



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

FACULTAD DE CIENCIAS

**RESPUESTAS CONDUCTUALES AL ESTRÉS POR
SEPARACIÓN SOCIAL COMO INDICADOR DE
PERSONALIDAD EN CRÍAS DE GATO DOMÉSTICO**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

BIÓLOGA

P R E S E N T A:

JIMENA CHACHA OLALDE



DIRECTOR DE TESIS:

Dra. ROBYN E. HUDSON

2016

Ciudad Universitaria, D. F.



Universidad Nacional
Autónoma de México



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.

HOJA DE DATOS DEL JURADO

1. Datos del Alumno
Chacha
Olalde
Jimena
56551628
Universidad Nacional Autónoma de México
Facultad de Ciencias
Biología
302861154
2. Datos del Tutor
Dra
Robyn Elizabeth
Hudson
3. Datos del Sinodal 1
Dra
Livia Socorro
León
Paniagua
4. Datos del Sinodal 2
Dra
María de Lourdes
Arteaga
Castañeda
5. Datos del Sinodal 3
Dra
Zamira Anahí
Ávila
Valle
6. Datos del Sinodal 4
Dr
Germán Octavio
López
Riquelme
7. Datos del Trabajo Escrito
Respuestas conductuales al estrés por separación social como indicador de personalidad en crías de gato doméstico
41 p.
2016

ÍNDICE

RESUMEN.....	5
ABSTRACT.....	6
1. INTRODUCCIÓN	
1.1. Personalidad animal.....	7
1.2. Ontogenia de la personalidad animal.....	8
1.3. Respuesta al estrés por separación social.....	10
1.4. El gato doméstico como modelo de estudio.....	13
2. ANTECEDENTES.....	15
3. OBJETIVO.....	17
3.1. Objetivos específicos.....	17
4. HIPÓTESIS.....	18
5. MÉTODOS	
5.1. Sujetos de estudio.....	18
5.2. Procedimiento experimental.....	19
5.3. Conductas registradas.....	21
5.4. Manejo y análisis de datos.....	21
6. RESULTADOS.....	23
6.1. Patrón temporal en la realización de cada conducta.....	24
6.2. Relación temporal entre la realización de ambas conductas.....	26
7. DISCUSIÓN.....	27
8. CONCLUSIONES.....	32
9. REFERENCIAS.....	32
10. ANEXO	
10.1. Hoja de registro.....	43

AGRADECIMIENTOS

Mi más sincero y profundo agradecimiento a la Dra. Robyn E. Hudson, tutora de mi tesis, por su guía invaluable en este trabajo, así como por compartir y contagiarme su entusiasmo por el mismo, y por todas sus enseñanzas.

Mi gratitud y crédito al Dr. Heiko Rödel, Laboratoire d’Ethologie Expérimental et Comparée, Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, Francia, por su asesoría de experto y apoyo en el análisis de datos. Agradezco también a la Mtra. Amor Aline Saldaña Sánchez, actualmente estudiante del programa de doctorado de la Universidad Veracruzana, quien generosamente me permitió utilizar las grabaciones de su tesis de maestría mientras estuvo en el laboratorio con la Dra. Hudson. Gracias al Dr. Péter Szenczi, del Centro Tlaxcala de Biología de la Conducta, Universidad Autónoma de Tlaxcala, por su ayuda en la discusión del análisis acústico y por proveer la Fig. 1 (sonogramas).

Quiero agradecer también al jurado de mi tesis: Dra Livia Socorro León Paniagua, Dra. María de Lourdes Arteaga Castañeda, Dra. Zamira Anahí Ávila Valle y Dr. Germán Octavio López Riquelme por la minuciosa revisión de mi trabajo y sus extraordinarios aportes al mismo.

Gracias a Carolina Rojas Castañeda, quien proveyó excelente asistencia técnica y bibliográfica.

La ayuda financiera fue proporcionada por la Universidad Nacional Autónoma de México (DGAPA- IN205513 & IN212416).

Finalmente, agradezco a mi familia y amigos por su apoyo incondicional.

RESUMEN

En años recientes se ha acrecentado el interés en las diferencias individuales en el comportamiento animal dentro del campo referido como personalidad. Existen, sin embargo, pocos estudios realizados sobre estas diferencias durante el desarrollo temprano en mamíferos. El gato doméstico (*Felis silvestris catus*) provee una buena oportunidad para investigar dichas diferencias, ya que las crías son muy activas desde su nacimiento y pueden ser fácilmente manipuladas sin perturbar la relación madre-cría. Se pusieron a prueba individual 33 crías de gato doméstico de 8 camadas, una vez por semana durante tres semanas, en una arena de campo abierto. Durante las pruebas de 3 minutos, se registraron el número de llamados que emitió cada cría y la duración de la actividad locomotora que presentaron. Las crías mostraron diferencias individuales constantes en las dos conductas registradas en bloques de 20 segundos dentro de cada prueba y a través de las tres semanas que duraron las mismas. De hecho, el número de vocalizaciones emitidas durante el primer bloque de 20 segundos muestra una correlación positiva significativa con las diferencias individuales en el número de vocalizaciones emitidas mostrado a lo largo del resto de los bloques dentro de cada prueba y durante cada semana del estudio. Sin embargo, no se encontró relación entre las diferencias individuales en la emisión de vocalizaciones y la duración de la actividad locomotora. Se concluye que estos dos parámetros representan diferentes dominios conductuales, que son gobernados por diferentes mecanismos subyacentes de control neural y fisiológico. Asimismo, concluimos que los llamados de separación proveen una eficiente y confiable medida de las diferencias individuales en la personalidad del gato durante su desarrollo temprano.

ABSTRACT

There has been growing interest in recent years in individual differences in animals' behavior of a kind that can be referred to as personality. There have, however, been few studies in mammals of the early development of such differences. The domestic cat (*Felis silvestris catus*) provides a good opportunity to investigate this as kittens can be readily manipulated without disturbing the mother-young relationship and are very active from birth. We individually tested 33 mixed-breed kittens from eight litters once a week for three weeks in an open field arena. Each test lasted 3 minutes during which we recorded the number of separation cries each kitten emitted and the duration of its locomotor activity. Kittens showed consistent individual differences in the two behavioral measures both across the three weeks of testing and across 20-second time bins within each test session. Indeed, the number of vocalizations emitted during the first 20-second bin already showed a significant positive correlation with individual differences in the number of vocalizations emitted across the remaining time bins within tests and across tests for each week of the study. However, no relation was found between individual differences in the emission of vocalizations and duration of locomotor activity. We conclude that these two measures represent different domains of behavioral responding governed by different underlying mechanisms of neural and physiological control. We further conclude that separation cries provide an efficient and reliable measure of individual differences in personality during early development in the cat.

1. INTRODUCCIÓN

1.1. Personalidad animal

Hay un interés creciente entre los biólogos de la conducta en la existencia de diferencias individuales en ciertas formas de fenotipos conductuales a los que se denomina actualmente personalidad animal (Wilson et al., 1994; Bell, 2007; Briffa & Weiss, 2010; Dingemanse & Wolf, 2010; Carere & Maestripieri, 2013). Alguna vez considerada una característica humana exclusiva, dentro del dominio de la psicología humana, ahora se reconoce ampliamente la existencia de la personalidad animal como resultado de procesos evolutivos adaptativos (Dall et al., 2004; Wolf et al., 2007), y su existencia en un amplio rango de especies (Gosling & John, 1999; Réale et al., 2010; Stamps & Groothuis, 2010; Uher, 2011; Kralj-Fišer & Schuett, 2014). A pesar de no contar con una definición exacta de personalidad (Sih et al., 2004; Uher, 2011; Ziper et al., 2013), y de que hay diferencias en las aplicaciones teóricas de este constructo, en general se concuerda que las diferencias individuales en rasgos conductuales deben ser estables a lo largo de un rango considerable de tiempo o en diferentes contextos para ser consideradas como tales (Réale et al., 2007; Briffa & Weiss, 2010; Dingemanse & Wolf, 2010; Stamps & Groothuis, 2010; Groothuis & Trillmich, 2011; Brommer & Class, 2015).

La cuestión de la naturaleza y el origen de las diferencias individuales, del tipo que pueden ser consideradas representativas de la personalidad de un animal o de un estilo conductual, ha ganado también gran importancia en el ámbito de las ciencias biomédicas. Se han hecho esfuerzos por estandarizar el comportamiento de animales modelo por medios genéticos, mediante el uso de líneas endogámicas y clonación, así como el control estricto de las condiciones bajo las que se mantienen a los animales. A pesar de esto, ha sido imposible eliminar las diferencias conductuales entre individuos bajo las condiciones más estrictamente controladas (Würbel, 2000; Richter et al., 2009; Lewejohann et al., 2011; Freund et al., 2013). Por otra parte, con el crecimiento de la medicina individualizada y la necesidad de entender la vulnerabilidad diferencial de los individuos a ciertas patologías en

particular, incluyendo las de naturaleza psiquiátrica, el estudio de tales diferencias dentro de los modelos animales actualmente utilizados en la investigación biomédica puede resultar particularmente útil (Cavigelli, 2005; Mehta & Gosling, 2008; Boersma et al., 2011).

1.2. Ontogenia de la personalidad animal

Más recientemente, ha llamado la atención el hecho de que aún existen pocos estudios sobre la ontogenia de las diferencias individuales conductuales. Surgiendo las interrogantes: ¿cuándo y cómo emergen a través del desarrollo y cómo se relacionan con diferencias en etapas posteriores de la vida (Stamps & Groothuis, 2010; Rödel & Meyer, 2011; Trillmich & Hudson, 2011; Guenther et al., 2014; Wuerz & Krüger, 2015)? Esta interrogante se da particularmente en el caso de los mamíferos, aunque recientemente un creciente número de estudios han evaluado y demostrado exitosamente la existencia de rasgos de personalidad en animales jóvenes, alrededor de la etapa del destete mediante consistencias conductuales a través del tiempo y de diferentes contextos (Guenther et al., 2014). Por ejemplo, pruebas estandarizadas que son repetitivas, tales como campo abierto, objeto novedoso o el laberinto elevado, han sido utilizadas en roedores jóvenes antes o poco después del destete, en condiciones de laboratorio (ratas de laboratorio *Rattus norvegicus*: Rödel & Meyer, 2011; conejillos de indias de origen silvestre *Cavia aperea*: Guenther et al., 2014) o en animales capturados en el campo (ardillas del este *Tamias striatus*: Bergeron et al., 2013; conejos europeos *Oryctolagus cuniculus*: Rödel et al., 2015). También se han realizado estudios en mamíferos muy jóvenes, desde el nacimiento hasta el destete, sobre diferencias en el comportamiento entre los miembros de las camadas, bajo condiciones semi-naturales en sus nidos (conejo doméstico: Bautista et al., 2008; 2013; Reyes-Meza et al., 2011; gato doméstico *Felis silvestris catus*: Raihani et al., 2014; revisión en Hudson et al., 2011). Además, para evaluar los diferentes tipos de personalidad en animales silvestres se han utilizado pruebas como: distancias en vuelo de iniciación o respuesta a la captura (marmotas de panza amarilla juveniles *Marmota flaviventris*: Petelle et al., 2013) y respuesta a la manipulación de los juveniles

durante su estadía en el nido (conejos europeos: Rödel et al., 2015). En un estudio en murciélago café pequeño (*Myotis lucifugus*), utilizando pruebas modificadas de tablas con agujero, se ha evaluado repetitivamente a lo largo del desarrollo la conducta de exploración en animales capturados en campo (Menzies et al., 2013).

