su activación fisiológica que ocasione su déficit conductual. Aun así, resulta evidente que existe en estos animales una deficiencia conductual que los coloca en un grupo aparte de los CE o de los NC. De esta manera, la identificación clara de esta condición biológica permitiría considerar a estos sujetos como un modelo biológico natural para el estudio de algunos trastornos vinculados con la conducta sexual.

En trabajos previos desarrollados en el Laboratorio de Neuroanatomía Funcional, de la Facultad de Medicina, se ha demostrado que la conducta sexual del macho con experiencia sexual puede ser modificada por la presencia de diferentes neurotransmisores como los opioides. Ha sido común encontrar sujetos experimentales que presentan alteraciones copulatorias semejantes a lo descrito con los llamados machos de copulación lenta, sin que podamos corroborar esta condición. Consideramos relevante identificar la existencia de este fenotipo biológico en la población proveniente del bioterio de la Facultad de Medicina ya que, representaría un modelo de experimentación para el estudio de disfunción sexual vinculado con la consumación de la conducta. Como primer punto en la aproximación de este objetivo, consideramos pertinente iniciar la caracterización conductual de estos sujetos. Con este propósito, en el presente trabajo se eligió comparar la reacción de machos de copulación lenta ante diferentes estímulos sexuales que induzcan al animal a un estado motivado, así como el análisis de su conducta sexual y sociosexual contrastando esta actividad con sujetos considerados como machos expertos (CE). La coordinación motora así como el aprendizaje motor de copuladores expertos y lentos también requiere ser evaluada para descartar que exista alguna alteración motora por parte del grupo de machos lentos que explique su bajo desempeño copulatorio.

Con estos antecedentes nos planteamos demostrar si existe alteración en el reconocimiento de la información motivacional del macho lento que conlleve a una conducta sexual deficiente, así como alteración motora en su actividad, coordinación y aprendizaje.

## OBJETIVOS

A) Evaluar el desempeño motivacional de las ratas sexualmente lentas en contraste con los copuladores expertos.

A.1) Analizar la preferencia de señales olfatorias sexualmente relevantes.

A.2) Evaluar la motivación de los copuladores expertos y lentos frente a un estímulo olfatorio incentivo: sexual, social o alimenticio.

B) Evaluar la habilidad motora en ratas de copulación lenta comparado con los machos expertos.

B.1) Evaluar la actividad y coordinación motora de los machos expertos y lentos.

C) Evaluar el desempeño precopulatorio (sociosexual) y copulatorio de las ratas macho de copulación lenta contrastando con los copuladores expertos.

C.1) Analizar las latencias y frecuencias de los diferentes parámetros de la conducta precopulatoria de las ratas de los machos expertos y lentos.

C.2) Analizar las latencias y frecuencias de los diferentes parámetros de la conducta copulatoria de las ratas macho de copulación lenta y expertos.

D) Homologar el nivel sistémico de testosterona entre los grupos, para descartar que éste sea la causa de las diferencias en la conducta motivacional y sexual entre machos expertos y machos lentos.

D.1) Evaluar la capacidad de reconocimiento de señales olfativas antes y después de la administración hormonal en los copuladores lentos y expertos.

D.2) Evaluar el desempeño precopulatorio y copulatorio antes y después de la administración hormonal en los copuladores lentos y expertos.

## HIPOTESIS

1. Si en la condición biológica conocida como machos de copulación lenta estos desarrollan latencias prolongadas de eyaculación, entonces la motivación por señales sexualmente relevantes se encontrará disminuida.
2. Si los machos de copulación lenta tienen fallas motoras en su conducta copulatoria que retrasan o impiden que se realice una serie eyaculatoria, entonces hay disminución en su capacidad de coordinación motora frente a los machos expertos.
3. Si la conducta sexual de los machos de copulación lenta retrasa o impide que se concluya una serie eyaculatoria, entonces las latencias y/o frecuencias evaluadas en las conductas precopulatoria y copulatoria se verán aumentadas, en comparación con los machos expertos.
4. Si la administración de testosterona postcirugía no modifica la conducta sexual y de reconocimiento olfativo en los machos de copulación lenta entonces la testosterona no es la causa de las diferencias conductuales frente a los machos expertos.

## CAPITULO 5

### MÉTODO

#### Animales

Para los diferentes experimentos se utilizaron ratas macho y hembra de la cepa Wistar, obtenidos del bioterio de la Facultad de Medicina, UNAM.

Debido a la dificultad para encontrar a los machos de copulación lenta, se solicitó al bioterio de la Facultad de Medicina 50 machos aproximadamente con un peso entre 300 y 350 kg. De esos animales se obtuvieron 10 machos lentos para el grupo experimental, y se tomaron 10 machos expertos para el grupo control. Los animales restantes se distribuyeron en los diferentes experimentos que se realizaban a la par de este proyecto. Cada uno de los machos fue colocado en cajas de estancia individuales. Las hembras se colocaron en cajas de estancia en grupos de 6. Se utilizaron 20 hembras receptivas y 5 hembras no receptivas con un peso aproximado entre 200 y 250 kg

Tanto hembras como machos se mantuvieron en condiciones de bioterio en un ciclo luz-oscuridad invertido de 12:12, temperatura de  $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ , además de comida (Chow Purina 5001) y agua *ad libitum*. El procedimiento experimental fue aprobado por el Comité de Bioseguridad y Bioética de la Facultad de Medicina, UNAM, de acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-062-ZOO-1999 de título “Especificaciones técnicas para la producción, cuidado y uso de los animales”.

## **Grupos**

Para esta investigación se trabajó con machos copuladores lentos y expertos. Para realizar la selección y clasificación de los animales, se sometieron a 5 sesiones de entrenamiento de conducta copulatoria previo a las pruebas experimentales. Para el entrenamiento, la conducta fue observada una vez cada tres días con tiempo de observación de 1800 segundos la sesión frente a una hembra receptiva, cada animal tuvo tiempo de habituación de 5 min en la arena de cópula. Una vez concluida la fase de entrenamiento, se continuó con la prueba experimental y la latencia de eyaculación fue el criterio para formar los dos grupos. Aquellos animales que mostraron una latencia de eyaculación menor a 900 segundos y con dos series eyaculatorias en dos sesiones de entrenamiento consecutivas de las 5 posibles se consideraron machos expertos. Mientras que aquellos sujetos que lograron la eyaculación después de los 900 segundos o incluso que no obtuvieron una serie eyaculatoria durante el periodo de observación (1800 segundos) fueron considerados machos lentos.

## **Cirugías y administración hormonal**

### **Grupo de hembras**

Para asegurar la receptividad, las hembras fueron ovariectomizadas por medio de una incisión bilateral. La anestesia fue inducida con una mezcla de 0.95 ml de ketamina y 0.60 ml de xilacina administrando 1ml/kg y se les administró antibiótico para su recuperación. Las hembras fueron tratadas con benzoato de estradiol (25 µg/kg) 48h antes y progesterona (1 mg/kg) 4 h antes de la prueba conductual y en aceite comercial como vehículo, en un volumen de 0.2 ml de hormona. La administración fue por vía subcutánea.

Fueron utilizadas únicamente las hembras que mostraron lordosis durante la prueba conductual.

### **Grupo de machos**

A los dos grupos de machos se les realizó la gonadectomía mediante una incisión en la línea media de la bolsa escrotal. Después de exponer los testículos y el cordón espermático, los cordones espermáticos fueron cerrados con ligaduras dobles con material de sutura absorbible 3 – 0 y fueron removidos los testículos. La anestesia fue inducida con una mezcla de 0.95 ml de ketamina y 0.60 ml de xilacina administrando 1ml/kg, y se les administró antibiótico para su recuperación. Un día después de la operación cada animal fue tratado con 0.2 ml de T (200 µg) diaria, diluida en aceite vegetal vía subcutánea durante 15 días antes de reanudar las pruebas y a lo largo de todo el experimento, permitiendo que se logrará reanudar la conducta copulatoria y que ésta permaneciera constante.

### **Diseño experimental**

Se utilizó un diseño de cuadro latino con muestras repetidas para la realización de los experimentos.

Una vez clasificados los grupos, cada prueba se distribuyó en dos fases. En la primera: los animales se encuentran en condiciones integrales sin ninguna intervención quirúrgica, y se sometieron a 2 sesiones para cada una de las pruebas conductuales. En la segunda fase: para descartar que los animales tuvieran una falla conductual debido a un déficit hormonal se realizó gonadectomía con un posterior suministro diario de testosterona vía subcutánea con una dosis de 200 µg/kg, además de la evaluación de las pruebas.



## **Pruebas conductuales**

### **Conducta precopulatoria**

Para la primera parte de la conducta sexual, es decir la conducta precopulatoria o motivacional, se observaron los primeros 10 minutos de interacción dentro de la arena de cópula entre el macho y la hembra receptiva.

Se analizó únicamente la conducta precopulatoria del macho, sin embargo, es importante tomar en cuenta que la conducta proceptiva de la hembra es fundamental para que exista un despliegue de conducta sociosexual en el macho, por lo que, el tratamiento hormonal en la hembra fue esencial para lograr el estado en estro.

Para el análisis de los parámetros de la conducta precopulatoria se utilizó el programa OAConduSex (2011).

### ***Procedimiento***

Con el propósito de encontrar las diferencias que existen entre los animales copuladores expertos y copuladores lentos respecto a la ejecución de la conducta socio sexual, se observaron y analizaron cada uno de los diferentes parámetros comentados en el apartado anterior. El macho se introdujo en la arena de copula un total de cuatro veces a lo largo del experimento, dos sesiones con el animal precirugía y dos sesiones postcirugía. De esta manera se analizaron en el video los primeros diez minutos de la conducta precopulatoria empezando el análisis en el momento en que la hembra fue introducida en la arena.

La obtención de los datos se realizó por muestras repetidas. Los machos que se sometieron a cirugía, fueron tratados con testosterona 12 días antes de la prueba para restablecer sus funciones conductuales.

### Conducta precopulatoria

La conducta sexual de la rata macho se puede dividir principalmente en conducta precopulatoria o motivacional y conducta copulatoria o consumatoria. Para el análisis de estas dos fases se utilizó una caja cilíndrica de plexiglás (60 cm de diámetro x 50 cm de alto), útil como arena de cópula, con una superficie de aserrín limpio (ver figura 7).

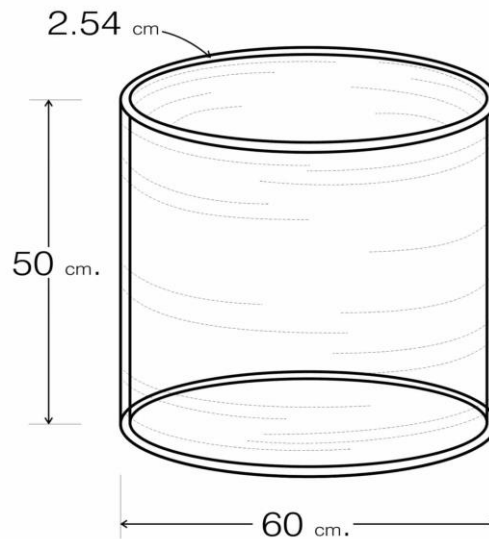


Fig. 7. Arena de cópula para la evaluación de la conducta sociosexual y sexual de la rata macho. En la base se le coloca una cama de aserrín limpio.

Antes de comenzar la prueba copulatoria el macho se habitúa durante 5 minutos en el área y posteriormente se coloca a la hembra receptiva por un periodo de 1800 segundos permitiendo la interacción entre ambos animales. Este procedimiento igual que sucede con

las condiciones antes descritas se repite dos veces con el fin de obtener un promedio de las latencias en todos los parámetros conductuales analizados. El copulagrama (ver figura 6) muestra en forma resumida y grafica los parámetros evaluados y como es la dinámica conductual para la conducta sexual de la rata macho.

Los videos de conducta sexual fueron analizados en el programa OAConduRep (2011) para evaluar los diferentes parámetros conductuales.

### ***Procedimiento***

Los parámetros copulatorios que se tomaron en cuenta para evaluar la conducta copulatoria, y que permite tener una interpretación cuantitativa de la actividad copulatoria según Lucio y Tlachi-López (2008) son:

*Latencia de Monta (LM)*: Desde la introducción de la hembra en la arena hasta el primer patrón conductual de monta. Considerada la medida más directa para evaluar motivación sexual ya que no se requiere erección peneana o postura de la hembra que permita la inserción del pene. Mientras más corta la latencia de monta mayor motivación. Registrada en segundos.

*Latencia de Intromisión (LI)*: Desde que entra la hembra a la arena hasta la primera intromisión. Refleja la rapidez del macho para presentar erección para la inserción. En macho con experiencia el valor es parecido entre LM y LI. Registrada en segundos

*Latencia de Eyacuación (LEy)*: Desde la primera intromisión hasta la eyacuación. Puede ser corta o larga la latencia sin que implique más efectividad o menos del macho. A medida que se adquiere experiencia sexual se puede ir reduciendo la LEy, pero no es una regla. Registradas en segundos.

*Número de Montas (NM)*: Número de veces que se despliega el patrón de monta por serie eyaculatoria, no hay acuerdo en su significado, puede interpretarse como motivación sexual incrementada o decremento en la sensibilidad del pene.

*Número de Intromisiones (NI)*: Número de veces que se despliega el patrón de intromisión por serie eyaculatoria. Es la medida para alcanzar el umbral de eyaculación. No se puede hablar de potencia sexual entre machos.

*Intervalo Interintromisión (III)*: Se obtiene con el valor de la latencia de eyaculación dividida entre el número total de intromisiones ocurridas durante la serie copulatoria. Este parámetro está relacionado con la motivación sexual de los machos, así como el potencial eréctil (Agmo, 1997).

