



UNIVERSIDAD MICHOCANA DE SAN
NICOLÁS DE HIDALGO

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES
SOBRE LOS RECURSOS NATURALES

**IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DE PERSONALIDAD
(FENOTIPOS DE COMPORTAMIENTO) EN LA
SALAMANDRA *AMBYSTOMA ORDINARIUM* EN
RESPUESTA A UN AMBIENTE NUEVO**

TESIS

Que presenta:

Biol. Sandra Nataly Chávez Salazar

**Como requisito para obtener el título de
Maestra en Ciencias en Ecología Integrativa**

Asesor de tesis

M en C: Javier Alvarado Díaz

Morelia, Michoacán, Abril de 2016





UNIVERSIDAD MICHUACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO
MAESTRÍA EN CIENCIAS EN ECOLOGÍA INTEGRATIVA



DR. EDUARDO MENDOZA RAMÍREZ
COORDINADOR DEL PROGRAMA
P R E S E N T E

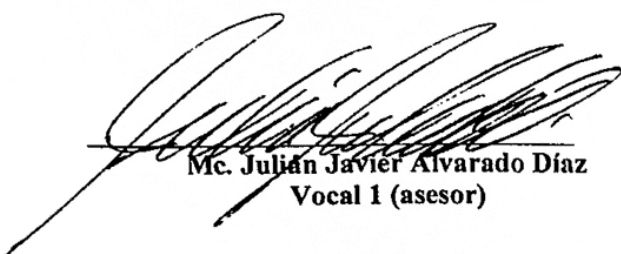
Por este conducto nos permitimos comunicarle que después de haber revisado el manuscrito final de la Tesis Titulada: **"IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DE PERSONALIDAD (FENOTIPOS DE COMPORTAMIENTO) EN LA SALAMANDRA *Ambystoma ordinarius* EN RESPUESTA A UN AMBIENTE NUEVO"** presentado por la Biol. Sandra Nataly Chávez Salazar, consideramos que reúne los requisitos suficientes para ser publicado y defendido en Examen de Grado de Maestra en Ciencias.

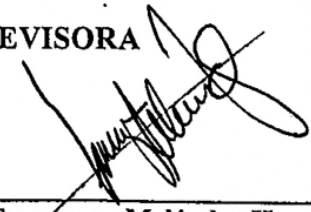
Sin otro particular por el momento, reiteramos a usted un cordial saludo.

A T E N T A M E N T E

Morelia, Michoacán, a 19 de febrero de 2016

MIEMBROS DE LA COMISIÓN REVISORA


Mc. Julián Javier Alvarado Díaz
Vocal 1 (asesor)


Dra. Esperanza Meléndez Herrera
Presidenta


Dr. Luis Felipe Mendoza Cuenca
Secretario

AGRADECIMIENTOS

A mi director de tesis, el maestro Javier Alvarado, por su disponibilidad y sobre todo por su paciencia dirigiendo este trabajo y contribuyendo en la culminación del mismo.

Agradezco especialmente a la Dra. Esperanza Meléndez Herrera por el tiempo que me dedicó resolviendo dudas a pesar de no ser como tal su asesorada, por su ayuda y colaboración en este proyecto y por haberme facilitado los medios para llevar a cabo las actividades propuestas durante el desarrollo del mismo.

Al Dr. Luis Felipe Mendoza Cuenca por sus consejos y su disposición para ayudarme y resolver algunas dudas sobre la tesis y en la elaboración de los análisis estadísticos.

Agradezco a Alejandra Gálvez y a mis amigos Yunuen Soto Sandoval y Ricardo Pérez Hernández, por su ayuda en trabajo de campo y laboratorio.

A mi gran amiga María Lourdes Barriga por acompañarme a realizar trabajo de campo y por estar a mi lado para aconsejarme y ayudarme en todo momento, te quiero mucho.

A Edel Pineda López, técnico del laboratorio de eco-fisiología animal y a mis amigas Paulina Cedeño y Ana Laura Pelayo por su colaboración en trabajo de laboratorio.

También agradezco la ayuda de Hugo Silíceo y de mis amigos Eneida Caro Gómez, Anel Dueñas y Ricardo Pérez en la realización de los análisis estadísticos. Muchas gracias a todos.

A mi madre Sandra Salazar, quien me ha aconsejado y apoyado para seguir adelante en todos mis proyectos. Mil gracias.

INDICE DE CONTENIDO

I. RESUMEN GENERAL	1
II. ABSTRACT	2
III. INTRODUCCIÓN GENERAL	3
IV. CAPÍTULO I. CONCEPTO DE PERSONALIDAD Y SU RELEVANCIA COMO HERRAMIENTA PARA LA CONSERVACIÓN: UNA REVISIÓN	
4.1 RESUMEN	5
4.2 INTRODUCCIÓN	6
4.3 PERSONALIDAD EN HUMANOS	8
4.4 PERSONALIDAD Y ADECUACIÓN EN ANIMALES NO HUMANOS	9
4.5 PERSONALIDAD EN ANFIBIOS	17
4.6 LITERATURA CITADA.....	20
V. CAPITULO II: LA RESPUESTA AL ESTRÉS COMO INDICADOR DE PERSONALIDAD	
5.1 RESUMEN	30
5.2 INTRODUCCIÓN	31
5.3 PERSONALIDAD Y ESTRÉS EN ANIMALES	32
5.4 HORMONAS DEL ESTRÉS Y LEUCOCITOS	36
5.5 LITERATURA CITADA	37

VI. CAPITULO III: IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DE PERSONALIDAD EN LA SALAMANDRA (<i>AMBYSTOMA ORDINARIUM</i>) EN RESPUESTA A UN AMBIENTE NUEVO	
6.1 INTRODUCCIÓN	45
VII. HIPOTESIS.....	48
VIII. OBJETIVOS	
8.1 Objetivo general	49
8.2 Objetivos específicos	49
IX. MATERIALES Y MÉTODOS	
9.1 Colecta de ejemplares	50
9.2 Toma de muestras sanguíneas.....	50
9.3 Mantenimiento en cautiverio	51
9.4 Registro de comportamiento	51
9.5 Análisis de comportamiento	53
9.6 Análisis de frotis sanguíneo	53
X. RESULTADOS	54
XI. DISCUSION Y CONCLUSIONES.....	59
XII. LITERATURA CITADA	62

INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Modelo de cinco factores en la personalidad humana.....	8
Figura 2. Factores que conforman la personalidad animal	10
Figura 3. Rasgos que conforman la personalidad animal.....	11
Figura 4. Factores de origen antropogénico involucrados en la disminución de las poblaciones de anfibios (HIREC).	18
Figura 5. Eje HPA (hipotálamo- pituitaria- adrenales) del estrés.....	34
Figura 6. Gráfico de especies en riesgo	46
Figura 7. Colecta de <i>A. ordinarium</i> utilizando red de mano tipo raqueta en el Río Chiquito	50
Figura 8. Corte de filamento utilizando tijeras estériles (línea punteada) para elaboración de frotis sanguíneo.	51
Figura 9. Campo visual con los cinco tipos de células leucocitarias vistas a 1000X en microscopio óptico.....	53
Figura 10. Gráfica de análisis de componentes principales (PCA) con porcentaje de los componentes	55
Figura 11. Gráfica de análisis de discriminantes con categorías.....	56
Figura 12. Gráfica de la relación entre de individuos proactivos y reactivos con la respuesta al estrés	57
Figura 13. Gráfica de la regresión entre línea base y muestra final del índice N/L	58

INDICE DE TABLAS

Tabla 1. Estudios realizados sobre personalidad y su relación con crecimiento, fecundidad, rasgos en la historia de vida y la tasa de ingesta de alimento	14
Tabla 2. ANCOVA Actividad	54
Tabla 3. ANCOVA Osadía	54
Tabla 4. ANCOVA Exploración	54
Tabla 5. Análisis complementarios al análisis discriminante.....	56
Tabla 6. ANCOVA de personalidad con respuesta al estrés	57

I. RESUMEN GENERAL

Una estrategia recomendada para enfrentar la crisis actual del declive y extinción en las poblaciones de anfibios como la salamandra de montaña *Ambystoma ordinarium* es su mantenimiento y reproducción en cautiverio. Algunos rasgos de personalidad como actividad, osadía y exploración pueden ser ventajosos para los individuos que los presentan permitiéndoles adaptarse a ambientes cambiantes. Adicionalmente, se ha observado que algunos rasgos comportamentales pueden estar vinculados con la respuesta al estrés (estilos de afrontamiento proactivo- reactivo). Con el propósito de seleccionar individuos de *A. ordinarium* que se adapten a las condiciones inherentes a mantenimiento y crianza en cautiverio, en este estudio se explora la existencia de rasgos comportamentales propuestos como adaptativos (actividad, osadía y exploración) y se evalúa su relación con el índice neutrófilos/ linfocitos (N/L) como indicador de la respuesta al estrés. Se registró consistencia individual en actividad, osadía y exploración, lo que sugiere que estos rasgos forman parte de la personalidad de *A. ordinarium*. La consistencia de comportamiento es una característica primordial de la personalidad. También se observaron diferencias entre individuos en los rasgos evaluados. En cuanto a la relación entre los parámetros comportamentales (actividad, osadía y exploración) con el índice N/L como medida para evaluar la respuesta al estrés, nuestros resultados sugieren que el índice está relacionado con el tipo de personalidad (estilos de afrontamiento).

Ambystoma ordinarium, personalidad, adaptación, cautiverio, respuesta al estrés.

II. ABSTRACT

A recommended strategy to address the current crisis of decline and extinction in amphibian populations, as in the case of the mountain the salamander *Ambystoma ordinarium*, is *ex-situ* maintenance and captive breeding. Some personality traits such as boldness, exploration and activity can be advantageous for individuals who present higher levels of them, allowing their adaptation to changing environments. Additionally, it has been observed that some behavioral traits may be linked to stress response. In order to select individuals of *Ambystoma ordinarium* who present better pre-adaptation to the conditions associated with maintenance and breeding in captivity, this study we explored the existence of behavioral traits proposed as adaptive (activity, boldness and exploration) and we evaluated the relationship of these features with the neutrophil/ lymphocyte (N/L) index as an indicator of the stress response. We found individual consistency in activity, boldness and exploration suggesting that these traits are part of the personality of *A. ordinarium*. Behavioral consistency is a main feature of personality. We also found differences among individuals in each trait. The results about the relationship between behavioral parameters (activity, boldness and exploration) and stress response showed that only exploratory behavior was correlated with the neutrophil/ lymphocyte index.

Ambystoma ordinarium, personality, adaptation, captivity, stress response.

III. INTRODUCCIÓN GENERAL

La personalidad es el conjunto de rasgos de comportamiento estables en un individuo (i.e. consistentes a través del tiempo) ante situaciones o contextos y que lo diferencian del resto de sus conespecíficos (Sih *et al.*, 2004). Los rasgos relacionados con la personalidad registrados en taxa como mamíferos, aves, peces y moluscos son: actividad, osadía, agresividad, neofobia o exploración y sociabilidad (Gosling, 2001). Adicionalmente, se ha observado que algunos rasgos de comportamiento pueden estar vinculados con la respuesta al estrés (evaluado mediante un índice neutrófilos-linfocitos N/L [Kiank *et al.*, 2006; Koolhaas *et al.*, 1999; Martin *et al.*, 2005]).

La investigación sobre personalidad animal tiene importancia práctica en aspectos de conservación (e.g. selección de individuos para reproducción en cautiverio [Chapple *et al.*, 2011; McDougall *et al.*, 2006]). Para anfibios, el estudio sobre personalidad presenta gran importancia considerando que el 41% de las especies está en riesgo (Pimm *et al.*, 2014) y una estrategia recomendada para frenar el declive de sus poblaciones es el mantenimiento y reproducción en cautiverio (IUCN 2005). Sin embargo, hasta ahora solo escasos estudios han evaluado la existencia de rasgos de personalidad en anfibios y no se ha explorado la relación con la respuesta al estrés.

