



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO**

**POSGRADO EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS  
CAMPO DE CONOCIMIENTO: BIOLOGÍA EXPERIMENTAL

**DIFERENCIAS INDIVIDUALES EN LA RESPUESTA CONDUCTUAL  
AL ESTRÉS EN EL GATO DOMÉSTICO EN DESARROLLO**

**TESIS**

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE:  
**MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS**

PRESENTA:

**BIÓL. AMOR ALINE SALDAÑA SÁNCHEZ**

**TUTORA PRINCIPAL DE TESIS: DRA. ROBYN E. HUDSON**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS

**COMITÉ TUTORAL: DR. GABRIEL GUTIERREZ OSPINA**  
INSTITUTO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS  
**DR. FRANCISCO AURELIO GALINDO MALDONADO**  
FACULTAD DE MEDICINA VETERINARIA Y ZOOTECNIA

**MÉXICO, D.F.**  
**MES DICIEMBRE 2013**



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.

**Dr. Isidro Ávila Martínez**  
Director General de Administración Escolar, UNAM  
Presente

Me permito informar a usted que en la reunión ordinaria del Comité Académico del Posgrado en Ciencias Biológicas, celebrada el día 11 de Noviembre de 2013, se aprobó el siguiente jurado para el examen de grado de **MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS** de la alumna **SALDAÑA SANCHEZ AMOR ALINE** con número de cuenta 300131291 con la tesis titulada "DIFERENCIAS INDIVIDUALES EN LA RESPUESTA CONDUCTUAL AL ESTRÉS EN EL GATO DOMÉSTICO EN DESARROLLO", realizada bajo la dirección de la Dra. Robyn Elizabeth Hudson.

Presidente: DR. CONSTANTINO MACÍAS GARCÍA  
Vocal: DRA. CAROLINA ESCOBAR BRIONES  
Secretario: DR. FRANCISCO AURELIO GALINDO MALDONADO  
Suplente: DRA. MARÍA DE LOURDES ARTEAGA CASTAÑEDA  
Suplente: DRA. LAURA ROXANA TORRES AVILÉS

Sin otro particular, me es grato enviarle un cordial saludo.

**ATENTAMENTE**  
"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"  
Cd. Universitaria, D.F., a 15 de noviembre de 2013.

*María del Coro Arizmendi*  
**DRA. MARÍA DEL CORO ARIZMENDI ARRIAGA**  
COORDINADORA DEL PROGRAMA

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco al Posgrado de Ciencias Biológicas, UNAM por la oportunidad de haber realizado este posgrado.

A la beca CONACyT 262519, sin cuyo financiamiento hubiera sido imposible hacer esta maestría. Y a los financiamientos de proyectos DGAPA IN205513 y CONACyT 48692-Q que le permitieron a mi grupo de trabajo realizar este trabajo.

A la Dra. Robyn Hudson, al Dr. Gabriel Gutiérrez Ospina y al Dr. Francisco Aurelio Galindo Maldonado por haberme guiado durante dos años para que yo aprendiera todo lo necesario para hacer un trabajo de investigación serio y productivo.

Es también imprescindible agradecer a toda esa gente que de alguna manera contribuyó a la realización de este trabajo.

Primero un nuevo agradecimiento a mi tutora Robyn, que siempre ha confiado en mí y me ha apoyado de manera incondicional durante mi formación como investigadora.

A Carolina Rojas por todo ese trabajo que realiza dentro del laboratorio, el cual parece fácil, pero sin el cual todos estaríamos perdidos.

A Hans Diestel y Heiko Rödel por todo el apoyo recibido para el análisis de los datos, que aunque a distancia siempre fue expedito y eficiente.

A todos los miembros de mi laboratorio que a través de los años se han convertido en grandes amigos, Marise, Danielo y en especial a mi amigo Daniel con quien he compartido trabajo, alegrías, confidencias y buenos y malos ratos.

A mi familia que siempre me apoya en todo lo que quiera emprender y me motiva día a día para alcanzar mis objetivos. A mi mami que siempre me apoya en TODO, que me da consejos, auxilio y cariño a cada paso que doy en mi vida. A mis hermanas que son las mejores compañeras de vida que alguien podría pedir. A mi papá que admite abiertamente que soy su consentida. Y por supuesto a mi abuelita, primos, tíos y demás sin cuya presencia, mi vida no sería la misma.

Al amor de mi existencia (no sólo en esta vida), Daniel Muñiz, cuya existencia me motiva a cada día despertar con ánimo de comerme el mundo de un solo bocado. Tu amor, paciencia, dedicación, cuidados, consejos y sonrisa me hacen sentir la mujer más feliz del universo. Espero que sigamos juntos muchas vidas más y que cada una de ellas sea maravillosa, que nuestro amor crezca cada día más y que juntos logremos grandes cosas, todas las metas y cada uno de nuestros sueños.

## ÍNDICE

RESUMEN

SUMMARY

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
1.1. Personalidad animal.....	1
1.2. Ontogenia de la personalidad .....	2
1.3. La respuesta al estrés como parte de la personalidad .....	3
1.4. El gato doméstico como modelo .....	3
1.5. Vocalizaciones como parámetro conductual .....	4
1.6. Características del sonido .....	5
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	8
<b>3. HIPÓTESIS</b> .....	8
<b>4. MÉTODOS</b> .....	9
4.1. Sujetos de estudio y manejo general.....	9
4.2. Procedimiento experimental .....	10
4.2.1. Conductas registradas .....	12
4.3. Manejo y análisis de datos .....	13
<b>5. RESULTADOS</b> .....	15
5.1. Vocalizaciones.....	15
5.1.1. Número de llamados.....	15
5.1.2. Tipos de llamados.....	17
5.2. Actividad motora .....	19
5.3. Peso corporal .....	23
<b>6. DISCUSIÓN</b> .....	25
<b>7. CONCLUSIONES</b> .....	30
<b>8. REFERENCIAS</b> .....	31
<b>9. ANEXOS</b> .....	39
I. Hojas de registro .....	39
II. Pasos en el análisis de discriminantes.....	43
III. Estadística descriptiva de los seis tipos de vocalizaciones .....	49

## RESUMEN

El interés en el estudio de las diferencias individuales conductuales entre animales está creciendo entre los especialistas de la biología de la conducta. Sin embargo, son pocos los estudios hechos en mamíferos sobre cómo o cuando surgen estas diferencias durante el desarrollo temprano. Usando al gato doméstico *Felis silvestris catus* mantenido bajo condiciones seminaturales, nuestros objetivos de estudio fueron: 1) explorar la existencia de diferencias individuales en la conducta entre miembros de la misma camada, e 2) indagar si estas diferencias permanecen a través del desarrollo temprano. Utilizamos una prueba que simulaba una situación estresante que ocurre cuando las crías a veces son separadas de su nido, la cual rápidamente provoca que las crías vocalicen y se muevan (actividad locomotora). Se trabajó con ocho camadas (33 crías), cada cría se colocó individualmente en una arena por tres minutos una vez por semana a partir del tercer día posnatal y hasta la cuarta semana justo antes del destete. Se filmó su comportamiento (incluyendo el registro de las vocalizaciones), y para las últimas cuatro camadas se grabó las vocalizaciones usando un micrófono y una grabadora profesional. Se contabilizó el número de vocalizaciones emitidas, y en las últimas cuatro camadas, se analizó las características físicas de las vocalizaciones. También, se registró con un curvómetro electrónico la distancia que recorrió cada cría dentro de la arena. Encontramos que las crías hembra emiten consistentemente más llamados que las crías macho, pero que los machos emiten consistentemente más llamados de baja frecuencia (kHz). Conforme con nuestros objetivos, encontramos diferencias consistentes en cuanto al número de vocalizaciones emitidas por los individuos, y que la distancia recorrida fue distinta y consistente para cada individuo. Concluimos que las crías de gato doméstico muestran diferencias individuales consistentes en vocalizaciones y conducta locomotora en respuesta a una situación estresante natural, indicando diferencias tempranas y estables individuales en temperamento o personalidad. Llegamos a la conclusión, además, que la frecuencia de vocalizaciones proporciona un medio económico y válido en la evaluación de temperamento en esta especie, así como la revelación del dimorfismo sexual temprano en el comportamiento. Una cuestión importante para la investigación futura es si se mantienen estas diferencias individuales en el largo plazo, incluso en la vida adulta.

## SUMMARY

Interest in the study of individual differences in the behavior of animals has been growing rapidly among behavioral biologists. However, few studies in mammals have investigated when or how such differences arise during development. Using domestic cats *Felis silvestris catus* kept under semi-natural conditions it was our aim to 1) explore the existence of individual differences in the behavior of littermates, and 2) to investigate if such differences are stable across early development. We used a test simulating a naturally occurring stressful situation in which kittens sometimes become separated from the nest, and which rapidly elicits vocalizations and locomotion. We used eight litters (33 kittens). Each kitten was placed individually in a test arena for 3 min once a week from postnatal day three until postnatal week four just before the start of weaning. Their behavior was filmed (including registration of vocalizations), and for the last four litters vocalizations were also recorded using a professional grade microphone and recorder. For each kitten we registered the number of calls emitted, and in the last four litters we analyzed the physical properties of different call types. Using a digital curvemeter, we also recorded the distance traveled by each kitten in the arena. Across the study, females consistently emitted more calls than males, but males consistently emitted more low frequency (kHz) calls. As hypothesized, we found stable individual differences in the number of calls emitted and in the distance traveled in the arena. We conclude that kittens of the domestic cat show consistent individual differences in vocalization and locomotor behavior in response to a naturalistic, stressful situation, indicating early and stable individual differences in temperament or personality. We further conclude that recording the number of vocalizations emitted provides an economical and valid means of evaluating individual differences in temperament in this species, as well revealing early sexual dimorphism in behavior. An important question for future research is whether such individual differences are maintained in the longer term, including into adult life?



# 1. INTRODUCCIÓN

## 1.1. Personalidad animal

Tanto los humanos como otras especies animales, muestran diferencias individuales en conductas como actividad motora, reacción a un riesgo potencial, el manejo de la novedad, sociabilidad y agresión (Dall *et al.* 2004; Réale *et al.* 2007; Wolf *et al.* 2007), es decir, la respuesta conductual al dar diversos estímulos puede variar de individuo a individuo (Rödel *et al.* 2006; Koolhaas *et al.* 2007, 2010). El estudio de las diferencias conductuales (también conocido como personalidad, estilos de comportamiento, temperamento) ha proveído diversas utilidades en ámbitos a diferentes niveles en la sociedad humana, por ejemplo: en la predicción eficaz de riesgos de salud, tratamientos farmacológicos, satisfacción en el trabajo y reacciones ante el estrés (Koolhaas *et al.* 2007; Réale *et al.* 2007; Mehta y Gosling 2008; Boersma *et al.* 2011). Es sabido también que la exploración de la individualidad en la conducta animal, puede tener un efecto positivo en el bienestar animal; en la producción, en el manejo de los animales en los zoológicos y en la conservación de especies incluyendo los esfuerzos de reintroducción y los éxitos de apareamiento (Cavigelli 2005; Gartner y Weiss 2013).

A través de diversos estudios con diferentes especies animales se distingue entre dos tipos principales de personalidad o estilos del comportamiento que reflejan el cómo pueden los animales reaccionar ante el estrés o ante situaciones de reto: tímido u osado y reactivo o proactivo (Wilson *et al.* 1994; Rödel *et al.* 2006; Koolhaas *et al.* 2007, 2010; Reyez-Meza *et al.* 2011). Proactivo: Son individuos con menos aversión a la exploración del medio y ante los estímulos novedosos, suelen ser sociables y en ocasiones pueden considerarse agresivos, además muestran una baja respuesta del eje HPA (hipotálamo-pituitaria-adrenal). Reactivo: Individuos que suelen ser tímidos y con poca curiosidad ante estímulos novedosos, sin embargo, muestran una mayor flexibilidad en sus respuestas y presentan una alta respuesta del eje HPA.

Los distintos tipos de personalidad prevalecen en el medio natural debido a que pueden manifestarse en los genes de las poblaciones y las variaciones del ambiente permiten que

los individuos puedan tener distintos éxitos reproductivos con base en esas variaciones (Dall *et al.* 2004; Réale *et al.* 2007; Wolf *et al.* 2007).

Las diferencias individuales en conducta forman parte de la variabilidad presente en todas las poblaciones y que reflejan su importancia en la sobrevivencia de los organismos dentro de las mismas ya que le permiten a los individuos de una especie actuar de distintas formas ante los cambios en su ambiente como son: variabilidades climáticas, presencia de depredadores, aumento o disminución de la población. Recientemente las diferencias conductuales han mostrado su relevancia en el ámbito médico en distintos ramos, por ejemplo, los pacientes diabéticos responden de manera diferencial a tratamientos farmacológicos o de cambio de hábitos, dependiendo de su personalidad. Así mismo se han acumulado evidencias de que la personalidad puede debe ser tomada en cuenta para adaptar el tratamiento médico más adecuado a cada individuo (Cavigelli 2005; Mehta y Gosling 2008; Koolhaas *et al.* 2010; Boersma *et al.* 2011).

## **1.2. Ontogenia de la personalidad**

A pesar del creciente interés en las diferencias individuales conductuales entre animales, se ha prestado poca atención a los orígenes ontogénicos de estas diferencias individuales (Hudson y Trillmich 2008; Stamps y Groothuis 2010; Groothuis y Trillmich 2011; Hudson *et al.* 2011; Trillmich y Hudson 2011), aun cuando estas pueden tener influencia en la resistencia y susceptibilidad ante enfermedades a largo plazo (Cavigelli 2005; Koolhaas *et al.* 2007). Uno de los requisitos para afirmar la existencia de la personalidad en una especie, es la estabilidad en un rasgo conductual dado a través del tiempo (Stevenson-Hind 1983; Bell 2007). Sin embargo, en organismos sometidos a un rápido cambio morfológico y conductual típico del desarrollo, esto puede ser una dificultad para encontrar indicadores estables y de largo plazo de diferencias individuales en personalidad (Stamps y Groothuis 2010).