*Índice de Aciertos (IA)*: Representa el cálculo del [número de intromisiones/(número de intromisiones + número de montas)]. Este cálculo propone la sensibilidad del funcionamiento y mecanismos eréctiles de los músculos peneanos. Es un valor entre 0 y 1, se conoce como eficiencia copulatoria y refleja potencial eréctil, aunque también puede expresar conducta femenina. Más cercano a 1 es adecuado para interpretarse como potencial eréctil.

*Intervalo Posteyaculatorio (IPE)*: Constituye el intervalo entre una eyaculación y el tiempo transcurrido hasta la presentación de la siguiente intromisión de la siguiente serie copulatoria. Este intervalo tiende a prolongarse en relación a la saciedad sexual que experimente el sujeto. Así este intervalo puede indicar el estado de saciedad sexual del macho.

**Motivación sexual incentiva (MSI)-olfación**

Para la evaluación de la preferencia olfativa se trabajó con la prueba de “Motivación Sexual Incentiva” (MSI). Esta prueba permite que el sujeto vea, oiga y olfatee al estímulo sin tener contacto físico con él, ya que el estímulo está detrás de una malla. La conducta de acercamiento del macho dada la naturaleza del estímulo (sexual o social) se ve repetida hacia el estímulo más agradable para él, indicando un estado positivo afectivo. Se ha propuesto que esta prueba es el modo más directo de medir la conducta de aproximación a un estímulo intrínsecamente recompensante (Agmo 2003; Paredes, 2009). Las diferentes condiciones evaluadas nos permiten saber la preferencia del macho hacia un estímulo específico, permitiéndole elegir entre estímulos sexuales, sociales, alimenticios y neutros evaluando su activación motivacional. La ventaja de esta prueba es que permite evaluar el valor incentivo de un estímulo animal sin que el contacto físico modifique la conducta (Paredes y Vázquez, 1999; Camacho et al., 2004). Al mismo tiempo es una prueba que no se ve afectada por la novedad y la repetición de la prueba ya que la aproximación se mantiene (Agmo, 2003; Agmo y Ellingsen, 2003; De Gasparín et al. 2008).

La “Motivación Sexual Incentiva” es evaluada en una caja de acrílico (100 x 50 x 50 cm) donde se coloca al macho en prueba, y dos cajas por fuera junto a esta en las esquinas diagonalmente opuestas (25 x 25 x 50 cm) donde son ubicados los animales estímulo, una hembra receptiva y un macho sexualmente experto como ejemplo (ver figura 8).

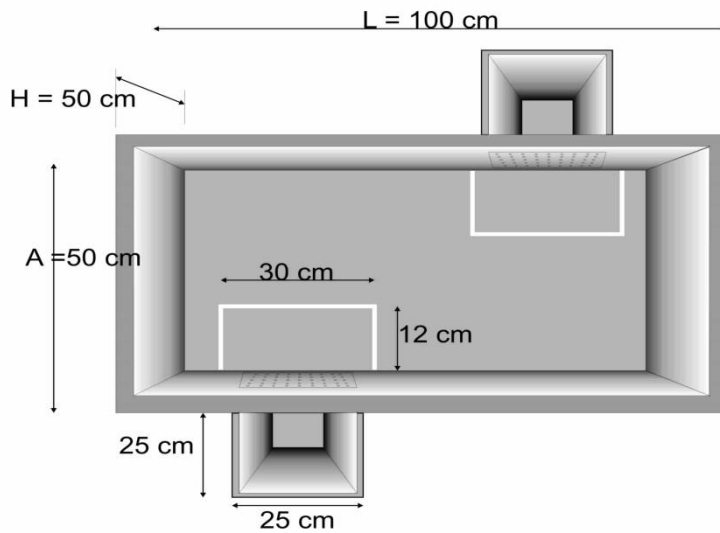


Fig. 8. Esquema de la caja utilizada en la prueba de Motivación Sexual Incentiva (MSI).

Antes de empezar la evaluación, el animal tiene un periodo de exploración y habituación en la caja por 5 minutos. La prueba tiene una duración de 10 minutos en la cual el macho puede desplazarse libremente, olfatear, oír o ver a los animales estímulo de ambas cajas, sin tener una posible interacción. Se registra el tiempo que el macho vaga en cada una de las zonas. Entre prueba y prueba, los compartimentos externos e internos aseados con alcohol al 70% con el fin de evitar cualquier contaminación por olores. Se evaluó para esta prueba el Tiempo Total de Distancia Recorrida (TTDR), Tiempo en la Zona Neutra (TZN), Tiempo en la Zona Incentiva (TZI) y Tiempo en la Zona No Incentiva (TZNI) por medio del programa OASPADVid 1.0 (2012).

***Procedimiento***

Con el fin de distinguir la preferencia olfativa y la motivación de los animales se registró la respuesta de los machos expertos y lentos en la prueba de “Motivación sexual incentiva”. Así nos propusimos exponer a los machos a estímulos volátiles y no volátiles involucrando ambos sistemas olfativos (sistema olfativo principal y sistema vomeronasal). En este estudio el aserrín “sucio” de la hembra (el aserrín fue recolectado después de 2 días de permanencia de la hembra) es considerado como únicamente volátil ya que los machos no tienen contacto directo con él y solo perciben el estímulo volátil. Por otra parte, la hembra receptiva muestra señales no volátiles (Dhungel et al., 2011).

Para la evaluación de la preferencia olfativa los machos son probados en cinco diferentes condiciones:

*Condición 1;* hembra receptiva frente hembra no receptiva. Ambas hembras presentes en la caja con cama de aserrín limpio.

Para detectar si ambos grupos de animales reconocen estímulos sexuales, se enfrenta al macho a la identificación de estímulos no volátiles de la hembra receptiva y estímulos volátiles en la hembra no receptiva, participando tanto el órgano vomeronasal como el olfatorio principal.

*Condición 2;* hembra receptiva frente macho activo. La hembra representa un estímulo sexualmente relevante y el macho un estímulo con valor social, cada animal está presente en su respectiva caja con una cama de aserrín limpio.

Para detectar si los machos muestran reconocimiento por un estímulo sexual relevante, se enfrenta el animal a la identificación de estímulos no volátiles de la hembra y estímulos no volátiles del macho, participando el sistema vomeronasal.

*Condición 3;* cama de aserrín de hembra receptiva frente a cama de aserrín de macho activo. Para ésta condición los animales no están presentes, se coloca únicamente la cama de aserrín (recolectado después de 3 días de estancia del animal donador).

Para detectar que los animales reconocen los estímulos por medio de la participación del sistema olfatorio principal, se enfrenta al macho a la identificación de estímulos volátiles depositados en la cama de aserrín provenientes de una hembra receptiva frente a estímulos volátiles depositados en la cama de aserrín de macho experto.

*Condición 4;* “pellets” de alimento frente cama de aserrín de hembra receptiva. Al animal se le restringe el alimento en un 50% durante 48 horas para asegurar la motivación suficiente de alimentación, por lo que el sujeto es enfrentado a la identificación odorífera de dos estímulos altamente motivacionales, por un lado el volátil originado por el alimento y por el otro el estímulo volátil de la cama de la hembra receptiva, permitiendo identificar si en ambos grupos participa la motivación por un estímulo primario alimenticio.

*Condición 5;* cama de aserrín limpio frente a “pellets” de alimento. No hay ninguna restricción en el alimento y el aserrín colocado en la caja es limpio.

Esta condición sirve como **control**, el animal identifica estímulos volátiles en ambos casos con la participación del sistema olfatorio principal.



Se puso atención en la ubicación y asignación de la hembra en la caja de olfacción para que no se repitiera con el mismo macho y en el mismo lugar evitando así un reconocimiento y una asociación del estímulo con la conducta.

Todos los machos (n=20) fueron expuestos a la prueba de motivación sexual incentiva (MSI) en las cinco diferentes condiciones antes mencionadas. Para cada una de las condiciones, se aseó perfectamente la caja para evitar la mezcla de olores que pudieran alterar las señales olfatorias.

La obtención de los datos se realizó por muestras repetidas y por duplicado, tanto para la fase de precirugía como en la fase de postgonadectomía más la administración hormonal.

### **Coordinación motora (Cilindro giratorio)**

Debido a que existen datos contradictorios respecto a que las ratas macho con conductas hiposexuales son hiperactivas o no, como lo mencionan Kohlert y Bloch (1996) y Pattij et al. (2005), nos pareció importante evaluar la coordinación y actividad motora de ambos grupos de machos. Por esta razón, se completó la información de la actividad motora obtenida en la prueba de MSI (que da información semejante a la prueba de campo abierto) con la evaluación de la habilidad motora en la prueba del Cilindro giratorio o “rotarod”. Es una prueba de rendimiento motor basada en un cilindro giratorio con actividad motora forzada, utilizada principalmente en roedores (ver figura 9). Entre las diversas pruebas conductuales para medir el rendimiento motor, el cilindro giratorio considera factores como la coordinación motora, el aprendizaje y el aumento en la

capacidad pulmonar (Hikosaka et al., 1999), esta prueba también es adecuada para la evaluación de déficit cerebelar en roedores (Caston et al., 1995).

El macho es colocado en el cilindro cuidando que toque con sus cuatro patas la superficie del mismo, el cual se encuentra suspendido por encima del suelo. El efecto de aprendizaje aparece con el número de pruebas realizadas y el alargamiento de la latencia de caída. Sin embargo, la aceleración constante de la típica prueba del cilindro no parece ideal para evaluar la adquisición de habilidad de aprendizaje motor, ya que la curva de aprendizaje es poco profunda (Perez y Palmiter, 2005). Shiotsuki et al. (2010), diseñó un protocolo para evaluar la adquisición de aprendizaje motor por medio del cilindro giratorio, colocando a ratones en un cilindro de 9 cm de diámetro a una velocidad constante de 10 rpm permitiendo que los animales tuvieran un mayor aprendizaje que aquellos que tuvieron una aceleración constante.

La altura del cilindro con respecto al piso es de 48 cm, lo que propicia que el animal intente evitar su caída y de manera natural la rata trata de permanecer en el cilindro giratorio para evitar caer al suelo. El tiempo que el animal se mantiene en el cilindro permite evaluar equilibrio y coordinación motora, por lo que se considera el número de caídas una evaluación indirecta de esta habilidad. La aceleración del cilindro puede ser seleccionada de entre 2 a 32 revoluciones por minuto (rpm), dependiendo de las necesidades del experimento. Para la realización de este experimento mantuvimos la velocidad a 8 rpm criterio adoptado tras análisis piloto no reportado en este trabajo. La latencia de caída fue grabada automáticamente por fotoceldas y el número total de caídas y la permanencia en el cilindro fueron registradas y analizadas.

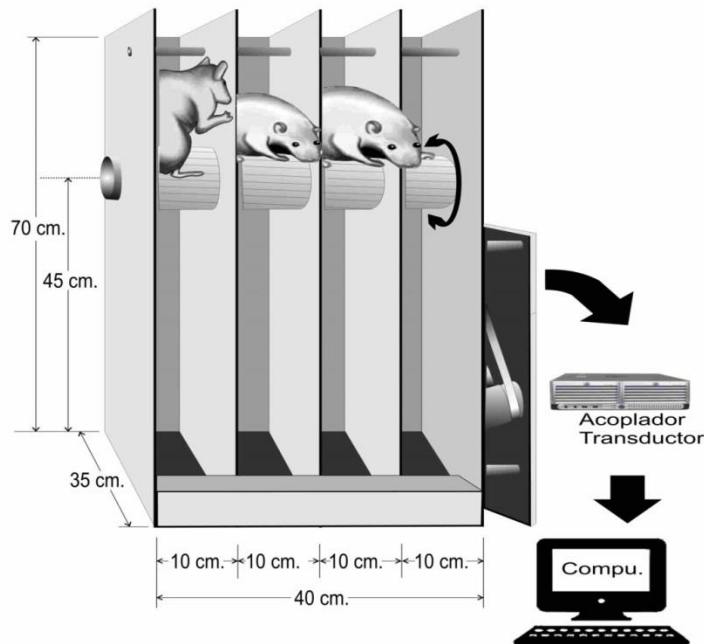


Fig. 9. Prueba de coordinación motora. Cilindro giratorio. El animal es colocado en alguno de los compartimentos, encima del cilindro. Una vez que el animal tenga estabilidad en el cilindro, se activa su rotación permitiendo evaluar la coordinación motora del animal a prueba.

### ***Procedimiento***

Con el propósito de completar la información de la actividad motora de la prueba de MSI y distinguir posibles alteraciones en la coordinación motora, se utilizó la prueba del cilindro giratorio entre los sujetos denominados machos lentos en comparación con los animales expertos.

El objetivo de esta prueba es que el animal aprenda a permanecer sobre el cilindro durante un tiempo arbitrario de 20 segundos que dura cada intento, tiempo en el cual se contabilizó el número de caídas y el índice en su tiempo de permanencia por cada periodo

de observación. En caso de que el animal caiga antes de los 20 segundos se devuelve al cilindro para que complete el periodo establecido.

Los machos se expusieron durante 20 segundos al cilindro giratorio a 8 revoluciones por minuto 3 veces al día con un intervalo entre cada ensayo de 3 minutos, repitiendo esto por 5 días consecutivos, contabilizando el número de caídas y la permanencia en el cilindro que tuvo cada animal.

## **ANÁLISIS ESTADÍSTICO**

Para el análisis estadístico de los resultados obtenidos en las diferentes pruebas conductuales se hicieron varias comparaciones entre grupos independientes y con grupos relacionados. Para cada prueba conductual se presentarán los resultados obtenidos con un orden específico.

Para evaluar si existieron diferencias entre los grupos se utilizó una prueba paramétrica. Los datos obtenidos por el grupo de machos expertos antes y durante la administración hormonal fueron evaluados por la prueba t de Student para muestras relacionadas, la misma prueba se utilizó para los machos lentos antes y después de la administración hormonal. Para evaluar los datos obtenidos entre los dos grupos de machos se analizaron los resultados con la prueba t de Student para muestras independientes. Estas comparaciones se realizaron en todas las pruebas conductuales: conducta sociosexual, conducta sexual, motivación sexual incentiva y cilindro giratorio. El análisis se llevó a cabo con el paquete estadístico IBM SPSS Statistics 21.