Aunque se ha estudiado la variación en uso de refugios en la salamandra *Ambystoma barbouri* (Sih, 2003), variación en el nivel de actividad en la rana *Lithobates sylvaticus* (Releya, 2005) y variación en el nivel de actividad entre individuos de las salamandras *Notophtalmus viridescens* (Rohr y Madison, 2003) y *Lissotriton boscai* (Aragón, 2010), solo los estudios realizados por Smith y Doupnik (2005), sobre el nivel de actividad entre individuos de la rana *Lithobates catesbeianus*, por Carlson y Langkilde (2013) sobre actividad, exploración y osadía en larvas de (*Lithobates catesbeianus*) y por Brodin *et al.* (2013) sobre exploración y osadía en (*Rana temporaria*) han cuantificado la consistencia (repetitividad del comportamiento) del rasgo estudiado, lo cual es una característica primordial de la personalidad.

En México (país con mayor nivel de biodiversidad y endemismo de anfibios en Mesoamérica), se reporta que el 48.3% de las especies conocidas de anuros y el 69.1% de las especies de salamandras se encuentra en riesgo (Wilson *et al.* 2013). Un ejemplo es la salamandra de montaña *Ambystoma ordinarium*. La Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT la enlista como especie sujeta bajo Protección Especial (Pr) y la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2011) como especie en Peligro de Extinción (EN) por ser cuasi endémica al estado de Michoacán (Amphibiaweb, 2010) y tener un rango de distribución pequeño con porciones de su hábitat destruido debido al avance de asentamientos humanos, contaminación por desechos sólidos, realización de obras de infraestructura, aguas residuales y cambio de uso del suelo (Casas y Aguilar, 2005).

Con el propósito de contribuir en la investigación sobre personalidad en anfibios y al desarrollo de protocolos de mantenimiento y crianza en cautiverio de *A. ordinarium* como medida de seguridad en caso de su extinción en el medio silvestre, así como para la obtención de ejemplares para posibles reintroducciones en el futuro, en este estudio exploramos la manifestación de rasgos comportamentales propuestos como adaptativos (actividad, osadía y exploración) y evaluamos su relación con parámetros fisiológicos asociados con la respuesta al estrés. Los rasgos de actividad, osadía y exploración se han asociado con mayores tasas de crecimiento, alimentación, dispersión, competencia por recursos y adaptación a cambios ambientales (Cote *et al.*, 2010; Sih *et al.*, 2004; Sih *et al.*, 2012).

IV. CAPITULO I: CONCEPTO DE PERSONALIDAD Y SU RELEVANCIA COMO HERRAMIENTA PARA LA CONSERVACIÓN: UNA REVISIÓN

4.1 RESUMEN

La investigación sobre personalidad animal tiene importancia en aspectos de conservación. Se ha observado que algunos rasgos de personalidad pueden estar correlacionados ya que individuos con mayores niveles de actividad también podrían ser más osados y mayor exploración podría asociarse con mayor agresividad. Estos rasgos son favorables para los individuos que los presentan confiriéndoles mayor adaptación al favorecer su productividad (crecimiento y/o fecundidad), tasas de alimentación y dispersión, entre otros rasgos de historia de vida. Aunque se han explorado rasgos de personalidad en taxa como mamíferos, aves, peces y moluscos, la información en anfibios es escasa. Para la clase Amphibia los estudios sobre personalidad son gran importancia considerando el riesgo en el que se encuentran las poblaciones a causa principalmente a factores antropogénicos conocidos como “cambio ambiental rápido inducido por el hombre” o HIREC por sus siglas en inglés. Se ha observado, que en ocasiones los individuos criados en cautiverio enfrentan retos similares a los que ocurren durante HIREC. Para enfrentar el declive en las poblaciones de anfibios, una estrategia de conservación es su mantenimiento y crianza en cautiverio.

Con el objetivo de entender mejor el concepto de personalidad, su importancia y los avances logrados hasta ahora, se realizó una revisión de artículos científicos en diferentes grupos de vertebrados en internet y en revistas científicas con palabras clave como personalidad, síndromes de comportamiento o rasgos de personalidad. Adicionalmente se investigó el concepto de personalidad en humanos y se observaron las dicotomías y homologías con la investigación sobre personalidad animal en ecología conductual debido a que la investigación en este último campo es reciente y la personalidad como tal es compleja. Los resultados obtenidos en nuestra búsqueda de literatura sobre personalidad animal arrojan que el 36.53% de los estudios se han realizado en mamíferos, el 26.92% en peces, 17.30% en aves, 7.69% en reptiles, 5.76% en artrópodos y 5.76% en anfibios.

4.2 INTRODUCCIÓN

Debido a la interacción de amenazas asociadas a actividades humanas y sus atributos biológicos, los anfibios son el grupo de vertebrados más amenazado (Gibbons *et al.*, 2000; Monastersky, 2014). Una estrategia recientemente implementada a nivel global para conservar poblaciones de especies en peligro o amenazadas es su mantenimiento y crianza en cautiverio, ya que en ocasiones es la única alternativa de manejo disponible. La meta de estos planes es producir organismos que sean funcionalmente equivalentes a sus contrapartes en vida silvestre tanto como sea posible (Davis, 2012; Pool y Grow, 2008).

Un ejemplo de anfibio en riesgo para el estado de Michoacán, es la salamandra de montaña *Ambystoma ordinarium*. Esta especie se encuentra catalogada como especie sujeta bajo protección especial (Pr) por la NOM y como especie en peligro de extinción (EN) en IUCN debido a que es cuasiendémica al estado de Michoacán (AmphibiaWeb, 2010), su rango de distribución es menor a 500 km² y su hábitat está severamente fragmentado o se encuentra en proceso de degradación (UICN, 2010). Sin embargo, a diferencia de los anuros, la crianza en cautiverio de caudados (como las especies del género *Ambystoma*) es problemática debido a los altos niveles de agresión intraespecífica (Brodman, 2004) y a la falta de adaptación general a las condiciones en cautiverio.

Existen rasgos de personalidad que pueden servir como predictores en el éxito de adaptación a las condiciones de cautiverio, por lo que es necesario desarrollar protocolos que consideren dichos rasgos. La personalidad se ha descrito como la variación coherente en la conducta de un individuo a través de distintos contextos o situaciones nuevas y que permanece similar a través del tiempo pero que difiere con respecto a sus conespecíficos (Sih y Bell 2008; Uher 2008a). La personalidad se puede medir mediante niveles de la actividad, timidez-osadía (reacción a las amenazas) (Clark y Ehlinger, 1987; Wilson *et al.*, 1994), agresividad (reacción negativa hacia individuos de su misma especie) (Benus *et al.*, 1989), neofobia o exploración (reacción a los estímulos novedosos) (Greenberg y Mettke-Hofmann,

2001; Winkler y Leisler, 1999) y sociabilidad (reacción no agresiva hacia individuos de su misma especie) (Réale *et al.*, 2007).

Aspectos relacionados con la crianza en cautiverio de *A. ordinarium*, como el efecto de algunas condiciones de cautiverio sobre el nivel de estrés han sido desarrolladas como parte del proyecto de Manejo Integral de la Salamandra de Montaña (Gálvez- Gutiérrez *et al.*, 2015). En el presente proyecto se incrementará el entendimiento sobre el manejo en cautiverio de esta especie evaluando tres elementos de la personalidad (actividad, exploración y osadía) asociados probablemente a su adaptación a condiciones de cautiverio.

4.3 PERSONALIDAD EN HUMANOS

En el campo de la psicología la personalidad en los seres humanos se entiende como un constructo psicológico que influye en el comportamiento y está organizado en una estructura jerárquica (Allport, 1961; Fast y Funder, 2008; Maltby *et al.*, 2007). De acuerdo al modelo de cinco factores (FFM, por sus siglas en inglés), existen cinco constructos o factores estables que constituyen la personalidad humana. Estos factores son la extraversión, apertura a experiencias, escrupulosidad, neuroticismo y agradabilidad. Cada uno de ellos incluye una serie de características subordinadas que resultan en una personalidad única (Costa y McCrae, 1992; McCrae y Costa, 2008).



Figura 1. Modelo de cinco factores en la personalidad humana

Hasta hace algunas décadas se establecía que la personalidad era exclusiva en seres humanos. Sin embargo, durante los últimos años numerosos estudios demuestran que la personalidad también se presenta en animales de distintos taxa (Pervin y John, 1999), desde invertebrados hasta peces, aves, mamíferos, reptiles y anfibios (Gosling 2001; Groothuis y Carere, 2005; Sih *et al.* 2004a, b; Wilson, *et al.*, 1994).

4.4 PERSONALIDAD Y ADECUACIÓN EN ANIMALES NO HUMANOS

Aunque existen diferencias en el concepto sobre la personalidad en el campo de la psicología y la personalidad animal en biología (Gosling, 2001), esta última en ocasiones se complementa con teorías psicológicas con el propósito de entender las diferencias y similitudes en la estructura, mecanismos neuropsicológicos que subyacen a la personalidad y su historia evolutiva.

La personalidad se define tanto en psicología como en biología como la variación en los rasgos de comportamiento de un individuo dentro de una población ante una situación o contexto determinado y que es consistente a través del tiempo, es decir, la respuesta de comportamiento se mantiene similar en un individuo a lo largo de su vida, pero difiere con respecto a la del resto de sus conespecíficos (Bell, 2007; Dall *et al.*, 2004; Dingemanse y Réale, 2005; Gosling, 2001; Réale *et al.*, 2007; Sih *et al.*, 2004; Sih y Bell, 2008; Uher, 2008 a; Wilson *et al.*, 1994). Actualmente, la personalidad también se puede denominar como temperamento (Boissy, 1995; Clarke y Boinski, 1995; Réale *et al.*, 2007), estilos de afrontamiento (Koolhaas *et al.*, 1999), o rasgos de personalidad (Buss, 1991; Gosling, 2001) debido a las dicotomías existentes con la psicología y al reciente desarrollo en la investigación sobre personalidad en el campo de la biología.

La investigación sobre personalidad animal tiene como objetivo principal identificar las consecuencias que los rasgos de personalidad tienen en la adaptación de los individuos. Boake (1994), Bouchard y Loehlin (2001), Dingemanse y Réale (2005), Kólliker (2005), Smith y Blumstein (2008), Stirling *et al.* (2002) y Van Oers *et al.* (2005) señalan que se ha observado que varios rasgos de personalidad son heredables y tienen consecuencias adaptativas significativas en términos de éxito reproductivo y supervivencia. De acuerdo con Dingemanse *et al.* (2004), algunos aspectos ambientales también influyen en las consecuencias adaptativas de la personalidad (e.g. variación espacio-temporal en la disponibilidad de recursos). Bateson (1979) y Laland y Janik (2006) señalan que dado que el comportamiento puede estar formado tanto por factores innatos como aprendidos, las diferencias de comportamiento entre individuos pueden estar relacionadas con diferentes

habilidades o estrategias en el aprendizaje (Laland, 2004; Liker y Bokony, 2009; Sih y Bell, 2008). Dall *et al.* (2004), McNamara *et al.* (2009), Sih y Bell (2008) y Wolf *et al.* (2007) sugieren la personalidad podría ser mantenida por selección natural y mediante la estrategia de vida de los individuos.