Dada la gran importancia que se le reconoce, así como la evidencia clara del impacto de los eventos presentes en el desarrollo temprano (en mamíferos incluyendo los que suceden en el útero) (Kaiser & Sachser, 2005; Brunton & Russell, 2010) en la formación de fenotipos (conductuales) individuales (Tinbergen, 1963), y frecuentemente con consecuencias a largo plazo para la sobrevivencia y adecuación individual, la falta de atención al desarrollo de diferencias individuales en el comportamiento es sorprendente (Bánszegi et al., 2009; Graceva et al., 2011; Rödel & Meyer, 2011; Rödel et al., 2015). Igualmente, es menos apreciada la fuerte presión de selección que opera durante el desarrollo cuando la mortalidad en varias etapas críticas, es alta (por ejemplo en mamíferos al nacimiento y al destete), y solo una pequeña fracción de individuos alcanza la edad reproductiva con una pequeña probabilidad de reproducirse (Dall et al., 2004; Reddon, 2012; Stamps & Groothuis, 2010; Trillmich & Hudson, 2011). Esto sugiere la evolución de ciertas adaptaciones particulares, incluyendo estrategias conductuales, en organismos juveniles al encontrarse con diversos y cambiantes retos que enfrentan durante su desarrollo, y con los costos y beneficios asociados que manifiesta cada fenotipo conductual (Groothuis & Trillmich, 2011; Trillmich et al., 2015; Front Zool, Suppl 1, 2015).

Con relación a los rápidos cambios durante el desarrollo y su respectiva plasticidad conductual, está la pregunta de si los fenotipos conductuales que se manifiestan durante el desarrollo temprano permanecen estables y presentes o por lo menos influyen o predicen diferencias individuales en el comportamiento en etapas posteriores del ciclo de vida y en qué grado (Groothuis & Trillmich, 2011; Trillmich & Hudson, 2011; Reyes-Meza et al., 2011; Guenther et al., 2014; Rödel et al., 2015; Front Zool, Suppl 1, 2015).

Estudiar el desarrollo de la personalidad en mamíferos es particularmente difícil por al menos dos razones: la observación y los cambios de conducta (Hudson & Trillmich, 2008; Stamps & Groothuis, 2010; Trillmich & Hudson, 2011).

La primer dificultad tiene que ver con el problema de observar y probar a los individuos jóvenes, que son dependientes, sin intervenir con la relación madre-cría que frecuentemente es muy cercana y que, al perturbarse, puede afectar el desarrollo normal. Además, el registro y manipulación detallados del comportamiento de las crías frecuentemente se ve imposibilitado porque generalmente están fuera de la vista en sus nidos, madrigueras, árboles o bolsillos y también porque están fuertemente defendidas y resguardadas por sus madres u otros cuidadores (Mock & Parker, 1997; Hudson & Trillmich, 2008; Hudson et al., 2011). La segunda dificultad, como se mencionó anteriormente, radica en que las crías de mamíferos, al igual que las de otras especies, particularmente aquellas que son altriciales, tienen un repertorio conductual inicial limitado que posteriormente cambia de manera muy rápida. Esto hace difícil la identificación y evaluación biológica de variables conductuales significativas que puedan ser seguidas durante un tiempo amplio del desarrollo, idealmente, todo el ciclo de vida de los individuos (Stamps & Groothuis, 2010; Hudson et al., 2015; Front Zool, Suppl 1, 2015).

1.3. Respuesta al estrés por separación social

Ejemplo notable de un comportamiento libre de las dificultades antes mencionadas, es la respuesta de las crías aún dependientes a la separación social, esto es, a la separación de su madre o cuidadores, y en el caso de las especies politocas, de los demás miembros de la camada. Bajo estas condiciones, las crías de varias especies de mamíferos rápidamente empiezan a emitir vocalizaciones persistentemente (llamados de separación) con un significado adaptativo claro. Este comportamiento por lo general resulta en la llegada de la madre o cuidador(es) al lugar donde se localiza la cría (p.e. humanos: Christensson et al., 1995), frecuentemente derivando en el retiro de la cría al nido o madriguera (p.e. varias especies de roedores: Noirot, 1972; Hahn & Lavooy, 2005; Schneider & Fritzsche, 2011; en varias especies de

ungulados: Richardson et al., 1983; Vaňková et al., 1997; Briefer & McElligot, 2011; más ejemplos en Grandin & Deesing, 2014; gato doméstico *Felis silvestris catus*: Haskins, 1977; Brown et al., 1978; observaciones propias) o en que las madres se preparen para defender a la cría(s) de depredadores potenciales o conespecíficos infanticidas (Špinka et al., 2000; Lingle et al., 2005; Held et al., 2006; Rödel et al., 2013).

Las vocalizaciones son una medida conductual particularmente útil en el estudio de la conducta animal. En mamíferos, los llamados de separación o de alerta de las crías consisten típicamente de largos trenes de llamados agudos y de frecuencia variable (Lingle et al., 2012; p.e. Fig. 1). Se puede medir y cuantificar el número de llamados y sus propiedades acústicas de forma muy precisa (Schrader & Hammerschmidt, 1997). Además, el control neural de las vocalizaciones está altamente integrado con el estado emocional del individuo y lo refleja claramente (Stoeger et al., 2011; 2012; Scheumann et al., 2012; revisiones de Jürgens, 2009; Briefer, 2012). Esto es particularmente el caso de las vocalizaciones asociadas con estados negativos como el de alarma, miedo o dolor, debido a las conexiones neurales cercanas en el cerebro de los centros vocales con estructuras límbicas como la amígdala, involucrada de forma importante en la regulación de afectos negativos (Jürgens, 2009; Briefer, 2012). Es más, en muchas especies los llamados de separación son emitidos incluso por animales adultos cuando se les separa de conespecíficos que les son familiares o de ambientes conocidos, por lo que son un parámetro confiable al evaluar la estabilidad de diferencias individuales en respuesta a estrés en este tipo de retos durante todo el ciclo de vida del individuo (Bruce et al., 2006; más ejemplos en Grandin & Deesing, 2014; cf. Koolhaas et al., 2007).

Sin embargo, a pesar de la clara importancia funcional de los llamados de separación en las crías de mamíferos y de la cercana relación con el estado emocional de los individuos, éstos se han utilizado muy poco en el estudio de la personalidad en mamíferos no humanos.

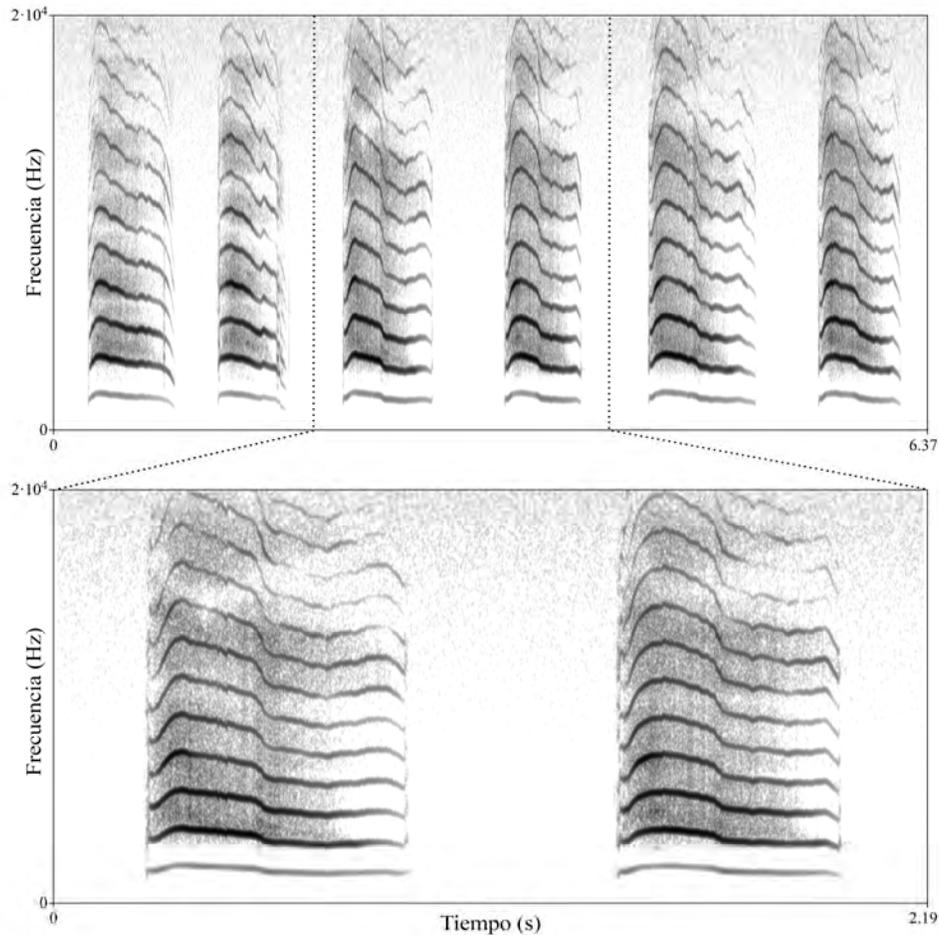


Figura 1. (Arriba) Sonograma de un tren de llamados típico emitido por una cría de gato doméstico de tres semanas de edad separada brevemente de su madre y del resto de la camada, y (abajo) dos de los llamados en alta resolución. La grabación fue hecha en formato WAV, utilizando un micrófono unidireccional (Sennheiser ME66, Alemania; rango de frecuencia 40-20,000 Hz) en un tripié y conectado a una grabadora (Tascan DR-40, EUA; 96 kHz/24 bit).

Uno de los pocos estudios publicados relacionados con ello se hizo con ganado bovino (*Bos taurus*), donde se cuantificaron las vocalizaciones en pruebas de campo abierto repetitivas (De Passillé et al., 1995). Además, un estudio en corderos de oveja doméstica (*Ovis aries aries*) mostró que las diferencias individuales en la emisión de balidos agudos después de la separación está asociada positivamente a la sociabilidad de los corderos (Ligout et al., 2011).