Debido a que el 60% de los machos lentos antes de la administración hormonal y el 40% después de la administración hormonal no concluyeron una serie eyaculatoria durante el periodo de observación de 30 minutos, tres parámetros de la conducta sexual relacionados con la eyaculación no pudieron ser analizados con la misma prueba: el intervalo posteyaculatorio (IPE) y la latencia de eyaculación (LEy). Estos parámetros fueron analizados de forma manual con la prueba chi cuadrada ( $\chi^2$ ) de homogeneidad, la cual utiliza las frecuencias en una tabla de contingencias.

## CAPITULO 6

### RESULTADOS

#### Conducta precopulatoria

En la tabla 1 se muestran las latencias y frecuencias obtenidas en los diferentes parámetros que evalúan la conducta precopulatoria o conducta sociosexual (CSS) de los machos lentos y expertos antes y después de la administración hormonal.

Los expertos con hormona muestran disminución significativa en la frecuencia de autoaseo [M=23,70; DE=2,57; (t(10)=3,68, p=0,01)] y persecución [M=20,0; DE=3,94; (t(10)=2,79, p=0,02)] así como un aumento en la frecuencia de aseos a la hembra [M=1,90; DE=1,07; (t(10)=-4,04, p=0,003)] comparado con los expertos intactos. Mientras que en los machos lentos con hormona la latencia para el autoaseo [M=263,05; DE=71,07; (t(10)=-2,47, p=0,04)] y aseos a la hembra [M=13,0; DE=7,33; (t(10)=-2,75, p=0,02)] es significativamente mayor y la latencia de persecución [M=86,30; DE=40,76; (t(10)=3,57, p=0,01)] y la frecuencia de persecución [M=19,0; DE=7,77; (t(10)=2,21, p=0,05)] disminuye después de la administración hormonal.

Tabla 1

*Conducta sociosexual antes y después de la administración hormonal de los machos expertos y lentos.*

	Expertos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Latencia (seg)								
Olfación	156.15	54.30	157.35	43.94	-0.06	0.95	-47.35	44.95
Autoaseo	250.00	41.82	241.55	45.98	0.58	0.57	-24.31	41.21
Levantamiento 2p	17.40	10.50	18.75	13.19	-0.23	0.82	-14.47	11.77
Descanso	13.75	22.73	35.05	26.15	-1.97	0.08	-45.76	3.16
Aseo Hembra	3.05	6.87	7.70	6.29	-1.63	0.14	-11.11	1.81
Exp. Genital Pareja	2.30	4.89	0.95	2.83	0.70	0.50	-2.99	5.69
Persecución	91.30	37.60	82.05	13.36	0.80	0.44	-16.83	35.33
Frecuencia								
Olfación	16.15	4.16	13.75	3.04	1.53	0.16	-1.16	5.96
Autoaseo	28.20	4.95	23.70	2.57	3.68	<b>0.01</b>	1.73	7.27
Levantamiento 2p	6.25	2.74	5.05	3.05	1.08	0.31	-1.30	3.70
Descanso	0.80	0.89	1.80	1.36	-1.73	0.12	-2.31	0.31
Aseo Hembra	0.55	0.55	1.90	1.07	-4.04	<b>0.00</b>	-2.10	-0.60
Exp. Genital Pareja	0.55	1.04	0.25	0.49	0.84	0.42	-0.51	1.11
Persecución	24.30	7.04	20.00	3.94	2.79	<b>0.02</b>	0.82	7.78
	Lentos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Latencia (seg)								
Olfación	170.30	56.98	172.60	54.50	-0.19	0.86	-30.37	25.77
Autoaseo	224.90	81.43	263.05	71.07	-2.47	<b>0.04</b>	-73.13	-3.17
Levantamiento 2p	29.55	27.20	24.85	19.82	0.69	0.51	-10.69	20.09
Descanso	3.95	5.60	18.85	28.87	-1.58	0.15	-36.26	6.46
Aseo Hembra	6.90	11.40	13.00	7.33	-2.75	<b>0.02</b>	-11.12	-1.08
Exp. Genital Pareja	0.00	0.00	0.95	3.00	-1.00	0.34	-3.10	1.20
Persecución	86.30	40.76	47.65	24.06	3.57	<b>0.01</b>	14.15	63.15
Frecuencia								
Olfación	18.90	6.36	17.10	5.25	1.19	0.26	-1.62	5.22
Autoaseo	22.55	7.80	20.10	5.94	0.93	0.38	-3.52	8.42
Levantamiento 2p	8.40	5.63	6.70	5.32	1.03	0.33	-2.04	5.44
Descanso	0.40	0.46	0.70	0.63	-1.50	0.17	-0.75	0.15
Aseo Hembra	1.95	2.74	2.95	2.02	-1.57	0.15	-2.44	0.44
Exp. Genital Pareja	0.00	0.00	0.20	0.63	-1.00	0.34	-0.65	0.25
Persecución	19.00	7.77	12.85	7.63	2.21	<b>0.05</b>	-0.16	12.46

*Nota* : M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior.

En la tabla 2 se reportan los resultados obtenidos en la comparación de los machos expertos con los machos lentos. Los machos lentos tienen una media significativamente menor durante el periodo de administración hormonal tanto en la latencia [M=47,65; DE=24,06; (t(10)=3,95, p=0,001)] como en la frecuencia [M=12,85; DE=7,63; (t(10)=2,63, p=0,02)] de persecución, así como en la frecuencia de descanso [M=0,70; DE=0,63; (t(10)=2,32, p=0,03)] comparado con los machos expertos durante la administración hormonal.

La persecución es el parámetro que presenta más diferencia a lo largo del análisis de la conducta sociosexual, y como se mencionó anteriormente está directamente relacionado con la motivación sexual de las ratas. Los machos con administración hormonal disminuyen la duración y el número de veces que realizan la conducta de persecución sugiriendo una disminución en la motivación sexual en este grupo



Tabla 2

*Comparación de machos lentos y machos expertos en los parámetros evaluados en la conducta sociosexual.*

Variable	Intactos				t(10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Latencia (seg)								
Olfación	156.15	54.30	170.30	56.98	-0.57	0.58	-66.44	38.14
Autoaseo	250.00	41.82	224.90	81.43	0.87	0.40	-35.72	85.92
Levantamiento 2p	17.40	10.50	29.55	27.20	-1.32	0.20	-31.52	7.22
Descanso	13.75	22.73	3.95	5.60	1.32	0.20	-5.75	25.35
Aseo Hembra	3.05	6.87	6.90	11.40	-0.92	0.37	-12.69	4.99
Exp. Genital Pareja	2.30	4.89	0.00	0.00	1.49	0.15	-0.95	5.55
Persecución	91.30	37.60	86.30	40.76	0.29	0.78	-31.84	41.84
Frecuencia								
Olfación	16.15	4.16	18.90	6.36	-1.14	0.27	-7.80	2.30
Autoaseo	28.20	4.95	22.55	7.80	1.93	0.07	-0.49	11.79
Levantamiento 2p	6.25	2.74	8.40	5.63	-1.09	0.29	-6.31	2.01
Descanso	0.80	0.89	0.40	0.46	1.26	0.22	-0.26	1.06
Aseo Hembra	0.55	0.55	1.95	2.74	-1.58	0.13	-3.26	0.46
Exp. Genital Pareja	0.55	1.04	0.00	0.00	1.67	0.11	-0.14	1.24
Persecución	24.30	7.04	19.00	7.77	1.60	0.13	-1.67	12.27
Variable	Con Hormona				t(10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Latencia (seg)								
Olfación	157.35	43.94	172.60	54.50	-0.69	0.50	-61.76	31.26
Autoaseo	241.55	45.98	263.05	71.07	-0.80	0.43	-77.74	34.74
Levantamiento 2p	18.75	13.19	24.85	19.82	-0.81	0.43	-21.91	9.71
Descanso	35.05	26.15	18.85	28.87	1.32	0.20	-9.68	42.08
Aseo Hembra	7.70	6.29	13.00	7.33	-1.74	0.10	-11.72	1.12
Exp. Genital Pareja	0.95	2.83	0.95	3.00	0.00	1.00	-2.74	2.74
Persecución	82.05	13.36	47.65	24.06	3.95	<b>0.00</b>	16.12	52.68
Frecuencia								
Olfación	13.75	3.04	17.10	5.25	-1.75	0.10	-7.38	0.68
Autoaseo	23.70	2.57	20.10	5.94	1.76	0.10	-0.70	7.90
Levantamiento 2p	5.05	3.05	6.70	5.32	-0.85	0.41	-5.73	2.43
Descanso	1.80	1.36	0.70	0.63	2.32	<b>0.03</b>	0.10	2.10
Aseo Hembra	1.90	1.07	2.95	2.02	-1.45	0.16	-2.57	0.47
Exp. Genital Pareja	0.25	0.49	0.20	0.63	0.20	0.85	-0.48	0.58
Persecución	20.00	3.94	12.85	7.63	2.63	<b>0.02</b>	1.44	12.86

Nota : M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior.

## Conducta copulatoria

Los resultados reportados en la tabla 3 muestran el comportamiento de ambos grupos de machos con respecto a la conducta copulatoria o conducta sexual (CS) previo y durante la administración hormonal. Los expertos presentaron disminución significativa para el índice de aciertos [ $M=0,61$ ,  $DE=0,06$ ; ( $t(10)=2,43$ ,  $p=0,04$ )] durante la administración hormonal. Mientras que los lentos no tuvieron diferencia importante en ninguno de los parámetros evaluados.

Tabla 3

*Conducta sexual antes y después de la administración hormonal en los machos expertos y machos lentos.*

Variable	Expertos				$t(10)$	$p$	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Latencia de monta (LM)	16.85	14.69	15.50	9.66	0.40	0.70	-6.35	9.05
Latencia de intromisión (LI)	28.45	18.07	31.90	19.13	-0.60	0.56	-16.44	9.54
Intervalo posteyaculatorio (IPI)	431.90	54.42	410.55	54.37	1.39	0.20	-13.37	56.07
Número de montas (NM)	10.75	6.13	9.50	2.80	0.70	0.50	-2.82	5.32
Número de intromisiones (NI)	20.30	10.64	13.45	6.28	2.08	0.07	-0.59	14.29
Latencia de eyaculación (LEy)	645.10	321.73	503.15	166.19	1.87	0.09	-29.32	313.22
Índice de aciertos (IA)	0.67	0.06	0.61	0.06	2.43	<b>0.04</b>	0.00	0.12
Número de eventos (NE)	32.60	16.39	25.65	8.21	1.42	0.19	-4.16	18.06
Intervalo interintromisión (III)	32.70	12.73	38.75	15.69	-1.33	0.22	-16.34	4.24

Variable	Lentos				$t(10)$	$p$	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Latencia de monta (LM)	64.72	85.50	23.50	29.49	1.64	0.14	-16.77	99.22
Latencia de intromisión (LI)	108.00	82.80	119.19	97.40	-0.24	0.82	-123.55	101.18
Intervalo posteyaculatorio (IPE)	—	—	—	—	0,90*	0.30	—	—
Número de montas (NM)	14.06	5.47	15.34	8.18	-0.51	0.63	-7.13	4.56
Número de intromisiones (NI)	15.81	4.97	16.75	13.23	-0.17	0.87	-13.69	11.81
Latencia de eyaculación (LEy)	—	—	—	—	0,90*	0.30	—	—
Índice de aciertos (IA)	0.48	0.22	0.43	0.12	0.95	0.37	-0.07	0.19
Número de eventos (NE)	29.83	9.59	28.72	12.18	0.24	0.82	-9.65	11.87
Intervalo interintromisión (III)	100.13	56.41	132.94	92.85	-0.82	0.44	-127.48	61.85

*Nota:* M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Las variables IPE y LEy de los machos lentos fueron analizadas con la prueba  $X^2$  de homogeneidad.

En la tabla 4 se presenta la comparación entre machos expertos y machos lentos. La latencia de intromisión [M=108,0, DE=82,80; (t(10)=-2,97, p=0,01)] y el intervalo interintromisión [M=100,13, DE=56,41; (t(10)=-3,69, p=0,002)] de los lentos intactos son significativamente mayores que la de los expertos intactos. El índice de aciertos es significativamente mayor en los expertos intactos [M=0,67, DE=0,06] en comparación con el valor de los lentos intactos [M=0,49, DE=0,22]; (t(10)=2,55, p=0,02)]. Debido a que el número de machos lentos que tuvieron una serie eyaculatoria es menor que en los machos expertos, se evaluaron algunos parámetros con la prueba de homogeneidad  $\chi^2$  obteniendo una diferencia significativa en el número de animales que presentaron intervalo posteyaculatorio [ $\chi^2$  (1, N=19) = 3,90, p≤0,05], latencia de eyaculación [ $\chi^2$  (1, N=19) = 3,90, p≤0,05] entre ambos grupos de machos intactos.

En la comparación de ambos grupos durante la administración hormonal se encontró igualmente un aumento significativo en la latencia de intromisión [M=153,5, DE=137,47; (t(10)=-2,78, p=0,01)] y el intervalo interintromisión [M=129,61, DE=87,42; (t(10)=-3,24, p=0,005)] en los lentos con hormona en comparación con los expertos con hormona. El índice de aciertos es significativamente mayor en los expertos con hormona [M=0,60, DE=0,06] en comparación con el valor de los lentos con hormona [M=0,43, DE=0,12]; t(10)=4,04, p=0,001). De igual manera, en el análisis con la prueba de homogeneidad  $\chi^2$  se encontró diferencia significativa en el número de animales que presentaron intervalo posteyaculatorio [ $\chi^2$  (1, N=19) = 7,68, p≤0,005] y la latencia de eyaculación [ $\chi^2$  (1, N=19) = 7,68, p≤0,005] entre ambos grupos de machos con hormona.