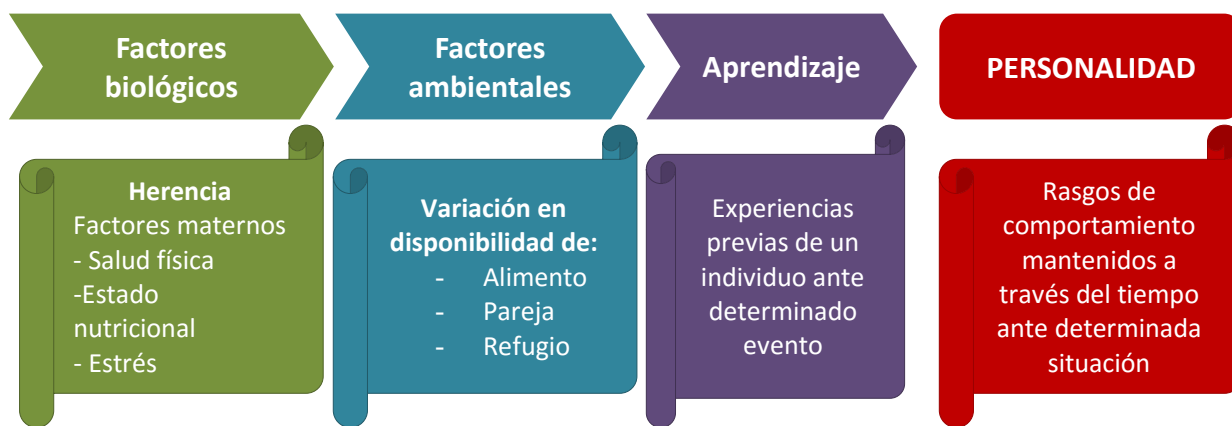


Figura 2. Factores que conforman la personalidad animal.

La investigación sobre personalidad es importante para ayudar a comprender cuáles son las causas fisiológicas y genéticas subyacentes (Dochtermann y Roff, 2010; Fidler *et al.*, 2007) y su relación con factores ecológicos relevantes como la dispersión (Dingemanse *et al.*, 2003), tasas metabólicas (Careau *et al.*, 2008), parasitismo (Barber y Dingemanse, 2010) y otros rasgos de historia de vida que tengan relevancia evolutiva. Además, identificar la relación entre la genética, funciones cerebrales, endocrinología conductual y rasgos de personalidad es de gran importancia para avanzar en el entendimiento de la personalidad humana y animal por motivos aplicados y como interés como ciencia básica.

De acuerdo con Capitanio y Widaman (2005), Gosling (2001), Gosling y John (1999) y King y Figueredo (1997), el modelo de cinco factores (FFM) que encontramos en psicología se puede extender con éxito al estudio sobre personalidad animal pues se considera que exhibe una estructura organizada similar

y varios de los constructos que conforman la personalidad humana poseen un homólogo con los rasgos de comportamiento animal (Beaton *et al.*, 2008; Gosling y John, 1999; Weiss *et al.* 2006). Estos constructos se conocen como rasgos de personalidad en los animales y de acuerdo con Groothuis y Carere (2005), Réale *et al.* (2007) y Wilson *et al.* (1994) son: el nivel general de actividad, timidez - osadía (reacción por parte de los individuos ante amenazas o situaciones potencialmente arriesgadas) (Clark y Ehlinger, 1987; Wilson *et al.*, 1994), agresividad (reacción negativa hacia individuos de su misma especie) (Benus *et al.*, 1989), neofobia - exploración (respuesta a situaciones o estímulos novedosos) (Greenberg y Mettke-Hofmann, 2001; Winkler y Leisler, 1999) y sociabilidad (reacción no agresiva hacia individuos de su misma especie) (Réale *et al.*, 2007).



Figura 3. Rasgos que conforman la personalidad animal

Sih y Bell (2008) señalan que en la mayoría de las especies se ha observado la presencia de algunos de estos rasgos y que estos en ocasiones se encuentran correlacionados por lo que no deberían proponerse como independientes sino ser considerados dentro de un constructo más amplio, formando así una personalidad en particular (Wolf y Weissing, 2012). Esta correlación entre diferentes rasgos de personalidad se conoce como síndrome de comportamiento (Sih *et al.*, 2004).

Se ha observado que en gran diversidad de especies existe variación de los rasgos de personalidad entre individuos dentro de una población, existiendo individuos más osados, agresivos y exploradores en comparación con el resto de sus conespecíficos (Huntingford, 1982; Réale *et al.*, 2007; Riechert y Hedrick, 1993; Sih *et al.*, 2004b), dichos rasgos en la personalidad de los individuos pueden favorecer su productividad (crecimiento y/o fecundidad), tasas de alimentación y otros rasgos de su historia de vida (Andersson, 1994; Biro y Stamps, 2007; Pizzari y Birkhead, 2000). Los individuos con niveles de exploración altos pueden ser capaces de localizar nuevos recursos si los tradicionales escasean y los individuos agresivos pueden ser mejores para competir por los recursos a medida que estén más limitados permitiendo que las poblaciones persistan bajo retos antropogénicos (Sih *et al.*, 2004). De acuerdo con Butlin *et al.* (2012), Carere *et al.* (2005), Sih *et al.* (2004) y Wolf y Weissing (2012), los individuos que expresan mayores niveles de actividad también podrían mostrar mayores niveles de osadía, o la tendencia exploratoria podría asociarse con mayor agresividad. Además, los individuos más osados y agresivos pueden tener mayor probabilidad de dispersarse en comparación con sus contrapartes tímidas, siendo así más propensos a explorar hábitats novedosos y conduciendo posiblemente a la divergencia evolutiva y contribuir a varias formas de aislamiento reproductivo debido a que la personalidad de los individuos en dispersión a menudo difieren con respecto a los individuos que permanecen en la población de origen (Cote *et al.*, 2010; Sih *et al.*, 2012). Sin embargo, DeWitt *et al.* (1998) mencionan que si el objetivo de los individuos es adaptarse, el ajustar su comportamiento de acuerdo a las condiciones por las que pasan, incluyendo su estado interno (fisiológico) sería lo más adecuado. La opción de los individuos debería ser una estrategia intermedia (comportamiento ni muy osado ni muy tímido), ya que modificar o quitar la tendencia general de comportamiento, o construir una fisiología que pueda mantener un metabolismo diferente, requieren tiempo y energía para renovar totalmente el mecanismo neural. Del mismo modo, si la información acerca de un ambiente inmediato es incierto, el mantener su comportamiento y evadir el riesgo de cometer un error sería lo más adecuado (McElreath y Strimling, 2006).

Aunque se ha observado que tanto la personalidad como la plasticidad pueden influenciar la adecuación de los individuos, pocos estudios han evaluado ambos aspectos de manera simultánea. Betini y Norris (2012) realizaron un estudio con golondrinas de la especie *Tachycineta bicolor* para probar la hipótesis de la calidad individual. Esta hipótesis establece que individuos con rasgos exploratorios, osados y agresivos serán mejores respondiendo a cambios en el ambiente (alto grado de plasticidad). Para examinar esta hipótesis consideraron el nivel de agresividad (rasgo de personalidad) al momento de defender los nidos y la habilidad de los individuos para ajustar este comportamiento en respuesta a los cambios de temperatura (plasticidad). Se encontró que los individuos más agresivos fueron capaces de adaptarse mejor a los cambios en el ambiente. De igual manera Kontiainen *et al.* (2009), observaron que en una población de búhos de la especie *Strix uralensis* en Finlandia, los individuos más agresivos defendiendo sus nidos, también fueron mejores ajustándose a la variación en la densidad de presas y tuvieron un mayor éxito reproductivo.

En aves como el pájaro carbonero (*Parus major*) (Dingemanse *et al.*, 2004), el estornino pinto (*Sturnus vulgaris*) (Minderman *et al.*, 2009) y el papamoscas collarino (*Ficedula albicollis*) (Garamszegi *et al.*, 2008), se ha observado que la tendencia exploratoria y la agresividad tienen consecuencias adaptativas en los individuos. Esto también ha sido reportado en mamíferos como el ratón lémur (*Microcebus murinus*) (Dammhahn, 2009) y el perro (*Canis familiaris*) (Svartberg *et al.*, 2005), así como en el pez guppy (*Poecilia reticulata*) (Burns, 2008).

Otros estudios empíricos que se han realizado sobre personalidad se muestran en la tabla 1. En ella se observa evidencia de la relación que existe entre los rasgos de personalidad, crecimiento, fecundidad, rasgos en la historia de vida y la tasa de ingesta de alimentos (Biro y Stamps, 2007).

Tabla 1. Estudios realizados sobre personalidad y su relación con el crecimiento, fecundidad, rasgos en la historia de vida y la tasa de ingesta de alimento

ESPECIE	RASGO	ALIMENTO	CRECIMIENTO	FECUNDIDAD	VIDA	REFERENCIA
ARTRÓPODOS						
caballito del diablo (<i>Coenagrion hastulatum</i>)	ACT	+	+		-	Brodin y Johansson, 2004
pez araña (<i>Dolomedes triton</i>)	AGRE, OSA	+	+	+		Johnson y Sih, 2005
polilla (<i>Cydia pomonella</i>)	ACT		no hay correlación	-	-	Gu <i>et al.</i> , 2006
AVES						
carbonero común (<i>Parus major</i>)	EXP			Puede o no existir correlación	Puede o no existir correlación	Dingemanse <i>et al.</i> , 2004 Both <i>et al.</i> , 2005
codorniz japonesa (<i>Coturnix coturnix japonica</i>)	AGRE	+	+			Yang <i>et al.</i> , 1998
gallina (<i>Gallus gallus</i>)	OSA			+		Barnett <i>et al.</i> , 1992
pavo doméstico (<i>Meleagris gallopavo</i>)	ACT		+			Huff <i>et al.</i> , 2007
PECES						
peje rey (<i>Menidia menidia</i>)	OSA	+	+	+		Walsh <i>et al.</i> , 2006
espinoso (<i>Gasterosteus aculeatus</i>)	OSA	+	+			Ward <i>et al.</i> , 2004
trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	AGRE, ACT	+	+			Schjolden <i>et al.</i> , 2006 Pottinger, 2006 Pottinger y Carrick, 2001
trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	OSA	+	+			Overli <i>et al.</i> , 2006
trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	ACT, OSA	+	+		-	Biro <i>et al.</i> , 2006 Biro <i>et al.</i> , 2007 Biro <i>et al.</i> , 2004
trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	AGRE	+	+			McCarthy, 2001
salmón atlántico (<i>Salmo salar</i>)	AGRE	+	+			Metcalfe <i>et al.</i> , 1995 Metcalfe <i>et al.</i> , 1988
salmón masou (<i>O. masou</i>)	AGRE	+	+			Yamamoto <i>et al.</i> , 1998

Continuación Tabla1

ESPECIE	RASGO	ALIMENTO	CRECIMIENTO	FECUNDIDAD	VIDA	REFERENCIA
MAMÍFEROS						
borrego cimarrón (<i>Ovis canadensis</i>)	OSA			+	+	Reale <i>et al.</i> , 2000 Reale y Festa-Bianchet, 2003
ganado vacuno (<i>Bos taurus</i> x <i>B.indicus</i>)	OSA	no hay correlación	+			Petherick <i>et al.</i> , 2002
ganado vacuno (<i>Bos taurus</i>)	ACT, OSA	+	+			Muller y Von Keyserlingk, 2006
ganado vacuno (<i>Bos taurus</i> x <i>B.indicus</i>)	OSA		+/- no hay correlación			Burrow y Dillon, 1997
mithuns (<i>Bos frontalis</i>)	AGRE, ACT		+			Mondal <i>et al.</i> , 2006
cerdo doméstico (<i>Sus scrofa domestica</i>)	OSA	+	+			Geverink <i>et al.</i> , 2004
cerdo doméstico (<i>Sus scrofa domestica</i>)	OSA			+		Janczak <i>et al.</i> , 2003
campañol (<i>Microtus pennsylvanicus</i>)	ACT		+			Berteaux <i>et al.</i> , 1996
ratón doméstico (<i>Mus musculus</i>)	ACT	+	+	+		Rauw, 2006 Rauw, <i>et al.</i> , 2000 Rauw <i>et al.</i> , 1999
ratón doméstico (<i>Mus musculus</i>)	ACT		+	+	-	Wirth-Dzieciolowska <i>et al.</i> , 1996, 2005 Wirth-Dzieciolowska y Czuminiska, 2000
REPTILES						
lagartija común (<i>Lacerta vivipara</i>)	ACT		+			Clobert <i>et al.</i> , 2000
HUMANO						
humano (<i>Homo sapiens</i>)	OSA		+			Darlington y Wright, 2006 Pesonen <i>et al.</i> , 2006

OSA= osadía, ACT= actividad, AGRE= agresividad, EXP= exploración

También en primates se han realizado estudios sobre personalidad, Silk *et al.* (2003, 2009) reportan que en hembras de babuino (*Papio cynocephalus*), el tamaño de la sociedad se correlaciona positivamente con la adecuación. Sin embargo, se desconoce cómo y si el tamaño de la sociedad depende de la personalidad de los integrantes. En contraste, Weinstein y Capitanio (2008) sugieren que la personalidad (actividad y calma) en juveniles de macacos rhesus, predice el número de relaciones sociales. En chimpancés (Anestis, 2005) y monos terciopelo (*Chlorocebus aethiops*) (Fairbanks *et al.*, 2004), algunos rasgos de personalidad (agresividad y reactividad en chimpancés e impulsividad en monos terciopelo) predice el estatus de los machos, lo cual influye en su adecuación.