Una segunda prueba que es utilizada ampliamente para evaluar diferencias individuales entre animales en respuesta al estrés, es aquella en la que se mide la actividad locomotora de un individuo al situarlo solo en un ambiente nuevo y sin resguardo de un posible peligro. Esta prueba puede ser aplicada fácilmente en todas las etapas del ciclo de vida. La situación de la prueba es típicamente aquella de una arena o cerco vacío, llamado campo abierto. En esta prueba, el principal parámetro conductual medido es la distancia recorrida por el animal, comúnmente interpretado como su grado de atrevimiento. A los animales que cubren grandes distancias y que muestran mayor grado de conducta de "exploración" se les conoce como los "menos miedosos", "menos estresados" y "más atrevidos" que los que presentan menos actividad locomotora y que incluso permanecen sin movimiento o "paralizados" (Archer, 1973; De Passillé et al., 1995; Müller & Schrader, 2005; Montiglio et al., 2010; Rangassamy et al., 2015; p.e. Fig. 2).

1.4.El gato doméstico como modelo de estudio

El gato doméstico (*Felis silvestris catus*) es un mamífero que permite realizar estudios conductuales detallados durante su desarrollo, evitando las dificultades que estos presentan comúnmente. Los gatos pueden mantenerse fácilmente en condiciones semi-naturales de libertad. Además, las madres permiten la observación y manipulación de sus crías recién nacidas por parte de sus cuidadores sin protesta o efectos negativos aparentes en su crecimiento y supervivencia (Hudson et al., 2009; Raihani et al., 2009; 2014; Scheumann et al., 2012). Aunque son altriciales, los gatos son capaces de presentar una locomoción rudimentaria desde el nacimiento (Prechtl, 1952; Rosenblatt, 1971; Adamec et al., 1983; Levine et al., 1978; observaciones propias), y durante el primer mes posnatal emiten llamados de alerta de manera persistente a los pocos segundos de ser separados de su madre o del nido (Moelk, 1944; Brown et al., 1978; Farley et al., 1992; Yeon et al., 2011; Scheumann et al., 2012; Hudson et al., 2015). Los llamados de separación de las crías varían entre los 2 y los 7 kHz, claramente audibles al oído humano (Scheumann et al., 2012; Simmons et al., 2013; Fig. 1).

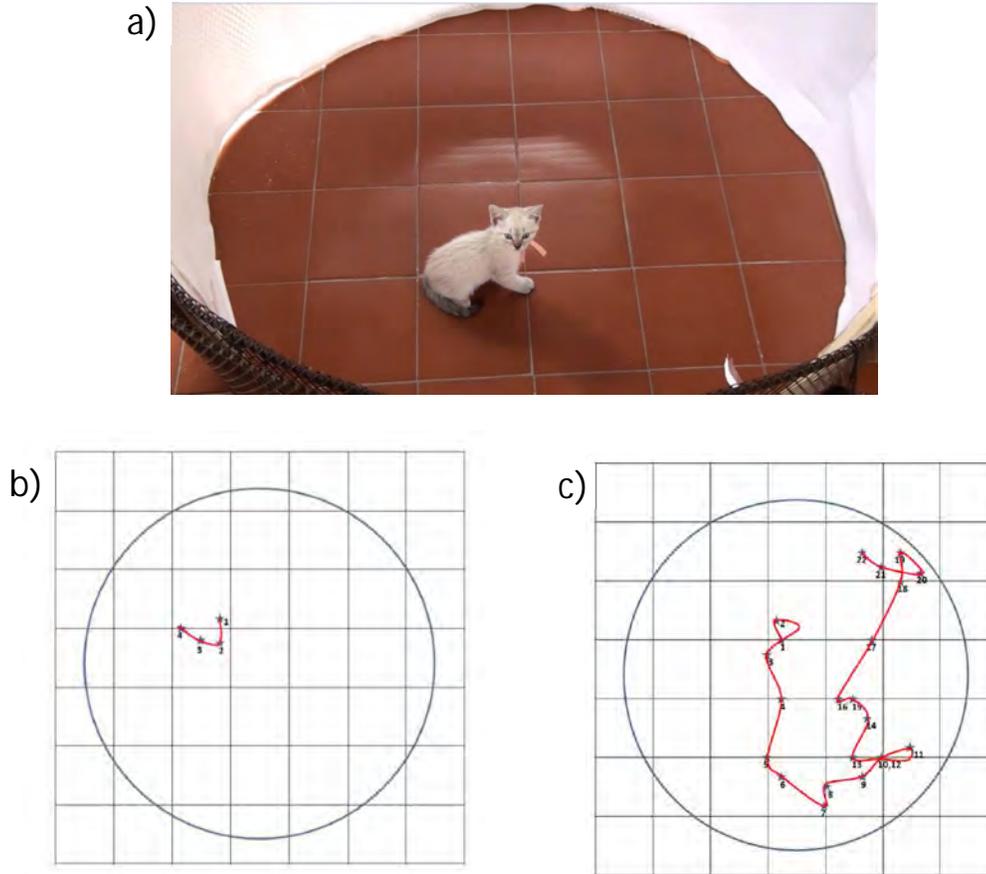


Figura 2. (a) Ejemplo de una arena de tipo campo abierto, 1 m de diámetro y con un gato de cuatro semanas de edad, usada para probar la respuesta conductual ante el aislamiento social. (b) Distancia recorrida por un individuo con poca actividad locomotora. (c) Distancia recorrida por un individuo con gran actividad locomotora (los números indican las paradas definidas por más de dos segundos detenidos en un punto hechas por las crías; tomado de Saldaña Sánchez, 2013).

Además, como los gatos son de los mamíferos más comúnmente empleados como mascotas, son de fácil disponibilidad y de fácil cuidado y mantenimiento (Serpell, 2014; Turner & Bateson, 2014). También, gracias a su importancia en la medicina veterinaria y como una de las especies más frecuentemente utilizadas en investigación biomédica, la anatomía y fisiología de los gatos es bien conocida. Sorprendentemente, como se resalta en una revisión reciente de investigación sobre personalidad en felinos (Gartner & Weiss, 2013) solo existen 17 estudios que tratan específicamente el tema de la personalidad en el gato doméstico, ninguno en crías

de gato doméstico, hasta recientemente (Saldaña Sánchez, 2013; Raihani et al., 2014; Hudson et al., 2015).

2. ANTECEDENTES

En un estudio reciente sobre el desarrollo temprano de las diferencias individuales en el comportamiento entre camadas de gato doméstico, se estudiaron las diferencias en la frecuencia de los llamados de separación, así como la actividad locomotora de las crías mediante grabaciones cuando eran colocadas solas durante 3 minutos en una arena de campo abierto (Fig. 2) durante las primeras cuatro semanas posnatales antes del inicio del destete (Saldaña Sánchez, 2013; Hudson et al., 2015). Se encontraron diferencias individuales estables a través de la edad en las dos conductas registradas, incluso entre miembros de la misma camada, indicando la presencia de diferencias en la personalidad en crías desde una edad muy temprana (Fig. 3). Sin embargo, de manera inesperada, no se encontró ninguna asociación entre la presencia de las dos conductas en los individuos a través de la edad, esto es, no se encontró evidencia de una serie coordinada de comportamientos (algunas veces referidos como síndromes conductuales; Sih et al., 2004; Bell, 2007; Lantová et al., 2010) en respuesta al estrés causado por la separación social (Saldaña Sánchez, 2013; Hudson et al., 2015).

Esta falta de asociación en los resultados del estudio antes mencionado es sorprendente, porque estas dos medidas conductuales, llamados de separación y actividad locomotora, se piensa reflejan y tienen un uso amplio en la medición de la misma forma de respuesta emocional al estrés por separación en campo abierto. De esta forma, se esperaba una correlación negativa en la realización por parte de los individuos de los dos comportamientos, de manera que los gatos más "estresados" o "tímidos" vocalizarían más, pero se moverían menos que los gatos menos "estresados" o más "atrevidos".

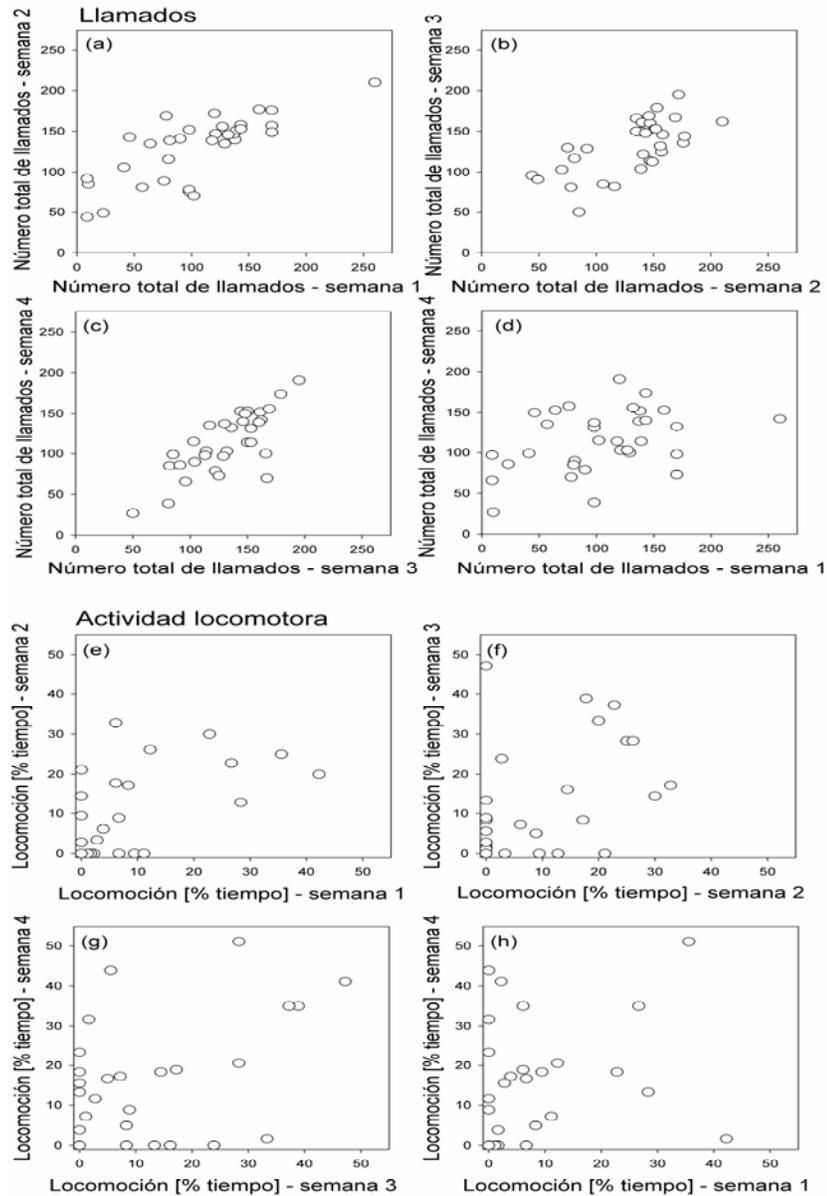


Figura 3. Diferencias individuales en llamados de separación y actividad locomotora en crías de gato durante pruebas de separación a través de las primeras cuatro semanas posnatales. (a-d) Llamados. Diferencias individuales consistentes en el número de llamados durante 4 pruebas de separación con duración de 3 minutos a través del primer mes postnatal. (e-h) Actividad locomotora. Diferencias individuales aun con menor consistencia en el porcentaje de tiempo que los animales mostraron actividad locomotora durante las 4 pruebas y sin correlación significativa (h) entre diferencias individuales en la primer y última semana. Cada círculo indica la puntuación de un individuo ($n=33/8$ camadas). (Modificado de Hudson et al., 2015).