### **1.3. La respuesta al estrés como parte de la personalidad**

Las experiencias en la vida temprana (influencia del medio ambiente) y factores genéticos parecen estar interactuando para determinar la vulnerabilidad ante enfermedades y la salud mental individual (Fenoglio *et al.* 2006; Lai y Huang 2011). En la actualidad continúan acumulándose evidencias de que las experiencias en la edad temprana de la vida tienen impacto en el comportamiento y fisiología de los organismos adultos (Rödel *et al.* 2006, 2010; Prager *et al.* 2010; Reyes-Meza *et al.* 2011), más aún si estas experiencias tienen relación con situaciones de estrés (Koolhaas *et al.* 2007, Lai y Huang 2011). Además, estas diferencias individuales parecen conservarse a lo largo del tiempo y ante diferentes situaciones (Réale *et al.* 2007, Koolhaas *et al.* 2010, Reyez-Meza *et al.* 2011, Rödel *et al.* 2012), haciendo de la experiencia temprana un punto clave para la posterior adaptación, respuesta a los retos ambientales y supervivencia de los organismos.

### **1.4. El gato doméstico como modelo**

Los mamíferos representan un reto particular para estudios en este campo debido en gran parte a la dificultad de trabajar con estos ya que tienen hábitos nocturnos en su mayoría, viven en lugares de difícil acceso (madrigueras, cuevas, nidos cerrados, marsupios), presentan cuidado parental (típicamente materno) con defensa de las crías, su mantenimiento a menudo es costoso y requieren mucho espacio y en ocasiones, son incluso de peligroso manejo como lo son los carnívoros. Una especie de mamífero que evita varias de estas dificultades es el gato doméstico *Felis silvestris catus*, el cual es un carnívoro obligatorio que puede ser usado como modelo ya que puede localizarse en cualquier parte del mundo (fácil acceso), es de fácil manejo y mantenimiento, tienen una gran tolerancia a la convivencia con humanos y es fácil observar en condiciones seminaturales debido a que a pesar de su estrecha convivencia con el humano, aún conservan gran parte de sus hábitos en estado natural o silvestre (lo cual puede comprobarse por su fácil regreso a una vida feral, Bradshaw *et al.* 1996; Sunquist y Sunquist 2002; Bradshaw 2006; Turner y Bateson 2013). Las hembras de gato doméstico son poliéstricas y pueden copular con varios machos durante su periodo fértil. Después de aproximadamente dos meses de gestación, las hembras dan a luz a camadas de entre uno y diez crías (aunque el típico es entre cuatro y cinco). Las crías nacen con un peso de entre 90 y 110 gramos y con los ojos y los canales auditivos

cerrados, dependen de su madre por completo durante los dos primeros meses posnatales (Sunquist y Sunquist 2002). Sin embargo, las crías cuentan con un amplio repertorio conductual, incluso desde el nacimiento son muy activas y vocalizan como un mecanismo de sobrevivencia (llamar a la madre en caso de quedar aislados o fuera del nido) (Prechtl 1952; Rosenblatt 1971; Adamec *et al.* 1983; nuestras observaciones).

### **1.5. Vocalizaciones como parámetro conductual**

Las vocalizaciones constituyen un parámetro útil para evaluar el estado emocional de los individuos (aspecto importante en el concepto de personalidad o temperamento), como muestra la amplia literatura sobre este tópico, incluyendo estudios en seres humanos, y la cercana relación anatómica entre las estructuras límbicas del cerebro involucradas en la mediación de la emoción y las estructuras que gobiernan el comportamiento acústico (Jürgens 2009; Briefer 2012).

Es bien conocido que uno de los grupos taxonómicos más estudiados en cuanto a vocalizaciones son las aves, grupo en el cual se ha demostrado la alta significancia biológica que tienen los cantos. La comunicación acústica en las aves puede jugar importantes roles como en el apareamiento, cuidado parental, reconocimiento familiar e individual, información de fuentes de alimentación e incluso, estados emocionales (Kumar 2003).

Dentro de los mamíferos, la comunicación acústica es también importante. Uno de los casos más estudiados son aquellos de la comunicación entre madres y crías (Rödel *et al.* 2013). Los neonatos deben transmitir información acerca de su estado de excitación ya que es particularmente importante para su supervivencia (Richardson *et al.* 1983; Vaňková *et al.* 1997; Schneider y Fritzsche 2011; Lingle *et al.* 2012; Stoeger *et al.* 2012; Rödel *et al.* 2013). En los ungulados, pinnípedos y varios roedores se ha probado que las madres y/o otros cuidadores son alertados por los llamados de las crías. En varias especies de mamíferos, los llamados que emiten las crías son utilizados principalmente para alertar sobre situaciones potencialmente de riesgo o muerte (Rödel *et al.* 2013). Por ejemplo, las madres de cerdo acuden inmediatamente a los llamados de alarma de sus crías con una

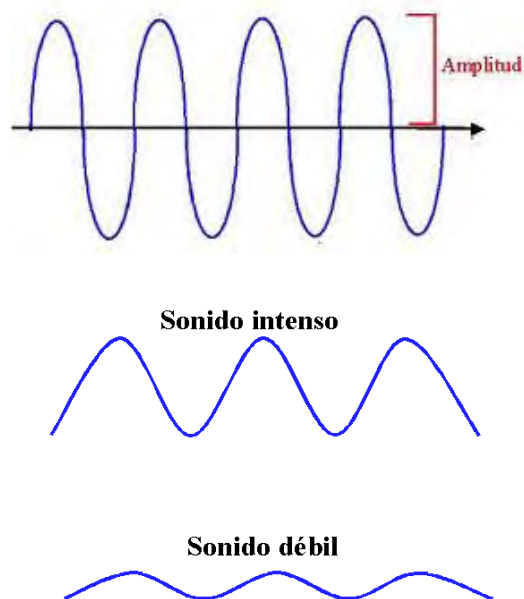
actitud defensiva y de protección a su camada (Špinka *et al.* 2000; Held *et al.* 2006 citados en Rödel *et al.* 2013).

## 1.6. Características del sonido

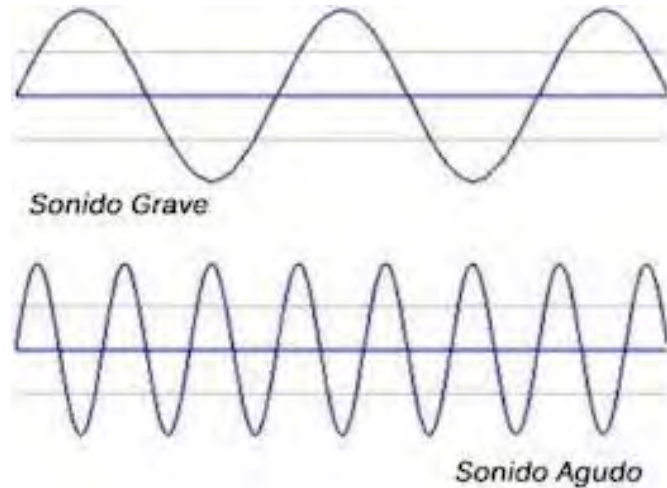
El sonido se produce por vibraciones de los cuerpos, la cual se transmite al aire, empujándolo y de esta forma haciéndolo llegar hasta nuestros oídos.

El sonido presenta varias características, al ser una onda, describe las mismas características físicas como lo son amplitud, frecuencias dominante y fundamental, formantes, a continuación una breve descripción.

**Amplitud:** también llamada intensidad o volumen de manera subjetiva, es la distancia por encima (y por debajo) de la línea central de la onda del sonido. Es interpretada como la presión del sonido y de manera habitual es medida en decibeles (dB), correspondiente a lo que consideramos volumen.



**Frecuencia:** Permite saber cuántos ciclos por segundo tienen una onda (de punto máximo a punto mínimo llegando a la línea central), se mide en Hercios (Hz) y es lo que corresponde a lo comúnmente llamado tono (Bradbury y Vehrencamp 2011).



**Frecuencia dominante:** el timbre es una cualidad del sonido que permite distinguir entre dos sonidos de la misma intensidad y altura debido a que un sonido puede ser una superposición de sonidos simples. Es así que la frecuencia dominante es el sonido de mayor intensidad dentro de un sonido complejo (o llamado).

**Frecuencia fundamental:** Es la frecuencia de menor intensidad dentro del sonido (o llamado).

**Formantes:** Son picos espectrales de frecuencia o tono que se producen en un sonido (o llamado) armónico (Briefer 2012).

En el estudio del sonido, suele considerarse también los cuartiles, que son selecciones de rangos de frecuencias del sonido, es decir, en el primer cuartil se concentra el 25% de la energía de un sonido (o llamado) y en el tercero el 75% de la energía (Yeon *et al.* 2011).

El sonido suele representarse gráficamente con un espectrograma (también llamado sonograma; ver Fig. 3), en el cual se muestra en el eje de las X el tiempo y en el eje de las Y la frecuencia (Hz) (Bradbury y Vehrencamp 2011).

En el estudio del sonido emitido por animales, vale la pena hacer unas definiciones adicionales. Por ejemplo, *un llamado* es un elemento, un sonido continuo procedido de un silencio (Kumer 2003). En el caso específico de mamíferos, los animales pueden producir *sonidos con estructura armónica* (variaciones en un rango o frecuencia de emisión) por lo cual es importante tomar en cuenta los ya definidos formantes, en el habla humana,

importante información fonética y prosódica que debe comunicarse esta dada por estos formantes (Ehret y Riecke 2002; Briefe 2012).

Por todo lo anterior, nosotros decidimos investigar el desarrollo temprano de las diferencias individuales conductuales, reflejadas como diferencias de temperamento o personalidad, en las crías de gato doméstico. Para este fin, grabamos las vocalizaciones de las crías, junto con su actividad locomotora, en respuesta a un estresor natural, aislamiento corto de su madre, nido y hermanos.

## **2. OBJETIVOS**

- a) Explorar la existencia de diferencias individuales en la conducta de vocalización y actividad motora entre miembros de la misma camada en el gato doméstico.
- b) Indagar si estas diferencias permanecen a través del tiempo, es decir, del desarrollo temprano de las crías.

## **3. HIPOTESIS**

Existirán diferencias individuales en la respuesta conductual ante una situación potencialmente estresante durante el desarrollo del gato doméstico y éstas serán consistentes a lo largo del tiempo (primer mes posnatal).



## 4. MÉTODOS

### 4.1. Sujetos de estudio y manejo general

Se colectaron datos de ocho camadas (33 crías, 14 hembras y 19 machos) provenientes de cuatro gatas híbridas multíparas (4–6 camadas previas al estudio) mantenidas en una casa particular de la Ciudad de México (Tabla 1). Todas las hembras permanecieron sanas (sin enfermedades evidentes) a través del estudio con un tratamiento general administrado con regularidad contra parásitos internos y con collares contra parásitos externos. Las hembras se aparearon en libertad con los machos locales, que a partir de observaciones eran varios individuos por cada hembra. Las madres se alimentaban dentro de la casa con alimento seco para gatos (croquetas), leche y agua *ad libitum*, dos veces al día eran alimentadas con alimento en lata comercial y carne fresca. El mantenimiento sanitario de los animales se hacía colocando areneros que se limpiaban diariamente. Las madres compartían la casa con machos intactos y otras hembras y se mantuvieron en semicautiverio (podían salir y entrar de la casa *ad libitum*). Las madres tuvieron siempre libre acceso a las crías excepto durante la aplicación de las pruebas experimentales (ver 4.2.) y se desplegó la conducta materna de manera ordinaria. Todas las crías sobrevivieron durante las cuatro semanas de estudio y a las ocho semanas de edad (destete), fueron transferidas al laboratorio de Psicobiología del Desarrollo, en el Instituto de Investigaciones Biomédicas, UNAM, dentro de un área especialmente diseñada para este fin.

**Tabla 1.** Camadas trabajadas

	Madre	No. Crías (♀,♂)	Total (♀,♂)
1° Cohorte	Cola	3 (1, 2)	15 (5, 10)
	Jeza	4 (2, 2)	
	Mirkin	3 (1, 2)	
	Zaka	5 (1, 4)	
2° Cohorte	Cola	5 (1, 4)	18 (9, 9)
	Zaka	4 (2, 2)	
	Mirkin	4 (3, 1)	
	Zaka	5 (3, 2)	

Las crías fueron pesadas al gramo más próximo en una balanza electrónica durante el primer día del nacimiento y diariamente después, su sexo fue determinado y se les colocaron listones de distintos colores en el cuello para la identificación individual. Al nacer las crías, se les proporcionó a las hembras una cama de hule espuma (con un área de 70 x 40 cm) recubierta con jergas y trapos como nido (Fig. 1). Esta cama se colocó en un cuarto desocupado del lugar de estudio, lo cual permitió una vista clara de las crías. Como en previos estudios (Hudson *et al.* 2009; Raihani *et al.* 2009, enviado; Hudson y Distel 2013), las madres aceptaron rápidamente este procedimiento.



**Fig. 1.** Una camada de cinco días de edad en la cama en la cual las crías fueron puestas hasta el final del primer mes posnatal, tiempo en el cual el estudio terminó.