4.5 PERSONALIDAD EN ANFIBIOS

Aunque en distintos grupos de vertebrados se ha realizado investigación sobre personalidad, la información con la que se cuenta en anfibios es muy escasa. Se ha observado la variación entre hermanos en uso de refugios en la especie *Ambystoma barbouri* (Sih, 2003), así como la variación en el nivel de actividad en la rana *Lithobates sylvaticus* (Releya, 2005) y la variación entre individuos en niveles de actividad en las salamandras *Notophthalmus viridescens* (Rohr y Madison, 2003) y *Lissotriton boscai* (Aragón, 2001), así como en la rana *Lithobates catesbeianus* (Smith y Doupnik, 2005). Sin embargo, solamente en el estudio realizado por Smith y Doupnik (2005) se cuantificó la repetitividad de comportamientos exhibidos en el nivel de actividad como una medida de consistencia individual. La consistencia en los rasgos de comportamiento de un individuo es una característica primordial de la personalidad y es fundamental para interpretar su significado evolutivo y ecológico (Bradley y Langkilde, 2013). El estudio sobre la personalidad animal puede servir como herramienta en acciones de conservación como en los programas de reintroducción y mantenimiento y crianza en cautiverio de especies amenazadas o en peligro de extinción (Bloxam y Tonge, 1995; Gagliardo *et al.*, 2010; Griffiths y Pavajeau, 2008) como es el caso de algunas especies de anfibios. Los anfibios son el grupo de vertebrados en mayor amenaza actualmente (Gibbons *et al.*, 2000) a pesar de la riqueza de especies con las que cuenta (~ 7,649) (Stuart *et al.*, 2004), sus diversos modos reproductivos e historias de vida (Wells, 2007) y la importancia que tienen en el funcionamiento de los ecosistemas en los que habitan (Stuart *et al.*, 2004). Se considera por la IUCN que a nivel global aproximadamente el 41 % de las especies se encuentran en alguna categoría de riesgo (Monastersky, 2014). Aunque las causas en la disminución de las poblaciones de anfibios es variable y compleja (D'Amen y Bombi, 2009; Kerby *et al.*, 2009; Rohr *et al.*, 2008), algunas se deben a factores de origen antropogénico como: deforestación, urbanización, cambio climático, introducción de especies exóticas, nuevos depredadores o parásitos, la extinción local de recursos alimenticios preferidos y la reubicación hacia nuevas áreas (Collins y Crump, 2009). Investigadores como Sih *et al.* (2011) se refieren a

estos cambios como “cambio ambiental rápido inducido por el hombre” o HIREC por sus siglas en inglés.



Figura 4. Factores de origen antropogénico involucrados en la disminución de las poblaciones de anfibios (HIREC).

A pesar que el éxito de los programas de reproducción y crianza en cautiverio varía (Griffiths y Pavajeau, 2008), para muchas especies de anfibios al borde de la extinción, esta es la única herramienta de gestión viable que queda. La meta de este tipo de programas es conseguir individuos saludables, que sean funcionalmente equivalentes a sus contrapartes en vida silvestre tanto como sea posible para asegurar su máxima adecuación (Davis, 2012; Pool y Grow, 2008).

Se ha observado que los individuos criados en cautiverio en ocasiones se enfrentan a retos similares a los que ocurren durante HIREC, por ejemplo, una mayor proximidad humana, limitación del comportamiento natural y presencia de climas alterados. Los paralelismos entre HIREC y cautiverio sugieren que podría ser posible predecir si los individuos se establecerán adecuadamente al ser reintroducidos a sus nuevos hábitats naturales, además de mejorar la comprensión sobre los mecanismos que contribuyen a que un individuo prospere o fracase a HIREC (Mason *et al.*, 2013).

Sin embargo, la crianza y reproducción en cautiverio para algunos anfibios como en el caso de los caudados (salamandras), especialmente las especies del género *Ambystoma*, representa un desafío debido a la naturaleza agresiva con la

que cuentan y a su tendencia a canibalizar a sus conespecíficos (Brodman, 2004; Semlitsch y Reichling, 1989; Walls y Blaustein, 1995; Wildy *et al.*, 2001;), además de la falta de adaptación general por parte de los individuos hacia las condiciones en cautiverio y a los altos niveles de estrés que presentan bajo estas condiciones en contraste con los anuros (ranas y sapos), donde la reproducción y crianza en cautiverio es relativamente fácil considerando que los individuos metamorfoseados pueden ser criados fácilmente. Por lo tanto, para las especies de caudados bajo alguna categoría de riesgo, sería importante desarrollar protocolos que consideren rasgos de personalidad que ayuden al éxito en su mantenimiento y reproducción en cautiverio con el propósito de mitigar el declive de sus poblaciones.

Un ejemplo de caudado candidato a dichos planes de conservación es la salamandra de montaña (*Ambystoma ordinarium*). Esta especie es cuasiendémica a Michoacán donde habita arroyos y manantiales de los bosques al noreste del estado. Ortega- Gómez (2006) mencionan que la distribución de *A. ordinarium* se registra para los municipios de Morelia, Pátzcuaro, Quiroga, Tacámbaro, Salvador Escalante, Tzitzio, Zinapécuaro y principalmente Ciudad Hidalgo. *A. ordinarium* se encuentra catalogada por la IUCN como especie en peligro de extinción (Endangered, EN) (UICN, 2011) y como especie sujeta bajo protección especial (Pr) por la Norma Oficial Mexicana, ya que el área de distribución en donde se localiza es menor a 500 km² y sus hábitats están severamente fragmentados o se encuentran en proceso de degradación.

4.6 LITERATURA CITADA

- AmphibiaWeb. 2010. <http://amphibiaweb.org>
- Allport GW. 1961. Pattern and growth in personality. Macmillan, New York
- Anestis
- Andersson M. 1994. Sexual selection. Princeton, NJ: Princeton University Press
- Anestis SF. 2005. Behavioral style, dominance rank, and urinary cortisol in young chimpanzees (*Pan troglodytes*). Behaviour 142:1245–1268
- Aragón P. López P. Martín J. 2001. Seasonal changes in activity and spatial and social relationships of the Iberian rock lizard, *Lacerta monticola*. Canadian journal of zoology. 79 (11), 1965-1971
- Barber, I. y Dingemanse, N.J. 2010. Parasitism and the evolutionary ecology of animal personality. Philosophical Transactions of the Royal Society of London Series B. 365, 4077-4088.
- Bateson, P. 1979. How do sensitive periods arise and what are they for. Anim. Behav. 27, 470–486.
- Beaton EA, Schmidt LA, Schulkin J, Antony MM, Swinson RP, Geoffrey B. 2008. Differential neural responses to stranger and personally familiar faces in shy and bold adults. Behav Neuroscience. 122:704–709
- Bell AM. 2007. Future directions in behavioral syndromes research. Proc R Soc Lond B Biol Sci. 274:755–761.
- Benus, R. F., Bohus, B., Koolhaas, J. M. Van Oortmerssen, G. A. 1989. Behavioral strategies of aggressive and non-aggressive male mice in active shock avoidance. Behav. Processes 20, 1–12.

Betini G.S. Norris D.R. 2012. The relationship between personality and plasticity in tree swallow aggression and the consequences for reproductive success. *Animal Behaviour*. 83 (2012) 137-143

Biro PA, Stamps J. 2007. Are animal personality traits linked to life-history productivity? *Trends Ecol Evol*. 23: 361-368

Bloxam, Q. M. C., Tonge, S. 1995. Amphibians: suitable candidates for breeding-release programmes. *Biodiversity and Conservation*. 4: 636-644.

Boake, C. R. B. 1994. *Quantitative Genetic Studies of Behavioral Evolution*. Chicago: University of Chicago Press.

Boissy, A. 1995. Fear and fearfulness in animals. *Q. Rev. Biol.* 70, 165–191

Bouchard, T.J. Loehlin, J.C. (2001). Genes, evolution and personality. *Behav. Gen.* 31, 243–273

Bradley E. C. Tracy Langkilde. 2013. Personality Traits Are Expressed in Bullfrog Tadpoles during Open-Field Trials. *Journal of Herpetology*: June 2013, Vol. 47, No. 2, pp. 378-383.

Brodman R. 2004. Intraguild predation on congeners affects size, aggression, and survival among *Ambystoma* salamander larvae. *Journal of Herpetology*. 38:21–26.

Burns J.G. 2008. The validity of three tests of temperament in guppies (*Poecilia reticulata*). *J Comp Psychol*. 122:344–356

Buss, D.M. 1991. Evolutionary personality psychology. *Annu. Rev. Psychol.* 42, 459–491

Butlin, R. DeBelle, A. Kerth, C. Snook, RR. 2012. What do we need to know about speciation? *Trends Ecol. Evol.* 27, 27–39

Capitanio JP, Widaman KF. 2005. Confirmatory factor analysis of personality structure in adult male rhesus monkeys (*Macaca mulatta*). *Am J Primatol.* 65:289–294

Careau V, Thomas D, Humphries M. M. Réale D. 2008. Energy metabolism and animal personality. *Oikos.* 117, 641–653.

Carere, C., Drent, P. J., Koolhaas, J. M. Groothuis, T. G. G. 2005. Epigenetic effects on personality traits: early food provisioning and sibling competition. *Behaviour.* 142, 1335–1361.

Clark, A. B. Ehlinger, T. J. 1987. Pattern and adaptation in individual behavioral differences. In *Perspectives in ethology* (eds P. P. G. Bateson. P. H. Klopfer), pp. 1–47. New York, NY: Plenum Press.

Clarke, A.S. Boinski, S. 1995. Temperament in nonhuman primates. *Am. J. Primatol.* 37: 103-125.

Collins J. P., Crump, M. L. 2009. Extinction in our times. *Global amphibian decline.* Oxford university press inc. pp.1- 304

Costa PT Jr, McCrae RR. 1992. Four ways five factors are basic. *Pers Individ Dif.* 13:635–665

Cote, J., Clobert, J., Brodin, T., Fogarty, S. Sih, A. 2010b. Personality-dependent dispersal: characterization, ontogeny and consequences for spatially structured populations. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 365, 4065–4076.

D'Amen, M., and P. Bombi. 2009. Global warming and biodiversity: evidence of climate-linked amphibian declines in Italy. *Biological Conservation* 142:3060–3067.

Dall, S. R. X., Houston, A. I. McNamara, J. M. 2004. The behavioral ecology of personality: consistent individual differences from an adaptive perspective. *Ecol. Lett.* 7, 734–739.

Dammhahn M. 2009. What mediates personality variation in grey mouse lemurs (*Microcebus murinus*)? *Folia Primatol.* 80:115

Davis A. K. 2012. Investigating the optimal rearing strategy for *Ambystoma* salamanders using a hematological stress index. *Herpetological Conservation and Biology.* 7(1):95–100.

DeWitt, T.J., Sih, A. Wilson, D.S. 1998. Costs and limits of phenotypic plasticity. *Trends Ecol. Evol.* 13, 77–81.

Dingemanse N. J. Réale, D. 2005. Natural selection and animal personality. *Behaviour.* 142, 1159–1184.

Dingemanse N. J. Both C. Drent P. J. Tinbergen J. M. 2004. Fitness consequences of avian personalities in a fluctuating environment. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 271, 847–852.