Sin embargo, se comparó la realización de los dos comportamientos por parte de los gatos en cada sesión de prueba (Fig. 3), sin examinar el posible patrón temporal de diferencias individuales durante el curso de los 3 minutos de duración de las pruebas. Esto deja abierta la posibilidad de que diferentes patrones temporales en la respuesta al reto por separación (p.e. la muestra de que unas crías presentan una respuesta fuerte al inicio de la prueba que después disminuye, contra la muestra de que otras crías presentan una respuesta débil inicial que aumenta posteriormente) puedan potencialmente confundir una asociación en el desempeño de los dos comportamientos (Montiglio et al., 2010). Por ello se consideró necesario reexaminar los datos previos utilizando un análisis temporal más fino de los comportamientos durante las sesiones de prueba para eliminar la posibilidad de concluir erróneamente una falta de asociación en la presencia de las dos conductas, y consecuentemente, una falta de asociación en los mecanismos neurofisiológicos subyacentes que las provocan.

3. OBJETIVO

Reexaminar los datos del estudio antes mencionado de forma más detallada temporalmente, para revisar más a fondo si las diferencias individuales en la respuesta vocal y actividad locomotora en crías de gato doméstico durante el aislamiento social en realidad no están correlacionadas.

3.1. Objetivos específicos

- 1) Analizar nuevamente los registros vocales de un estudio previo, haciendo un análisis temporal más preciso de las diferencias individuales en el número de llamados emitidos a lo largo de las sesiones experimentales por separación social.
- 2) Analizar nuevamente los videos de un estudio previo, haciendo un análisis temporal más detallado de la actividad locomotora a lo largo de las sesiones experimentales por separación social.

3) Hacer un análisis más detallado de la relación temporal entre el número de los llamados emitidos y la actividad locomotora en los individuos del estudio previo.

4. HIPÓTESIS

Existe una relación en las diferencias individuales entre la respuesta vocal y actividad locomotora en crías de gato doméstico sometidos a estrés por aislamiento social.

5. MÉTODOS

5.1. Sujetos de estudio

Se obtuvieron datos de 33 crías (14 hembras, 19 machos) de ocho camadas de cuatro madres multíparas (Tabla 1). Los gatos fueron mantenidos en una casa privada en la Ciudad de México bajo condiciones similares a estudios previos (Hudson et al., 2009; Raihani et al., 2009; 2014). Las madres se aparearon con gatos de la casa y que, por las observaciones, y como es común en los gatos (Liberg et al., 2000), fueron usualmente varios individuos para cada hembra. Una vez al día se les dio alimento comercial enlatado y carne fresca. Tuvieron siempre a su disposición agua, leche, alimento comercial seco para gatos y bandejas de arena. Las madres compartieron la casa con otros gatos machos y hembras y eran libres de salir de la casa a voluntad. Las madres tuvieron siempre libre acceso a sus crías, excepto cuando las crías eran puestas a prueba (ver abajo). A las 8 semanas de edad (al destete), las crías fueron transferidas a las instalaciones del Laboratorio de Psicobiología del Desarrollo, Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, para ser utilizadas en otros estudios, después de lo cual se dieron en adopción como mascotas.

Tabla 1. Características de las ocho camadas utilizadas

	Camada (madre)	Fecha de nacimiento	Tamaño de camada	Crías hembra	Crías macho
Cohorte 1	Jezabel	28/07/11	4	2	2
	Mirkin	30/07/11	3	1	2
	Zaka	04/08/11	5	1	4
	Cola	05/08/11	3	1	2
Cohorte 2	Zaka	09/04/12	4	2	2
	Cola	18/04/12	5	1	4
	Mirkin	20/06/12	4	3	1
	Zaka	09/08/12	5	3	2
Total			33	14	19

A lo largo del estudio, los animales fueron mantenidos y tratados según los lineamientos para uso de animales de investigación del Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, y la Guía Nacional de la Producción, el Cuidado y Uso de Animales de Laboratorio, México (Norma Oficial Mexicana NOM-062-200-1999).

5.2. Procedimiento experimental

Las madres dieron a luz en camas de espuma de 70 cm x 40 cm forradas con franelas y localizadas en un área tranquila de la casa (Fig. 4). Varias horas después (y diario posteriormente) las crías fueron pesadas en una balanza digital al gramo más próximo. Se registró su sexo, y a cada cría se le colocó un listón de diferente color alrededor del cuello para su identificación individual. Posteriormente, las crías fueron regresadas a su madre hasta el inicio de las pruebas dos días después (ver abajo). El día de su nacimiento se consideró el día posnatal 1. Empezando del día posnatal 3, se hicieron pruebas en cada cría una vez por semana con un intervalo entre sesiones de aproximadamente 7 días hasta el término de la tercer semana posnatal, que es la edad a la que los gatos pueden empezar a dejar el nido (3 sesiones de prueba por cría; 99 sesiones en total; Tabla 2). La cuarta semana posnatal del estudio previo (Saldaña Sánchez, 2013; Hudson et al., 2015) no pudo ser evaluada debido a que el material registrado en video sufrió daños. Durante las

pruebas, las madres fueron confinadas en una caja transportadora conocida, en un cuarto separado al que se encontraban las crías. En orden aleatorio, que fue determinado por cartas de lotería de colores, se colocó a cada cría individualmente durante 3 minutos en el centro de una arena de 1 m de diámetro localizada en el cuarto de pruebas, alejado del resto de la camada (Fig. 2a). Por la mañana, se grabó el comportamiento de las crías, incluyendo vocalizaciones, utilizando una cámara de video digital equipada con un micrófono (Sony HDR-CX 100) montada a 1.5 m sobre el centro de la arena. Inmediatamente después de las pruebas, se regresó a cada cría con el resto de su camada. Se transportó a las crías del nido y de regreso a este, suspendidas por la nuca para simular la conducta de la madre para transportarlas, durante el traslado permanecieron inmóviles y en completo silencio.



Figura 4. Una camada de 18 días de edad en la cama en la cual las crías fueron mantenidas hasta el final del primer mes posnatal, el periodo de duración del estudio.

Tabla 2. Base de datos

Individuos	Videos por individuo (uno por semana)	Segundos por video (por individuo)	Segundos totales (minutos)
33 (8 camadas)	3 (99 total)	180 (540 total)	17820 (297)

5.3. Conductas registradas

Vocalizaciones. Se registraron en una línea de tiempo con duración de 3 minutos y subdivisiones por segundo, en cada segundo se registró la emisión audible de maullidos. Inicialmente los maullidos se distinguieron en tres categorías: + (baja) maullido apenas audible y de frecuencia baja; ++ (media) maullido de frecuencia media y volumen medio, y +++ (alta) maullido de frecuencia aguda y volumen alto (ANEXO). Sin embargo, debido a la dificultad en la confiabilidad y la distinción objetiva entre las categorías, este análisis fue abandonado, y solamente se utilizó el número de los llamados.

Actividad locomotora. Se registró en una línea de tiempo con duración de 3 minutos y subdivisiones por segundo, en cada segundo se registró la actividad locomotora de la cría en dos modalidades: giro sobre su propio eje, definido como movimiento de la cría rotatorio utilizando solamente las extremidades delanteras; y desplazamiento, definido como cambio de posición de la cría por el movimiento de las cuatro extremidades (Fig. 2b,c; ANEXO). Como las rotaciones fueron observadas esporádicamente después de la primer semana posnatal, se analizó solamente el tiempo que las crías realizaron locomoción completa (desplazamiento del cuerpo completo).

5.4 Manejo y análisis de datos

De cada individuo se obtuvo un video a la semana durante las primeras 3 semanas posnatales. De cada video analizado, se obtuvo un total de 180 segundos de registro para cada cría y conducta. Así, por individuo se obtuvo un registro total de 540 segundos por conducta (Tabla 2).

Con la ayuda del Dr. Heiko Rödel, Université Paris 13, Sorbonne Paris Cité, colaborador del proyecto, se realizaron análisis estadísticos utilizando el programa R, versión 3.1.1 (R Core Team, 2014). Se hicieron pruebas para encontrar correlaciones a través del tiempo en el número de llamados emitidos y la actividad locomotora realizada durante tres sesiones consecutivas (una vez a la semana) durante las primeras tres semanas posnatales (ver 6.1 abajo), y después buscando

correlaciones entre el número de llamados emitidos y actividad locomotora para cada una de las sesiones (ver 6.2 abajo). En particular, se exploró si cualquier supuesta correlación ocurría al restringir el tiempo de observación a los primeros intervalos de tiempo de las pruebas. Así, se corrieron secuencias de las pruebas, donde se incrementó paulatinamente el tiempo de las pruebas utilizado para el análisis estadístico en bloques de 20 segundos. Esto es, se analizaron los primeros 20 segundos, después los primeros 40 segundos, 60 segundos y así consecutivamente, de las diferentes pruebas y se utilizaron estos datos para realizar los análisis de correlación (ver Tablas 3 y 4).

Para el primer acercamiento del análisis (6.1), se usaron dos métodos diferentes. Por un lado, se analizó la repetibilidad de patrones individuales en el número de vocalizaciones emitidas ($n = 33$ crías de ocho camadas diferentes) a través de tres sesiones diferentes de pruebas por correlaciones intraclase calculadas como la proporción de variación fenotípica que se puede atribuir a la variación entre individuos (Lessells & Boag, 1987). Siendo la repetibilidad (R) el coeficiente de correlación intraclase que indica qué tan constante es la respuesta de los sujetos a través del tiempo, en este caso, durante las tres semanas postnatales de pruebas. Se utilizaron cálculos basados en (G)LMM de repetibilidad usando del paquete R *rptR* (Nakagawa & Schielzeth, 2010). Para evaluar la repetibilidad individual en el número relativo de las vocalizaciones se aplicó una correlación intraclase basada en GLMM para contar (distribución de Poisson) los datos. La repetibilidad en la duración de la actividad locomotora individual (% de tiempo) se calculó utilizando una correlación intraclase basada en LMM (distribución gaussiana) con probabilidad máxima restringida. Para todas las correlaciones intraclase, se evaluaron intervalos de confianza del 95% con remuestreos de 1000 pasos, esto es, se tomó un número de datos y se recalculó con ellos la media para calcular el tamaño del intervalo donde con un 95% de confianza podemos afirmar que se encuentra la verdadera media. En la Figura 5, se trazaron los intervalos de confianza como líneas rayadas en ambos lados de los valores de la media, mostrando la evolución de las repetibilidades cuando se agregan secuencialmente datos basados en bloques de 20 segundos. La identidad individual se utilizó como un factor

aleatorio. Los valores de P se calcularon utilizando 5000 permutaciones, es decir, que tan probable es que los datos que vemos sean descritos únicamente por el azar. Este método permitió calcular las repetibilidades a través de las tres pruebas consecutivas con un solo análisis estadístico. Además, se utilizaron correlaciones de rango Spearman para evaluar consistencias de rango por pares entre diferencias individuales en el número de llamados emitidos y en la duración de actividad locomotora durante las sesiones experimentales 1, 2 y 3. (Ver Tabla 3).