Es claro según los resultados obtenidos que el aumento en la latencia de intromisión de los machos lentos conlleva a una complicación en el cumplimiento de la serie eyaculatoria por lo que se modifican todos los parámetros relacionados a la latencia de eyaculación. Los machos expertos no muestran problema para lograr una serie eyaculatoria completa.

Tabla 4

*Comparación de machos expertos y machos lentos en los distintos parámetros de la conducta sexual.*

Variable	Intactos				t (10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Latencia de monta (LM)	16.85	14.69	64.72	85.50	-1.75	0.10	-105.67	9.92
Latencia de intromisión (LI)	28.45	18.07	108.00	82.80	-2.97	<b>0.01</b>	-136.29	-22.81
Intervalo posteyaculatorio (IPE)	—	—	—	—	3.90*	<b>0.05</b>	—	—
Número de montas (NM)	10.75	6.13	14.06	5.47	-1.23	0.23	-8.95	2.34
Número de intromisiones (NI)	20.30	10.64	15.81	4.97	1.10	0.29	-4.19	13.17
Latencia de eyaculación (LEy)	—	—	—	—	3.90*	<b>0.05</b>	—	—
Índice de aciertos (IA)	0.67	0.06	0.49	0.22	2.55	<b>0.02</b>	0.03	0.33
Número de eventos (NE)	32.60	16.39	29.83	9.59	0.44	0.66	-10.43	15.97
Intervalo interintromisión (III)	32.70	12.73	100.13	56.41	-3.69	<b>0.002</b>	-106.15	-28.70

Variable	Con Hormona				t (10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Latencia de monta (LM)	15.50	9.66	23.50	29.49	-0.81	0.43	-28.76	12.76
Latencia de intromisión (LI)	31.90	19.13	153.50	137.47	-2.78	<b>0.01</b>	-214.00	-29.20
Intervalo posteyaculatorio (IPE)	—	—	—	—	7.68*	<b>0.005</b>	—	—
Número de montas (NM)	9.50	2.80	15.34	8.18	-2.13	<b>0.05</b>	-11.63	-0.06
Número de intromisiones (NI)	13.45	6.28	15.72	12.76	-0.50	0.62	-11.84	7.30
Latencia de eyaculación (LEy)	—	—	—	—	7.68*	<b>0.005</b>	—	—
Índice de aciertos (IA)	0.60	0.06	0.43	0.12	4.04	<b>0.001</b>	0.08	0.27
Número de eventos (NE)	25.65	8.21	28.72	12.18	-0.65	0.52	-13.03	6.88
Intervalo interintromisión (III)	38.75	15.69	129.61	87.42	-3.24	<b>0.005</b>	-150.04	-31.68

*Nota:* M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior.

\*Las variables IPE y LEy de los machos lentos fueron analizados con la prueba  $\chi^2$  de homogeneidad.

### Motivación Sexual Incentiva (MSI)

*Condición 1. Reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo ( $\varnothing R$  /  $\varnothing no R$ ).*

En la tabla 5.1 se observan los resultados obtenidos en la condición 1, donde se enfrenta al macho experto y al macho lento al reconocimiento de una hembra receptiva. La preferencia de los expertos con hormona por la zona incentiva (hembra receptiva) [M=107,44; DE=39,99] se disminuye durante la administración hormonal comparado con la preferencia con los machos expertos intactos [M=148,60, DE=49,65];  $t(10)=2,58$ ,  $p=0,03$ . Los machos lentos recorren significativamente menos distancia [M=107,44; DE=39,99] durante la administración hormonal comparado con la distancia total recorrida con los lentos intactos [M=2522,06; DE=669,51;  $t(10)=2,58$ ,  $p=0,03$ ]. (Ver tabla 5.1)

La preferencia por la hembra receptiva es significativamente mayor en los machos expertos intactos [M=148,60, DE=49,65;  $t(10)=2,63$ ,  $p=0,02$ ], mientras que el recorrido de los machos lentos intactos por la zona neutra es significativamente mayor [M=427,37; DE=35,02] en comparación con la preferencia de los machos expertos intactos [M=362,51; DE=54,25];  $t(10)=-3,18$ ,  $p=0,01$ . La distancia total recorrida de los machos lentos durante la administración hormonal es significativamente menor [M=1875,66; DE=642,29] a la distancia recorrida por los expertos con hormona [M=2415,09; DE=333,07];  $t(10)=2,36$ ,  $p=0,03$  (ver tabla 5.2).

Los machos expertos intactos tienen una preferencia significativa por la hembra receptiva [M=148,60; DE=49,65] en comparación con la hembra no receptiva [M=88,89; DE=22,93];  $t(10)=3,43$ ,  $p=0,01$  (ver tabla 5.3).

Tabla 5.1

*Reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: hembra receptiva contra hembra no receptiva, antes y después de la administración hormonal.*

Variable	Expertos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R / ♀no R								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	148.60	49.65	107.44	39.99	2.58	<b>.03</b>	5.04	77.29
Zona no Incentiva	88.89	22.93	108.06	68.32	-0.94	.37	-65.19	26.85
Zona Neutra	362.51	54.25	384.50	59.94	-1.32	.22	-59.76	15.77
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2607.15	536.47	2415.09	333.07	1.61	.14	-77.77	461.89
Variable	Lentos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R / ♀no R								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	96.83	37.54	101.38	34.89	-0.25	0.81	-46.56	37.46
Zona no Incentiva	75.58	20.41	81.81	24.05	-0.59	0.57	-30.21	17.76
Zona Neutra	427.37	35.02	421.56	40.62	0.31	0.77	-36.93	48.54
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2522.06	669.51	1875.66	642.29	3.59	<b>0.01</b>	239.54	1053.27

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 1: hembra receptiva vs. hembra no receptiva (♀R / ♀no R).

Tabla 5.2

*Comparación entre machos para el reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: hembra receptiva contra hembra no receptiva.*

Variable	Intactos				t (10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R / ♀no R								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	148.60	49.65	96.83	37.54	2.63	<b>0.02</b>	10.42	93.12
Zona no Incentiva	88.89	22.93	75.58	20.41	1.37	0.19	-7.09	33.70
Zona Neutra	362.51	54.25	427.37	35.02	-3.18	<b>0.01</b>	-107.75	-21.96
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2607.15	536.47	2522.06	669.51	0.31	0.76	-484.90	655.07

Variable	Con Hormona				t (10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R / ♀no R								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	107.44	39.99	101.38	34.89	0.36	0.72	-29.20	41.31
Zona no Incentiva	108.06	68.32	81.81	24.05	1.15	0.27	-21.87	74.37
Zona Neutra	384.50	59.94	421.56	40.62	-1.62	0.12	-85.17	11.05
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2415.09	333.07	1875.66	642.29	2.36	<b>0.03</b>	58.75	1020.11

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 1: hembra receptiva vs. hembra no receptiva (♀R / ♀no R).

Tabla 5.3

*Preferencia del macho por el estímulo incentivo: hembra receptiva contra hembra no*

Variable	Expertos				t (10)	p	95% IC	
	Hembra receptiva		Hembra no receptiva				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	148.60	49.65	88.89	22.93	3.43	<b>0.01</b>	20.28	99.15
Con hormona	107.44	39.99	108.06	68.32	-0.02	0.98	-68.27	67.02

Variable	Lentos				t (10)	p	95% IC	
	Hembra receptiva		Hembra no receptiva				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	96.83	37.54	75.80	20.17	1.36	0.21	-14.05	56.11
Con hormona	98.58	37.97	74.53	32.99	1.41	0.19	-14.60	62.70

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior.

*Condición 2. Discriminación de señales sexualmente relevantes frente a un estímulo social ( $\varphi R / \sigma A$ ).*

Los resultados de la tabla 6.1 muestran el desempeño de los machos en esta condición. Los machos expertos con hormona disminuyen significativamente la preferencia por el macho activo [M=60,02; DE=26,78] en comparación con la evaluación antes de la administración [M=86,90; DE=33,99];  $t(10)=3,42$ ,  $p=0,01$ . Y se disminuye el total de distancia recorrida de los machos expertos con hormona [M=2344,14; DE=375,03] comparado con los machos expertos intactos [M=2584,10; DE=523,82];  $t(10)=2,20$ ,  $p=0,05$ . Mientras que para los lentos no existe diferencia en la preferencia por alguna de las tres zonas antes y después de la administración hormonal, pero si reducen significativamente el total de distancia recorrido [M=1875,66; DE=493,83] a lo largo de los 10 minutos de observación durante el tratamiento en comparación con lo que recorrían cuando estaban intactos [M=2443,11; DE=468,28];  $t(10)=3,77$ ,  $p=0,004$ .

La comparación entre ambos grupos arroja solo diferencia en la preferencia por permanecer en la zona neutra antes de la administración hormonal, mostrando una preferencia significativa mayor por los machos lentos intactos [M=426,32; DE=42,97] frente a los machos expertos intactos [M=369,20; DE=38,23];  $t(10)=-3,14$ ,  $p=0,01$ . Por otro lado, durante la administración hormonal la respuesta de los machos lentos es diferente para la mayoría de los parámetros. La preferencia por la hembra receptiva de los machos lentos con hormona es significativamente menor [M=108,42; DE=52,59] que en los machos expertos [M=172,62; DE=57,62];  $t(10)=2,60$ ,  $p=0,02$ , la permanencia en la zona neutra sigue siendo mayor en los machos lentos [M=424,66; DE=48,13];  $t(10)=-2,34$ ,  $p=0,03$ , y el



total de distancia recorrida es significativamente menor [M=1724,26; DE=469,11];  $t(10)=3,26$ ,  $p=0,004$  en comparación con los machos expertos con hormona (ver tabla 6.2).

Los expertos prefieren significativamente a la hembra receptiva frente al macho activo cuando están sin ninguna manipulación [M=143,90; DE=41,52];  $t(10)=2,75$ ,  $p=0,02$  y más aún después de la administración hormonal [M=172,62; DE=57,62];  $t(10)=5,37$ ,  $p=0,001$ . Mientras que los lentos no muestran una clara preferencia por ninguna de las dos áreas antes y durante del tratamiento (ver tabla 6.3).

Tabla 6.1

*Reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: hembra receptiva contra macho activo, antes y después de la administración hormonal.*

Variable	Expertos				$t(10)$	$p$	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R / ♂A								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	143.90	41.52	172.62	57.62	-1.23	0.25	-81.54	24.11
Zona no Incentiva	86.90	33.99	60.02	26.78	3.42	<b>0.01</b>	9.13	44.64
Zona Neutra	369.20	38.23	367.37	60.65	0.10	0.92	-38.65	42.32
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2584.10	523.82	2344.14	375.03	2.20	<b>0.05</b>	-6.26	486.20
Variable	Lentos				$t(10)$	$p$	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R / ♂A								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	110.50	44.81	108.42	52.59	.18	.86	-23.35	27.50
Zona no Incentiva	67.89	30.29	76.40	38.34	-.55	.60	-43.76	26.75
Zona Neutra	426.32	42.97	424.66	48.13	.12	.91	-30.30	33.63
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2443.11	468.28	1746.10	493.83	3.77	<b>.00</b>	278.28	1115.75

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 2: hembra receptiva vs. macho activo (♀R / ♂A).

Tabla 6.2

*Comparación entre machos para el reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: hembra receptiva contra macho activo.*

Variable	Intactos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R / ♂A								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	143.90	41.52	110.50	44.81	1.73	0.10	-7.18	73.99
Zona no Incentiva	86.90	33.99	67.89	30.29	1.32	0.20	-11.24	49.25
Zona Neutra	369.20	38.23	426.32	42.97	-3.14	<b>0.01</b>	-95.33	-18.91
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2584.10	523.82	2182.79	547.15	1.68	0.11	-101.92	904.56

Variable	Con Hormona				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R / ♂A								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	172.62	57.62	108.42	52.59	2.60	<b>0.02</b>	12.37	116.03
Zona no Incentiva	60.02	26.78	76.40	38.34	-1.11	0.28	-47.45	14.69
Zona Neutra	367.37	60.65	424.66	48.13	-2.34	<b>0.03</b>	-108.73	-5.85
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2344.14	375.03	1724.26	469.11	3.26	<b>0.00</b>	220.86	1018.90

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 2: hembra receptiva vs. macho activo (♀R / ♂A).

Tabla 6.3

*Preferencia del macho por el estímulo incentivo: hembra receptiva contra macho activo.*

Variable	Expertos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Hembra receptiva		Macho activo				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	143.90	41.52	86.90	33.99	2.75	<b>0.02</b>	10.11	103.90
Con hormona	172.62	57.62	60.02	26.78	5.37	<b>0.00</b>	65.17	160.03

Variable	Lentos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Hembra receptiva		Macho activo				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	96.96	47.40	63.94	33.42	1.52	0.16	-16.26	82.31
Con hormona	93.00	50.68	72.62	43.25	0.78	0.45	-38.53	79.28

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior.

*Condición 3. Reconocimiento de señales volátiles sexualmente relevantes frente a señales no volátiles por un estímulo social ( $\text{♀R}_a / \text{♂A}_a$ ).*

Para esta condición los machos lentos disminuyen significativamente la distancia total recorrida durante la administración hormonal [M=1695,95; DE=554,91] comparado con los animales intactos [M=2254,72; DE=481,65];  $t(10)=3,90$ ,  $p=0,004$  (ver tabla 7.1). Mientras que los machos expertos no presentan cambios significativos para ninguno de los parámetros evaluados.