## **4.2. Procedimiento experimental**

Consideramos el día de nacimiento como el día posnatal 1. Comenzando al tercer día posnatal, trabajamos con cada cría una vez a la semana durante el primer mes posnatal, es decir, justo antes del inicio del destete (cuatro pruebas por cría, 132 sesiones en total). Inmediatamente antes de empezar cada sesión experimental, se retiró a la madre del nido y se mantuvo separada durante el tiempo que duró la prueba experimental del día. En orden aleatorio, determinado por tarjetas de colores de lotería, pusimos a cada cría por separado durante 3 min (tiempo suficiente para obtener respuestas conductuales claras, pero lo

suficientemente corto para no extenuar a las crías ni causar estrés crónico) en el centro de una arena circular (1 m de diámetro) colocada en un cuarto separado (Fig. 2).



**Fig. 2.** La arena, 1 m de diámetro y con una cría de cuatro semanas de edad, usada para probar la respuesta conductual de las crías ante el aislamiento social. Las crías fueron puestas individualmente en esta por 3 min, tiempo durante el cual sus vocalizaciones y actividad motora fueron registradas.

Escogimos esta prueba debido a que simula una situación natural que le ocurre a veces a las crías, es decir, estar separados de su nido y de sus madres, y con lo cual empiezan a emitir vocalizaciones rápidamente, seguido por el regreso de la madre. Grabamos la conducta de las crías, incluyendo las vocalizaciones, usando una videocámara (Sony HANDYCAM HDR-CX100, Tokio, Japón), esto para las ocho camadas. Para las últimas cuatro camadas se añadió la grabación de las vocalizaciones con equipo especializado que constó de un micrófono unidireccional RODE (NTG-2, Directional Condenser Microphone, Australia) y una grabadora de sonido de alta calidad marca Marantz™ (PMD660 digital recorder, D&M Holdings Inc., Kawasaki, Japón) con el fin de permitir un análisis acústico fino.

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).

### 4.2.1. Conductas registradas

#### *Vocalizaciones*

Analizamos las vocalizaciones en dos formas. Para las ocho camadas registramos el número de vocalizaciones emitidas (Anexo Ia; claramente escuchadas en las videofilmaciones) para cada cría en cada sesión experimental, al igual se midió el tiempo que tardaban para emitir la primera vocalización (latencia). Además, para las últimas cuatro camadas utilizamos el programa AVISOFT BIOACOUSTIC (Avisoft-SASLab Pro-Bioacoustics Laboratory Software, Berlín, Alemania), programa ampliamente usado en el estudio de la acústica animal (Schneider y Fritzsche 2011; Adams *et al.* 2012; Templeton *et al.* 2013) para realizar un análisis más fino de las propiedades acústicas de los llamados de cada cría (Anexo Ib).

Determinamos los tipos de llamados emitidos por las crías analizando los espectrogramas y cuando este no era completamente visible, nos apoyamos del oído del experimentador (A.S.) para poder hacerlo (espectrogramas diferentes para cada tipo de vocalización, ver Resultados). Los llamados se fueron nombrando con letras consecutivas de manera arbitraria conforme fueron apareciendo en las grabaciones a lo largo de todo el análisis, es decir, el llamado A fue el primero que se encontró en el análisis y el L el último. Se eligieron además un máximo de 10 vocalizaciones de cada tipo (no necesariamente consecutivas), libres de ruido, en cada grabación y se aplicó el análisis de espectro de poder para cada una de estas vocalizaciones (Tabla 2) con el fin de obtener una descripción de las características físicas del sonido (ver Introducción), como frecuencias (dominante, fundamental), cuartiles y formantes como se ha hecho en otros estudios de acústica en mamíferos incluyendo al gato (Farley *et al.* 1992; Yeon *et al.* 2011).

**Tabla 2.** Vocalizaciones registradas: 2° cohorte ( $n=18$  crías)

Tipo	Número total	Número analizado	% analizado
A	1513	122	8.06
B	46	24	52.17
C	6745	476	7.05
D	1166	285	24.44
E	112	54	48.21
F	809	198	24.47
G	4841	436	9.00
H	84	49	58.33
I	16	8	50.00
J	309	116	37.54
K	16	8	50.00
L	4	2	50.00

### ***Actividad motora***

Se registró el desplazamiento en el espacio (Anexo Ic) que realizaron las crías (actividad locomotora), el cual fue definido por el desplazamiento total de la cría, incluyendo las cuatro patas y tomando como referencia un punto en la espalda de la cría para determinar el movimiento. Trazamos la ruta que siguieron dentro de la arena usando un curvómetro digital con una resolución de 0.01 cm (Scale Master Pro, Digital Plan Measure, China).

### **4.3. Manejo y análisis de datos**

Los datos fueron analizados por modelos lineales generales multivariados de efectos mixtos (GLMMs) usando el paquete lme4 (Bates *et al.* 2013) del programa R, versión 3.0.0 (R Core Team 2013). En los casos donde el número de llamados fueron usados como variables de respuesta, usamos GLMMs para una distribución tipo Poisson de los datos (con la función log-link). La actividad motora (distancia recorrida) y el peso corporal fueron analizados con un modelo lineal mixto (LMM) para una distribución Gaussiana. Las  $R^2$  fueron reportadas con la variante *Nagelkerke* (que puede interpretarse de manera similar a una  $R^2$  reportada de manera más común), la cuál es utilizada en los GLMMs y que está basada en estimas de similitud

Siempre usamos la identidad de la cría como un factor de azar para corregir el origen de las diferentes crías derivadas de la misma camada. En los casos donde comparábamos los

cambios individuales en el número de llamados, actividad motora o peso corporal a lo largo del tiempo, (es decir, durante las cuatro semanas de estudio), utilizamos la identidad de las crías como un factor de azar para permitir la repetición de medidas. Todos los modelos fueron verificados para homogeneidad de varianzas graficando los residuos contra los valores dados, y corroboramos la distribución normal de residuos de los modelos de LMMs visualmente viendo las gráficas de la probabilidad normal (Faraway 2006).

Se midió el número de vocalizaciones que se emitieron en cada sesión, estos datos se analizaron con regresiones lineales de GLM (modelos lineales generalizados).

El análisis de los tipos de vocalizaciones se hizo con el análisis de discriminantes y ANOVAS de GLM para distinguir entre tipos de vocalizaciones. Con los datos crudos, lo primero que se hizo fue estandarizarlos para que todos estuvieran en el mismo orden de magnitud, para esto se realizó la operación  $(-\text{promedio}/\text{DE})$ . Una vez hecho esto, se realizó el análisis de discriminantes.

El análisis de discriminantes permite saber qué tan bien clasificamos a nuestros grupos subjetivos (tipos de vocalizaciones) y qué variables de estos grupos contribuyen más en la clasificación (frecuencia fundamental, frecuencia dominante, cuartiles y formantes). Este análisis ubica cada una de las variables dentro de una función que al final, tomará en cuenta las que más contribuyen a la clasificación, mezclándolas, y nos arrojó una nueva variable llamada “canónica”. Con estas variables canónicas, pudimos pasar al siguiente paso que fue hacer una ANOVA de GLM para cerciorarnos de que nuestras clasificaciones que hicimos en primera instancia fueran correctas o existieran grupos que pudieran considerarse como uno solo (Crawley 2013, Anexo II). Para analizar el uso de los distintos tipos de vocalizaciones por las crías, se utilizó GLMM (modelo lineal generalizado de efectos mixtos) para una distribución de Poisson.

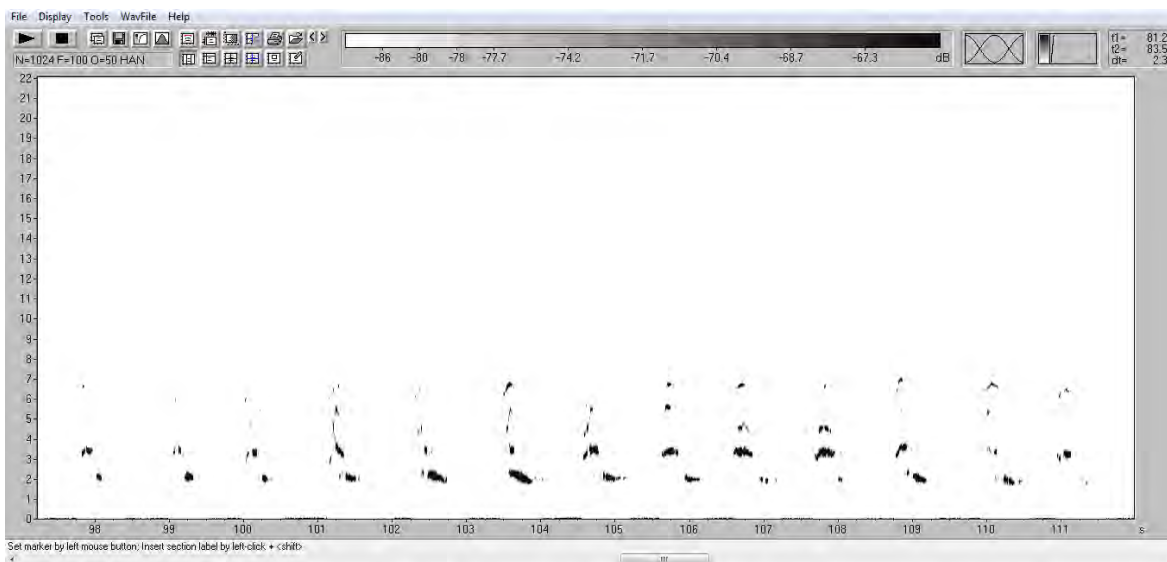
Para el análisis de la actividad motora, primero se transformaron los datos crudos con la operación  $(\log x+1)$ , con el fin de obtener una distribución normal, usando después un GLMM.

## 5. RESULTADOS

### 5.1. Vocalizaciones

#### 5.1.1. Número de llamados

Durante el primer mes posnatal las crías parecen presentar casi de inmediato la conducta de vocalizar en cuanto se les puso en la prueba de aislamiento. Con solo algunas excepciones, las crías comenzaron a vocalizar dentro de los primeros segundos y continuaron con esta conducta, con pequeñas pausas, hasta el final de los 3 min de la prueba. Estos llamados fueron típicamente cortos, discretos, emitidos a intervalos de menos de un segundo, lo cual resultó en un total de hasta 200 o más llamados por cría en cada sesión (Figs. 3 y 4).

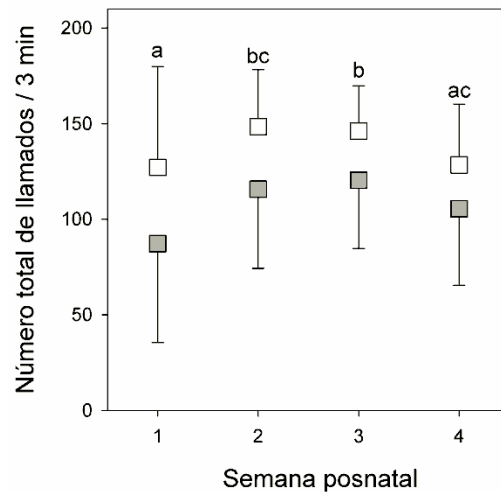


**Fig. 3.** Espectrograma de un tren de 13 llamados de una cría de dos semanas de edad durante la prueba en la arena. Solo se muestran algunos segundos de una serie larga de llamados; eje Y kHz, eje X segundos.

#### *Edad y sexo*

Existió una diferencia significativa en cuanto al número de llamados emitidos con la edad durante las cuatro sesiones experimentales ( $\chi^2 = 17.85$ ,  $P < 0.001$ ; Fig. 4). El análisis *post hoc* reveló una forma no lineal con un incremento significativo en el número de llamados de la semana uno a la dos y un decline de la semana tres a la cuatro tanto para hembras como para machos (estadística en Fig. 4). Encontramos también una diferencia significativa

entre hembras y machos, siendo los machos los que emitieron significativamente un menor número de vocalizaciones en todas las cuatro sesiones ( $\chi^2_1 = 7.41$ ,  $P = 0.006$ ; Fig. 4). No hubo efectos significativos del peso corporal en el número de vocalizaciones ( $\chi^2_1 = 0.12$ ,  $P = 0.73$ ). Además, no hubo significancia en la interacción entre sexo y tiempo ( $\chi^2_3 = 4.32$ ,  $P = 0.23$ ), indicando que el patrón de las diferencias con la edad no fue específico del sexo.

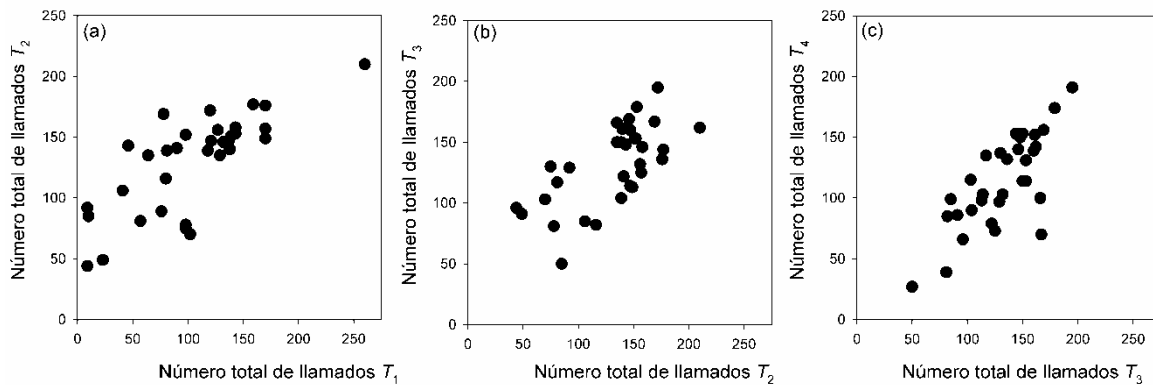


**Fig. 4.** Transcurso del tiempo del promedio de vocalizaciones ( $\pm$ DE) emitidas por las crías macho (cuadros sombreados;  $n=19$ ) y las crías hembra (cuadros vacíos;  $n=14$ ) durante las cuatro sesiones a través del primer mes posnatal. Las diferencias significativas entre las cuatro sesiones son indicadas por diferentes letras; pruebas *pos hoc* con la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. Ver el texto para la estadística.