Dingemanse N. J. Both, C. van Noordwijk, A. J. Rutten A. L. Drent P. J. 2003. Natal dispersal and personalities in great tits (*Parus major*). *Proc. R. Soc. B.* 270, 741–747.

Dochtermann N. A. Roff, D. A. 2010. Applying a quantitative genetics framework to behavioural syndrome research. *Phil. Trans. R. Soc. B.* 365, 4013–4020.

Fairbanks LA. Jorgensen MJ. Huff A. Blau K. Hung YY. Mann JJ. 2004. Adolescent impulsivity predicts adult dominance attainment in male vervet monkeys. *Am J Primatol.* 64:1–17.

Fast LA. Funder DC. 2008. Personality as manifest in word use: correlations with self-report, acquaintance report and behavior. *J Pers Soc Psychol.* 94:334–346

Fidler A. E. van Oers K. Dren P. J. Kuhn S. Mueller J. C. Kempenaers B. 2007. *Drd4* gene polymorphisms are associated with personality variation in a passerine bird. *Proc. R. Soc. B.* 274, 1685–1691.

Gagliardo, R., E. Griffith, R. Hill, H. Ross, J.R. Mendelson, E. Timpe, B. Wilson. 2010. Observations on the captive reproduction of the Horned Marsupial Frog *Gastrotheca cornuta* (Boulenger 1898). *Herpetological Review* 41:52–58.

Gálvez- Gutiérrez A., Alvarado-Díaz J. Meléndez- Herrera E. 2015. Evaluación de Diferentes Condiciones de Mantenimiento en Cautiverio de *Ambystoma ordinarium* Usando un Índice Hematológico de Medición de Estrés. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología.

Garamszegi, L. Z., Rosivall, B., Hegyi, G., Szollosi, E., Torok, J. & Eens, M. 2006b. Determinants of male territorial behavior in a Hungarian flycatcher population: plumage traits of residents and challengers. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 60, 663–671

Gibbons JW, et al. 2000. The global decline of reptiles, déjà vu amphibians. *BioScience* 50: 653–666.

Gosling, S. D. John, O. P. 1999. Personality dimensions in nonhuman animals: a cross- species review. *Curr. Dir. Psychol. Sci.* 8, 69–75

Gosling, S. D. 2001 From mice to men: what can we learn about personality from animal research? *Psychol. Bull.* 127, 45–86.

Greenberg, R. Mettke-Hofmann, C. 2001. Ecological aspects of neophobia and neophilia in birds. *Current Ornithology*, 16, 119– 178

Griffiths RA, Pavaeau L. 2008. Captive breeding, reintroduction, and the conservation of amphibians. *Conserv Biol.* 22(4):852-61.

Groothuis, T. G. G. Carere, C. 2005 Avian personalities: characterization and epigenesis. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 29, 137–150.

Huntingford, F.A. 1982. Do inter- and intraspecific aggression varies in relation to predation pressure in sticklebacks? *Anim. Behav.*, 30, 909–916

Kerby, J. L., K. L. Richards-Hrdlicka, A. Storfer, D. K. Skelly. 2009. An examination of amphibian sensitivity to environmental contaminants: are amphibians poor canaries? *Ecology Letters* 13:60–67.

King JE, Figueredo AJ. 1997. The five-factor model plus dominance in chimpanzee personality. *J Res Pers* 31:257–271

Kolliker, M. 2005. Ontogeny in the family. *Behavior Genetics*, 35, 7–18

Kontinen, P., Pietinen, H., Huttunen, K., Karell, P., Kolunen, H. Brommer, J. E. 2009. Aggressive Ural Owl mothers recruit more offspring. *Behav. Ecol.* 20, 789–796.

Koolhaas, J. M., Korte, S. M., de Boer, S. F., van der Vegt, B. J., van Reenen, C. G., Hopster, H., de Jong, I. C., Ruis, M. A. W. Blokhuis, H. J. 1999 Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 23, 925–935.

Laland, K. N., & Janik, V. M. 2006. The animal cultures debate. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(10), 542-547.

Laland KN. 2004. Social learning strategies. *Learning and Behavior* 32:4–14

Liker, A. & Bokony, V. 2009. Larger groups are more successful in innovative problem solving in house sparrows. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 106, 7893–7898.

Maltby J, Day L, Macaskill A. 2007. Personality, individual differences and intelligence. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ

Mason, G. J., Burn, C., Dallaire, J., Jeschke, J. Kroshko, J. 2013. Plastic animals in cages: behavioural flexibility and responses to captivity. *Animal Behaviour*, 85, 1113-1126.

McCrae RR, Costa PT Jr (2008) The five-factor theory of personality. In: John OP, Robins RW, Pervin LA (eds) *Handbook of personality: theory and research*, 3rd edn. Guilford Press, New York, pp 159–181

McElreath, R. & Strimling, P. 2006 How noisy information and individual asymmetries can make 'personality' an adaptation: a simple model. *Anim. Behav.* 72, 1135– 1139.

McNamara JM, Stephens PA, Dall SRX, Houston AO. 2009. Evolution of trust and trustworthiness: social awareness favours personality differences. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 276:605–613

Minderman J, Reid JM, Evans PGH, Whittingham MJ. 2009. Personality traits in wild starlings: exploration behavior and environmental sensitivity. *Behav Ecol* 20:830–837

Monastersky R., 2014. Biodiversity: life- a status report. *Nature*.516:159-161

Ortega- Gómez 2006. Distribución y propuesta de áreas prioritarias para la conservación del genero *Ambystoma* en Michoacán

Pervin, L. John, O. P. 1999 Handbook of personality: theory and research. New York, NY: Guilford Press.

Pizzari T, Birkhead TR. 2000 Female feral fowl eject sperm of subdominant males. *Nature* 405, 787–789.

Reale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T. Dingemanse, N. J. 2007 Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biol. Rev.* 82, 291–318.

Relyea R.A. 2005 The heritability of inducible defenses in tadpoles. *J. Evol. Biol.* 18, 856–866.

Riechert, S.E. y Hedrick, A.V. 1993. A test of correlations among fitness-related behavioral traits in the spider, *Agelenopsis aperta* (*Araneae, Agelinadae*). *Anim. Behav.*, 46, 669–675.

Rohr, J.R., T. R. Raffel, J.M. Romansic, Hmccallum, P. J.Hudson. 2008. Evaluating the links between climate, disease spread, and amphibian declines.

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America 105:17436–17441.

Rohr, J. R., y D. M. Madison. 2003. Dryness increases predation risk in efts: support for an amphibian decline hypothesis. *Oecologia* 135:657–664.

Semlitsch, R.D., S.B. Reichling. 1989. Density- dependent injury in larval salamanders. *Oecologia* 81:100–103

Sih, A., Ferrari, M. C. O. Harris, D. J. 2011. Evolution and behavioral responses to human induced rapid environmental change. *Evolutionary Applications*. 4,367-387.

Sih, A., Bell, A. M., Johnson, J. C. Ziemba, R. E. 2004. Behavioral syndromes: an integrative overview. *Quarterly Review of Biology*, 79,241e277.

Sih A, Bell A, Johnson JC. 2004. Behavioral syndromes: an ecological and evolutionary overview. *Trends Ecol Evol*. 19:372–378.

Sih, A., Cote, J., Evans, M., Fogarty, S., Pruitt, J. 2012. Ecological implications of behavioural syndromes. *Ecology Letters*, 15(3), 278-289.

Sih A, 2003. Understanding variation in behavioural responses to human-induced rapid environmental change: a conceptual overview. *Animal Behaviour* 85 (2013) 1077-1088.

Sih, A. Bell, A. M. 2008 Insights for behavioral ecology from behavioral syndromes. In *Advances in the study of behavior* (eds H. J. Brockman, T. J. Roper, M. Naguib, K. E. Wynne-Edwards, C. Barnard. J. C. Mitani), vol. 38, pp. 227–281. San Diego, CA: Elsevier Academic Press Inc.

Silk JB, Alberts SC, Altmann J. 2003. Social bonds of female baboons enhance infant survival. *Science* 302:1231–1234.

Silk JB, Beehner JC, Bergman TJ, Crockford C, Engh AL, Moscovice LR, Wittig RM, Seyfarth RM, Cheney DL. 2009. The benefits of social capital: close social

bonds among female baboons enhance offspring survival. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 276:3099–3104.

Smith BR, Blumstein DT. 2008. Fitness consequences of personality: a meta-analysis. *Behav Ecol* 19:448–455.

Smith, G. R. Doupnik, B. L. 2005. Habitat use and activity level of large American bullfrog tadpoles: choices and repeatability. *Amphibia-Reptilia*, 26, 549–552

Stirling, D. G., Re ´ale, D. & Roff, D. A. 2002 Selection, structure and the heritability of behaviour. *J. Evol. Biol.* 15, 277–289.

Stuart SN, Chanson JS, Cox NA, Young BE, Rodrigues ASL, Fischmann DL . 2004. Status and trends of amphibian declines and extinctions worldwide. *Science* 306: 1783–1786.

Svartberg K, Tapper I, Temrin H, Radesater T, Thorman S. 2005. Consistency of personality traits in dogs. *Anim Behav* 69:283–291

Uher J. 2008a. Comparative personality research. *Eur J Pers* 22:427–455

UICN, 2011. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org

Van Oers, K., de Jong, G., van Noordwijk, A. J., Kempenaers, B. Drent, P. 2005. Contributions of genetics to the study of animal personalities: a review of case studies. *J. Behaviour* 142, 1185–1206.

Walls, S.C., and A.R. Blaustein. 1995. Larval Marbled Salamanders, *Ambystoma opacum*, eat their kin. *Animal Behaviour* 50:537–545

Weinstein TAR, Capitanio JP. 2008. Individual differences in infant temperament predict social relationships of yearling rhesus monkeys, *Macaca mulatta*. *Anim Behav* 76:455–465

Weiss A, King JE, Perkins L. 2006. Personality and subjective well-being in orangutans (*Pongo pygmaeus* and *Pongo abelii*). *J Pers Soc Psychol* 90:501–511

Wells, K. D. 2007. The Ecology and Behavior of Amphibians. University of Chicago Press, Chicago.

Wildy, E.L., D.P. Chivers, J.M. Kiesecker, A.R. Blaustein. 2001. The effects of food level and conspecific density on biting and cannibalism in larval Long-toed Salamanders, *Ambystoma macrodactylum*. *Oecologia* 128:202–209.

Wilson, D. S., Clark, A. B., Coleman, K. y Dearstyne, T. 1994. Shyness and boldness in humans and other animals. *Trends Ecol. Evol.* 9, 442–446.

Winkler, H. y Leisler, B. 1999. Exploration and curiosity in birds: functions and mechanisms. In: Proceedings of the 22nd International Ornithological Congress, Durban (Ed. by N. J. Adams & R. H. Slotow), pp. 915–932. Johannesburg: Birdlife South Africa.

Wolf, M., van Doorn, G. S., Leimar, O. y Weissing, F. J. 2007. Life-history trade-offs favour the evolution of animal personalities. *Nature* 447, 581–584.

Wolf, M. and Weissing, F.J. 2012. Animal personalities: consequences for ecology and evolution. *Trends Ecol. Evol.* 27, 452–461

V. CAPITULO II: LA RESPUESTA AL ESTRÉS COMO INDICADOR DE PERSONALIDAD

5.1 RESUMEN

Se ha observado que algunos rasgos de comportamiento que conforman la personalidad animal pueden estar vinculados con la respuesta al estrés. La respuesta al estrés es generada por un individuo a partir de una situación o evento que perciba como potencialmente amenazante a su homeostasis (equilibrio fisiológico) y supervivencia. La respuesta al estrés se da en un individuo con el propósito de regresarlo a su estado de equilibrio. Durante la respuesta al estrés se desencadenan en el individuo una serie de respuestas fisiológicas como la liberación de hormonas glucocorticoides. Las hormonas glucocorticoides influyen sobre el sistema inmunológico y cuando la respuesta al estrés se mantiene durante periodos prolongados de tiempo (estrés crónico), los glucocorticoides provocan una movilización diferencial de leucocitos circulantes en sangre, específicamente, un aumento en el número de neutrófilos y disminución en las poblaciones de linfocitos. Debido a la necesidad de considerar un mayor número de parámetros que ayuden a definir mejor la personalidad animal, en este estudio consideramos la respuesta a estrés en adición con parámetros comportamentales. La respuesta al estrés se evaluó mediante frotis sanguíneo, lo cual tiene la ventaja de no tener que sacrificar al individuo, además de conferir ventaja en tiempo, ya que en anfibios el tiempo de generación de neutrófilos oscila entre dos y cinco días por lo que la muestra no se ver afectada por la manipulación de los ejemplares. En este capítulo se presentan los resultados de una búsqueda de literatura en sitios web con el objetivo de explicar la respuesta al estrés y entender los mecanismos fisiológicos y comportamentales en diferentes especies. Hasta ahora, los estudios que se han realizado evalúan la respuesta al estrés generalmente en animales domésticos o de laboratorio. No se encontró literatura que relacione rasgos de comportamiento con la respuesta al estrés en anfibios.