En el segundo acercamiento del análisis (6.2) se utilizaron correlaciones de rango Spearman para poner a prueba asociaciones entre diferencias individuales en el número de las vocalizaciones emitidas y la duración de la actividad locomotora, estas se realizaron por separado para las sesiones de las semanas posnatales 1, 2 y 3. (Ver Tabla 4).

6. RESULTADOS

La breve separación entre madre y crías durante las sesiones experimentales no afectó negativamente el comportamiento de la madre de manera aparente. Cuando se sacaba a las madres de la caja transportadora, estas inmediatamente regresaban a sus crías para acicalarlas y alimentarlas, y después continuaron permitiendo su manipulación para los experimentos y para su pesaje diario sin protestar. Las crías mostraron un aumento de peso diario normal y todas sobrevivieron para ser después entregadas como mascotas.

Presentamos los datos de dos formas. Primero, consideramos el patrón de cada una de las conductas realizadas en detalle a través de cada una de las sesiones experimentales de 3 minutos, y nos preguntamos qué tan consistentes fueron estos patrones a través de las tres semanas del estudio, así como durante cada una de las tres sesiones. Y segundo, examinamos la posible asociación entre las diferencias individuales en los patrones temporales de las dos conductas realizadas.

6.1. Patrón temporal en la realización de cada conducta

Los resultados se resumen en la Tabla 3. Esto muestra el grado de asociación a lo largo de las sesiones (semanas) y dentro de cada sesión (en bloques acumulados de 20 segundos) en el número la de vocalizaciones emitidas, y asimismo en la duración de la actividad locomotora.

Vocalizaciones. Aquí el resultado más conspicuo fue la gran estabilidad en el patrón de las diferencias individuales en el número de las vocalizaciones emitidas dentro y a lo largo de las sesiones. Así, aun en los primeros 20 s de prueba se produjeron diferencias individuales en el número de vocalizaciones emitidas que fueron estables (correlacionadas positivamente y significativamente) a través de las tres sesiones, igual cuando estas fueron analizadas como correlaciones por pares entre cada una de las sesiones (semanas), o cuando se compararon las tres sesiones juntas. Es más, este patrón de correlaciones significativas fue visto a través del curso de las sesiones experimentales para cada uno de los 9 bloques temporales, indicando estabilidad considerable en las diferencias individuales en la emisión de los llamados de separación durante las sesiones de 3 minutos (Tabla 3; resumido en la Fig. 5a).

Actividad locomotora. El patrón para la duración de la actividad locomotora fue muy similar al obtenido para el número de las vocalizaciones emitidas, aunque la estabilidad de las diferencias individuales solo se volvió evidente hacia el final del primer minuto de prueba (Tabla 3; resumido en la Fig. 5b). Después de este tiempo, se registraron correlaciones positivas altamente significativas a lo largo de las sesiones para el resto de los bloques temporales.

Tabla 3. Consistencias entre animales a través del tiempo en vocalización y locomoción, analizadas por separado en bloques de tiempo de 20 segundos (acumulativos) a través del tiempo total de observación de 180 segundos (3 min)

Intervalo	Conducta	R	S 1,2,3		S 1 vs. S2		S 2 vs. S3		S 1 vs. S3	
			Int. Conf. 95%	P	r _s	P	r _s	P	r _s	P
20 s	Vocalización	0.366	[0.131;0.576]	0.002	0.600	<0.001	0.622	<0.001	0.407	0.019
	Locomoción	0	[0; 0.195]	0.542	-0.044	0.80	-0.044	0.66	-0.056	0.758
40 s	Vocalización	0.373	[0.143;0.579]	< 0.001	0.685	<0.001	0.672	<0.001	0.432	0.012
	Locomoción	0.150	[0;0.369]	0.068	-0.074	0.68	0.401	0.020	-0.099	0.854
60 s	Vocalización	0.445	[0.208;0.636]	< 0.001	0.746	<0.001	0.700	<0.001	0.533	0.001
	Locomoción	0.354	[0.100;0.546]	0.002	0.635	<0.001	0.652	<0.001	0.441	0.010
80 s	Vocalización	0.477	[0.251;0.651]	< 0.001	0.748	<0.001	0.679	<0.001	0.551	< 0.001
	Locomoción	0.593	[0.386;0.731]	< 0.001	0.732	<0.001	0.659	<0.001	0.559	< 0.001
100 s	Vocalización	0.464	[0.238;0.653]	< 0.001	0.727	<0.001	0.618	<0.001	0.529	0.002
	Locomoción	0.633	[0.425;0.773]	< 0.001	0.512	0.002	0.604	<0.001	0.583	< 0.001
120 s	Vocalización	0.478	[0.237;0.659]	< 0.001	0.743	<0.001	0.603	<0.001	0.510	0.002
	Locomoción	0.605	[0.385;0.745]	< 0.001	0.451	0.009	0.606	<0.001	0.606	< 0.001
140 s	Vocalización	0.492	[0.268; 0.656]	< 0.001	0.727	<0.001	0.635	<0.001	0.502	0.003
	Locomoción	0.582	[0.372;0.736]	< 0.001	0.567	<0.001	0.490	0.004	0.562	< 0.001
160 s	Vocalización	0.500	[0.250;0.669]	< 0.001	0.748	<0.001	0.650	<0.001	0.511	0.002
	Locomoción	0.525	[0.312;0.692]	< 0.001	0.561	<0.001	0.518	0.002	0.558	< 0.001
180 s	Vocalización	0.512	[0.287; 0.676]	< 0.001	0.743	<0.001	0.639	<0.001	0.524	0.002
	Locomoción	0.503	[0.271;0.674]	< 0.001	0.557	<0.001	0.508	<0.001	0.457	0.007

S = semana. Índice de Repetibilidad e Intervalo de confianza. En la primer columna (S 1,2,3) se utilizó una correlación intraclase, donde todos los pasos de tiempo (semanas 1,2,3) se analizaron juntos por un único modelo paramétrico (correlación intraclase). Análisis de pares por rango de correlación Spearman. Las siguientes tres columnas muestran la correlación entre las tres diferentes sesiones experimentales. Los pocos resultados no significativos se resaltan en negritas.

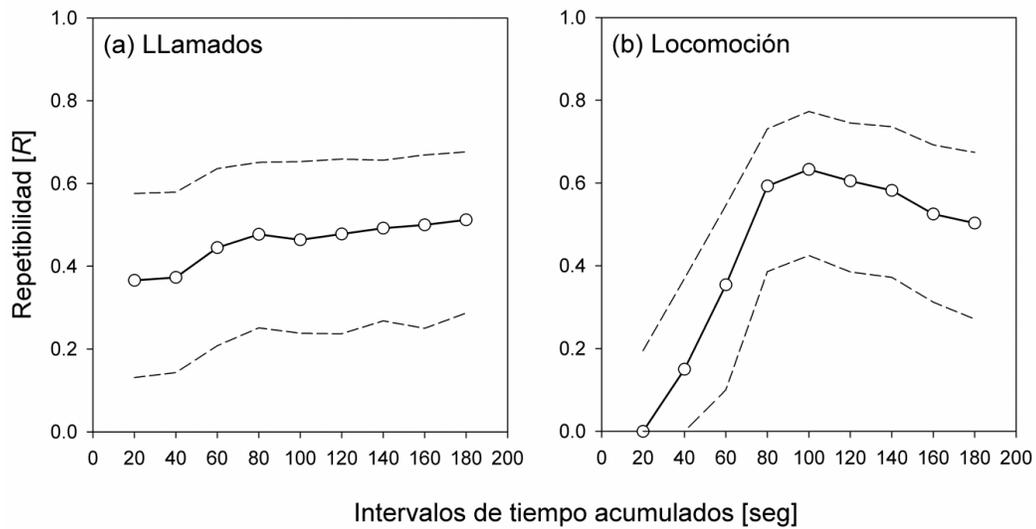


Figura 5. (a) Repetibilidad acumulativa del número de vocalizaciones emitidas de crías individuales ($n = 33$) en 9 grupos de 20 segundos a través de sesiones de 3 minutos. (b) Repetibilidad acumulativa de la duración de locomoción de las mismas crías individuales para los mismos bloques de tiempo y las mismas sesiones experimentales. Los círculos representan las medias para las tres sesiones del estudio. Las líneas rayadas dan el 95% de intervalos de confianza. Ver Tabla 3 y el texto para la estadística.

6.2. Relación temporal entre la realización de ambas conductas

Aquí, el resultado más conspicuo fue la falta de correlación significativa entre diferencias individuales en el número de vocalizaciones emitidas y la duración de la actividad locomotora. Así, en ningún punto temporal dentro de las sesiones experimentales de las tres semanas se encontró correlación significativa entre estas dos medidas conductuales (Tabla 4).

Tabla 4. Falta de correlaciones entre número de vocalizaciones emitidas y duración de locomoción, analizados por separado en bloques de tiempo que incrementan a través de cada sesión (semana) de 180 segundos (3 min)

Intervalo	Semana 1		Semana 2		Semana 3	
	r_s	P	r_s	P	r_s	P
20 s	-0.289	0.10	-0.103	0.57	0.170	0.34
40 s	-0.279	0.12	-0.032	0.85	0.217	0.223
60 s	-0.099	0.58	-0.007	0.97	0.152	0.399
80 s	-0.066	0.72	-0.069	0.70	0.267	0.133
100 s	-0.03	0.86	-0.049	0.78	0.249	0.16
120 s	-0.067	0.71	-0.026	0.88	0.231	0.20
140 s	-0.040	0.82	-0.009	0.96	0.198	0.27
160 s	0.067	0.71	0.067	0.71	0.186	0.30
180 s	0.039	0.83	0.149	0.41	0.175	0.33

Análisis de pares por rango de correlación Spearman. Asociación entre diferencias individuales para las dos conductas registradas. Se muestran los valores de r_s y P para cada semana de prueba y para cada bloque acumulado de 20 segundos.

7. DISCUSIÓN

Patrón temporal de los llamados de separación. Regresando al primer objetivo específico del estudio, para llevar a cabo un análisis más detallado de la emisión de los llamados de separación por las crías del gato en respuesta a una breve separación social, obtuvimos mayor evidencia de la confiabilidad de las diferencias individuales en las crías en la frecuencia de emisión de los llamados.