#### ***Diferencias individuales consistentes***

Hubo una correlación significativa en el número de llamados emitidos por individuo a lo largo de las cuatro sesiones. Los individuos que más vocalización en la sesión uno, fueron los que más lo hicieron durante la sesión dos ( $\chi^2_1 = 48.52$ ,  $R^2_{Nagelkerke} = 0.607$ ,  $P < 0.001$ ; Fig. 5a), de la sesión dos a la tres ( $\chi^2_1 = 22.38$ ,  $R^2_{Nagelkerke} = 0.407$ ,  $P < 0.001$ ; Fig. 5b), y de la tres a la cuatro ( $\chi^2_1 = 41.43$ ,  $R^2_{Nagelkerke} = 0.626$ ,  $P < 0.001$ ; Fig. 5c). Además, correlaciones pareadas entre la sesión uno y las subsiguientes sesiones fueron significativamente positivas ( $P < 0.05$ ). No hubo efectos significativos ni del sexo ni del peso corporal en ninguno de estos análisis ( $P > 0.10$ ).





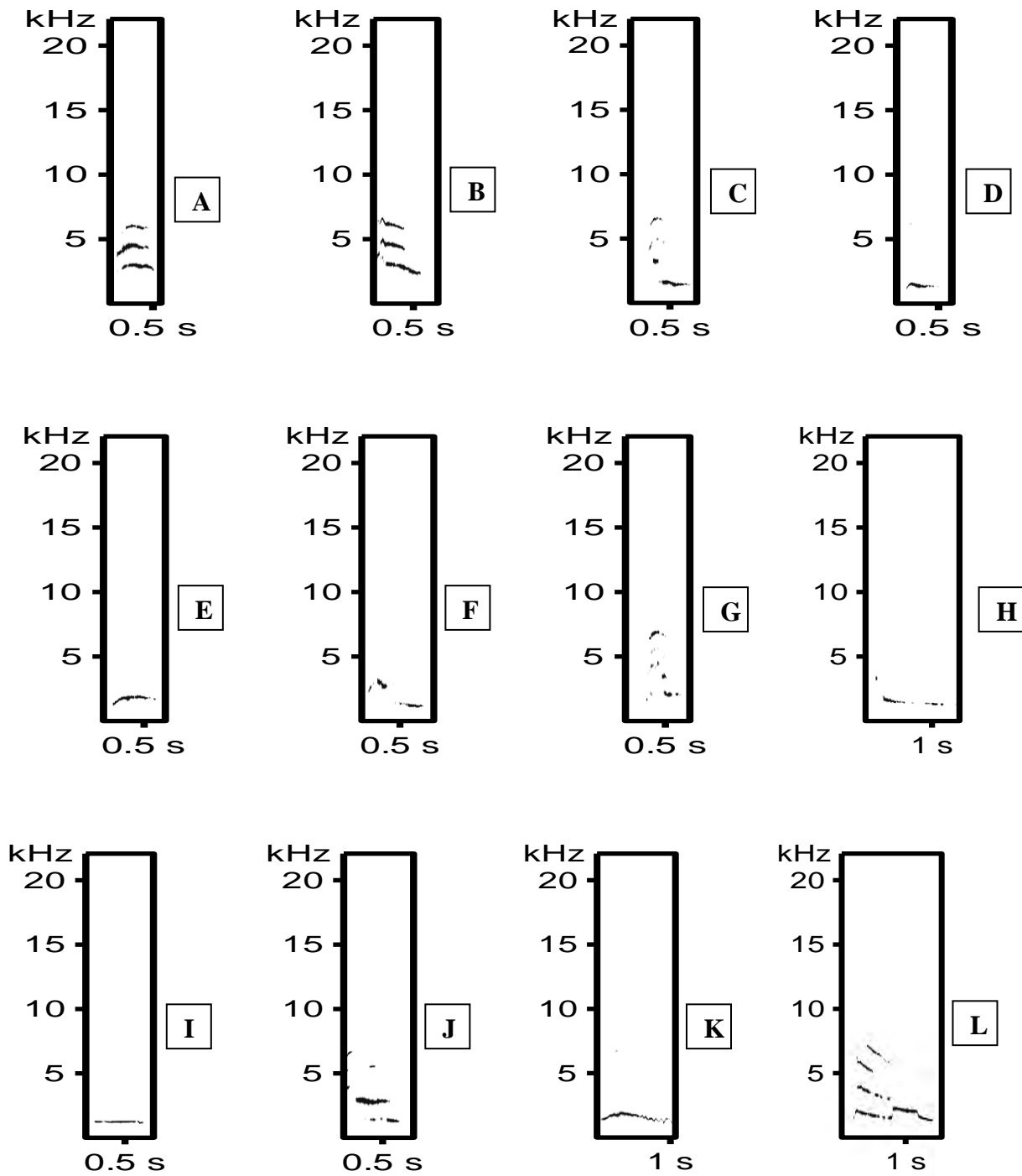
**Fig. 5.** Consistencia a través de la edad en diferencias en el número de llamados emitidos individualmente por las crías ( $n=33$ ). Cada punto representa el número de llamados emitidos por una cría en dos sesiones de pruebas consecutivas: a) Correlación significativa entre la sesión uno ( $T_1$ ) y la dos ( $T_2$ ); b) entre la sesión dos ( $T_2$ ) y la tres ( $T_3$ ); c) y entre la sesión tres ( $T_3$ ) y la cuatro ( $T_4$ ). Ver el texto para la estadística.

### 5.1.2. Tipos de llamados

Se distinguieron 12 tipos de vocalizaciones de manera subjetiva por el experimentador (A.S.; Fig. 6).

Al aplicar el análisis de discriminantes a la muestra libre de ruido de estas vocalizaciones (Tabla 2) se obtuvieron los siguientes resultados:

El primer paso del análisis (Anexo IIa) muestra que nuestra clasificación subjetiva fue válida en un 34.2%. El segundo paso (Anexo IIb) muestra que las variables que más influyeron para distinguir entre los tipos de llamado fueron la duración, el intervalo, la frecuencia dominante y el cuartil 1 y 3, dejando fuera a la frecuencia fundamental, el cuartil 2 y los formantes. Usando estas variables (y dejando fuera la frecuencia fundamental, el cuartil 2 y los formantes) para identificar las variables canónicas, se muestra que el primer nivel explica el 91.5 % de la varianza (Anexo IIc). Aplicando una ANOVA al primer nivel de las variables canónicas obtuvimos los resultados mostrados en el Anexo IID.



**Fig. 6.** Espectrogramas de los 12 tipos de vocalizaciones que se distinguieron de manera subjetiva por el experimentador (A.S.). A los tipos de llamados se les dieron letras arbitrariamente en orden de como fueron encontradas en las grabaciones.

Entonces, aunque confirmó considerablemente nuestra clasificación subjetiva de los llamados, el análisis de discriminantes sugirió de manera más objetiva, hacer la siguiente reclasificación: H y L (ahora llamado H), K, I, E y F (ahora llamado E), J y B (ahora llamado B), y G y A (ahora llamado A). Los tipos C y D se confirmaron como distintos. Entonces, el análisis resultó en la identificación de seis tipos distintos de vocalizaciones (Fig. 7, Anexo III), y se mostró que ahora nuestra clasificación fue correcta en un 42.9% y que la variable canónica 1 explica el 94% de la varianza (Anexo IIe). Aquí podemos ver una alta significancia para este nuevo análisis de clasificación y que obtuvimos seis grupos de vocalizaciones diferentes (Anexo II f).

### ***Edad y sexo***

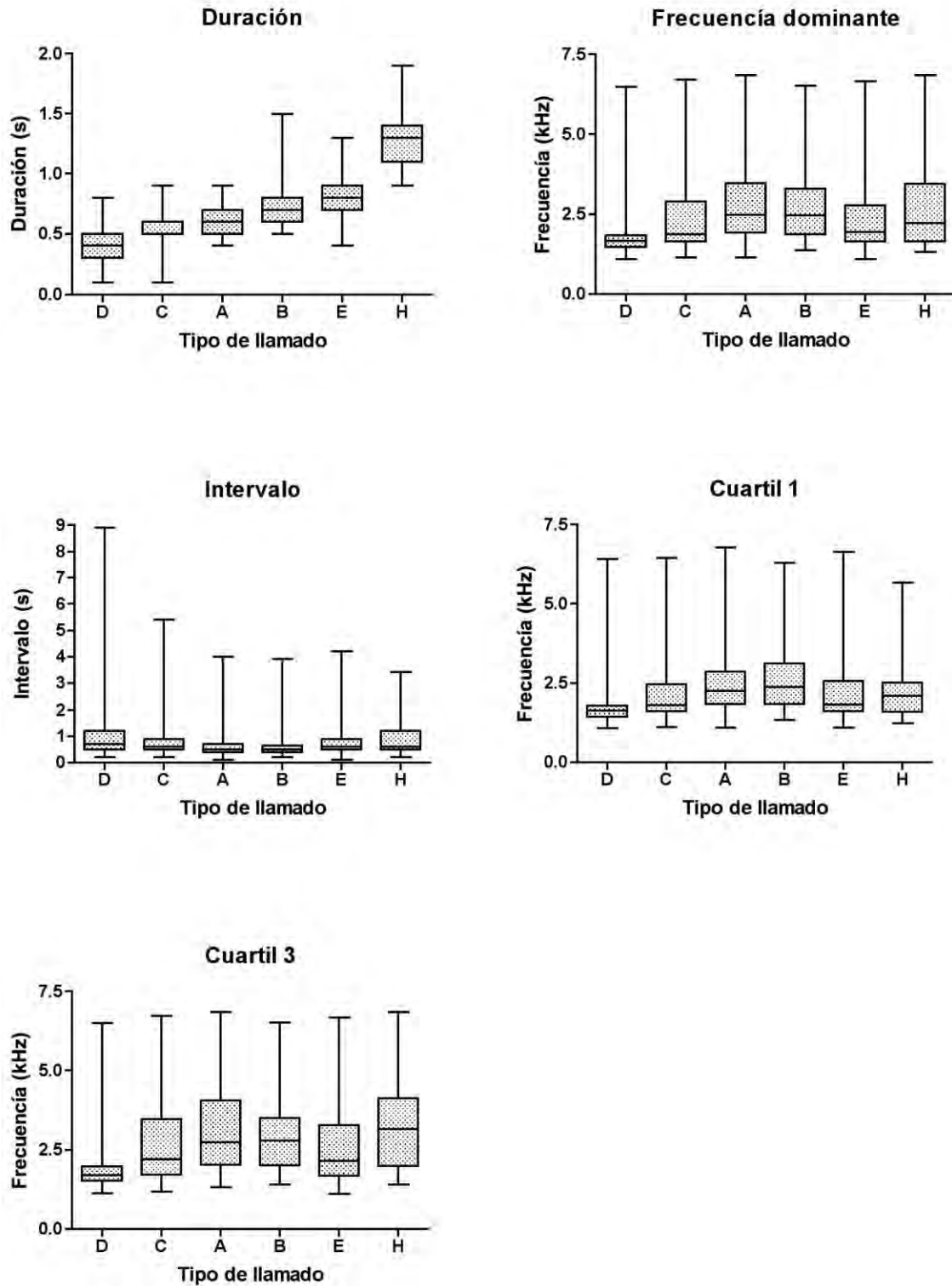
No hubo diferencias significativas en el número de un particular tipo de vocalización con respecto al tiempo (la edad) para ninguno de los seis tipos de vocalización. Sin embargo, los machos emitieron significativamente un número más grande de vocalización D en comparación con las hembras ( $\chi_1^2 = 6.67, P = 0.010$ ).

### ***Diferencias individuales consistentes***

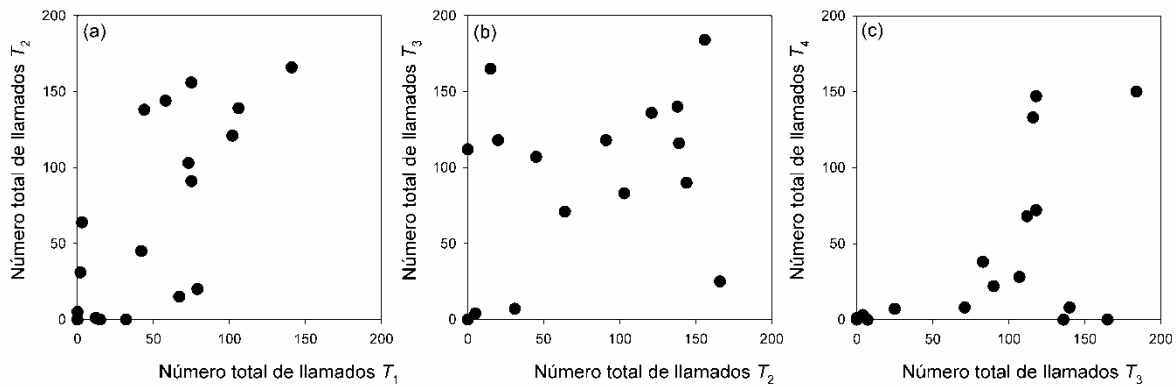
Encontramos relaciones significativas en la frecuencia de cada uno de los seis tipos de llamados emitidos por individuo a través de las cuatro sesiones experimentales. Por ejemplo, las crías que emitieron más el tipo A durante la primera sesión, fueron los que más emitieron A durante la segunda sesión ( $\chi_1^2 = 11.49, R^2_{Nagelkerke} = 0.251, P < 0.001$ ; Fig. 8a), de la sesión dos a la tres ( $\chi_1^2 = 5.65, R^2_{Nagelkerke} = 0.150, P < 0.017$ ; Fig. 8b), y de la tres a la cuatro ( $\chi_1^2 = 6.07, R^2_{Nagelkerke} = 0.340, P < 0.014$ ; Fig. 8c).