Los machos lentos intactos muestran una preferencia significativamente menor por el aserrín de la hembra receptiva [M=80,25; DE=21,22] comparado con los machos expertos intactos [M=101,30; DE=20,08];  $t(10)=2,28$ ,  $p=0,04$ . Mientras que durante la administración hormonal, la distancia recorrida total de los machos lentos es significativamente menor [M=1695,95; DE=554,91] en comparación con los machos expertos [M=2583,17; DE=493,42];  $t(10)=3,78$ ,  $p=0,001$  (ver tabla 7.2).

Los expertos intactos muestran una preferencia significativa por el aserrín de la hembra receptiva [M=75,61; DE=30,29] comparado con el aserrín del macho activo [M=101,30; DE=20,08];  $t(10)=2,82$ ,  $p=0,02$ . Sin embargo, durante la administración hormonal la preferencia por ambas zonas no tiene diferencia significativa entre ellas (ver tabla 7.3).

Tabla 7.1

*Reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: aserrín de hembra receptiva contra aserrín de macho activo, antes y después de la administración hormonal.*

Variable	Expertos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R <sub>a</sub> / ♂A <sub>a</sub>								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	101.30	20.08	97.67	38.73	0.25	0.81	-28.66	35.92
Zona no Incentiva	75.61	30.29	73.18	17.81	0.22	0.83	-22.68	27.54
Zona Neutra	423.09	42.55	429.15	43.28	-0.44	0.67	-37.33	25.19
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2596.61	360.71	2583.17	493.42	0.09	0.93	-324.69	351.57
Variable	Lentos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
♀R <sub>a</sub> / ♂A <sub>a</sub>								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	80.25	21.22	75.35	41.36	0.39	0.70	-23.24	33.05
Zona no Incentiva	71.93	18.41	72.34	46.53	-0.02	0.98	-39.91	39.09
Zona Neutra	442.54	17.16	458.80	69.51	-0.72	0.49	-67.26	34.74
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2254.72	481.65	1695.95	554.91	3.90	<b>0.00</b>	234.71	882.82

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 3: aserrín de hembra receptiva vs. aserrín de macho activo (♀R<sub>a</sub> / ♂A<sub>a</sub>).

Tabla 7.2

*Comparación entre machos para el reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: aserrín de hembra receptiva contra aserrín de macho activo.*

Variable	Intactos				t (10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
$\text{♀R}_a / \text{♂A}_a$								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	101.30	20.08	80.25	21.22	2.28	<b>0.04</b>	1.64	40.45
Zona no Incentiva	75.61	30.29	71.93	18.41	0.33	0.75	-19.86	27.23
Zona Neutra	423.09	42.55	442.54	17.16	-1.34	0.20	-49.94	11.03
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2596.61	360.71	2254.72	481.65	1.80	0.09	-57.89	741.67

Variable	Con Hormona				t (10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
$\text{♀R}_a / \text{♂A}_a$								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	97.67	38.73	75.35	41.36	1.25	0.23	-15.32	59.96
Zona no Incentiva	73.18	17.81	72.34	46.53	0.05	0.96	-32.26	33.94
Zona Neutra	429.15	43.28	458.80	69.51	-1.15	0.27	-84.05	24.75
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2583.17	493.42	1695.95	554.91	3.78	<b>0.00</b>	393.88	1380.55

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 3: aserrín de hembra receptiva vs. aserrín de macho activo ( $\text{♀R}_a / \text{♂A}_a$ ).

Tabla 7.3

*Preferencia del macho por el estímulo incentivo: aserrín de hembra receptiva contra aserrín de macho activo.*

Variable	Expertos				t (10)	p	95% IC	
	A. hembra receptiva		A. macho activo				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	101.30	20.08	75.61	30.29	2.82	<b>0.02</b>	5.07	46.30
Con hormona	97.67	38.73	73.18	17.81	1.85	0.10	-5.53	54.51

Variable	Lentos				t (10)	p	95% IC	
	A. hembra receptiva		A. macho activo				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	77.91	21.71	76.48	23.94	0.11	0.92	-28.30	31.15
Con hormona	72.07	45.48	69.48	48.15	0.13	0.90	-42.48	47.68

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior.

*Condición 4. Preferencia y discriminación de un incentivo primario frente a señales volátiles sexualmente relevantes (Pellets / ♀R).*

Para esta condición los machos lentos disminuyen significativamente la distancia total recorrida durante la administración hormonal [M=1622,33; DE=438,49] comparado con los animales intactos [M=2178,09; DE=404,65];  $t(10)=4,22$ ,  $p=0,002$ . Mientras que los machos expertos no presentan cambios significativos para ninguno de los parámetros evaluados (ver tabla 8.1).

La preferencia de exploración de la zona neutra en los machos lentos intactos es mayor [M=398,90; DE=29,73] que la preferencia del área en los machos expertos intactos [M=371,41; DE=17,81];  $t(10)=-2,51$ ,  $p=0,02$ . Y el total de distancia recorrida sigue siendo significativamente menor en los lentos intactos [M=2178,09; DE=404,65] frente a los expertos [M=2620,61; DE=246,60];  $t(10)=2,95$   $p=0,01$ . De la misma manera, durante la administración hormonal los machos lentos recorren significativamente menos distancia [M=1622,33; DE=438,49] en comparación con los machos expertos [M=2346,12; DE=414,33];  $t(10)=4,38$ ,  $p=0,001$  (ver tabla 8.2).

Los machos expertos intactos muestran una clara preferencia por el alimento durante la privación de alimento [M=149,13; DE=15,14] en relación con la hembra receptiva [M=79,46; DE=22,52];  $t(10)=6,48$ ,  $p=0,001$ . De igual manera, durante la administración hormonal la preferencia hacia el alimento es significativa mayor [M=138,36; DE=62,73] frente a un estímulo sexualmente relevante [M=83,21; DE=19,36];  $t(10)=2,84$ ,  $p=0,02$ . De la misma manera en los lentos también se muestra una preferencia significativa por el estímulo alimenticio antes de la administración hormonal durante la

privación de alimento [M=139,13; DE=27,94];  $t(10)=6,16$ ,  $p=0,001$ , y una vez presente el tratamiento la preferencia siguió siendo significativamente mayor [M=126,71; DE=43,50] que por la hembra receptiva [M=65,72; DE=22,47];  $t(10)=4,83$ ,  $p=0,001$  (ver tabla 8.3).

Tabla 8.1

*Reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: alimento en pellets contra hembra receptiva, antes y después de la administración hormonal.*

Variable	Expertos				$t(10)$	$p$	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Pellets / ♀R								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	149.13	15.14	138.36	62.73	0.55	0.60	-33.68	55.23
Zona no Incentiva	79.46	22.52	83.21	19.36	-0.34	0.74	-28.83	21.33
Zona Neutra	371.41	17.81	378.43	69.59	-0.32	0.76	-56.52	42.48
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2620.61	246.60	2346.12	414.33	1.95	0.08	-44.53	593.51
Variable	Lentos				$t(10)$	$p$	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Pellets / ♀R								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	139.13	27.94	120.07	34.11	1.29	0.23	-14.45	52.57
Zona no Incentiva	68.42	16.97	69.16	17.80	-0.11	0.91	-15.95	14.46
Zona Neutra	398.90	29.73	394.20	35.02	0.28	0.79	-33.45	42.84
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2178.09	404.65	1622.33	438.49	4.22	<b>0.00</b>	257.51	854.02

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 4: alimento en pellets vs. hembra receptiva (Pellets / ♀R).

Tabla 8.2

*Comparación entre machos para el reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: alimento en pellets contra hembra receptiva.*

Variable	Intactos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Pellets / ♀R								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	149.13	15.14	139.13	27.94	1.00	0.33	-11.11	31.11
Zona no Incentiva	79.46	22.52	68.42	16.97	1.24	0.23	-7.69	29.78
Zona Neutra	371.41	17.81	398.90	29.73	-2.51	<b>0.02</b>	-50.51	-4.47
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2620.61	246.60	2178.09	404.65	2.95	<b>0.01</b>	127.69	757.35

Variable	Con Hormona				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Pellets / ♀R								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	138.36	62.73	120.07	34.11	0.81	0.43	-29.16	65.73
Zona no Incentiva	83.21	19.36	69.16	17.80	1.69	0.11	-3.43	31.53
Zona Neutra	378.43	69.59	394.20	35.02	-0.64	0.53	-68.88	37.33
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2346.12	414.33	1622.33	438.49	3.79	<b>0.00</b>	322.90	1124.68

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 4: alimento en pellets vs. hembra receptiva (Pellets / ♀R).

Tabla 8.3

*Preferencia del macho por el estímulo incentivo: alimento en pellets contra hembra*

	Expertos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Pellets		Hembra receptiva				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	149.13	15.14	79.46	22.52	6.48	<b>0.00</b>	45.35	93.99
Con hormona	138.36	62.73	83.21	19.36	2.84	<b>0.02</b>	11.17	99.12

	Lentos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Pellets		Hembra receptiva				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	139.13	27.94	63.83	18.95	6.16	<b>0.00</b>	47.65	102.95
Con hormona	126.71	43.50	65.72	22.47	4.83	<b>0.00</b>	32.42	89.54

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior.



*Condición 5. Cama de aserrín limpio frente a un estímulo alimenticio (Pellets/CL).*

Esta condición tiene la función de ser un control de todas las condiciones anteriores, donde se enfrentan dos estímulos neutros. Los machos expertos intactos tienen una disminución significativa en su preferencia por la cama de aserrín limpio [M=89,69; DE=25,68] frente a su preferencia durante la administración hormonal [M=74,45; DE=22,73];  $t(10)=2,46$ ,  $p=0,04$ . Mientras que los machos lentos con hormona disminuyen significativamente la distancia total recorrida [M=1746,10; DE=493,83] en comparación con la distancia recorrida de los machos expertos [M=2443,11; DE=468,28];  $t(10)=3,77$ ,  $p=0,004$  (ver tabla 9.1).

De igual manera, la distancia total recorrida de los machos lentos con hormona disminuyen significativamente [M=1746,10; DE=493,83] en comparación con la distancia recorrida de los machos expertos con hormona [M=2563,94; DE=457,37];  $t(10)=3,84$ ,  $p=0,001$  (ver tabla 9.2).

La preferencia de los machos expertos intactos por la cama de aserrín limpio [M=89,69; DE=25,68] en comparación con el estímulo alimenticio [M=66,61; DE=20,57];  $t(10)=-3,20$ ,  $p=0,01$ . Mientras que la preferencia no es clara entre ambas zonas durante la administración hormonal de los expertos (ver tabla 9.3).

Tabla 9.1

*Reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: alimento en pellets contra aserrín limpio, antes y después de la administración hormonal.*

Variable	Expertos				<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	Intactos		Con Hormona				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Pellets/AL								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	66.61	20.57	80.26	47.62	-1.02	0.33	-43.92	16.63
Zona no Incentiva	89.69	25.68	74.45	22.73	2.46	<b>0.04</b>	1.20	29.28
Zona Neutra	447.20	39.98	445.30	54.32	0.20	0.85	-19.72	23.52
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2793.11	391.87	2563.94	457.37	1.43	0.19	-132.92	591.26
Lentos								
Variable	Intactos		Con Hormona		<i>t</i> (10)	<i>p</i>	95% IC	
	M	DE	M	DE			LI	LS
Pellets/AL								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	55.54	14.83	64.30	28.04	-0.74	0.48	-35.52	17.99
Zona no Incentiva	69.66	25.83	76.17	34.55	-0.54	0.61	-34.01	21.00
Zona Neutra	473.89	31.78	478.65	39.33	-0.33	0.75	-37.71	28.19
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2443.11	468.28	1746.10	493.83	3.77	<b>0.00</b>	278.28	1115.75

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 5: alimento en pellets vs. aserrín limpio (Pellets/AL).

Tabla 9.2

*Comparación entre machos para el reconocimiento de señales sexualmente relevantes en presencia del estímulo: alimento en pellets contra aserrín limpio.*

Variable	Intactos				t (10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Pellets/AL								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	66.61	20.57	55.54	14.83	1.38	0.18	-5.77	27.92
Zona no Incentiva	89.69	25.68	69.66	25.83	1.74	0.10	-4.17	44.22
Zona Neutra	447.20	39.98	473.89	31.78	-1.65	0.12	-60.74	7.37
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2793.11	391.87	2443.11	468.28	1.81	0.09	-56.59	756.57
Con Hormona								
Variable	Con Hormona				t (10)	p	95% IC	
	Expertos		Lentos				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Pellets/AL								
Tiempo (seg)								
Zona Incentiva	80.26	47.62	64.30	28.04	0.91	0.37	-20.76	52.67
Zona no Incentiva	74.45	22.73	76.17	34.55	-0.13	0.90	-29.51	26.06
Zona Neutra	445.30	54.32	478.65	39.33	-1.57	0.13	-78.22	11.52
Distancia (cm)								
Distancia Recorrida	2563.94	457.37	1746.10	493.83	3.84	<b>0.00</b>	370.47	1265.21

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior. Condición 5: alimento en pellets vs. aserrín limpio (Pellets/AL).

Tabla 9.3

*Preferencia del macho por el estímulo incentivo: alimento en pellets contra aserrín limpio.*

Variable	Expertos				t (10)	p	95% IC	
	Pellets		Aserrín limpio				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	66.61	20.57	89.69	25.68	-3.20	<b>0.01</b>	-39.39	-6.76
Con hormona	80.26	47.62	74.45	22.73	0.36	0.73	-30.79	42.41
Variable	Lentos				t (10)	p	95% IC	
	Pellets		Aserrín limpio				LI	LS
	M	DE	M	DE				
Intactos	62.50	25.80	65.52	30.48	-0.20	0.84	-36.66	30.63
Con hormona	57.09	31.72	68.27	39.57	-0.65	0.53	-50.15	27.78

Nota: M= media; DE= desviación estandar. IC= Intervalo de confianza; LI= límite inferior; LS= límite superior.