5.2 INTRODUCCIÓN

Se ha observado en poblaciones silvestres que existen individuos con diferentes tipos de personalidad (Huntingford, 1982; Réale *et al.*, 2007; Riechert y Hedrick, 1993; Sih *et al.*, 2004b). La personalidad está conformada por una serie de comportamientos con características subordinadas, por lo que ha sido muy difícil de definir (Costa y McCrae, 1992; McCrae y Costa, 2008). Sin embargo, se han logrado avances en humanos y en diversos taxa de vertebrados e invertebrados. A menudo, los estudios sobre personalidad son muy restrictivos debido a que se evalúan pocos comportamientos ante una situación determinada, los cuales puede deberse a estereotipias.

Debido a que la personalidad es muy compleja y su investigación es reciente, se ha sugerido considerar un mayor número de parámetros que permitan lograr una mejor definición. Se ha observado que ante una situación o evento que comprometa la homeostasis (equilibrio fisiológico) y supervivencia de un individuo, a nivel fisiológico se desencadenan una serie de respuestas encaminadas a regresarlo a su estado de equilibrio. Esto se conoce como respuesta al estrés. Una situación o evento es estresante dependiendo de la interpretación que el individuo genere en función de factores genéticos, ecológicos y sobre todo de su experiencia previa (aprendizaje) (Dingemanse *et al.*, 2003; Dochtermann y Roff, 2010; Fidler *et al.*, 2007). Con base en la respuesta que el individuo genere ante un estresor, se pueden distinguir dos estilos de afrontamiento (i.e. tipos de personalidad): proactivo o reactivo (Koolhaas *et al.*, 1999). Los individuos proactivos presentan control territorial y niveles elevados de agresividad, mientras que los individuos reactivos presentan inmovilidad o bajos niveles de actividad y agresividad. Estudios realizados en ratas de laboratorio indican que los individuos proactivos responden ante el estrés con niveles elevados de glucocorticoides pero mantenidos durante periodos cortos de tiempo. En contraste, los individuos reactivos, mantienen el nivel de glucocorticoides elevado durante periodos prolongados de tiempo (Kiank *et al.*, 2006; Martin *et al.*, 2005). Los glucocorticoides tienen influencia sobre el sistema inmunológico provocando un incremento en el número de neutrófilos y disminución de linfocitos.

5.3 PERSONALIDAD Y ESTRÉS EN ANIMALES

Investigadores como Huntingford (1982), Réale *et al.* (2007), Riechert y Hedrick (1993) y Sih *et al.* (2004b), reportan que en poblaciones silvestres existen individuos con diferencias en rasgos de personalidad. La definición sobre personalidad ha sido complicada al ser un conjunto de rasgos con una serie de características subordinadas que influyen en el comportamiento de los individuos (Allport, 1961; Fast y Funder, 2008; Maltby *et al.*, 2007; McCrae y Costa, 2008) y que se mantienen similares a lo largo su la vida ante una situación o contexto determinado pero difieren con respecto a los de sus conespecíficos originando una personalidad única para cada organismo (Bell, 2007; Dall *et al.*, 2004; Dingemanse y Réale, 2005; Gosling, 2001; Réale *et al.*, 2007; Sih *et al.*, 2004; Sih y Bell, 2008; Uher, 2008 a; Wilson *et al.*, 1994). Debido a algunas dicotomías existentes entre psicología y la investigación sobre personalidad animal en biología (Gosling, 2001), actualmente la personalidad animal también se denomina como temperamento (Boissy, 1995; Clarke y Boinski, 1995; Réale *et al.*, 2007), estilos de afrontamiento (Koolhaas *et al.*, 1999), o rasgos de personalidad (Buss, 1991; Gosling, 2001). Sin embargo, a pesar de los conflictos presentes en el estudio de la personalidad, se han logrado algunos avances, tanto en seres humanos como en poblaciones de animales (Invertebrados: Brodin y Johansson, 2004; Gu *et al.*, 2006; Johnson y Sih, 2005. Vertebrados. Peces: Biro *et al.*, 2004, 2006, 2007; McCarthy, 2001; Metcalfe *et al.*, 1988, 1995; Overli *et al.*, 2006; Pottinger, 2006; Schjolden *et al.*, 2006; Walsh *et al.*, 2006; Ward *et al.*, 2004; Yamamoto *et al.*, 1998. Reptiles: Clobert *et al.*, 2000. Mamíferos: Berteaux *et al.*, 1996; Geverink *et al.*, 2004; Janczak *et al.*, 2003; Petherick *et al.*, 2002; Rauw, 2006; Réale *et al.*, 2000; Wirth-Dzieciolowska *et al.*, 1996, 2005. Aves: Barnett *et al.*, 1992; Both *et al.*, 2005; Dingemanse *et al.*, 2004; Huff *et al.*, 2007; Yang *et al.*, 1998. Humanos: Darlington y Wright, 2006; Pesonen *et al.*, 2006).

Debido a que el estudio sobre personalidad es reciente y a que la personalidad como tal es compleja, los estudios a menudo se han visto limitados debido a que solo consideran uno o pocos rasgos de comportamiento que un

individuo presenta ante una situación o contexto determinado, lo cual puede deberse también a una estereotipia (Mason, 1991). Investigadores como Fidler (2011) y Niemelä y Dingemanse (2014), señalan que es necesario considerar un mayor número de parámetros en la investigación sobre personalidad que contribuyan a definirla mejor.

Koolhaas *et al.* (1999) han observado en poblaciones silvestres que existen diferentes estilos de afrontamiento en individuos de varias especies. Un estilo de afrontamiento se define como un conjunto consistente de comportamientos (tipos de personalidad) que parecen estar directamente vinculados a características neuroendocrinas como lo es la respuesta al estrés. Los parámetros fisiológicos típicos del estrés aparecen cuando un individuo percibe a un agente, situación o evento como altamente amenazante dependiendo de la interpretación que genere en función de factores biológicos (genética) y ecológicos (disponibilidad espacio-temporal de recursos), pero sobre todo, de su experiencia previa (aprendizaje) (Bateson, 1979; Dingemanse *et al.*, 2003, 2004; ; Dochtermann y Roff, 2010; Fidler *et al.*, 2007; Laland, 2004; Laland y Janik, 2006; Liker y Bokony, 2009; Sih y Bell, 2008). En otras palabras, cuando el individuo se encuentra ante un estresor (agente que comprometa su supervivencia u homeostasis), genera una respuesta al estrés. La respuesta al estrés se da con la finalidad regresar al organismo a su estado homeostático (estado de equilibrio) (www.ms.gba.gov.ar) y preparándolo para huir o enfrentarse a la situación en la que se encuentra (www.med.unne.edu.ar).

Aunque el concepto de estilo de afrontamiento (personalidad) se ha utilizado frecuentemente en muchos estudios y en un número cada vez mayor de especies, sólo unos pocos tienen un enfoque suficientemente amplio de características individuales, tanto fisiológicas como de comportamiento y de consistencia en el tiempo como para ser concluyentes sobre el tipo de personalidad entre individuos en diversas especies.

Se ha observado que cuando los individuos con personalidad proactiva (alto control territorial y niveles elevados de agresividad) se enfrentan a un estímulo estresante, a nivel fisiológico se produce un aumento temporal de glucocorticoides (estrés agudo), pero después de la fuga, en cuestión de horas vuelve a los niveles basales (Langkilde y Shine, 2006). En cambio, individuos con personalidad reactiva (inmovilidad o bajos niveles de actividad y agresividad) al encontrarse con un estímulo estresante, responden produciendo un aumento en los niveles de hormonas glucocorticoides que son mantenidos durante periodos prolongados de tiempo (estrés crónico) (Glennemeier y Denver, 2002b). El estrés crónico puede ser perjudicial para los animales si se produce durante períodos de tiempo largos, provocando supresión de la actividad inmune (Kiank *et al.*, 2006; Martin *et al.*, 2005) e incluso la interrupción de la respuesta de estrés agudo antes mencionado (Hull *et al.*, 2007).

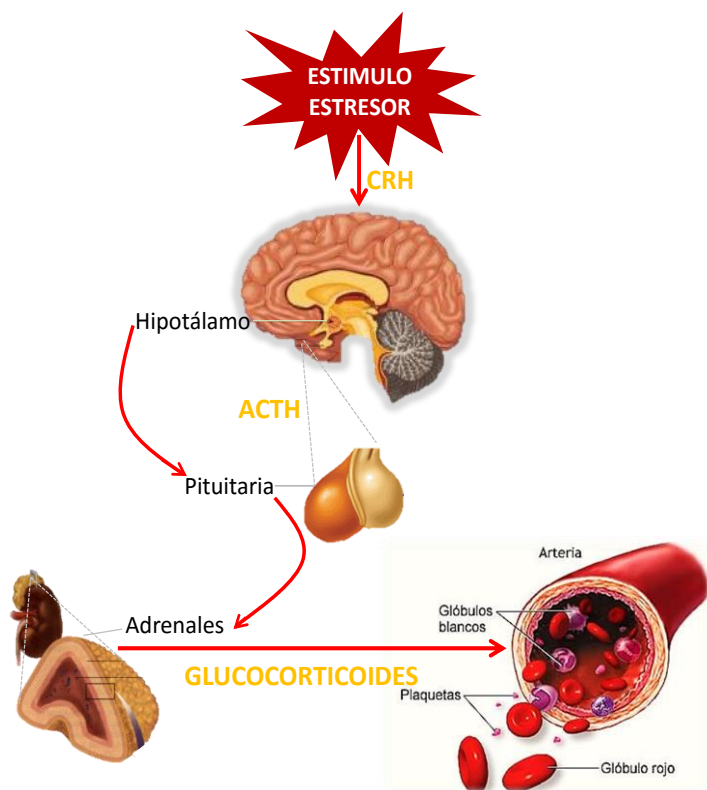


Figura 5. Eje HPA (hipotálamo- pituitaria- adrenales) del estrés.

Estudios realizados en ratas macho han utilizado la prueba de entierro defensivo para determinar su respuesta ante un estresor. La prueba de entierro defensivo consiste en confinar a un individuo en un contenedor con un dispositivo electrificado (objeto nuevo), esperando a que la rata lo explore mediante olfacción. Cuando el individuo huele el dispositivo, éste es sometido a una descarga eléctrica. Se ha observado que tras este evento, el individuo puede esconderse en un rincón del contenedor para evitar futuras descargas, o enterrar el dispositivo de descarga eléctrica con el material que se encuentra en el contenedor. Las ratas macho agresivas que optan por enterrar el dispositivo de choque eléctrico, presentan una mayor actividad catecolaminérgica (producción de adrenalina y noradrenalina plasmática) en comparación con los machos que presentan inmovilidad y bajos niveles de agresividad (Fokkema *et al.*, 1988; Sgoifo *et al.*, 1996). Sih *et al.* (2004) y Wolf y Weissing (2012), mencionan que individuos que expresan agresividad tienden a presentar altos niveles en conducta exploratoria, actividad y mayores niveles de osadía, ya que se ha observado que estos rasgos en ocasiones se asocian.