## **5.2. Actividad motora**

Durante las dos primeras semanas, las crías eran incapaces de soportar su cuerpo sobre sus piernas, pero podían desplazarse por sí mismos arrastrándose hacia adelante con sus patas delanteras e impulsándose con sus patas traseras, mientras su vientre se mantuvo en contacto con el suelo. Para la cuarta semana fueron capaces de mantenerse a sí mismos plenamente en cuatro patas (Fig. 2) y pudieron caminar y correr distancias cortas.



**Fig. 7.** Características de los seis tipos de vocalizaciones identificados por el análisis de discriminantes como distintas. Las barras horizontales dentro de las cajas muestran las medianas, los límites horizontales de las cajas muestran los cuartiles, y las barras verticales, los rangos absolutos. Ver el Anexo III.



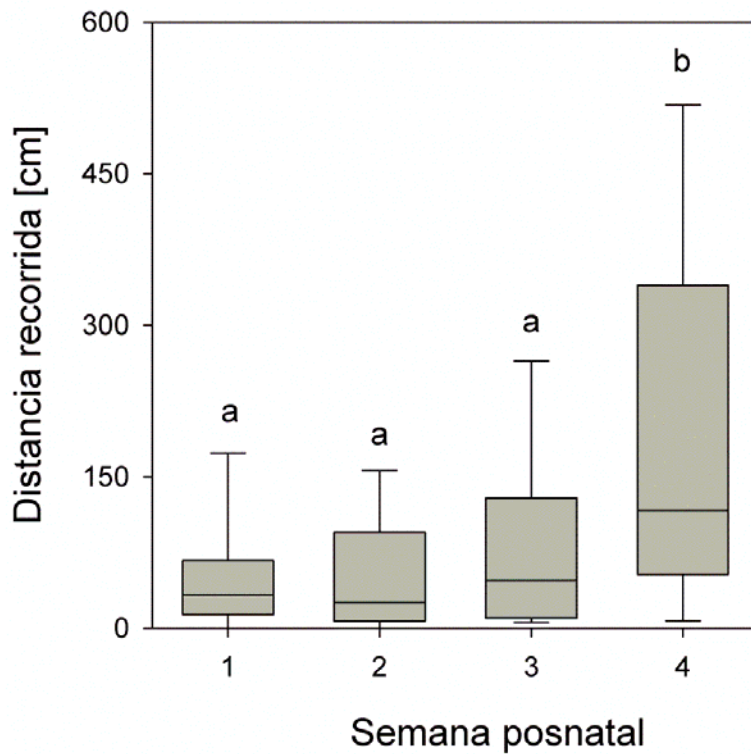
**Fig. 8.** Diferencias consistentes a través de la edad en el número de llamados tipo A emitidos de manera individual por cada cría ( $n=18$ ). Cada punto representa el número de llamados A emitidos por cada cría en dos sesiones consecutivas: a) correlación significativa entre la sesión uno ( $T_1$ ) y la dos ( $T_2$ ); b) entre la sesión dos ( $T_2$ ) y la tres ( $T_3$ ); c) y una tendencia entre la sesión tres ( $T_3$ ) y la cuatro ( $T_4$ ). Ver el texto para la estadística.

### ***Edad y sexo***

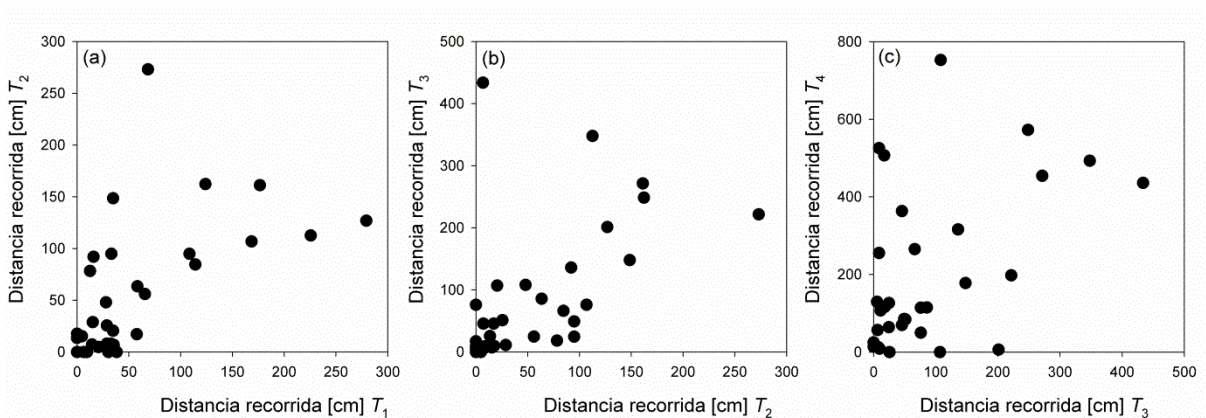
Hubo un incremento significativo en la distancia total recorrida por las crías ( $n=33$ ) a través del tiempo de estudio ( $\chi_1^2 = 26.01$ ,  $P < 0.001$ ). Esto se debió principalmente al notable incremento de la locomoción durante la cuarta sesión en la semana cuatro, la cual tuvo una diferencia significativa con respecto a la sesión uno ( $\chi_1^2 = 14.35$ ,  $P < 0.001$ ), a la sesión dos ( $\chi_1^2 = 13.37$ ,  $P < 0.001$ ), y a la tres ( $\chi_1^2 = 6.53$ ,  $P < 0.011$ ; Fig. 9). No hubo diferencias en cuanto a la distancia recorrida entre hembras y machos a través del tiempo de estudio (interacción de sexo  $\times$  tiempo:  $\chi_1^2 = 0.61$ ,  $P = 0.28$ ), ni hubo diferencia general entre hembras y machos ( $\chi_1^2 = 1.61$ ,  $P = 0.25$ ).

### ***Diferencias individuales consistentes***

Encontramos, también, evidencia de diferencias individuales consistentes en actividad motora a través del tiempo del estudio. Las crías que fueron más activas durante la primera sesión, lo fueron también en la segunda sesión ( $\chi_1^2 = 16.48$ ,  $R^2_{Nagelkerke} = 0.336$ ,  $P < 0.001$ ; Fig. 10a), de la segunda a la tercera ( $\chi_1^2 = 7.32$ ,  $R^2_{Nagelkerke} = 0.169$ ,  $P < 0.001$ ; Fig. 10b), y con una tendencia para la sesión tres y la cuatro ( $\chi_1^2 = 3.40$ ,  $R^2_{Nagelkerke} = 0.096$ ,  $P < 0.065$ ; Fig. 10c). No hubo un efecto significativo del peso corporal o sexo en ningún análisis ( $P > 0.10$ ).



**Fig. 9.** Incremento en la actividad motora de las crías ( $n=33$ ) a través de las cuatro sesiones durante el primer mes posnatal. Diferencias significativas entre las cuatro sesiones son indicadas por diferentes letras; pruebas *post hoc* con la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. No hubo diferencias significativas entre hembras y machos. Ver el texto para la estadística.



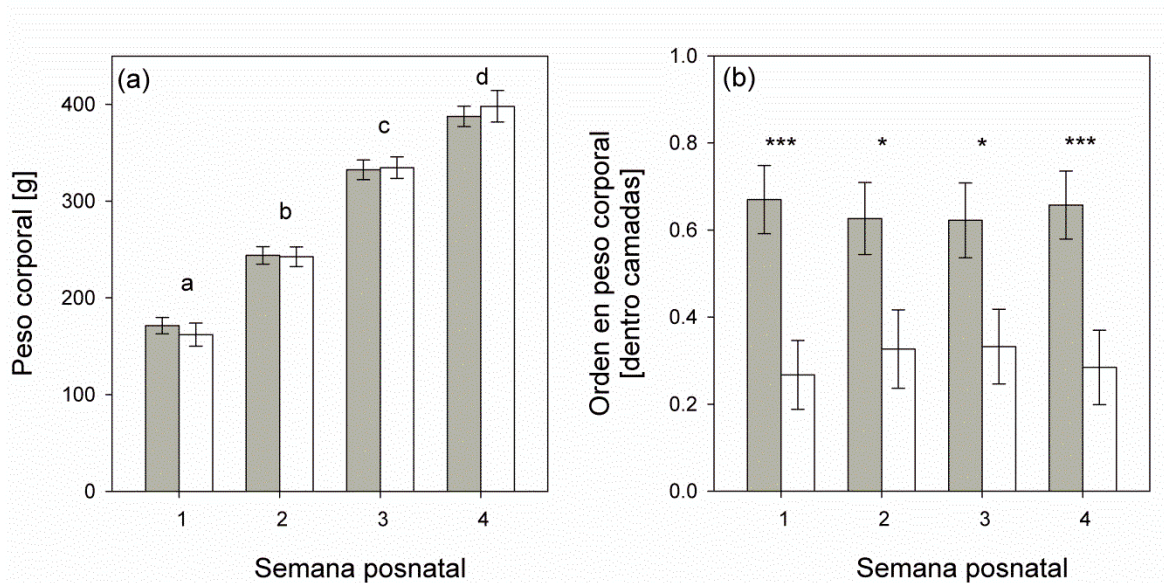
**Fig. 10.** Diferencias consistentes a través de la edad en la actividad motora de las crías en la prueba en la arena ( $n=33$ ). Cada punto representa la distancia recorrida por cada cría en dos sesiones consecutivas: a) correlación significativa entre la sesión uno ( $T_1$ ) y la dos ( $T_2$ ); b) entre la sesión dos ( $T_2$ ) y la tres ( $T_3$ ); c) y una tendencia entre la sesión tres ( $T_3$ ) y la cuatro ( $T_4$ ). Ver el texto para la estadística.

### ***Asociación entre vocalizaciones y actividad motora***

No encontramos correlaciones significativas estadísticamente entre el número de vocalizaciones emitidas por cada cría y su actividad motora en ninguna de las cuatro sesiones ( $P > 0.10$ ).

### **5.3. Peso corporal**

Como se esperaba, el peso corporal de las crías incrementó significativamente durante las cuatro semanas del estudio ( $\chi^2 = 1925.6$ ,  $P < 0.001$ ) (ver las comparaciones *pos hoc* en la Fig. 11a). Cuando usamos el peso corporal al nacimiento de las crías, no hubo diferencias significativas entre hembras y machos ( $\chi^2 = 0.10$ ,  $P < 0.75$ ) ni tampoco una interacción entre el sexo y el tiempo ( $\chi^2 = 3.60$ ,  $P < 0.31$ ), debido a una variación considerable de peso corporal entre las camadas. Sin embargo, haciendo el análisis utilizando rangos de peso corporal intra camadas (calculado para cada camada, separada para cada una por los cuatro intervalos de tiempo), se reveló que los machos fueron significativamente más pesados que las hembras durante la semana uno ( $\chi^2 = 13.36$ ,  $P < 0.001$ ), la semana dos ( $\chi^2 = 6.27$ ,  $P < 0.012$ ), la semana tres ( $\chi^2 = 5.79$ ,  $P < 0.016$ ) y la semana cuatro ( $\chi^2 = 10.84$ ,  $P < 0.001$ ) (Fig. 11b).



**Fig. 11.** Peso corporal de las crías macho ( $n=19$ ; barras grises) y las crías hembra ( $n=14$ ; barras blancas) a través de las primeras cuatro semanas posnatales. Diferencias significativas entre las cuatro sesiones son indicadas por diferentes letras; pruebas *pos hoc* con la corrección de Bonferroni para comparaciones múltiples. a) No se encontraron diferencias en peso corporal absoluto entre los dos sexos. b) Rango de crías por su peso corporal intracamada muestra que los machos fueron significativamente más pesados que las hembras en las cuatro edades. Media  $\pm$  SEM. Ver el texto para la estadística.



## 6. DISCUSIÓN

Los resultados de este estudio apoyan la hipótesis de que las crías de gato doméstico recién nacidas muestran diferencias individuales en el comportamiento cuando se enfrentan a una situación estresante, y que estas diferencias se mantienen estables en el primer mes posnatal, período durante el cual las crías permanecen en el nido y justo antes del inicio del destete.

Cuando se les separó brevemente de su madre y hermanos de camada, los 33 gatitos emitieron llamados constantes y casi de inmediato, que en condiciones normales suele dar lugar a la rápida intervención de la madre para ser recuperados y llevados de vuelta al nido (propias observaciones). Sin embargo, algunas crías emiten significativamente más llamados que otras, y permanece esta diferencia a través de cada una de las cuatro semanas del estudio. Además, y en congruencia con las conclusiones de un estudio anterior con un grupo diferente de crías pre-destete (Raihani *et al.* en revisión), algunos animales fueron significativamente más activos que otros, medida por la distancia que viajaban en el campo de prueba. Y de nuevo, esto fue consistente a través de cada una de las cuatro semanas del estudio. Estos resultados por lo tanto cumplen uno de los requisitos principales para la existencia de la personalidad animal, que las diferencias individuales en el comportamiento permanezcan estables a lo largo de un período de tiempo sustancial (Stevenson-Hind 1983; Groothuis y Carere 2005; Bell 2007; Stamps y Groothuis 2010; Trillmich y Hudson 2011). Esta coherencia es más notable dado el rápido crecimiento y desarrollo de las crías durante el estudio. Estos cambios incluyeron un aumento de aproximadamente cuatro veces en el peso corporal, la apertura de los ojos y los canales auditivos, y un cambio en la locomoción de rastreo lento y torpe hasta completar un caminar cuadrúpedo, correr y escalar (cf. Bateson 2000).