Al observar el recorrido que hacen los animales y la distancia total recorrida en las diferentes condiciones evaluadas nos pudimos percatar que cada grupo tiene un patrón conductual distinto, ya que los machos expertos recorren toda el área de la caja pasando por el centro en repetidas ocasiones, mientras que los machos lentos tienden a recorrer la caja por la periferia. En la figura 10 se muestra un ejemplo del recorrido de los animales en la condición 2 (♀R / ♂A), la cual evidencia el patrón conductual que tiene cada grupo aun en presencia de la administración hormonal.

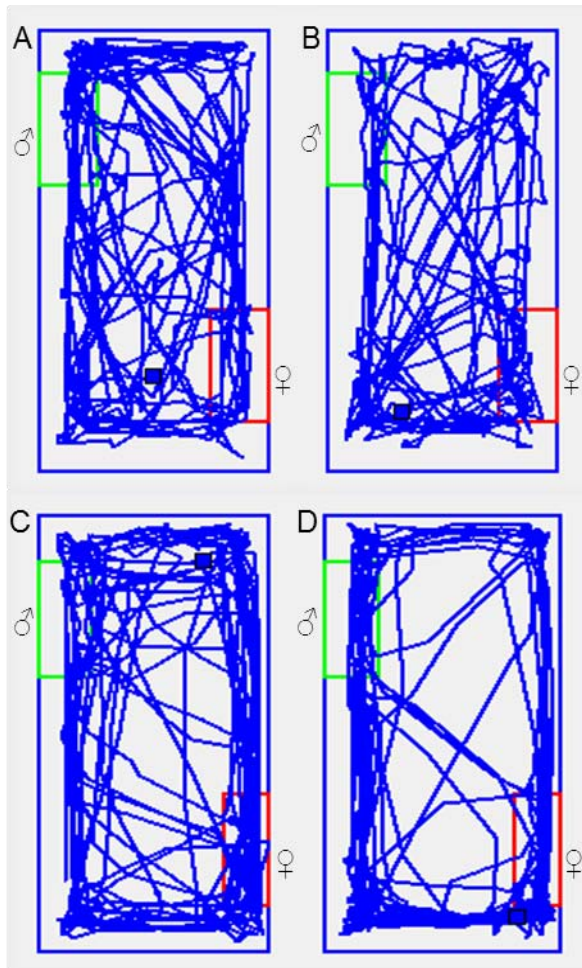
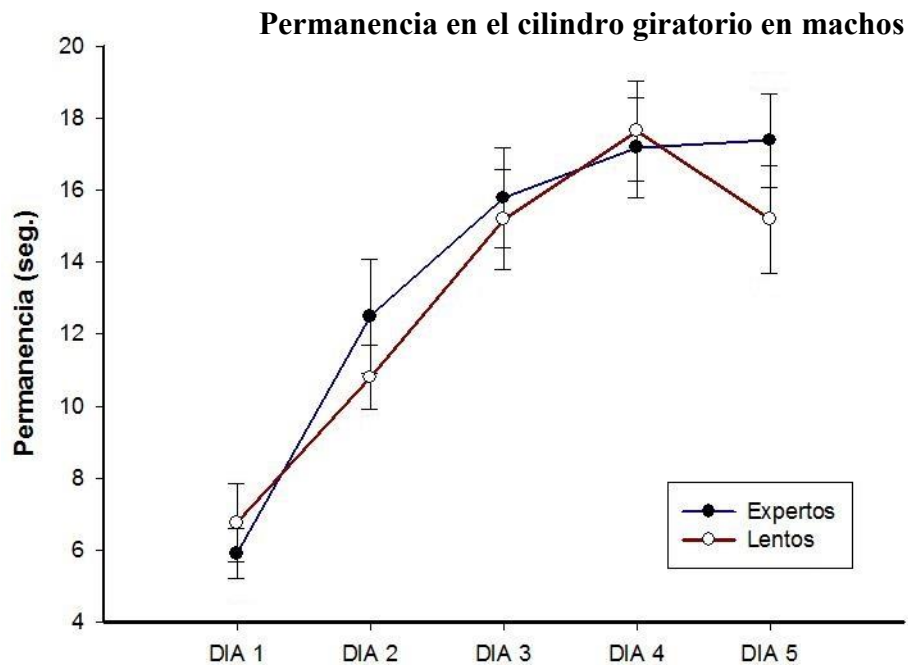


Fig. 10. Recorrido de la rata macho en la prueba de motivación sexual incentivada (MSI). El área verde y roja representan las zonas incentivadas. (A,B) Grupo de macho experto; (C,D) grupo de macho lento; (A,C) precirugía; (B,D) postcirugía. Se observa en el grupo de macho experto que el recorrido es por toda la caja pasando repetidamente por el centro de esta; el grupo de machos lentos recorre la caja de observación principalmente por la periferia reduciendo la cantidad de veces que cruza el centro en comparación con los machos expertos.

### Coordinación motora (Cilindro giratorio)

El desempeño obtenido por los machos contabilizando el número de caídas y la permanencia en el cilindro giratorio fueron evaluados en esta prueba. No hubo diferencia significativa entre machos expertos y machos lentos para el número de caída y la permanencia en el cilindro giratorio. Sin embargo, se muestra un aprendizaje por parte de ambos grupos con el paso de los días debido a que se observa aumento de permanencia en el cilindro. .



Gráfica 1. Se muestra la permanencia de los copuladores lentos (CL) y copuladores expertos (CE) en el cilindro giratorio. Ambos grupos aprenden con el paso de los entrenamientos a permanecer en el área sin caerse mayor tiempo.

## **CAPITULO 7**

### **DISCUSIÓN**

La experiencia sexual en los machos es importante para que exista un aprendizaje adecuado que permita la facilitación del desempeño copulatorio. Sin embargo los machos que en este trabajo denominamos machos de copulación lenta tienen características especiales en su conducta sexual y motivacional que los diferencia de aquellos animales que son copuladores expertos. En este estudio se realizaron diversas pruebas conductuales que nos aproximan a la identificación de las diferencias conductuales entre los copuladores expertos (CE) y los copuladores lentos (CL) y que nos permite aportar a la caracterización de esta última condición copulatoria.

La transición de la fase precopulatoria a la copulatoria es la base de integración de la información en el estado interno del organismo (Hliňak et al., 1987). La conducta sociosexual es la fase primera donde se desencadena la motivación sexual del macho, sin embargo, la habilidad para pasar de esta primera fase a la fase copulatoria es crucial para la copulación exitosa del macho (Hliňak, 1990). Los resultados del análisis de la conducta sociosexual muestran que los machos de copulación lenta con administración hormonal pasan más tiempo en autoaseo, así como aseando a la hembra receptiva y menos tiempo en conducta de persecución comparado con los machos lentos intactos y disminuyen su latencia de persecución y descanso comparación con los machos expertos con hormona. Como plantean Paredes et al. (1993), la persecución es la única conducta sexual que puede predecir la aparición de la conducta copulatoria. Cuando la persecución se ve reducida, la

transición entre la fase precopulatoria y la copulatoria se demora. Por lo que se puede sugerir que dicha conducta es un índice confiable de motivación sexual (Paredes y Agmo, 1989). De esta manera, se puede plantear que los CL al tener una disminución en su conducta de persecución a la hembra tienen una dificultad para llegar a la fase consumatoria, lo que sugiere una disminución en su motivación sexual, que altera su conducta sexual.

La fase copulatoria o consumatoria es el periodo conductual que anuncia que la motivación del macho está presente, lo que permite lograr la cópula y consumir la conducta sexual. Lucio y Tlachi-López (2008) proponen que la latencia de intromisión (LI) refleja la rapidez del macho para presentar erección para la inserción vaginal, el intervalo interintromisión (III) hace referencia a la motivación sexual y refleja el potencial eréctil y el número de montas (NM) puede expresar la sensibilidad peneana y refleja la motivación sexual. En este sentido, los CL intactos y con administración hormonal expresan un aumento en dichos parámetros, lo que nos podría hablar de una deficiencia eréctil que dificulte a los machos la consumación de la conducta sexual. Esto también puede ser explicado por una baja motivación que genere una dificultad en su activación sexual. Según los datos obtenidos en este experimento, los machos de copulación lenta precirugía y postcirugía no muestran un cambio importante en los parámetros de conducta consumatoria evaluados a pesar de la exposición repetida al estímulo sexual o a la administración de testosterona. Portillo et al. (2006) evaluó a los machos lentos obteniendo que en la repetición de nueve veces en la prueba copulatoria los machos no mejoraron su habilidad para eyacular. Esto, junto con nuestros resultados sugiere que la condición de CL no depende de la experiencia sexual ni el tratamiento hormonal.

Para corroborar la afectación de la fase motivacional en los machos lentos, se realizó la evaluación de la motivación sexual con la prueba de Motivación Sexual Incentiva utilizada en varias investigaciones. Estas han demostrado (Portillo et al., 2006; De Gasparín et al., 2008) que tanto los CE como los CL muestran una preferencia por una hembra receptiva, estando presente la hembra o utilizando una cama de aserrín con su orina. En este estudio se encontró que los copuladores expertos intactos muestran preferencia hacia el estímulo sexualmente relevante, mientras que en los machos lentos intactos esta preferencia se ve reducida. A pesar de eso, existen estudios que indican que la activación de la vía vomeronasal se ve igualmente activada en ambos grupos (CE y CL) sugiriendo que en los machos lentos no existe ningún déficit en la activación neuronal al presentarse un estímulo sexualmente relevante (Portillo et al., 2006). En este estudio se evaluó la preferencia del machos expertos y machos lentos a un estímulo sexual frente a un estímulo social, así como al aserrín con orina de ambos estímulos (♀ o ♂). Los resultados obtenidos cuando los machos están en presencia del estímulo incentivo sugieren que ambos grupos de machos pueden discriminar estímulos sexuales de estímulos sociales, mostrando preferencia por el primero. Mientras que al ser enfrentados al aserrín con orina, los CL muestran una motivación sexual reducida ya que disminuye su permanencia en la zona incentiva. Estos datos fueron semejantes a los encontrados por Portillo y Paredes (2004), ellos encontraron que los CE tienen preferencia por el aserrín con orina del estímulo sexualmente incentivo, mientras que los macho no copuladores (NC) gastan el mismo tiempo en ambas áreas con aserrín. De Gasparín et al. (2008) trabajaron directamente con la orina de hembra receptiva y macho experto donde se observó claramente la preferencia por el estímulo sexual incentivo para los grupos CE y CL. Existe la posibilidad de que en nuestro modelo, la



presencia del aserrín esté disminuyendo en los machos lentos el reconocimiento de señales olfativas alterando la respuesta conductual, dificultando así la identificación de los estímulos, lo que no ocurre con los machos expertos. Para estudios posteriores se propone utilizar únicamente la orina, para evitar la interferencia olfativa por la mezcla con el aserrín. Adicionalmente en esta prueba olfativa, comparamos la preferencia de los machos CE y CL para saber si tienen la misma habilidad para discriminar tanto los estímulos sexuales como los estímulos alimenticios. En Portillo y Paredes (2004) se realizó un estudio comparando el reconocimiento olfativo de señales alimenticias entre CE y NC, mostrando que ambos grupos tienen la misma habilidad para identificar olores de alimento, sugiriendo que la actividad del Sistema Olfatorio Principal funciona adecuadamente en ambos grupos. En nuestro modelo encontramos de igual manera, que los CL muestran habilidad de discriminación olfativa semejante a los CE, por lo que se puede decir que ambos animales presentan un funcionamiento adecuado en la vía olfatoria principal que permite el reconocimiento y preferencia de los estímulos presentados.

La prueba de habilidad motora en el cilindro giratorio “rotarod” se aplicó para complementar la información obtenida en la prueba de motivación sexual incentiva (MSI) al evaluar el Total de Distancia Recorrida (TDR) durante los 10 minutos de observación. Los resultados proponen que tanto los CE como los CL tienen la capacidad de aprender a permanecer en el cilindro giratorio, obteniendo una curva de aprendizaje en ambos grupos. Sin embargo, el protocolo utilizado para dicha evaluación, al ser una prueba forzada, posiblemente no fue del todo acertado. Debido a que los animales tratan de evitar la prueba y genera en ellos una aversión, el tiempo de permanencia en el cilindro tuvo que ser reducido, así como la cantidad de repeticiones lo no nos permitió hacer una evaluación más

detallada y encontrar cambios motrices entre los grupos. Para estudios posteriores se propone utilizar una prueba no forzada para medir la habilidad motora, disminuyendo así la ansiedad en los animales y disminuir la posibilidad de que se genere una aversión al instrumento.

Uno de los factores principales que influyen en la ejecución de la conducta sexual es el nivel de testosterona sanguínea que presentan los machos, la cantidad de testosterona afectará o facilitará la actividad. De esta manera, para esta investigación se evaluó la conducta de ambos grupos cuando estaban intactos, así como su evaluación al restituir los niveles hormonales después de la castración para todas las pruebas conductuales. Si los copuladores lentos tuvieran una disminución en sus niveles de testosterona, el tratamiento hormonal permite elevar el nivel favoreciendo el desempeño copulatorio como ocurre con los machos expertos. Es sabido que una administración crónica de testosterona en los machos castrados restablece la conducta sexual y la preferencia olfatoria en los copuladores expertos y lentos (Edwards y Paredes, 2012). En el presente trabajo, ambos grupos de animales reestablecieron su conducta sociosexual, su conducta sexual y su preferencia olfativa. Apoyado en estos resultados se puede decir que, dado que la administración hormonal restituye la conducta de los copuladores lentos a su estado basal. Los CL no presentan carencia de testosterona que explique la deficiencia conductual en comparación con la presentada por los machos expertos. Coincidimos con lo obtenido por Edwards y Paredes (2012), quienes plantean que la reducción en la habilidad copulatoria de los CL no se relaciona con la concentración de testosterona periférica a pesar de la exposición repetida al contacto sexual con una hembra receptiva. Este resultado permite que la

investigación continúe abierta para encontrar la causa de la deficiencia conductual de los CL.