El principal hallazgo del presente estudio fue cuán rápidamente emergen estas diferencias después de la separación, esto es, qué tan poco tiempo se necesita para distinguir entre una cría que presenta un alto número de llamadas, presumiblemente por un alto grado de ansiedad, y una cría que presenta bajo número de llamados, presumiblemente menos ansioso. Ya dentro de los primeros 20 segundos de la separación, emergen diferencias individuales que permanecen estables a través de

los siguientes bloques de 20 segundos acumulados durante las sesiones de 3 minutos. Este fue el caso para cada primera prueba de separación cuando las crías contaban solamente con tres días de nacidos, y permanecieron constantes durante las tres semanas de pruebas.

Una expresión tan temprana de las diferencias individuales en el comportamiento de las crías es consistente con un estudio previo de nuestro laboratorio, en donde incluso observadores sin experiencia podían distinguir confiablemente entre crías más o menos activas en el nido a los pocos días de su nacimiento, y que estas diferencias permanecían estables durante el primer mes (antes del destete) (Raihani et al., 2014). Es también congruente con reportes de que juicios al comportamiento humano son también confiables aun cuando están basados en observaciones muy breves (Ambady & Rosenthal, 1992; Balas et al., 2012; ver también Wemelsfelder et al., 2000, 2001 en cerdos). Así, el presente estudio provee un apoyo más fuerte para la utilización de las vocalizaciones como medida conductual de las diferencias individuales entre gatos, y presumiblemente entre otros mamíferos también, desde una edad muy temprana (Hudson et al., 2015). También sugiere que el número de los llamados de separación emitidos puede permitir una rápida y eficiente evaluación de las diferencias individuales en la personalidad ya que, al parecer, solamente se requieren 30 segundos para distinguir confiablemente entre individuos. De hecho, esto es consistente con las experiencias diarias en el laboratorio, donde los cuidadores responsables de la remoción diaria de las crías del nido para su pesaje, independiente y generalmente coinciden en qué individuos vocalizan más frecuentemente (“ruidosos”) o menos frecuentemente (“calmados”).

De igual forma, el significado de estas diferencias en términos del temperamento o la personalidad de las crías, o los mecanismos fisiológicos subyacentes que regulan estas rápidas y confiables diferencias en respuesta al reto de la separación social, aún no es claro (cf. Marchei et al., 2011). Para un mejor entendimiento de esto, es ahora necesario investigar las correlaciones fisiológicas de estas diferencias individuales. Un método implementado no invasivo, sería el de medir los niveles de la hormona cortisol liberada bajo condiciones de estrés agudo, en la saliva,

inmediatamente antes y después de las pruebas de separación (Beerda et al., 1996; 1998; Bergamasco et al., 2010; Koolhaas et al., 2010; Schmidt et al., 2010). Así, se podría esperar que las crías que emitieran muchos llamados de separación tuvieran niveles más altos de cortisol que las crías que emitieran menos llamados de separación (ver Marchei et al., 2011 para posibles estrategias de las crías de gato doméstico para lidiar con el estrés al ser sometidas a pruebas de campo abierto). El monitoreo de la variabilidad en la frecuencia cardíaca podría también ser útil si, por ejemplo, se esperara que las crías que emitieran muchos llamados mostraran mayor aumento y variabilidad, y tardaran más tiempo a regresar a niveles basales después de ser expuestas al estrés de la separación que las que emitieran menos llamados (cf. Beerda et al., 1998; Porges, 2007; Marchei et al., 2011; Bergamasco et al., 2010; Essner et al., 2013; Santurtun et al., 2014).

Es también necesario investigar si tales diferencias, conductuales y fisiológicas, permanecen estables a largo plazo, e incluso hasta la vida adulta. Ya que los gatos de todas las edades muestran diferencias individuales marcadas en su respuesta vocal a la separación de conespecíficos y de un ambiente familiar, como durante algún traslado (comunicación personal con Robyn Hudson, supervisora de tesis), esto no sería difícil de evaluar. Si las diferencias en la frecuencia de emisión de llamados de separación entre las crías predice diferencias posteriores al responder a situaciones potencialmente estresantes como un traslado o la manipulación por humanos, esto podría proveer un método útil para evaluar a los gatos para su próxima utilización como animales de compañía, de "trabajo" externo, o para su uso en laboratorio (cf. Raihani et al., 2014).

Patrón temporal de la actividad locomotora. Considerando el segundo objetivo específico del estudio, el análisis más detallado de la actividad locomotora de las crías en respuesta a una breve separación social, esto también proveyó más evidencias sobre la confiabilidad de las diferencias individuales que de esta medida conductual se obtienen, aunque no tan rápida o clara como los llamados de separación. Mientras las diferencias individuales en la emisión de llamados fueron evidentes y confiables desde los primeros 20 segundos de las pruebas de separación,

las diferencias individuales estables en la actividad locomotora se hicieron evidentes hasta el final del primer minuto de separación. Después, sin embargo, estas diferencias permanecieron estables hasta el término de las pruebas de 3 minutos, y a lo largo de las tres sesiones experimentales, esto es, desde el periodo neonatal temprano hasta casi el destete.

La respuesta rápida de las crías a la separación medida por la emisión de llamados comparada a la locomoción es consistente con las conexiones neurales cercanas mencionadas en la Introducción entre los centros vocales en el cerebro y estructuras del sistema límbico como la amígdala, que media la emoción, y particularmente afectos negativos relacionados con estrés como la ansiedad (Jürgens, 2009; Briefer, 2012). La diferencia entre las dos medidas conductuales del presente estudio en el tiempo que toma responder en una forma confiable y estable puede deberse también a diferencias en el desarrollo de los dos sistemas (cf. Marchei et al., 2011). Mientras muchos mamíferos altriciales emiten llamados de separación con facilidad desde su nacimiento, la actividad locomotora se desarrolla más lentamente y requiere de la maduración y coordinación de múltiples y complejos sistemas neuromusculares así como de la morfología. En este sentido, se puede considerar sorprendente que diferencias individuales consistentes en actividad locomotora hayan sido evidentes, y más desde la edad más temprana, que fue de tres días. De igual forma, los resultados de un análisis temporal más detallado del presente estudio, apoyan la conclusión de nuestro reporte previo de que los llamados de separación proveen una medida más sensible, confiable y eficiente de las diferencias individuales en el comportamiento, y posiblemente un marcador más sensible del temperamento o personalidad que la actividad locomotora (Hudson et al., 2015).

Falta de asociación entre los llamados de separación y la actividad locomotora. Regresando al tercer objetivo específico del estudio, y la principal razón de llevar a cabo un análisis temporal más fino de las respuestas conductuales de las crías a la separación social, los resultados confirman el reporte previo de una falta de asociación entre la emisión de los llamados de separación y la duración de la actividad locomotora (Hudson et al., 2015). Por ello, concluimos, como

anteriormente, que estos comportamientos representan diferentes dominios del temperamento o personalidad con diferentes mecanismos regulatorios subyacentes, y particularmente porque las conductas fueron grabadas simultáneamente en el mismo contexto de la prueba de campo abierto.

Esta disyuntiva evidencia un problema común en el estudio del comportamiento de saber lo que nuestras pruebas, e incluso aquellas bien establecidas como el campo abierto, miden realmente. Los animales pueden comportarse en maneras aparentemente similares por diferentes razones, y aparentemente en diferente forma por la misma razón. Esto puede ser particularmente cierto para comportamientos complejos como la locomoción para la que hay un amplio rango de sistemas neurales y motivacionales que contribuyen a la misma. Así, algunos de nuestros animales pueden haber mostrado poca actividad locomotora por miedo (“paralizados”) o alternamente, por una falta de motivación para moverse o explorar. Otros pudieron haber mostrado altos niveles de actividad igualmente por miedo (“pánico”) o alternamente, por motivación para explorar (cf. Reyes-Meza et al., 2011; Raihani et al., 2014). Escoger medidas conductuales no arbitrarias con significado adaptativo evidente puede ser una forma de evitar tal ambigüedad. De hecho, esto puede ayudar a explicar los resultados más consistentes y robustos obtenidos para las medidas de diferencias individuales en vocalización que para la actividad locomotora.

Las vocalizaciones, como los llamados de separación emitidos por individuos jóvenes, tienen un significado funcional claro, y como se mencionó en la Introducción, son el producto de procesos neuronales estrechamente relacionados a los sistemas emocionales y motivacionales. Por ello, experimentos de separación breve en animales jóvenes, y particularmente la medida de los llamados de separación, proveen un acercamiento prometedor para el estudio de la ontogenia de los rasgos de personalidad. Más estudios se necesitan ahora para investigar la asociación de estos rasgos con elementos significativos biológicamente, así como potencialmente repetitivos del comportamiento durante estadios de vida posteriores.

8. CONCLUSIONES

- 1) Las crías de gato doméstico muestran diferencias individuales estables durante el primer mes postnatal en respuestas conductuales al estrés causado por separación social.
- 2) Las diferencias individuales se expresan más claramente en la emisión de llamados de separación que en la actividad locomotora.
- 3) No hay relación en el patrón de diferencias individuales entre los dos tipos de respuesta conductual.
- 4) Ya que las vocalizaciones típicamente tienen un significado funcional (adaptativo), pueden reflejar mejor el estado fisiológico y psicológico de un individuo que otros comportamientos más ambiguos funcionalmente como la locomoción.
- 5) Experimentos de separación breve, y específicamente la medida de los llamados de separación, proveen un acercamiento prometedor al estudio de la ontogenia de la personalidad en mamíferos.

9. REFERENCIAS

- Adamec RE, Stark-Adamec C, Lingston KE (1983) The expression of an early developmentally emergent defensive bias in the adult domestic cat (*Felis catus*) in non-predatory situations. *Applied Animal Ethology* 10:89–108.
- Ambady N, Rosenthal R (1992) Thin slices of expressive behavior as predictors of interpersonal consequences: a meta-analysis. *Psychological Bulletin* 111:256–274.
- Archer J (1973) Tests for emotionality in rats and mice: a review. *Animal Behaviour* 21:205–235.
- Balas B, Kanwisher N, Saxe R (2012) This-slice perception develops slowly. *Journal of Experimental Child Psychology* 112:257–263.