Un resultado inesperado para nuestro estudio, pero que confirma la fiabilidad y la sensibilidad de las vocalizaciones como indicadores de las diferencias de comportamiento individuales, incluso en crías muy jóvenes, fueron las diferencias significativas en la conducta de vocalización de crías macho y crías hembra. A través de las cuatro semanas del estudio las crías macho emitieron constantemente menos vocalizaciones y con frecuencias más bajas, de menor duración y en intervalos más largos (los llamados llamadas de tipo D)

que las crías hembra (ver Schneider y Fritzsche 2011 para observaciones similares en crías de hámster dorado). Este hallazgo es notable para nuestro conocimiento y proporciona la primera evidencia de una diferenciación sexual temprana en la conducta del gato doméstico. Se sugiere, además, que como en otras especies de mamíferos, los testículos de crías macho producen activamente testosterona (incluso prenatal) para iniciar el proceso de la diferenciación sexual, incluyendo del cerebro y por lo tanto la conducta (cf. Gerall *et al.* 1992). Esto también es coherente con el peso corporal, el cual fue significativamente mayor en las crías macho en comparación con sus hermanas de camada al nacimiento y en todo el estudio. Sin embargo, la actividad hormonal de los testículos debe ser confirmada mediante la medición de las hormonas de ambos sexos al nacimiento, e investigar el estado de desarrollo de los testículos en crías fetales (cf. Gerall *et al.* 1992; Radhakirshnan 1998).

A pesar de que las crías macho utilizan más los llamados de tipo D, la evidencia de diferencias entre los individuos con respecto al uso de determinados tipos de llamados fue menos clara que las diferencias en el número total de llamados emitidos. Aunque, como se informó en los resultados, las crías que utilizan, por ejemplo, llamado tipo A con mayor frecuencia en el inicio del estudio también lo hacen al final, esto simplemente podría haber sido consecuencia de que este tipo de llamado fue más o menos común entre el repertorio global de las crías respecto al número total de llamados emitidos. En efecto, aunque los resultados del análisis de discriminantes sugirieron que hay seis tipos de llamados diferentes, parece poco probable que estas, en realidad, tengan diferentes significados. Más bien, parece probable que todos ellos tengan la única función (muy eficaz) que es la de alertar a la madre sobre la precaria situación de las crías, resultando en su rescate. Sin embargo, las diferencias al oído humano en la calidad del llamado y claramente visibles en los espectrogramas, pueden representar diferentes grados en la intensidad o la "urgencia" y por lo tanto diferencias individuales en el grado de excitación de las crías, el temperamento o la emocionalidad (ver Stoeger *et al.* 2012 para una ejemplo similar en el recién nacido los cachorros de panda gigante). Si estas diferencias son importantes para la madre, por ejemplo, que resulten en una respuesta más rápida a un tono más alto (posiblemente más "urgente") los tipos de llamados no se conocen, pero podrían ser investigados mediante pruebas de velocidad de recuperación de las crías por las madres en respuesta a play-backs de los diferentes tipos de llamados.

A pesar de la incertidumbre presente en cuanto a la naturaleza o posible significado de los diferentes tipos de llamados, el simple registro del número de vocalizaciones emitidas en respuesta al aislamiento social parece un método eficiente y fiable para investigar diferencias individuales en temperamento o personalidad en las crías de gato doméstico. Los llamados en situación de aislamiento son unidades discretas y fácilmente cuantificables que se emiten casi continuamente, lo que permite una gran cantidad de datos que deben recogerse en un corto tiempo de prueba, lo cual es importante cuando se prueba con animales altriciales recién nacidos. A medida que estos llamados son de una importancia funcional conocida, su medición evita problemas en la elaboración de pruebas de "personalidad" en los animales, es decir, la dificultad en la interpretación de la respuesta animal a lo que a veces parecen situaciones de prueba artificiales o arbitrarias (Manteca y Deag 1993; Bell 2007; Vazire *et al.* 2007). Por otra parte, como se mencionó en la introducción, dada la estrecha relación entre las estructuras neuronales del cerebro, como la amígdala y el hipocampo asociado con la mediación de las emociones relacionadas con el estrés, tales como el miedo o el dolor, y los centros de mediación de la producción e interpretación de vocalizaciones (Jürgens 2009; Brieffer 2012), la conducta acústica parece proporcionar un buen medio de investigar los aspectos fundamentales de la personalidad animal como la emotividad. Además, como los gatos adultos también responden al aislamiento social con los llamados de miedo, y en una manera individual (Adamec *et al.* 1983; propias observaciones) el comportamiento de vocalización proporciona un medio fácil de investigar la estabilidad de las diferencias individuales en las respuestas de los gatos a una situación de estrés inducida fácilmente a lo largo de la vida (Adamec *et al.* 1983; ver abajo).

Un segundo requisito importante para la existencia de la personalidad de los animales es que las diferencias individuales en el comportamiento sean consistentes en diferentes situaciones o contextos, o que las diferencias en más de una conducta coocuran en el mismo contexto, dando lugar a lo que se ha denominado "síndrome de comportamiento" (Gosling y John 1999; Gosling 2001; Sih *et al.* 2004; Bell 2007). Por esta razón, además de las vocalizaciones en las crías de gato doméstico también medimos su conducta locomotora. Sin embargo, aunque encontramos diferencias individuales consistentes en la cantidad de actividad motora (locomoción) de los individuos, no hemos encontrado una

asociación entre el número de vocalizaciones y la cantidad de actividad locomotora, como sería de esperar si estas dos medidas proporcionaran evidencia de síndromes conductuales individuales indicativos de la personalidad de las crías. Sin embargo, es posible que las correlaciones simples realizadas en el presente estudio no se adecuen para detectar una posible relación entre el comportamiento de vocalización y la locomoción. Por ejemplo, estas conductas tal vez tengan una relación negativa ya que una cría con mucho estrés (gran cantidad de vocalizaciones emitidas) puede estar poco motivada para explorar el entorno al contrario de una cría con un nivel bajo de estrés (pocas vocalizaciones) que este más motivada para explorar mucho el entorno. Por lo tanto, en una extensión de este estudio los datos actualmente están siendo analizados en sincronización de los dos tipos de comportamiento a través de las sesiones de prueba de 3 min. El análisis preliminar sugiere una relación inversa entre las vocalizaciones y la conducta locomotora, los llamados agudos, cortos y con intervalos cortos se cree que indican gran estrés o "urgencia" y se asocian con una conducta de "congelación", y la locomoción con vocalizaciones de menor tono, con intervalos más amplios que indican menos estrés, menos urgencia o, posiblemente, incluso una conducta exploratoria o "curiosidad". Si esta relación temporal más compleja entre la frecuencia de la vocalización y el tipo y la locomoción se confirmase, se trataría de una especie de síndrome de comportamiento indicativo de las diferencias individuales en las reacciones emotivas en las crías de gato doméstico al estrés por un ambiente de aislamiento social (cf. Adamec *et al.* 1983).

Las diferencias individuales tempranas, en el comportamiento, encontradas en el presente estudio sugieren una contribución genética a las diferencias individuales en la conducta de las crías de gato doméstico. Esto es congruente con los reportes de diferencias en el comportamiento y el temperamento entre las razas de gatos, y la relación entre el color del pelaje o paternidad y determinados rasgos de comportamiento (Turner *et al.* 1986; McCune 1995; Mendl y Harcourt 2000; Natoli *et al.* 2005). Sin embargo, una contribución genética a las diferencias conductuales no excluye la influencia del medio ambiente uterino. En los mamíferos, los factores prenatales como lugar de implantación dentro del útero, sexo de los fetos vecinos, y las diferencias en la eficiencia de la placenta pueden influir en la morfología, la fisiología y el desarrollo de la conducta de las crías, con efectos de largo alcance, incluso en la vida adulta (McLaren 1965; Clark y Galef 1998; vom Saal *et al.*

1998; Foxcroft *et al.* 2006; Bánszegi *et al.* 2009; Hudson *et al.* 2011; Lewejohann *et al.* 2011).

En conclusión, el presente estudio proporciona un primer indicio de que las diferencias individuales estables en el comportamiento son un posible indicador de que las diferencias en el temperamento o la personalidad están presentes en el gato doméstico desde una edad muy temprana, incluso desde el nacimiento. Además de la ampliación de la base de datos de tales observaciones y que se extiende al estudio de otras conductas (por ejemplo, las diferencias individuales en la agresión y la dominancia en competencia por el alimento en el destete, estudio actualmente en curso), surge la pregunta de si estas diferencias tempranas se extienden y/o pueden predecir diferencias individuales en el comportamiento en edades posteriores (Adamec *et al.* 1983; Feaver *et al.* 1986; Mendl y Harcourt 2000; Turner 2000; Lowe y Bradshaw 2001; para los informes de las diferencias individuales estables en la personalidad de los gatos adultos). Otra pregunta que surge es sobre las bases neuronales y fisiológicas de estas diferencias de comportamiento, y lo que supone la combinación de factores genéticos y ambientales que contribuyen a su aparición tan temprana del desarrollo (Hudson y Trillmich 2008; Stamps y Groothuis 2010; Groothuis y Trillmich 2011; Lewejohann *et al.* 2011; Trillmich y Hudson 2011).

## 7. CONCLUSIONES

1. Existen diferencias individuales estables en el número y tipo de vocalizaciones y de la actividad locomotora, como posibles indicadores de diferencias en temperamento o “personalidad”, en el gato doméstico desde muy temprana edad, posiblemente desde el nacimiento.
2. También está presente un claro dimorfismo sexual en la conducta de vocalización desde una edad muy temprana, con crías macho vocalizando menos y usando llamados de más baja frecuencia que las crías hembra.
3. Las medidas de la conducta de vocalización, incluyendo el simple conteo del número de llamados emitidos por las crías de gato doméstico en respuesta a un reto (situación estresante), proveen una medida confiable y eficiente para evaluar diferencias individuales en conducta como indicador de personalidad durante el desarrollo temprano de esta especie.
4. Usar pruebas de situaciones y medidas conductuales de relevancia ecológica, con función adaptativa, podrían proveer indicadores más confiables de diferencias conductuales, incluso en animales neonatos, que las pruebas más arbitrarias de significado incierto para los animales las cuales a menudo son empleadas en la investigación de la personalidad animal.

## 8. REFERENCIAS

1. 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
2. Adams AM, Jantzen MK, Hamilton RM, Fenton MB (2012). Do you hear what I hear? Implications of detector selection for acoustic monitoring of bats. *Methods in Ecology and Evolution* 3:992–998
3. Bánszegi O, Altbäcker V, Bilkó Á (2009). Intrauterine position influences anatomy and behavior in domestic rabbits. *Physiology and Behavior* 98:258–262
4. Bates D, Maechler M, Bolker B (2013). lme4: Linear mixed-effects models using Eigen and syntax. R package version 0.999999-2 <http://CRAN.R-project.org/package=lme4>
5. Bateson P (2000). Behavioural development in the cat. En: Turner DC, Bateson P (eds.). *The Domestic Cat. The Biology of its Behaviour*. 2 ed. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, pp 9–22
6. Bell AM (2007). Future directions in behavioural syndromes research. *Proceedings of the Royal Society B* 274:755–761
7. Boersma GJ, Bentham L, Van Beek AP, van Dijk G, Scheurink AJW (2011). Personality, a key factor in personalized medicine? *European Journal of Pharmacology* 667:23–25
8. Bradbury JW, Vehrencamp SL (2011). *Principles of Animal Communication*. 2 ed. Sinauer Associates, Massachusetts, EUA
9. Bradshaw JWS (2006). The evolutionary basis for the feeding behavior of domestic dogs (*Canis familiaris*) and cats (*Felis catus*). *The Journal of Nutrition* 136:1927S–1931S

10. Bradshaw JWS, Goodwin D, Legrand-Defréтин V, Nott HMR (1996). Food selection by the domestic cat, an obligate carnivore. *Comparative Biochemistry and Physiology* 114A:205–209
11. Briefer EF (2012). Vocal expression of emotion in mammals: mechanisms of production and evidence. *Journal of Zoology* 288:1–20
12. Cavigelli SA (2005). Animal personality and health. *Behaviour* 142:1223–1244
13. Clark MM, Galef BG Jr (1998). Effects of intrauterine position on the behavior and genital morphology of litter-bearing rodents. *Developmental Neuropsychology* 14:197–211
14. Crawley MJ (2013). *The R Book*. John Wiley and Sons, London, Reino Unido
15. Dall SRX, Houston AI, McNamara JM (2004). The behavioural ecology of personality: consistent individual differences from an adaptative perspective. *Ecology Letters* 7:734–739
16. Ehret G, Riecke S (2002). Mice and humans perceive multiharmonic communication sounds in the same way. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 99:479–482
17. Faraway JJ (2006). *Extending the Linear Model with R. Generalized Linear, Mixed Effects and Nonparametric Regression Models*. Chapman and Hall, Boca Raton, EUA
18. Farley GR, Barlow SM, Netsell R, Chmelka JV (1992). Vocalizations in the cat: behavioral methodology and spectrographic analysis. *Brain Research* 89:333–340
19. Feaver J, Mendl M, Bateson P (1986). A method for rating the individual distinctiveness of domestic cats. *Animal Behaviour* 34:1016–1025
20. Fenoglio K, Brunson KI, Baram TZ (2006). Hippocampal neuroplasticity induced by early-life stress: functional and molecular aspects. *Frontiers in Neuroendocrinology* 27:180–192