5.4 HORMONAS DEL ESTRÉS Y LEUCOCITOS

Cuando el estrés es crónico, es decir, se mantiene durante periodos prolongados de tiempo, las hormonas glucocorticoides provocan una movilización diferencial en las poblaciones de leucocitos circulantes en sangre (Davis *et al.*, 2008; Kiank *et al.*, 2006; Martin *et al.*, 2005). En todos los vertebrados, hay cinco tipos de células leucocitarias en sangre: neutrófilos (heterófilos en aves y reptiles), linfocitos, eosinófilos, basófilos y monocitos (Jain, 1986). El aumento en el nivel de glucocorticoides provoca un incremento en el número de neutrófilos y una disminución en el nivel de linfocitos en el torrente sanguíneo (Davis y Maerz, 2008; Dhabhar *et al.*, 1994; Jain, 1986, 1993). En otras palabras, las hormonas glucocorticoides causan que los neutrófilos (que son fagocíticos y atacan sustancias extrañas) sean liberados en el torrente sanguíneo desde los bancos de reserva en los tejidos o en las paredes capilares mientras provocan que los linfocitos emigren de la sangre a los tejidos y al mismo tiempo se mantengan en la recirculación dentro del tejido hematopoyético (Dhabhar *et al.*, 1995). Así, la relación en el número de neutrófilos:-linfocitos (N/L) detectados a partir de frotis sanguíneo estándar, se puede utilizar eficazmente para inferir los niveles de hormonas de estrés y, en consecuencia, para estimar el estrés (es decir, niveles de línea de base) en los animales en una variedad de entornos naturales o experimentales (Davis *et al.*, 2008). Davis y Maerz (2010,2011), mencionan que la relación N/L en individuos bajo condiciones de cautiverio puede ser tres o cuatro veces mayor con respecto a los niveles típicos (es decir, la proporción de individuos en medio silvestre).

5.5 LITERATURA CITADA

Allport GW (1961) Pattern and growth in personality. Macmillan, New York
Anestis

Barnett, J.L. et al. (1992) Fear of humans and its relationships with productivity in laying hens at commercial farms. *Br. Poult. Sci.* 33, 699–710

Bateson, P. 1979. How do sensitive periods arise and what are they for? *Anim. Behav.* 27, 470–486.

Bell AM (2007) Future directions in behavioural syndromes research. *Proc R Soc Lond B Biol Sci* 274:755–761
Benus et al., 1989)

Berteaux, D. et al. (1996) Repeatability of daily field metabolic rate in female meadow voles (*Microtus pennsylvanicus*). *Funct. Ecol.* 10, 751– 759

Biro PA, Stamps J. 2007. Are animal personality traits linked to life-history productivity? *Trends Ecol Evol* 23: 361-368

Biro, P.A. et al. (2004) Predators select against high growth rates and risk-taking behaviour in domestic trout populations. *Proc. Biol. Sci.* 271, 2233–2237

Biro, P.A. et al. (2006) Behavioural trade-offs between growth and mortality explain evolution of submaximal growth rates. *J. Anim. Ecol.* 75, 1165–1171

Boissy, A. (1995). Fear and fearfulness in animals. *Q. Rev. Biol.*, 70, 165–191

Both, C. et al. (2005) Pairs of extreme avian personalities have highest reproductive success. *J. Anim. Ecol.* 74, 667–674

Brodin, T. and Johansson, F. (2004) Conflicting selection pressures on the growth/predation-risk trade-off in a damselfly. *Ecology* 85, 2927– 2932

Buss, D.M. (1991) Evolutionary personality psychology. *Annu. Rev. Psychol.* 42, 459–491

Clarke, A.S. & Boinski, S. (1995). Temperament in nonhuman-primates.—Am. J. Primatol. 37: 103-125.

Clobert, J. et al. (2000) Trade-offs in phenotypic traits: endurance at birth, growth, survival, predation and susceptibility to parasitism in a lizard, *Lacerta vivipara*. Funct. Ecol. 14, 675–684

Costa PT Jr, McCrae RR (1992) Four ways five factors are basic. Pers Individ Dif 13:635–665

Dall, S. R. X., Houston, A. I. & McNamara, J. M. 2004 The behavioural ecology of personality: consistent individual differences from an adaptive perspective. Ecol. Lett. 7, 734–739.

Darlington, A.S. and Wright, C.M. (2006) The influence of temperament on weight gain in early infancy. J. Dev. Behav. Pediatr. 27, 329–335

Davis, A.K. y J.C. Maerz. 2008. Comparison of hematological stress indicators in recently captured and captive paedomorphic mole salamanders, *Ambystoma talpoideum*. Copeia 2008(3): 613-617.

Davis, A.K. y J.C. Maerz. 2010. Effects of exogenous corticosterone on circulating leukocytes of a salamander (*Ambystoma talpoideum*) with unusually abundant eosinophils. International Journal of Zoology 2010.

Davis, A.K., and J.C. Maerz. 2011. Assessing stress levels of captive-reared amphibians with hematological data: implications for conservation initiatives. Journal of Herpetology 45:40–44.

Davis, A.K., D.L. Maney, y J.C. Maerz. 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. Functional Ecology 22: 760-772.

Dhabhar, F.S., Miller, A.H., McEwen, B.S. & Spencer, R.L. (1995) Effects of stress on immune cell distribution – dynamics and hormonal mechanisms. Journal of Immunology, 154, 5511–5527.

Dhabhar, F. S., A. H. Miller, M. Stein, B. S. McEwen, y R. L. Spencer. 1994. Diurnal and stress-induced changes in distribution of peripheral blood leukocyte subpopulations. *Brain Behav. Immun*, 866-79.

Dingemanse, N. J. & Réale, D. 2005 Natural selection and animal personality. *Behaviour* 142, 1159–1184.

Dingemanse, N. J., Both, C., Drent, P. J. & Tinbergen, J. M. 2004 Fitness consequences of avian personalities in a fluctuating environment. *Proc. R. Soc. Lond. B* 271, 847–852.

Dingemanse, N. J., Both, C., van Noordwijk, A. J., Rutten, A. L. & Drent, P. J. 2003 Natal dispersal and personalities in great tits (*Parus major*). *Proc. R. Soc. B* 270, 741–747.

Dochtermann, N. A. & Roff, D. A. 2010 Applying a quantitative genetics framework to behavioural syndrome research. *Phil. Trans. R. Soc. B* 365, 4013–4020.

Fast LA, Funder DC (2008) Personality as manifest in word use: correlations with self-report, acquaintance report and behavior. *J Pers Soc Psychol* 94:334–346

Fidler, A. (2011). Personality-associated genetic variation in birds and its possible significance for avian evolution, conservation, and welfare. In *From Genes to Animal Behavior* (pp. 275-294). Springer Japan.

Fidler, A. E., van Oers, K., Drent, P. J., Kuhn, S., Mueller, J. C. & Kempenaers, B. 2007 *Drd4* gene polymorphisms are associated with personality variation in a passerine bird. *Proc. R. Soc. B* 274, 1685–1691.

Fokkema D, Smit K, Van der Gugten J, Koolhaas JM.1988. A coherent pattern among social behavior, blood pressure, corticosterone, and catecholamines measures in individual male rats. *Physiol Behav* 1988;42:485–9.

Geverink, N.A. et al. (2004) Backtest type and housing condition of pigs influence energy metabolism. *J. Anim. Sci.* 82, 1227–1233

Glennemeier KA, Denver RJ. 2002b. Role for corticoids in mediating the response of *Rana pipiens* tadpoles to intraspecific competition. *J Exp Zool* 292:32–40.

Gosling, S. D. 2001 From mice to men: what can we learn about personality from animal research? *Psychol. Bull.* 127, 45–86.

Gu, H. et al. (2006) Trade-off between mobility and fitness in *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae). *Ecol. Entomol.* 31, 68–74

Huff, G. et al. (2007) Differential effects of sex and genetics on behavior and stress response of turkeys. *Poult. Sci.* 86, 1294–1303

Hull KL, Cockrem JF, Bridges JP, Candy EJ, Davidson CM. 2007. Effects of corticosterone treatment on growth, development, and the corticosterone response to handling in young Japanese quail. *Comp Biochem Physiol A Mol Integr Physiol* 148:531–543

Huntingford, F.A. (1982). Do inter- and intraspecific aggression vary in relation to predation pressure in sticklebacks? *Anim. Behav.*, 30, 909–916

Jain, N.C. (1993) *Essentials of Veterinary Hematology*. Blackwell Publishing, Philadelphia, PA.

Janczak, A.M. et al. (2003) Relation between early fear- and anxiety- related behaviour and maternal ability in sows. *Appl. Anim. Behav. Sci.* 82, 121–135

Johnson, J.C. and Sih, A. (2005) Precopulatory sexual cannibalism in fishing spiders (*Dolomedes triton*): a role for behavioral syndromes. *Behav. Ecol. Sociobiol.* 58, 390–396

Kiank C, Holtfreter B, Starke A, Mundt A, Wilke C, Schutt C. 2006. Stress susceptibility predicts the severity of immune depression and the failure to combat bacterial infections in chronically stressed mice. *Brain Behav Immun* 20:359–368.

Koolhaas, J. M., Korte, S. M., de Boer, S. F., van der Vegt, B. J., van Reenen, C. G., Hopster, H., de Jong, I. C., Ruis, M. A. W. Blokhuis, H. J. 1999 Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neurosci. Biobehav. Rev.* 23, 925–935.

Laland KN. 2004. Social learning strategies. *Learning and Behavior* 32:4–14

Laland, K. N., & Janik, V. M. 2006. The animal cultures debate. *Trends in Ecology & Evolution*, 21(10), 542-547.

Langkilde T, Shine R. 2006. How much stress do researchers inflict on their study animals? A case study using a scincid lizard, *Eulamprus heatwolei*. *J Exp Biol* 209:1035–1043.

Liker, A. & Bokony, V. 2009 Larger groups are more successful in innovative problem solving in house sparrows. *Proc. Natl Acad. Sci. USA* 106, 7893–7898.

Maltby J, Day L, Macaskill A. 2007. Personality, individual differences and intelligence. Prentice Hall, Englewood Cliffs, NJ

Martin LB, Gilliam J, Han P, Lee K, Wikelski M. 2005. Corticosterone suppresses cutaneous immune function in temperate but not tropical House Sparrows, *Passer domesticus*. *Gen Comp Endocrinol* 140:126–135.

Mason GJ. 1991. Stereotypies: a critical review. *Animal Behavior*. pp. 41: 1015–37.

McCarthy, I.D. (2001) Competitive ability is related to metabolic asymmetry in juvenile rainbow trout. *J. Fish Biol.* 59, 1002–1014

McCrae RR, Costa PT Jr. 2008. The five-factor theory of personality. In: John OP, Robins RW, Pervin LA (eds) *Handbook of personality: theory and research*, 3rd edn. Guilford Press, New York, pp 159–181

Metcalfe, N.B. et al. 1988. Feeding intensity, growth-rates, and the establishment of life-history patterns in juvenile Atlantic *salmon salmosalar*. J. Anim. Ecol. 57, 463–474

Metcalfe, N.B. et al. 1995. Metabolic-rate, social-status and life- history strategies in Atlantic salmon. Anim. Behav. 49, 4

Niemelä, P. T., Dingemanse, N. J. 2014. Artificial environments and the study of adaptive personalities. Trends in ecology & evolution, 29(5), 245-247.

Overli, O. et al. 2006. Selection for improved stress tolerance in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) leads to reduced feed waste. Aquaculture 261, 776–781

Pesonen, A-K. et al. 2006. Do gestational age and weight for gestational age predict concordance in parental perceptions of infant temperament? J. Pediatr. Psychol. 31, 331–336

Petherick, J.C. et al. 2002. Productivity, carcass and meat quality of lot-fed Bos indicus cross steers grouped according to temperament. Aust. J. Exp. Agric. 42, 389–398

Pottinger, T.G. 2006. Context dependent differences in growth of two rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) lines selected for divergent stress responsiveness. Aquaculture 256, 140–147

Rauw, W.M. 2006. A note on behavioural response to a novel arena in lactating mice highly selected for litter size. Appl. Anim. Behav. Sci. 99, 357–365

Réale, D., Gallant, B. Y., Leblanc, M., Festa-Bianchet, M. 2000. Consistency of temperament in bighorn ewes and correlates with behaviour and life history. Animal Behaviour, 60(5), 589-597.