- Bánszegi O, Altbácker V, Bilkó Á (2009) Intrauterine position influences anatomy and behavior in domestic rabbits. *Physiology and Behavior* 98:258–262.
- Bautista A, García-Torres E, Martínez-Gómez M, Hudson R (2008) Do newborn domestic rabbits *Oryctolagus cuniculus* compete for thermally advantageous positions in the litter huddle? *Behavioral Ecology and Sociobiology* 62:331–339.
- Bautista A, Castelán F, Pérez-Roldán H, Martínez-Gómez, Hudson R (2013) Competition in newborn rabbits for thermally advantageous positions in the litter huddle is associated with individual differences in brown fat metabolism. *Physiology and Behavior* 118:189–194.
- Beerda B, Schilder MBH, Janssen NSCRM, Mol JA (1996) The use of saliva cortisol, urinary cortisol, and catecholamine measurements for a noninvasive assessment of stress responses in dogs. *Hormones and Behavior* 30:272–279.
- Beerda B, Schilder MBH, van Hooff JARAM, de Vries HW, Mol JA (1998) Behavioural, saliva cortisol and heart rate responses to different types of stimuli in dogs. *Applied Animal Behavioural Science* 58:365–381.
- Bell AM (2007) Future directions in behavioural syndromes research. *Proceedings of the Royal Society of London B* 274:755–761.
- Bergamasco L, Osella MC, Savarino P, Larosa G, Osella L, Manassero M, Badino P, Odore R, Barbero R, Re G (2010) Heart rate variability and saliva cortisol assessment in shelter dog: Human-animal interaction effects. *Applied Animal Behaviour Science* 125:56–68.
- Bergeron P, Montiglio PO, Réale D, Humphries MM, Gimenez O, Garant D (2013) Disruptive viability selection on adult exploratory behaviour in eastern chipmunks. *Journal of Evolutionary Biology* 26:766–774.
- Boersma GJ, Benthem L, Van Beek AP, van Dijk G, Scheurink AJW (2011) Personality, a key factor in personalized medicine? *European Journal of Pharmacology* 667:23–25.
- Briefer EF (2012) Vocal expression of emotion in mammals: mechanisms of production and evidence. *Journal of Zoology* 288:1–20.

- Briefer EF, McElligott AG (2011) Mutual mother-offspring vocal recognition in an ungulate hider species (*Capra hircus*). *Animal Cognition* 14:585–598.
- Briffa M, Weiss AA (2010) Animal personality. *Current Biology* 20:R912.
- Brommer JE, Class B (2015) The importance of genotype-by-age interactions for the development of repeatable behavior and correlated behaviors over lifetime. *Frontiers in Zoology* 12 (Suppl 1): S2
<http://www.frontiersinzoology.com/content/12/S1/S2>
- Brown KA, Buchwald JS, Johnson JR, Mikolich DJ (1978) Vocalization in the cat and kitten. *Developmental Psychobiology* 11:559–570.
- Bruce EJ, Jackson JJ, Boyce WT (2006) The stress response systems: Universality and adaptive individual differences. *Developmental Reviews* 26:175–212.
- Brunton PJ, Russell JA, (2010) Prenatal social stress in the rat programmes neuroendocrine and behavioural responses to stress in the adult offspring: sex-specific effects. *Journal of Neuroendocrinology* 22, 258–271.
- Carere C, Maestripieri D (2013) Animal personalities: Who cares and why? In *Animal personalities: behaviour, physiology and evolution*. Carere C, Maestripieri D (Eds) University of Chicago Press, Chicago, USA, pp 1–12.
- Cavigelli SA (2005) Animal personality and health. *Behaviour* 142:1223–1244.
- Christensson K, Cabrera T, Christensson E, Uvnäs-Moberg K, Winberg J (1995) Separation distress call in the human neonate in the absence of maternal body contact. *Acta Paediatrica* 84:468–474.
- Dall SRX, Houston AI, McNamara JM (2004) The behavioural ecology of personality: consistent individual differences from an adaptive perspective. *Ecology Letters* 7:734–739.
- De Passillé AM, Rushen J, Martin F (1995) Interpreting the behaviour of calves in an open-field test: a factor analysis. *Applied Animal Behaviour Science* 45:201–213.
- Dingemanse NJ, Wolf M (2010) Recent models for adaptive personality differences: a review. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 365:3947–3958.

- Essner A, Sjöstrom R, Ahlgren E, Lindmark B (2013) Validity and reliability of Polar®RS800CX heart rate monitor, measuring heart rate in dogs during standing position and at trot on a treadmill. *Physiology and Behavior* 114–115:1–5.
- Farley GR, Barlow SM, Netsell R, Chmelka JV (1992) Vocalizations in the cat: behavioral methodology and spectrographic analysis. *Experimental Brain Research* 89:333–340.
- Freund J, Brandmaier AM, Lewejohann L, Kirste I, Kritzler M, Krüger A, Sachser N, Lindenberger U, Kempermann G (2013) Emergence of individuality in genetically identical mice. *Science* 340:756–759.
- Frontiers in Zoology 12, Supplement 1 (2015) *New perspectives in behavioural development: adaptive shaping of behaviour over a lifetime*. Trillmich F, Sachser N, Müller C, Reinhold K (Eds)
<http://www.frontiersinzoology.com/supplements/12/S1/all>
- Gartner MC, Weiss A (2013) Personality in felids: a review. *Applied Animal Behaviour Science* 144:1–13.
- Gosling SD, John OP (1999) Personality dimensions in non-human animals: a cross-species review. *Current Directions in Psychological Science* 8:69–75.
- Graceva G, Koolhaas JM, Groothuis TGG (2011) Does the early social environment affect structure and consistency of personality in wild-type male rats? *Developmental Psychobiology* 53:614–624.
- Grandin T, Deesing MJ (2014) *Genetics and the behavior of domestic animals*. 2^o ed. Academic Press, San Diego, USA.
- Groothuis TTG, Trillmich F (2011) Unfolding personalities: the importance of studying ontogeny. *Developmental Psychobiology* 53:641–655.
- Guenther A, Finkemeier MA, Trillmich F (2014) The ontogeny of personality in the wild guinea pig. *Animal Behaviour* 90 131–139.
- Hahn ME, Lavooy MJ (2005) A review of the methods of studies on infant ultrasound production and maternal retrieval in small rodents. *Behavior Genetics* 35:31–51.

- Haskins R (1977) Effect of kitten vocalizations on maternal behavior. *Journal of Comparative and Physiological Psychology* 91:830–838.
- Held S, Manson G, Mendl M (2006) Maternal responsiveness of outdoor sows from first to fourth parities. *Applied Animal Behaviour Science* 98:216–233.
- Hudson R, Trillmich F (2008) Sibling competition and cooperation in mammals: challenges, developments and prospects. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 62:299–307.
- Hudson R, Raihani G, González D, Bautista A, Distel H (2009) Nipple preference and contests in suckling kittens of the domestic cat are unrelated to presumed nipple quality. *Developmental Psychobiology* 51:322–332.
- Hudson R, Bautista A, Reyes-Meza V, Morales Montor J, Rödel HG (2011) The effect of siblings on early development: a potential contributor to personality differences in mammals. *Developmental Psychobiology* 53:564–574.
- Hudson R, Rangassamy M, Saldaña A., Bánszegi O, Rödel HG (2015) Stable individual differences in separation calls during early development in cats and mice. *Frontiers in Zoology* 12 (Suppl 1): S12
<http://www.frontiersin.zoology.com/content/12/S1/S12>
- Jürgens U (2009) The neural control of vocalization in mammals. A review. *Journal of Voice* 23:1–10.
- Kaiser S, Sachser N (2005) The effects of prenatal social stress on behaviour: mechanisms and function. *Neuroscience and Biobehavioural Reviews*. 29, 283–3294.
- Koolhaas JM, de Boer SF, Buwalda B, Reenen K (2007) Individual variation in coping with stress: a multidimensional approach of ultimate and proximate mechanisms. *Brain, Behaviour and Evolution* 70:218–226.
- Koolhaas JM, de Boer SF, Coppens CM, Budwalda (2010) Neuroendocrinology of coping styles: towards understanding the biology of individual variation. *Frontiers in Neuroendocrinology* 31:307–321.
- Kralj-Fišer S, Schuett W (2014) Studying personality variation in invertebrates: why bother? *Animal Behaviour* 91:41–52.

- Lantová P, Sichová K, Sedlacek F, Lanta V (2010). Determining behavioral syndromes in voles. The effects of social environment. *Ethology* 117:124–132.
- Lessells CM, Boag PT (1987) Unrepeatable repeatabilities: a common mistake. *Auk* 104:116–121.
- Levine MS, Hull CD, Buchwald NA (1978) Development of motor activity in kittens. *Developmental Psychobiology* 13:357–371.
- Lewejohann L, Zipser B, Sachser N (2011) “Personality” in laboratory mice used for biomedical research: a way of understanding variability? *Developmental Psychobiology* 53:624–630.
- Liberg O, Sandell M, Pontier D, Natoli E (2000) Density, spatial organization and reproductive tactics in the domestic cat and other felids. En: Turner DC, Bateson P (Eds) *The domestic cat. The biology of its behaviour*. 2^o ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 119 –147.
- Ligout S, Foulquié D, Sèbe F, Bouix J, Boissy A (2011) Assessment of sociability in farm animals: the use of arena tests in lambs. *Applied Animal Behaviour Science* 135:57–62.
- Lingle S, Pellis SM, Wilson WF (2005) Interspecific variation in antipredator behaviour leads to differential vulnerability of mule deer and white-tailed deer fawns early in life. *Journal of Animal Ecology* 74:1140–1149.
- Lingle S, Wyman MT, Kotrba R, Teichroeb LJ, Romanow CA (2012) What makes a cry a cry? A review of infant distress vocalizations. *Current Zoology* 58:698–726.
- Marchei P, Diverio S, Falocci N, Fatjó J, Ruiz-de-la-Torre JL, Manteca X (2011) Breed differences in behavioural response to challenging situations in kittens. *Physiology and Behavior* 102:276–284.
- Mehta PH, Gosling SD (2008) Bridging human and animal research: A comparative approach to studies of personality and health. *Brain, Behavior and Immunity* 22:651–661.
- Menzies AK, Timonin ME, McGuire LP, Willis CKR (2013) Personality variation in little brown bats. *PLOS ONE* 8:e80230.

- Mock DW, Parker AG (1997) *The evolution of sibling rivalry*. Oxford University Press, Oxford, UK.
- Moelk M (1944) Vocalizing in the house-cat; a phonetic and functional study. *The American Journal of Psychology* 57:184–205.
- Montiglio P-O, Garant D, Thomas D, Réale D (2010) Individual variation in temporal activity patterns in open-field tests. *Animal Behaviour* 80:905–912.
- Müller R, Schrader L (2005) Behavioural consistency during social separation and personality in dairy cows. *Behaviour* 142:1289–1306.
- Nakagawa K, Schielzeth H (2010) Repeatability for Gaussian and non-Gaussian data: a practical guide for biologists. *Biological Reviews of the Cambridge Philosophical Society* 85:935–956.
- Noirot E (1972) The onset and development of maternal behavior in rats, hamsters and mice. *Advances in the Study of Behavior* 4:107–145.
- Petelle MB, McCoy DE, Alejandro V, Martin JGA, Blumstein DT (2013) Development of boldness and docility in yellow-bellied marmots. *Animal Behaviour* 86:1147–1154.
- Porges SW (2007) The polyvagal perspective. *Biological Psychology* 74:116–143.
- Prechtl HFR (1952) Angeborene Bewegungsweisen junger Katzen. *Experientia* 8:220–221.
- R Core Team (2014) R: A language and environment for statistical computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing. www.R-project.org
- Raihani G, González D, Arteaga L, Hudson R (2009) Olfactory guidance of nipple attachment and suckling in kittens of the domestic cat: inborn and learned responses. *Developmental Psychobiology* 51:662–671.
- Raihani G, Rodríguez A, Saldaña A, Guarneros M, Hudson R (2014) A proposal for assessing individual differences in behaviour during early development in the domestic cat. *Applied Animal Behaviour Science* 154:48–56.
- Rangassamy M, Dalmás M, Féron C, Gouat P, Rödel HG (2015) Similarity of personalities speeds up reproduction in pairs of a monogamous rodent. *Animal Behaviour* 103:7–15.