Después de evaluar los resultados en las pruebas conductuales y encontrar diferencias importantes en la conducta de los machos lentos en comparación con la de los machos expertos, se puede afirmar que la motivación sexual de las ratas machos esta disminuida influyendo activamente en la deficiencia conductual de los mismos. Esta disminución en la motivación puede estar influenciada por varias razones, debido a la existencia de problemas a nivel fisiológico. A continuación se expondrá una propuesta que puede explicar la disminución en el desempeño de las ratas de copulación lenta.

Existe evidencia que relacionan la respuesta sexual y la ansiedad. Bonilla-Jaime et al. (2006) demostraron que las hormonas de la conducta sexual y las hormonas del estrés aumentan durante el encuentro sexual, actuando el eje Hipotalamo-Hipofisis-Gonada (testosterona) y el eje Hipotalamo-Hipofisis-Adrenal (corticosterona) en conjunto para la preparación de la agresión y la reproducción (Retana-Márquez et al., 1998). Sin embargo, la exposición a un estímulo estresante fuerte, eleva el nivel de activación del eje HHA sobrepasando el nivel de activación del eje gonadal, lo que disminuye la actividad sexual (Retana-Márquez et al., 2003). En nuestros resultados, la conducta sexual, específicamente, la latencia de intromisión (LI), el número de intromisiones (NI), el índice de aciertos (IA) y el intervalo interintromisión (III) tuvieron alteraciones en los CL comparados con los CE. Retana-Márquez et al. (2003) obtuvieron resultados similares en la conducta sexual de los animales con estrés agudo y crónico, lo que permitiría sugerir de alguna manera que los CL como fenotipo biológico son sujetos con alta sensibilidad al estrés que genera la deficiencia conductual que en los machos expertos no se expresa de manera evidente. Gonglin et al.

(2013) en su experimento de estrés crónico y motivación sexual encontraron que los machos sometidos a estrés crónico en la prueba de motivación sexual incentiva (MSI) muestran una disminución en la preferencia hacia el estímulo sexual, igualando la preferencia entre el estímulo sexualmente relevante y una hembra no receptiva o un macho activo, en relación a los animales control. Ellos proponen que los animales con estrés crónico reducen su motivación sexual, resultados semejantes encontramos nosotros en estas pruebas. Esto nos permite proponer en nuestro modelo, que los CL nuevamente muestran características motivacionales disminuidas, de manera semejante a las de machos crónicamente estresados, lo que podría explicar el desempeño copulatorio deficiente.

La prueba de MSI además de evaluar la preferencia olfatoria de los machos, nos permite evaluar el Total de Distancia Recorrida (TDR) de manera similar a una prueba de Campo Abierto. Para el caso de los CL con administración hormonal, el movimiento exploratorio en todas las condiciones evaluadas se vio dramáticamente disminuido. A pesar de no haber evaluado señales de ansiedad, en esta prueba nos percatamos que los machos lentos defecan y orinan más que los CE, señal de que existe ansiedad al realizar la prueba (observaciones no reportadas). Sorprendentemente se encontró que los CL presentan un patrón conductual distinto al recorrer el área de exploración que los CE. Los machos lentos tienden a recorrer el área por la periferia logrando así la exploración de las áreas incentivas antes y después de la administración hormonal, mientras que los CE recorren el espacio tanto por la periferia como por el centro para los dos periodos de evaluación, teniendo una exploración de prácticamente toda el área. Los roedores en general muestran temor a los espacios abiertos, el área central de la caja de exploración resulta más amenazante que la periferia, y aquellos animales tratados con ansiolíticos aumentan su permanencia en el área

central (Rejón-Orantes, Placer, Roldán, 2010; Polanco, Vargas-Irwin y Góngora, 2011). La preferencia de los CL por la periferia de la caja de exploración es evidencia de la ansiedad que se genera en estos animales por el área central contrario a lo que pasa con los machos expertos.

La evaluación conductual de este fenotipo de aparición reiterada en el bioterio representa la oportunidad de considerar esta condición natural como un modelo de estudio de disfunciones de conducta sexual masculina. Esta posibilidad nos motivó a evaluar las diferencias conductuales de ambos grupos en diferentes pruebas. El principal sistema neuroendocrino de respuesta al estrés es el eje HHA, el cual es susceptible a la programación prenatal (Brunton y Rusell, 2010), postnatal (Levine, 2005) y juvenil (Klein, Padow y Romeo, 2010). Aquellos animales adultos que presentan un aumento en su actividad del eje HHA (sensibilidad o hiperreactividad al estrés), debido al estrés agudo o crónico, puede deberse a ésta programación que de alguna manera altera su respuesta conductual. De acuerdo a los resultados encontrados en este estudio se propone que los machos de copulación lenta pueden presentar una alta sensibilidad a estímulos estresores, lo que puede estar alterando su condición y modificando así su conducta sexual. En este estudio se observa que la respuesta de los CL para las diferentes pruebas conductuales evaluadas se ve alterada comparándola con la respuesta de los machos CE. Pensando en que los CL muestran alteraciones precirugía y postcirugía en todas las pruebas respecto a sus controles, la inyección hormonal crónica puede estar aumentando de manera importante los niveles de estrés en los animales de ambos grupos, evidenciándose mayoritariamente en los CL, sugiriendo una alta sensibilidad al estrés en estos sujetos. Si eso es así, para estudios posteriores se propone utilizar una cámara de “silastic” que proporcione la

administración hormonal adecuada reduciendo el nivel de estrés diario que los animales reciben.

Como se ha expuesto en este apartado, existen varias investigaciones que proponen la participación de ambos ejes HHG y HHA en la conducta sexual. Las hormonas y neurotransmisores que participan en la regulación de estos ejes podrían verse afectados disminuyendo la función reproductiva debido al estrés elevado.

Una vez expuesta la propuesta relacionada con los machos de copulación lenta y el estrés, se propone para investigaciones futuras utilizar pruebas como: el laberinto elevado, el nado forzado y el campo abierto, para identificar de manera más asertiva la influencia del estrés en el desarrollo de la conducta sexual en estos animales. Sumado a esto, se propone evaluar algunas interacciones entre el eje HHG y HHA, las cuales han sido documentadas (citado en Retana-Márquez et al., 2003): 1) la inhibición de la hormona liberadora de gonadotropinas (GnRH) a nivel del sistema nervioso central, por la acción de la hormona liberadora de corticotropina (CRH), los opioides y los glucocorticoides, 2) la disminución en la secreción de la hormona luteinizante (LH), debido a la acción de los glucocorticoides sobre la sensibilidad de la hipófisis a GnRH, 3) la alteración en la liberación de esteroides sexuales debido al efecto directo de los glucocorticoides sobre las gónadas y 4) la resistencia de los tejidos diana a esteroides sexuales gonadales inducida por glucocorticoides.

De esta manera, nuestros resultados orientan a evaluar y proporcionar nuevos conocimientos acerca de la condición de los CL y su relación con el estrés, generando nuevas investigaciones que nos ayuden a identificar cómo funciona la interacción entre los

ejes HHG y HHA y su relación con el comportamiento sexual y algunos de sus trastornos  
(Gonglin et al., 2013).

## CONCLUSIONES

La reducción de la latencia y frecuencia en la conducta de persecución de los copuladores lentos (CL) representa la disminución en su motivación sexual con respecto a los copuladores expertos (CE).

A diferencia de los CE, los CL expresan aumento en algunos parámetros de la conducta sexual (Latencia de Intromisión e Intervalo Interintromisión), lo que nos podría hablar de una deficiencia eréctil que dificulte su conducta sexual.

Los CL muestran preferencia por el estímulo sexualmente relevante pero su respuesta siempre se mantiene por debajo de los CE.

La condición de CL no depende de la experiencia sexual ni del tratamiento hormonal.

Los CL muestran la misma habilidad para discriminar tanto los estímulos sexuales como los estímulos sociales y alimenticios al compararla con los CE.

La habilidad motora de los CL es similar a la de los CE, mostrando aprendizaje por medio de la permanencia en el cilindro giratorio.

Los CL no tienen déficit hormonal causante de su alteración conductual.



## REFERENCIAS

- Agmo, A. (1997). Male sexual behavior. En *BrainResearchProtocols*, 1(2), 203–9. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9385085>
- Agmo, A. (2003). Unconditioned sexual incentive motivation in the male Norway Rat (*Rattusnorvegicus*). En *Journal of Comparative Psychology*, 117(1), 3–14. doi:10.1037/0735-7036.117.1.3
- Agmo, A., Berenfeld, R., Fernandez, H., Irazabal, Y., Paredes, R., Picker, Z. y Ruiz, T. (1988). Independent neurochemical control of sexual motivation and ejaculatory mechanisms: the role of dopamine and enkephalin, Conf. Reprod. Behav., Omaha, Nebraska
- Agmo, A., Turi, A. L., Ellingsen, E., y Kaspersen, H. (2004). Preclinical models of sexual desire: conceptual and behavioral analyses. En *Pharmacology, Biochemistry, and Behavior*, 78(3), 379–404. doi:10.1016/j.pbb.2004.04.013
- Aikey J., Nyby J., Anmuth D. y James P. (2002). Testosterone Rapidly Reduces anxiety in male house mice (*MusMusculus*). En *Hormones and Behavior*, 42, 448-460. doi: 10.1006/hbeh.2002.1838
- Alheid, G. F. (2003). Extended amygdala and basal forebrain. En *Annals of the New York Academy of Sciences*, 985, 185–205. doi: 10.1111/j.1749-6632.2003.tb07082.x
- Alheid, G., de Olmos, J., y Beltramino, C. (1995). *Extended amygdala and basal forebrain. In The Rat Nervous System* (G. E. Paxinos, Ed.), pp. 495–578. Academic Press: San Diego
- Amstislavskaya, T., Gladkikh, D., Belousova, I., Maslova, L., y Popova, N. (2011). Effects of Sexual Experience on Sexual Motivation in Copulatory Behavior in Male Rats. En *Neuroscience and Behavioral Physiology*, 41(5), 506–511. doi:10.1007/s11055-011-9445-2

- Amstislavskaya T. y Popova, N. (2004). Female-induced sexual arousal in male mice and rats: behavioral and testosterone response. En *Hormone and Behavior*, 46(5), 544-550. doi: 10.1016/j.yhbeh.2004.05.010
- Baum, M. J. (2009). Sexual differentiation of pheromone processing: links to male-typical mating behavior and partner preference. En *Hormones and Behavior*, 55(5), 579–88. doi:10.1016/j.yhbeh.2009.02.008
- Been L. y Petruslis A. (2010). Lesions of the posterior bed nucleus of the striaterminalis eliminate opposite-sex odor preference and delay copulation in male Syrian hamsters: role of odor volatility and sexual experience. En *European Journal of Neuroscience*, 32(3):483–493. doi: 10.1111/j.1460-9568.2010.07277.x.
- Boehm, U. (2006). The vomeronasal system in mice: from the nose to the hypothalamus and back! En *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 17(4), 471–9. doi:10.1016/j.semcdb.2006.04.013
- Bonilla-Jaime, H., Vázquez-Palacios, G., Arteaga-Silva, M. y Retana-Márquez, S. (2006). Hormonal responses to different sexually related conditions in male rats. En *Hormones and Behavior*, 49(3), 376-382. doi:10.1016/j.yhbeh.2005.08.005
- Buck L. y Axel, R. (1991). A novel multigene family may encode odorant receptors: a molecular basis for odor recognition. En *Cell*; 65(1): 175–87. doi:10.1016/0092-8674(91)90418-X
- Bruner, C. (2010). Conducta de comer: variables comunes a través del condicionamiento y la motivación. En *Revista Mexicana de Análisis de La Conducta*, 36 (2), 9–20. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmac/v36n2/v36n2a2.pdf>
- Brunton P. y Russell J. (2010). Prenatal social stress in the rat programmes neuroendocrine and behavioural responses to stress in the adult offspring: sex-specific effects. En *Neuroendocrinol*: 22(4):258-71. doi:10.1111/j.1365-2826.2010.01969.x.