21. Foxcroft GR, Dixon WT, Nowak S, Putman CT, Town SC, Vinsky MDA (2006). The biological basis for prenatal programming of postnatal performance in pigs. *Journal of Animal Science* 84:105–112
22. Gartner MC, Weiss A (2013). Personality in felids: A review. *Applied Animal Behaviour Science* 144:1–13
23. Gerall AA, Moltz H, Ward II (1992). *Handbook of Behavioral Neurobiology* vol 11: Sexual Differentiation. Plenum Press, New York, EUA
24. Gosling SD (2001). From mice to men: what we can learn about personality from animal research. *Psychological Bulletin* 127: 45–86
25. Gosling SD, John OP (1999). Personality dimensions in nonhuman animals: a cross-species review. *Current Directions in Psychological Science* 8:69–75
26. Groothuis TGG, Carere C (2005). Avian personalities: characterization and epigenesis. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 29:137–150
27. Groothuis TTG, Trillmich F (2011). Unfolding personalities: the importance of studying ontogeny. *Developmental Psychobiology* 53:641–655
28. Hudson R, Trillmich F (2008). Sibling competition and cooperation in mammals: challenges, developments and prospects. *Behavioral Ecology and Sociobiology* 62:299–307
29. Hudson R, Raihani G, Gonzáles 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
30. 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
31. Hudson R, Distel H (2013). Fighting by kittens and piglets during suckling. What does it mean? *Ethology* 119:353–359

32. Jürgens U (2009). The neural control of vocalization in mammals. A review. *Journal of Voice* 23:1–10
33. 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, Behavior and Evolution* 70:218–226
34. Koolhaas JM, de Boer SF, Coppens CM, Buwalda B (2010). Neuroendocrinology of coping styles: towards understanding the biology of individual variation. *Frontiers in Neuroendocrinology* 31:307–321
35. Kumar A (2003). Acoustic communication in birds. *Resonance*. June 2013:44–55
36. Lai M, Huang L (2011). The effects of early life stress on neuroendocrine and neurobehavior: mechanisms and implications. *Pediatrics and Neonatology* 52:122–129
37. 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
38. 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
39. Lowe SE, Bradshaw JWS (2001). Ontogeny of individuality in the domestic cat in the home environment. *Animal Behaviour* 61:231–237
40. Manteca X, Deag JM (1993). Individual differences in temperament of domestic animals: a review of methodology. *Animal Welfare* 2:247–268
41. McCune S (1995). The impact of paternity and early socialization on the development of cats’ behaviour to people and novel objects. *Applied Animal Behavioural Science* 45:109–124
42. McLaren A (1965). Genetic and environmental effects on foetal and placental growth in mice. *Journal of Reproduction and Fertility* 9:79–98

43. 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
44. Mendl M, Harcourt R (2000). Individuality in the domestic cat: origins, development and stability. En Turner DC, Bateson P (eds.). *The Domestic Cat. The Biology of its Behaviour*. 2 ed. Cambridge University Press, Cambridge, pp 47–64
45. Natoli E, Say L, Cafazzo S, Bonanni R, Schmid M, Pontier D (2005). Bold attitude makes male urban feral domestic cats more vulnerable to Feline Immunodeficiency Virus. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews* 29:151–157
46. Prager G, Stefanski V, Hudson R, Rödel H (2010). Family matters: Maternal and litter-size effects on immune parameters in young laboratory rats. *Brain, Behavior, and Immunity* 24:1371–1378
47. Prechtl HFR (1952). Angeborene Bewegungsweisen junge Katzen. *Experientia* 8:220–221
48. R Core Team (2013). R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, [www.R-project.org](http://www.R-project.org), Vienna, Austria
49. Radhakrishnan J (1998). Testicular developmental anomalies. En: Knobil E, Neill JD (eds.). *Encyclopedia of Reproduction* vol 4. Academic Press, San Diego, pp 764–768
50. 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
51. Raihani G, Rodríguez A, Saldaña A, Guarneros M, Hudson R (enviado). A proposal for assessing individual differences in behaviour during early development in the domestic cat. *Applied Animal Behaviour Science*
52. Réale D, Reader SM, Sol D, McDougall T, Dingemanse NJ (2007). Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biological Reviews* 82:291–318

53. 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
54. Richardson LW, Jacobson HA, Muncy RJ, Perkins CJ (1983). Acoustic of white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*). *Journal of Mammalogy* 64:245–252
55. Rödel HG, Monclús R, von Holst D (2006). Behavioral styles in European rabbits: social interactions and responses to experimental stressors. *Physiology and Behavior* 89:180–188
56. Rödel HG, Meyer S, Prager G, Stefanski V, Hudson R (2010). Litter size is negatively correlated with corticosterone levels in weanling and juvenile laboratory rats. *Physiology and Behavior* 99:644–650
57. Rödel HG, Hudson R, Rammler L, Sängner N, Schwarz L, Machnik P (2012). Lactation does not alter the long-term stability of individual differences in behavior on the elevated plus maze in laboratory mice. *Journal of Ethology* 30:263–270
58. 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* 119:1024–1033
59. Rosenblatt JS (1971). Suckling and home orientation in the kitten: a comparative developmental study. En: Tobach E, Aronson LR, Shaw E (eds.). *Biopsychology of Development*. Academic Press, New York, EUA, pp 345–4101
60. Schneider N, Fritzsche P (2011). Isolation calls and retrieving behavior in laboratory and wild-derived golden hamsters—No sign for inbreeding depression. *Mammalian Biology*. 76:549–554
61. Sih A, Bell A, Johnson JC, Ziemba RE (2004). Behavioural syndromes: integrative overview. *Quarterly Review of Biology* 79:241–277
62. Stamps J, Groothuis TGG (2010). The development of animal personality: relevance, concepts and perspectives. *Biological Reviews* 85:301–325

63. Stevenson-Hind J (1983). Individual characteristics: a statement of the problem. Consistency over time. Predictability across situations. En: Hind RA (ed.). *Primate Social Relationships: An Integrated Approach*. Blackwell Scientific Publications, Oxford, Reino Unido, pp 28–34
64. Stoeger A, Baotic A, Li D, Charlton BD (2012). Acoustic features indicate arousal in infant giant panda vocalizations. *Ethology* 118:1–10
65. Sunquist M, Sunquist F (2002). *Wild cats of the World*. The University of Chicago Press, Chicago, EUA, pp 104-110
66. Templeton CN, Mann NI, Ríos-Chelén AA, Quiros-Guerrero E, Macías García C, Slater PJB (2013). An experimental study of duet integration in the happy wren *Pheugopedius felix*. *Animal Behaviour*. In press
67. Trillmich F, Hudson R (2011). The emergence of personality in animals: the need for a developmental approach. Guest editors. *Developmental Psychobiology* 53:505–509
68. Turner DC (2000). Human-cat interactions: relationships with, and breed differences between, non-pedigree, Persian and Siamese cats. En: Podberscek AL, Paul ES, Serpell JA (eds.). *Companion Animals and Us: Exploring Relationships between People and Pets*. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido, pp 257–273
69. Turner DC, Feaver J, Mendl M, Bateson P (1986). Variation in domestic cat behaviour towards humans: a paternal effect. *Animal Behaviour* 34:1890–1892
70. Turner DC, Bateson P (2013). *The Domestic Cat. The Biology of its Behaviour*. 3 ed. Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido
71. Vaňková D, Bartoš L, Málek J (1997). The role of vocalization in the communication between red deer hinds and calves. *Ethology* 103:795–808
72. Vazire S, Gosling SD, Dickey AS, Schapiro SJ (2007). Measuring personality in non-human animals. En: Robins R, Fraley RC, Krueger RF (eds.). *Handbook of*

Research Methods in Personality Psychology. Guilford Press, New York, EUA, pp 190–207

73. vom Saal PS, Clark MM, Galef BG Jr, Drickmer LC, Vandenberg JG (1998). Intrauterine position phenomenon. En: Knobil E, Neill JD (eds.). Encyclopedia of Reproduction vol 2. Academic Press, San Diego, EUA, pp 893–900
74. Wilson DS, Clark AB, Colman K, Dearstyne T (1994). Shyness and boldness in humans and other animals. Trends in Ecology and Evolution 9:422–445
75. Wolf M, van Doorn GS, Leimar O, Weissing FJ (2007). Life-history trade-offs favour the evolution of animal personalities. Nature 447:581–585
76. Yeon S, Kim YK, Park SJ, Lee SS, Lee SY, Suh E (2011). Differences between vocalization evoked by social stimuli in feral cats and house cats. Behavioural Processes 87:183–189



**Ib.** Hoja de registro para las últimas cuatro camadas en la cual se registró el número total de llamados, el número de llamados de cada tipo y las características físicas de cada llamado.

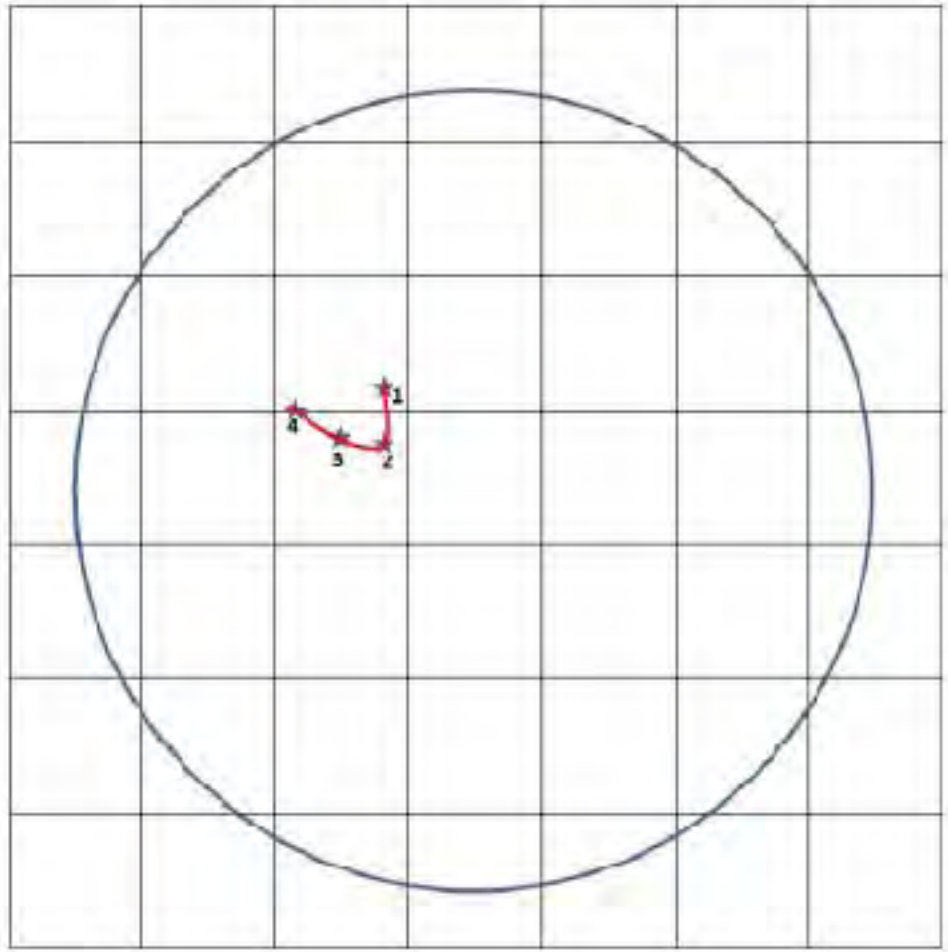
CAMADA: Cola 1  
 FECHA DE NACIMIENTO: 18/04/12  
 CRÍA: Morado  
 FECHA DE PRUEBA: 20/04/12

# Total de vocal.	# Llamado tipo	Tipo de llamado	Duración de vocal. (s)	Intervalo de vocal. (s)	Frec. Dom. (Hz)	CUARTILES			Frec. Fundam. (Hz)	FORMANTES		
						1	2	3		1	2	3
129	62	A	0.52	0.95	1647	1649	3453	5285	1771	1647	3511	5314
		A	0.56	1.01	5582	1843	5570	5585	1860	1730	3741	5582
		A	0.54	0.92	1593	1575	1597	1619	1593	1593		
		A	0.60	0.67	5205	1652	5176	5206	1735	1647	5205	
		A	0.49	0.46	5528	1724	3667	5529	1842	1717	5528	
		A	0.51	0.98	5672	3831	5668	5676	1890	1750	5672	
		A	0.58	0.63	5504	5490	5504	5507	5504	5504		
		A	0.58	0.88	1666	1658	1668	1680	1666	1666		
		A	0.50	0.88	5251	1668	5225	5255	1750	1658	5251	
		A	0.58	0.86	5419	1546	5395	5416	5426	5419	5419	
	3	B	0.72	0.48	1522	1508	1523	1538	1522	1522		
		B	0.70	1.03	1559	1543	1561	1578	1559	1559		
		B	0.79	0.85	2033.5	2023.4	2034.8	2047	2033.5	2033.5		
	43	D	0.42	4.47	1445	1431	1446	1461	1445	1445		
		D	0.54	0.83	1497	1487	1499	1512	1497	1497		
		D	0.53	0.73	1444	1426	1445	1464	1444	1444		
		D	0.47	0.20	1360	1290	1364	1442	1360	1360		
		D	0.45	1.09	1524	1503	1526	1550	1524	1524		



**Ic.** Hoja de registro utilizada para contabilizar la distancia recorrida por las crías en una sesión experimental. La línea azul representa el contorno de la arena, se ilustran 2 recorridos diferentes. Los números representan las paradas (definidas por más de dos segundos detenidos) hechas por las crías.