- Réale D, Reader SM, Sol D, McDougall T, Dingemans NJ (2007) Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews* 82:291–318.
- Réale D, Dingemans NJ, Kazem AJN, Wright J (2010) Evolutionary and ecological approaches to the study of personality. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B* 365:3937–3946.
- Reddon AR (2012) Parental effects on animal personality. *Behavioral Ecology* 23:242–245.
- Reyes-Meza V, Hudson R, Martínez-Gómez M, Nicolás L, Rödel HG, Bautista A (2011) Possible contribution of position in the litter huddle to long-term differences in behavioral style in the domestic rabbit. *Physiology and Behavior* 104:778–785.
- Richardson LW, Jacobson HA, Muncy RJ, Perkins CJ (1983) Acoustic of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Journal of Mammalogy* 64:245–252.
- Richter SH, Gamer JP, Wurbel H (2009) Environmental standardization: cure or cause of poor reproducibility in animal experiments? *Nature Methods* 6:257–261.
- Rödel HG, Meyer S (2011) Early development influences ontogeny of personality types in young laboratory rats. *Developmental Psychobiology* 53:601–613.
- Rödel HG, Landmann C, Starkloff A, Kunc HP, Hudson R (2013) Absentee mothering – not so absent? Responses of European rabbit (*Oryctolagus cuniculus*) mothers to pup distress calls. *Ethology* 119:1–10.
- Rödel HG, Zapka M, Talke S, Kornatz T, Brucher B, Hedler C (2015) Survival costs of fast exploration during juvenile life in a small mammal. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 69:205–217.
- Rosenblatt JS (1971) Suckling and home orientation in the kitten: a comparative developmental study. En *Biopsychology of development* Tobach E, Aronson LR, Shaw E (Eds) Academic Press, New York, pp 345–401.
- Saldaña Sánchez AA (2013) *Diferencias individuales en la respuesta conductual al estrés en el gato doméstico en desarrollo*. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas, Universidad Nacional Autónoma de México.

- Santurtun E, Moreau V, Phillip CJC (2014) A novel method to measure the impact of sea transport motion on sheep welfare. *Biosystems Engineering* 118:128–137.
- Scheumann M, Roser A, Konerding W, Bleich E, Hedrich H, Zimmermann E (2012) Vocal correlates of sender-identity and arousal in the isolation calls of domestic kitten (*Felis silvestris catus*). *Frontiers in Zoology* 9:36–49.
- Schmidt A, Möstl E, Wehnert C, Aurich J, Müller J, Aurich C (2010) Cortisol release and heart rate variability in horses during road transport. *Hormones and Behavior* 57:209–215.
- Schneider N, Fritzsche P (2011) Isolation calls and retrieving behavior in laboratory and wild-delivered golden hamsters – No sign for inbreeding depression. *Mammalian Biology* 76:549–554.
- Schrader L, Hamerschmidt K (1997) Computer-aided analysis of acoustic parameters in animal vocalizations. *Bioacoustics* 7:247–265.
- Serpell JA (2014) Domestication and history of the cat. En: Turner DC, Bateson P (Eds) *The domestic cat. The biology of its behaviour*. 3^a ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK, pp 83–100.
- Sih A, Bell A, Johnson JC (2004) Behavioral syndromes: an ecological and evolutionary overview. *Trends in Ecology and Evolution* 19:372–378.
- Simmons AM, Popper AN, Fay RR (2013) *Acoustic communication*. Springer, New York, USA.
- Špinko M, Illmann G, de Jonge F, Andersson M, Schuurman T, Jensen P (2000) Dimensions of maternal behaviour characteristics in domestic and wild domestic crossbred sows. *Applied Animal Behaviour Science* 70:99–114.
- Stamps J, Groothuis TGG (2010) The development of animal personality: relevance, concepts and perspectives. *Biological Reviews* 85:301–325.
- Stoeger A, Charlton BD, Kratochvil H, Fitch WT (2011) Vocal cues indicate level of arousal in infant African elephant roars. *Journal of the Acoustic Society of America* 130:1700 - 1710.
- Stoeger A, Baotic A, Li D, Charlton BD (2012). Acoustic features indicate arousal in infant giant panda vocalizations. *Ethology* 118:1-10.

- Tinbergen N (1963) On the aims and methods of ethology. *Zeitschrift für Tierpsychologie (Ethology)* 20:410–433.
- Trillmich F, Hudson R (2011) The emergence of personality in animals: the need for a developmental approach. *Developmental Psychobiology* 53:505–509.
- Trillmich F, Günther A, Müller C, Reinhold K, Sachser N (2015) New perspectives in behavioural development: adaptive shaping of behaviour over a lifetime? *Frontiers in Zoology* 12 (Suppl 1):S1
<http://www.frontiersinzoology.com/content/12/S1/s1>
- Turner DC, Bateson P (2014) *The domestic cat. The biology of its behaviour*. 3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge, UK.
- Uher J (2011) Individual behavioral phenotypes: an integrative meta-theoretical framework. Why “behavioral syndromes” are not analogs of “personality”. *Developmental Psychobiology* 53:521–548.
- Vaňková, D., Bartoš, L, Málek J (1997) The role of vocalization in the communication between red deer hinds and calves. *Ethology* 103:795–808.
- Wemelsfelder F, Hunter EA, Mendl MT, Lawrence AB (2000) The spontaneous qualitative assessment of behavioural expression in pigs: first exploration of a novel methodology for integrative animal welfare measurement. *Applied Animal Behaviour Science* 67:193–215.
- Wemelsfelder F, Hunter EA, Mendl MT, Lawrence AB (2001) Assessing the whole animal: a free choice profiling approach. *Animal Behaviour* 62:209–220.
- Wilson DS, Clark AB, Coleman K, Dearstyne T (1994) Shyness and boldness in humans and other animals. *Trends in Ecology and Evolution* 9:442–446.
- Wolf M, van Doorn GS, Leimar O, Weissing FJ (2007) Life-history trade-offs favour the evolution of animal personalities. *Nature* 447:581–585.
- Wuerz Y, Krüger O (2015) Personality over ontogeny in zebra finches: long-term repeatable traits but unstable behavioural syndromes. *Frontiers in Zoology* 12 (Suppl 1): S9 <http://www.frontiersinzoology.com/content/12/S1/S9>
- Würbel H (2000) Behaviour and the standardization fallacy. *Nature Genetics* 26:263.

- Yeon SC, Kim YK, Park SJ, Lee SS, Lee SY, Suh EH, Houpt KA, Chang HH, Lee HC, Yang BG (2011) Differences between vocalization evoked by social stimuli in feral cats and house cats. *Behavioural Processes* 87:183–189.
- Zipser B, Kaiser S, Sachser N (2013) Dimensions of animal personalities in Guinea pigs. *Ethology* 119:1–13.

10. ANEXO

10.1. Hoja de registro

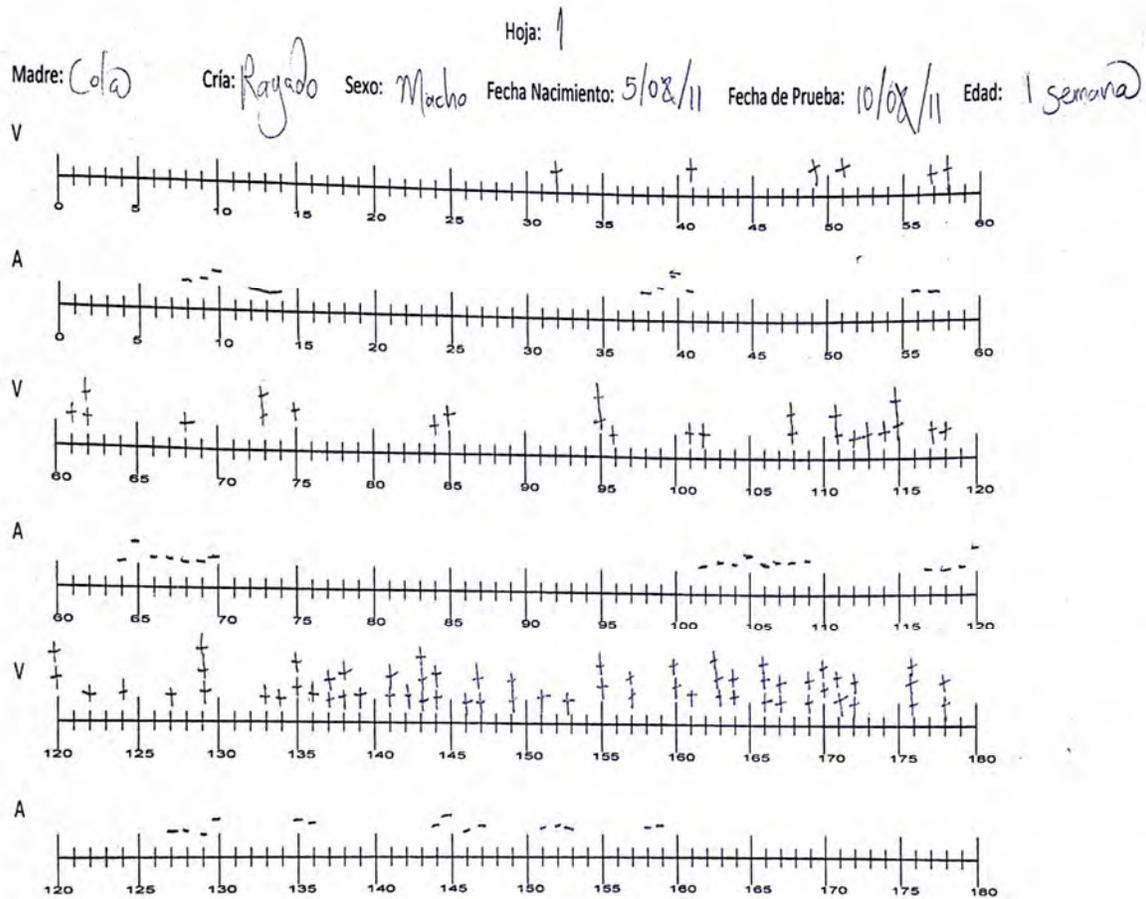


Figura 6. Hoja de registro utilizada en el proyecto con un ejemplo de las conductas registradas para una cría de tres días de edad. Simbología: - - - Actividad locomotora giro. ____ Actividad locomotora desplazamiento. + Vocalización intensidad baja. ++ Vocalización intensidad media. +++ Vocalización intensidad alta.