- Cabrera, E., y Paredes, R. (2012). Effects of chronic estradiol or testosterone treatment upon sexual behavior in sexually sluggish male rats. En *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, 101(3), 1–6. doi:10.1016/j.pbb.2012.01.021
- Camacho F., Sandoval C. y Paredes R. (2004). Sexual experience and conditioned place preference in male rats. En *Pharmacol Biochem Behav*; 78(3): 419–25. doi: 10.1016/j.pbb.2004.04.015
- Canteras, N., Simerly, R., y Swanson, L. (1995). Organization of projections from the medial nucleus of the amygdala: a PHAL study in the rat. En *J. Comp. Neurol.* 369(2), 213–245.
- Carleton, A., Rochefort, C., Morante-Oria, J., Desmaisons, D., Vincent, J., Gheusi, G., y Lledo, P. (2002). Making scents of olfactory neurogenesis. En *Journal of Physiology*, 96 (1-2), 115–22. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11755790>
- Carlsson, N. (1996). *Fundamentos de psicología fisiológica*. Mexico: Prentice-Hall.
- Caston, J., Jones, N. y Stelz, T. (1995). Role of preoperative and postoperative sensorimotor training on restoration of the equilibrium behavior in adult mice following cerebellectomy. En *Neurobiology of Learning and Memory*; 64(3): 195–202. doi: 10.1006/nlme.1995.0002
- Coolen, L., y Wood, R. (1998). Bidirectional collections of the medial amygdaloid nucleus in the Syrian hamster brain: simultaneous anterograde and retrograde tract tracing. En *J. Comp. Neurol.* 399(2), 189–209.
- Crowley, W., Popolow, H., y Ward, O. (1973). From dud to stud: copulatory behavior elicited through conditioned arousal in sexually inactive male rats. En *Physiology and Behavior*, 10, 391–394. doi:10.1016/0031-9384(73)90328-4

- De Gasperín-Estrada, G., Camacho, F., y Paredes, R. (2008). Olfactory discrimination and incentive value of non copulating and sexually sluggish male rats. En *Physiology & Behavior*, 93(4-5), 742–7. doi:10.1016/j.physbeh.2007.11.027
- De Jonge, F., Oldenburger, W., Louwerse, a L., y Van de Poll, N. (1992). Changes in male copulatory behavior after sexual exciting stimuli: effects of medial amygdala lesions. En *Physiology & Behavior*, 52(2), 327–32. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/1523261>
- Dewsbury, D. (1969). Copulatory behavior of rats (*Rattusnorvegicus*) as a function of prior copulatoryexperience. En *Animal Behavior*, 17(2), 217–223.doi:10.1016/0003-3472(69)90004-9
- Dhungel, S., Urakawa, S., Kondo, Y., y Sakuma, Y. (2011). Olfactory preference in the male rat depends on multiple chemosensory inputs converging on the preoptic area. En *Hormones and Behavior*, 59(1), 193–9. doi:10.1016/j.yhbeh.2010.11.011
- Dominguez, J., Riolo, J., Xu, Z., y Hull, E. (2001). Regulation by the medial amygdala of copulation and medial preoptic dopamine release. En *The Journal of Neuroscience : The Official Journal of the Society for Neuroscience*, 21(1), 349–55. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11150352>
- Dulac, C. y Axel, R. (1995). A novel family of genes encoding putative pheromone receptors in mammals. En *Cell*; 83(2):95–206. doi:10.1016/0092-8674(95)90161-2
- Edinger, K y Frye, C. (2007). Sexual experience of male rats influences anxiety-like behavior and androgen levels. En *Physiology and behavior*, 92(3):443-53. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.physbeh.2007.04.018>
- Edwards, D., y Einhorn, L. (1986). Preoptic and midbrain control of sexual motivation. En *Physiology & Behavior*, 37(2), 329–35. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3488558>

- Escobar, C. B., Ángeles-Castellanos, M., Miñana, M del C., Salgado, R. y Rodriguez, G. K. (2007). Hedonismo y reforzadores primarios. En Juárez, G. J., *Neurobiología del hedonismo*. México: Ed. Manual Moderno.
- Hernández-González, M., Guevara, M., y Agmo, A. (2008). Motivational influences on the degree and direction of sexual attraction. En *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1129, 61–87. doi:10.1196/annals.1417.010
- Herrada, V. y Dulac, C. (1997). A novel family of putative pheromone receptors in mammals with a topographically organized and sexually dimorphic distribution. En *Cell*; 90(4):763-73. doi:10.1016/S0092-8674(00)80536-X
- Hikosaka O, Nakahara H, Rand MK, Sakai K, Lu X, Nakamura K, et al. (1999). Parallel neural networks for learning sequential procedures. En *Trends in Neurosciences*; 22(10): 464–71. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-2236\(99\)01439-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-2236(99)01439-3)
- Hlinák, Z. (1986). Precopulatory behaviour of laboratory rat: an ethological approach. En *Activ Nerv Super*, 28(2), 108–116. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/3739563>
- Hlinák, Z. (1990). Precopulatory behaviour of male rats: developmental aspects and dependence on female's solicitation. En *Activitas Nervosa Superior*, 32(4), 264–282.
- Hlinák, Z., Madlafousek, J. y Spinka, M. (1987). Transition from precopulatory to copulatory behaviour in male rats with lesions in medial preoptic area: dependence on precopulatory pattern of female. En *Activitas Nervosa Superior*, 29(4), 257–263.
- Hou, G., Xiong, W., Wang, M., Chen, X., & Yuan, T.-F. (2014). Chronic stress influences sexual motivation and causes damage to testicular cells in male rats. *The Journal of Sexual Medicine*, 11(3), 653–663. doi:10.1111/jsm.12416

- Hull, E., Wood, R., & McKenna, K. (2006). Neurobiology of male sexual behavior. En *The physiology of reproduction* ... (pp. 1729–1824). Recuperado de [http://www.elaine-m-hull.com/publications/neurobio\\_male\\_sex\\_beh\\_chap.pdf](http://www.elaine-m-hull.com/publications/neurobio_male_sex_beh_chap.pdf)
- James, P. y Nyby, J. (2002). Testosterone rapidly affects the expression of copulatory behavior in house mice (*Mus Musculus*). En *Physiology & Behavior*, 75(3), 287–294. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9384\(01\)00666-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0031-9384(01)00666-7)
- Justel, N., Bentosela, M., y Mustaca, A. (2009). Comportamiento sexual y ansiedad. En *Revista Latinoamericana de Psicología*, 41(3), 429–444. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/805/80511929004.pdf>
- Keverne E. (1978). Olfaction and taste-dual systems for sensory processing. En *Trends in Neurosciences*; 1(1):32–8. doi:10.1016/0166-2236(78)90014-0
- Keverne, E. B. (2004). Importance of olfactory and vomeronasal systems for male sexual function. En *Physiology & Behavior*, 83(2), 177–187. doi:10.1016/j.physbeh.2004.08.013
- Kippin, T. E., Cain, S. W., & Pfaus, J. G. (2003). Estrous odors and sexually conditioned neutral odors activate separate neural pathways in the male rat. En *Neuroscience*, 117(4), 971–979. doi:10.1016/S0306-4522(02)00972-7
- Klein, Z. a, Padow, V. a, & Romeo, R. D. (2010). The effects of stress on play and home cage behaviors in adolescent male rats. En *Developmental Psychobiology*, 52(1), 62–70. doi:10.1002/dev.20413
- Kohlert, J. G., & Bloch, G. J. (1996). Hyperactivity in hyposexual male rats. *Physiology & Behavior*, 59(1), 171–8. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8848478>
- Kondo Y, Tomihara K, and Sakuma Y (1999). Sensory requirements for noncontact penile erection in the rat. En *Behavioral Neuroscience*, 113(5), 1062–1070. doi:10.1037/0735-7044.113.5.1062

- Larsson, K. (1959). Experience and maturation in the development of sexual behaviour in the male puberty rat. En *Behaviour*, 14(1), 101-107. doi: 10.1163/156853959X00027
- Levine, S. (2005). Developmental determinants of sensitivity and resistance to stress. En *Psychoneuroendocrinology*, 30(10), 939–46. doi:10.1016/j.psyneuen.2005.03.013
- López, H., Olster, D. y Ettenberg, A. (1999). Sexual motivation in the male rat: the role of primary incentives and copulatory experience. En *Hormones and Behavior*, 36(2), 176–85. doi:10.1006/hbeh.1999.1535
- Lucio R. y Tlachi-Lopez J. (2008). *Analisis de la copula y el eyaculado en la rata albino (rattusnorvegicus) Manual de laboratorio*. México.
- Luo, M., Fee, M. y Katz, L. (2003). Encoding pheromonal signals in the accessory olfactory bulb of behaving mice. En *Science* 299(5610), 1196–1201. doi:10.1126/science.1082133
- McGinnis, M., Mirth, M., Zebrowski, A. y Dreifuss, R. (1989). Critical exposure time for androgen activation of male sexual behavior in rats. En *Physiology and Behavior* 46(2): 159–165. doi: 10.1016/0031-9384(89)90249-7
- Meyerson, B. J., y Höglund, A. U. (1981). Exploratory and socio-sexual behaviour in the male laboratory rat: a methodological approach for the investigation of drug action. En *Acta Pharmacologica et Toxicologica*, 48(2), 168–180.
- Meyerson, B. y Lindström, L. (1973). Sexual motivation in the female rat. A methodological study applied to the investigation of the effect of estradiol benzoate. En *Acta Physiol. Scand. Suppl.* 389: 1–80.
- Miras, P. M. (2006). Receptores de feromonas de mamíferos: supervivencia y sexualidad. En *An. R. Acad. Nac. Farm.* 72: 489-517. Recuperado de <http://www.analesranf.com/index.php/aranf/article/viewFile/167/200>

- Newman, S. W. (1999). The medial extended amygdala in male reproductive behavior: a node in the mammalian social behavior network. En *Ann. N Y Acad. Sci.* 877, 242–257. doi:10.1111/j.1749-6632.1999.tb09271.x
- Paredes, R. G. (2009). Evaluating the neurobiology of sexual reward. En *ILAR Journal / National Research Council, Institute of Laboratory Animal Resources*, 50(1), 15–27. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/19106449>
- Paredes, R.G. y Agmo, A. (1989). Stereospecific actions of baclofen on sociosexual behavior, locomotor activity and motor execution. En *Psychopharmacology*, 97 358-364. doi:10.1007/BF00439451
- Paredes, R. G., Highland, L., y Karam, P. (1993). Socio-sexual behavior in male rats after lesions of the medial preoptic area: evidence for reduced sexual motivation. En *BrainResearch*, 618(2), 271–6. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/8374757>
- Paredes, R. G., y Vázquez, B. (1999). What do female rats like about sex? Paced mating. En *Behavioural Brain Research*, 105(1), 117–27. Recuperado de <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10553695>
- Pattij, T., de Jong, T. R., Uitterdijk, A., Waldinger, M. D., Veening, J. G., Cools, A. R., ... Olivier, B. (2005). Individual differences in male rat ejaculatory behaviour: searching for models to study ejaculation disorders. En *The European Journal of Neuroscience*, 22, 724–734. doi:10.1111/j.1460-9568.2005.04252.x
- Perez, F. A. y Palmiter, R. D. (2005). Parkin-deficient mice are not a robust model of parkinsonism. En *ProcNatAcadSci USA*, 2:2174–9. doi: 10.1073/pnas.0409598102
- Pfaff, D., Arnold, A., Etgen, A., Fahrbach, S., y Rubin, R. T. (2009). Male Sexual Behavior. Hull y Rodriguez-Manzo. En *Hormones, brain and behavior*, 1, 5–65. Recuperado de <http://www.elsevier.com/locate/permissionusematerial>



- Pfaus, J. G, Kippin, T.E. y Centeno, S. (2001). Conditioning and sexual behavior: A review. En *Hormones and Behavior* ,402: 291–321. doi:10.1006/hbeh.2001.1686.
- Pfeiffer, C. A. y Johnston, R. E. (1994). Hormonal and behavioral responses of male hamsters to females and female odors: Roles of olfaction, the vomeronasal system, and sexual experience. En *Physiology and Behavior* 55(1): 129–138. doi: 10.1016/0031-9384(94)90020-5
- Polanco L., Vargas-Irwin C.y Góngora M. (2011). Modelos animales : Una revisión desde tres pruebas utilizadas en ansiedad. En *Suma Psicología*, 18, 141–148. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/sumps/v18n2/v18n2a11>
- Portillo, W., y Paredes, R. G. (2004). Sexual incentive motivation, olfactory preference, and activation of the vomeronasal projection pathway by sexually relevant cues in non-copulating and naive male rats. En *Hormones and Behavior*, 46(3), 330–340. doi:10.1016/j.yhbeh.2004.03.001
- Portillo, W., Díaz, N. F., Retana-Márquez, S., y Paredes, R. G. (2006). Olfactory, partner preference and Fos expression in the vomeronasal projection pathway of sexually sluggish male rats. En *Physiology & Behavior*, 88(4-5), 389–97 doi:10.1016/j.physbeh.2006.04.023
- Powers, J. B. y Winans, S. S. (1975).Vomeronasal organ: critical role in mediating sexual behavior in the male hamster. En *Science*,;187:961–3 doi: 10.1126/science.1145182
- Putnam, S. K., Du, J. y Hull, E. M. (2001). Testosterone restoration of copulation and medial preoptic dopamine release in castrated male rats: 2-, 5-, and 10-day treatments. En *Hormones and Behavior* 39: 216–224. doi:10.1006/hbeh.2001.1648
- Rejón-Orantes, J., Placer, D. y Roldán, G. (2010). Pruebas no condicionadas en ratones para evaluar la actividad ansiolítica de sustancias extraídas de plantas. Univ. Méd. Bogotá (Colombia), 52 (1): 78-89. Recuperado de

<http://med.javeriana.edu.co/publi/vniversitas/serial/v52n1/PRUEBAS%20NO%20CONDICIONADAS%20EN%20RATONES.pdf>

- Retana-Márquez, S; Bonilla-Jaime, H. y Velázquez-Moctezuma, J. (1998). Lack of effect of corticosterone administration on male sexual behavior of rats. En *Physiology and Behavior*, 63 (3), 367-370. doi: 10.1016/S0031-9384(97)00437-X
- Retana-Márquez, S., Bonilla-Jaime, H., Vázquez-Palacios, G., Martínez-García, R. y Velázquez-Moctezuma, J. (2003). Changes in masculine sexual behavior, corticosterone and testosterone in response to acute and chronic stress in male rats. En *Hormones and Behavior*, 44, 327-337. doi:10.1016/j.yhbeh.2003.04.001
- Rochford, J., y Chatigny, S. (1993). Male rats classified as copulators and noncopulators respond differentially on the hot plate test. En *Physiology and Behavior*, 53, 409–411. doi:10.1016/0031-9384(93)90226-6
- Rodriguez, I., y Boehm, U. (2009). Pheromone sensing in mice. En *Results and problems in cell differentiation*, 77–96. doi:10.1007/400
- Shiotsuki, H., Yoshimi, K., Shimo, Y., Funayama, M., Takamatsu, Y., Ikeda, K., ... Hattori, N. (2010). A rotarod test for evaluation of motor skill learning. En *Journal of Neuroscience Methods*, 189(2), 180–185. doi:10.1016/j.jneumeth.2010.03.026
- Shipley, MT, Ennis, M. y Puche, A. (2004). Olfactory system. In: Paxinos G, editor. The rat nervous system. San Diego: Elsevier Academic Press; p. 923–64.
- Swanson, L. W. y Petrovich, G. D. (1998). What is the amygdala? En *Trends in Neurosciences* 21: 323–331. doi:10.1016/s0166-2236(98)01265-x