CAMAÑA: 7aka 1  
CRIÁ: Verde  
FECHA DE NAC: 4/08/2011  
FECHA DE PRUEBA: 21/08/2011  
DISTANCIA RECORRIDA: 3.1 cm



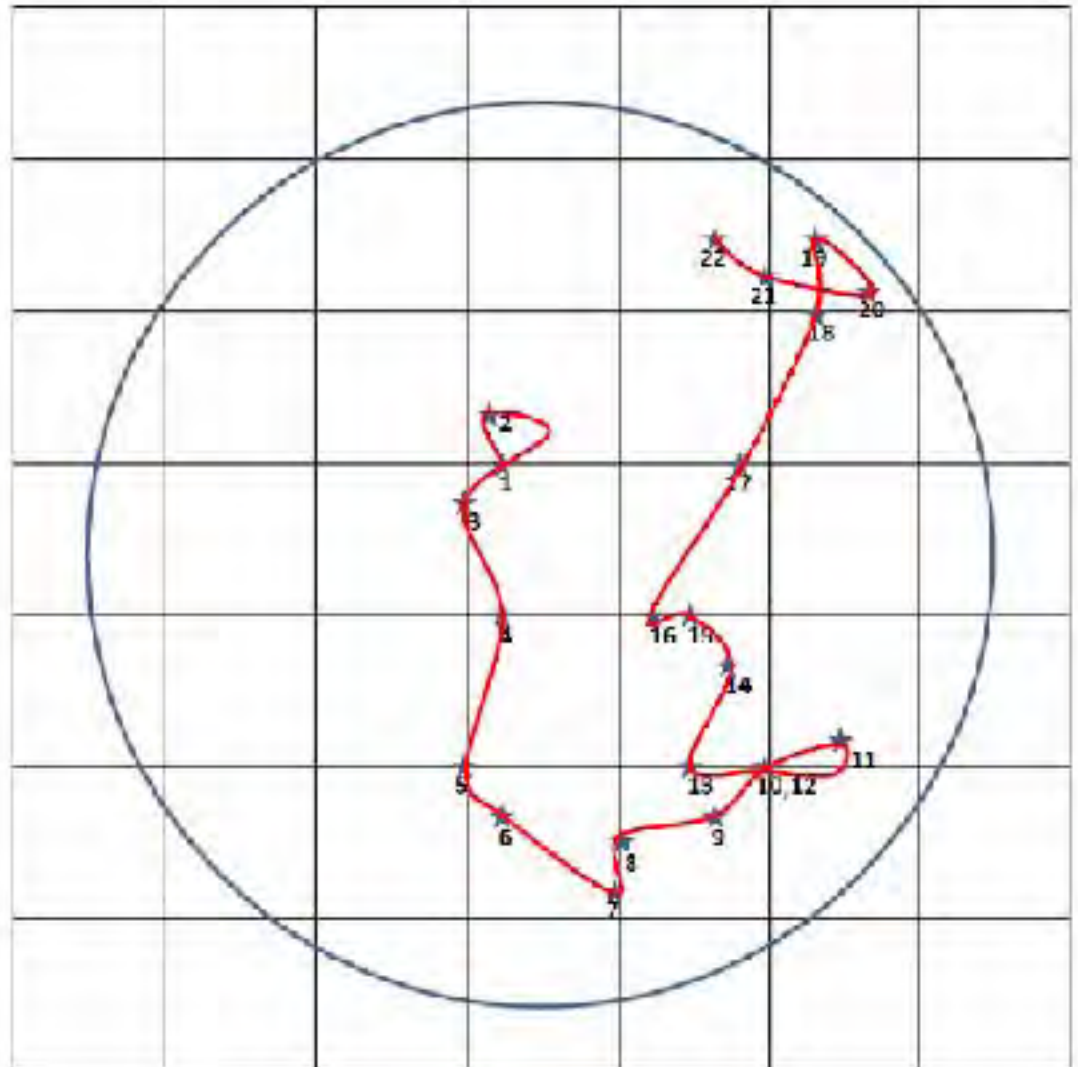
CAMAIDA: /nln 1

CO/A: Itayano

FECHA DE NAC.: 4/08/2011

FECHA DE PRUEBA: 21/08/2011

DISTANCIA RECORRIDA: 51.9 cm



## Anexo II. Pasos en el análisis de discriminantes

IIa. Primer análisis de discriminantes hecho a la clasificación subjetiva del tipo de llamados.

**Classification Count Table for LLAMADO**

Actual	Predicted				
	A	B	C	D	E
A	26	19	33	3	1
B	1	7	3	0	3
C	49	14	226	71	2
D	7	4	41	212	1
E	0	1	2	0	24
F	4	10	14	1	37
G	66	67	116	18	0
H	0	0	0	0	3
I	0	0	2	0	2
J	9	25	7	0	12
K	0	1	0	0	1
L	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	162	148	444	305	86

Reduction in classification error due to X's = **34.2%**

**IIb.** Parte del análisis de discriminates que muestra cuales son las variables que más influyen en la clasificación del tipo de llamados.

<b>Variable Influence Section</b>						
<b>Variable</b>	<b>Removed Alone</b>		<b>Removed Alone</b>	<b>Removed R-Squared</b>		
	<b>Lambda</b>	<b>F-Value</b>	<b>F-Prob</b>	<b>Lambda</b>	<b>F-Value</b>	<b>F-Prob</b>
	<b>Other X's</b>					
<b>Duración</b>	0.336212	295.07	0.000000	0.325656	310.23	0.000000
	0.039369					
<b>Intervalo</b>	0.950241	7.83	0.000000	0.936491	10.16	0.000000
	0.020237					
<b>Freedom</b>	0.962643	5.80	0.000000	0.945416	8.65	0.000000
	0.534374					
<b>CUARTIL_1</b>	0.959707	6.27	0.000000	0.910730	14.69	0.000000
	0.417262					
<b>CUARTIL_3</b>	0.973495	4.07	0.000006	0.928158	11.60	0.000000
	0.598084					

**IIc.** Paso del análisis de discriminates donde se muestra la construcción de las variables canónicas.

**Canonical Variate Analysis Section**

	Inv(W)B Wilks' Lambda	Ind'l Pcnt	Total Pcnt	Canon Corr	Canon Corr2	F-Value	Numer DF	Denom DF	Prob Level
1	2.075973 0.270872	91.5	91.5	0.8215	0.6749	45.2	55.0	7613.3	0.0000
2	0.140819 0.032501	8.2	97.7	0.3513	0.1234	7.7	40.0	6239.5	0.0000
3	0.029164 0.949825	1.3	99.0	0.1693	0.0283	3.2	27.0	4807.8	0.0000
4	0.014488 0.977525	0.6	99.6	0.1195	0.0143	2.4	16.0	3294.0	0.0018
5	0.008383 0.991387	0.4	100.0	0.0912	0.0083	2.0	7.0	1618.0	0.0553

The F-value tests whether this function and those below it are significant.

**IId.** ANOVA del primer paso de análisis de tipos de llamados, en donde se muestra que se necesitó una reclasificación de los llamados.

**Analysis of Variance Table**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A. LLAMADO	11	3421.203	311.0185	311.02	0.000000*	1.000000
S	1648	1648	1			
Total (Adjusted)	1659	5069.203				
Total	1650					

\* Term significant at alpha = 0.05

**Tukey-Kramer Multiple-Comparison Test**

Response: Var\_1  
Term A: LLAMADO

Alpha=0.050 Error Term=S(A) DF=1648 MSE=1 Critical Value=4.6284

Group	Count	Mean	Different From Groups
H	36	-6.053811	K, E, I, F, J, B, G, A, C, D
L	2	-5.565339	K, E, I, F, J, B, G, A, C, D
K	6	-2.326853	H, L, G, A, C, D
E	45	-2.119329	H, L, J, B, G, A, C, D
I	8	-1.989379	H, L, G, A, C, D
F	171	-1.69697	H, L, J, B, G, A, C, D
J	108	-1.124654	H, L, E, F, G, A, C, D
B	23	-0.8338047	H, L, E, F, G, A, C, D
G	400	-1.378552E-02	H, L, K, E, I, F, J, B, C, D
A	120	1.274302E-02	H, L, K, E, I, F, J, B, C, D
C	461	0.6055778	H, L, K, E, I, F, J, B, G, A, D
D	271	1.881997	H, L, K, E, I, F, J, B, G, A, C

IIe. Análisis de discriminantes para la reclasificación de tipo de llamados.

Variable Influence Section

Variable	Removed Alone		Removed R-Squared	Removed			Alone
	Lambda	F-Value	F-Prob	Lambda	F-Value	F-Prob	Other X's
Duración	0.338754	644.16	0.000000	0.327982	677.79	0.000000	0.039369
Intervalo	0.955692	15.30	0.000000	0.941782	20.45	0.000000	0.020237
Freedom	0.988791	3.74	0.002265	0.949521	17.59	0.000000	0.534374
CUARTIL_1	0.971392	9.72	0.000000	0.927965	25.68	0.000000	0.417262
CUARTIL_3	0.993306	2.22	0.049575	0.942739	20.09	0.000000	0.598084

Classification Count Table for LLAMADO

Actual	Predicted				
	A	B	C	D	E
A	204	117	173	21	14
B	34	51	10	0	32
C	107	28	242	74	10
D	8	6	43	213	1
E	19	44	20	1	128
H	0	0	0	0	6
Total	372	246	488	309	191

Reduction in classification error due to X's = 42.9%

Actual	Predicted	
	H	Total
A	0	529
B	4	131
C	0	461
D	0	271
E	18	230
H	32	38
Total	54	1660

Reduction in classification error due to X's = 42.9%

Canonical Variate Analysis Section

Fn	Inv(W)B	Ind'I	Total	Canon	Canon	Numer		Denom	Prob
	Wilks'					DF	DF		
	Eigenvalue	Pcnt	Pcnt	Corr	Corr2	F-Value	DF	DF	Level
	Lambda								
1	2.057864	94.0	94.0	0.8203	0.6730	97.4	25.0	6131.0	0.0000
	0.288729								
2	0.111948	5.1	99.1	0.3173	0.1007	13.1	16.0	5044.5	0.0000
	0.882837								
3	0.014974	0.7	99.8	0.1215	0.0148	3.4	9.0	4020.7	0.0003
	0.981669								



**III.** ANOVA para la reclasificación hecha a los tipos de llamados en la cual se confirma la existencia de seis tipos de llamados.

**Analysis of Variance Table**

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F-Ratio	Prob Level	Power (Alpha=0.05)
A: LLAMADO	5	3403.376	680.6752	680.68	0.000000*	1.000000
S	1654	1654	1			
Total (Adjusted)	1659	5057.376				
Total	1660					

\* Term significant at alpha = 0.05

**Tukey-Kramer Multiple-Comparison Test**

Response: C13

Term A: LLAMADO

Alpha=0.050 Error Term=S(A) DF=1654 MSE=1 Critical Value=4.0348

Group	Count	Mean	Different From Groups
D	271	-1.888179	C, A, B, E, H
C	461	-0.6052381	D, A, B, E, H
A	529	1.396355E-02	D, C, B, E, H
B	131	1.076366	D, C, A, E, H
E	230	1.800106	D, C, A, B, H
H	38	6.006759	D, C, A, B, E



### Anexo III. Estadística descriptiva de los seis tipos de vocalizaciones

Estadística descriptiva de los seis tipos de vocalizaciones identificados por el análisis de discriminates como distintos.

#### Duración (s):

	D	C	A	B	E	H
Número de valores	285	476	558	140	268	51
Mínimo	0.1	0.1	0.4	0.5	0.4	0.9
25% Percentil	0.3	0.5	0.5	0.6	0.7	1.1
<b>Mediana</b>	<b>0.4</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>1.3</b>
75% Percentil	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.4
Máximo	0.8	0.9	0.9	1.5	1.3	1.9

#### Intervalo (s):

	D	C	A	B	E	H
Número de valores	275	469	554	138	258	51
Mínimo	0.2	0.2	0.1	0.2	0.1	0.2
25% Percentil	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.5
<b>Mediana</b>	<b>0.7</b>	<b>0.6</b>	<b>0.5</b>	<b>0.5</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>
75% Percentil	1.2	0.9	0.7	0.65	0.9	1.2
Máximo	8.9	5.4	4.0	3.9	4.2	3.4

#### Frecuencia dominante (kHz):

	D	C	A	B	E	H
Número de valores	285	476	558	140	268	51
Mínimo	1.099	1.143	1.146	1.371	1.099	1.319
25% Percentil	1.466	1.654	1.918	1.875	1.644	1.646
<b>Mediana</b>	<b>1.663</b>	<b>1.876</b>	<b>2.480</b>	<b>2.469</b>	<b>1.949</b>	<b>2.224</b>
75% Percentil	1.834	2.888	3.463	3.289	2.777	3.447
Máximo	6.476	6.714	6.839	6.519	6.667	6.854

#### Cuartil 1 (kHz):

	D	C	A	B	E	H
Número de valores	285	476	558	140	268	51
Mínimo	1.069	1.111	1.082	1.336	1.091	1.232
25% Percentil	1.445	1.611	1.834	1.843	1.601	1.593

<b>Mediana</b>	<b>1.628</b>	<b>1.808</b>	<b>2.255</b>	<b>2.377</b>	<b>1.817</b>	<b>2.094</b>
75% Percentil	1.780	2.467	2.868	3.113	2.560	2.513
Máximo	6.415	6.453	6.769	6.296	6.638	5.664

**Cuartil 3 (kHz):**

	D	C	A	B	E	H
Número de valores	285	476	558	139	268	51
Mínimo	1.135	1.172	1.320	1.411	1.111	1.403
25% Percentil	1.527	1.725	2.034	2.014	1.684	1.999
<b>Mediana</b>	<b>1.702</b>	<b>2.199</b>	<b>2.743</b>	<b>2.797</b>	<b>2.142</b>	<b>3.156</b>
75% Percentil	1.982	3.469	4.060	3.503	3.279	4.124
Máximo	6.508	6.719	6.842	6.516	6.672	6.846