Reale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T. Dingemanse, N. J. 2007 Integrating animal temperament within ecology and evolution. Biol. Rev. 82, 291–318.

Riechert, S.E. y Hedrick, A.V. 1993. A test of correlations among fitness-related behavioral traits in the spider, *Agelenopsis aperta* (*Araneae, Agelinadae*). *Anim. Behav.*, 46, 669–675.

Schjolden, J., Pulman, K. G. T., Pottinger, T. G., Metcalfe, N. B., & Winberg, S. (2006). Divergence in locomotor activity between two strains of rainbow trout *Oncorhynchus mykiss* with contrasting stress responsiveness. *Journal of Fish Biology*, 68(3), 920-924.

Sgoifo A, De Boer S.F, Haller J, Koolhaas J.M. 1996. Individual differences in plasma catecholamine and corticosterone stress responses of wild type rats: relationship with aggression. *Physiol Behav.* pp.60:1403– 7.

Sih A, Bell A, Johnson JC. 2004. Behavioral syndromes: an ecological and evolutionary overview. *Trends Ecol Evol.* 19:372–378

Sih, A. & Bell, A. M. 2008 Insights for behavioral ecology from behavioral syndromes. In *Advances in the study of behavior* (eds H. J. Brockman, T. J. Roper, M. Naguib, K. E. Wynne-Edwards, C. Barnard & J. C. Mitani), vol. 38, pp. 227–281. San Diego, CA: Elsevier Academic Press Inc.

Sih, A., Bell, A. M., Johnson, J. C. Ziemba, R. E. 2004. Behavioral syndromes: an integrative overview. *Quarterly Review of Biology*, 79,241e277

Uher J (2008a) Comparative personality research. *Eur J Pers* 22:427–455

Walsh, M.R. et al. 2006. Maladaptive changes in multiple traits caused by fishing: impediments to population recovery. *Ecol. Lett.* 9, 142–148

Ward, A.J.W. et al. (2004) Correlates of boldness in three-spined sticklebacks (*Gasterosteus aculeatus*). *Behav. Ecol. Sociobiol.* 55, 561–568

Wilson, D. S., Clark, A. B., Coleman, K. y Dearstyne, T. 1994. Shyness and boldness in humans and other animals. *Trends Ecol. Evol.* 9, 442–446.

Wirth-Dzieciolowska, E. et al. 1996. Life time reproductive performance and functional changes in reproductive organs of mice selected divergently for body size over 90 generations. Anim. Sci. Pap. Rep. 14, 187–198

Wirth-Dzieciolowska, E. et al. 2005. Selection for body weight induces differences in exploratory behavior and learning in mice. Acta Neurobiol. Exp. (Warsz.) 65, 243–253

Wolf, M. and Weissing, F.J. (2012) Animal personalities: consequences for ecology and evolution. Trends Ecol. Evol. 27, 452–461

[www.med.unne.edu.ar.http://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/Carrera-Medicina/BIOQUIMICA/catecolaminas.pdf](http://med.unne.edu.ar/http://med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/Carrera-Medicina/BIOQUIMICA/catecolaminas.pdf)

[www.ms.gba.gov.ar.http://www.ms.gba.gov.ar/wp-content/uploads/2013/03/estres.pdf](http://www.ms.gba.gov.ar/http://www.ms.gba.gov.ar/wp-content/uploads/2013/03/estres.pdf).

Yamamoto, T. et al. 1998. Correlation among dominance status, metabolic rate and otolith size in *masu salmon*. J. Fish Biol. 52, 281–290

Yang, N. et al. 1998. Forty generations of bidirectional selection for mating frequency in male Japanese quail. Poult. Sci. 77, 1469–1477

VI. CAPITULO III: IDENTIFICACIÓN DE RASGOS DE PERSONALIDAD EN LA SALAMANDRA (*AMBYSTOMA ORDINARIUM*) EN RESPUESTA A UN AMBIENTE NUEVO

6.1 INTRODUCCIÓN

En animales, los rasgos de comportamiento que se mantienen estables en un individuo (son consistentes a través del tiempo) ante situaciones o contextos determinados, pero que difieren de otros individuos de la misma población se conocen como personalidad (Bloxam y Tonge, 1995; Gagliardo *et al.*, 2010; Griffiths y Pavajeau, 2008). Los rasgos de personalidad más estudiados son nivel de actividad, osadía (reacción a las amenazas) (Clark y Ehlinger, 1987; Wilson *et al.*, 1994), agresividad (reacción negativa hacia individuos de su misma especie) (Benus *et al.*, 1989), neofobia o exploración (reacción a los estímulos novedosos) (Greenberg y Mettke-Hofmann, 2001; Winkler y Leisler, 1999) y sociabilidad (reacción no agresiva hacia individuos de su misma especie) (Réale *et al.*, 2007), además de ser rasgos que se registran en diversos taxa (mamíferos, aves, peces y moluscos) (Gosling, 2001). Adicionalmente, se ha observado tanto en poblaciones silvestres y en cautiverio, que algunos rasgos de personalidad pueden estar vinculados con la respuesta que el individuo genere a condiciones posiblemente estresantes (evaluado mediante índice neutrófilos- linfocitos N/L por perfil leucocitario) (Kiank *et al.*, 2006; Koolhaas *et al.*, 1999; Martin *et al.*, 2005).

Además de implicaciones teóricas en diversas áreas del conocimiento como ecología y evolución, la investigación de la personalidad animal tiene importancia practica en aspectos de conservación (e.g. selección de individuos para reproducción en cautiverio, reintroducción de especies en riesgo y predicciones de riesgo de invasión por especies exóticas) (Chapple *et al.*, 2011; McDougall *et al.*, 2006).

Para la clase Amphibia este tipo de estudios serían de gran utilidad. Actualmente, los anfibios son los vertebrados más amenazados con el 41% de sus especies en riesgo (Pimm *et al.*, 2014) pese a ser un grupo rico en especies (7,649 especies) (AmphibiaWeb, 2015), altamente diverso en historias de vida y modos

reproductivos, y tener especies de importancia para el funcionamiento de los ecosistemas (Wells, 2007).

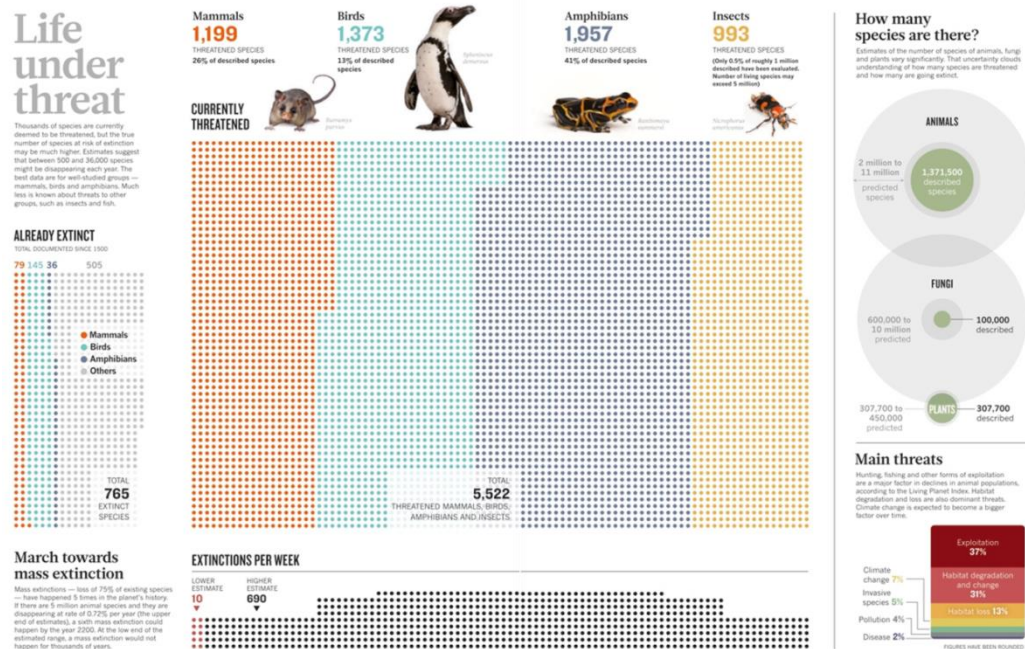


Figura 6. Gráfico de especies en riesgo (tomado de Nature IUCN vertebrates at risk, 2014)

Sin embargo, hasta ahora solo escasos estudios han evaluado la existencia de rasgos de personalidad en anfibios y no se ha explorado la relación con la respuesta al estrés. Se ha observado la variación en uso de refugios en la salamandra *Ambystoma barbouri* (Sih, 2003), variación en el nivel de actividad en la rana *Lithobates sylvaticus* (Releya, 2005) y variación en el nivel de actividad entre individuos de las salamandras *Notophtalmus viridescens* (Rohr y Madison, 2003) y *Lissotriton boscai* (Aragón, 2001); sin embargo, en ninguno se cuantificó la consistencia (repetitividad del comportamiento) del rasgo estudiado, lo cual es una característica primordial de la personalidad. Los estudios que han considerado la consistencia de comportamiento en anfibios han sido realizados por Smith y Doupnik (2005), encontrando diferencias en nivel de actividad entre individuos de la rana *Lithobates catesbeianus*; el realizado por Carlson y Langkilde (2013), quienes exploraron las diferencias entre niveles de actividad, exploración y osadía en larvas

de la rana toro (*Lithobates catesbeianus*), encontrando que solamente los niveles de exploración variaron significativamente entre individuos y el estudio de Brodin *et al.* (2013), quienes registran diferencias en exploración y osadía entre individuos de poblaciones continentales y de islas.

Para enfrentar la crisis actual del declive y extinción en las poblaciones de anfibios, una estrategia recomendada es su mantenimiento y reproducción en cautiverio (IUCN 2005). La salamandra de montaña *Ambystoma ordinarium* es un candidato a dichos planes como medida de seguridad en caso de su extinción en el medio silvestre, así como para la obtención de ejemplares para posibles reintroducciones en el futuro.

La salamandra de montaña *A. ordinarium* se encuentra listada como especie bajo Protección Especial (Pr) por la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT y como especie en Peligro de Extinción (EN) por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN, 2011). Esta especie es cuasi-endémica al Estado de Michoacán (una población se registra en una zona contigua, en el estado de México) (AmphibiaWeb, 2010), tiene un área de ocupación menor a 500m² y su rango de distribución es menor a 5 000 Km² con algunas porciones destruidas debido al avance de asentamientos humanos, contaminación por desechos sólidos, realización de obras de infraestructura, aguas residuales y cambio de uso del suelo (Casas y Aguilar, 2005). Por lo tanto, es importante conocer si existen rasgos de personalidad detectables en esta especie para seleccionar aquellos individuos que sean más aptos para adaptarse a las condiciones inherentes a un ambiente artificial.

Debido a que la respuesta al estrés y los tipos de personalidad parecen estar directamente relacionados, en este estudio se explora la manifestación de rasgos comportamentales propuestos como adaptativos (actividad, osadía y exploración) y la consistencia de estos rasgos en individuos neoténicos de *A. ordinarium* y se correlacionan con su índice N/L como indicador de la respuesta al estrés permitiendo seleccionar individuos que se adapten a las condiciones inherentes a mantenimiento y crianza en cautiverio.

VII. HIPOTESIS

Ambystoma ordinarium tiene personalidad presentando rasgo comportamentales (actividad, osadía y exploración) consistentes a través del tiempo que los diferencian de otros individuos de su misma población. Adicionalmente, dada la teoría de estilos de afrontamiento, la cual indica la existencia de rasgos correlacionados de comportamiento que están vinculados a características neuroendocrinas, los individuos proactivos de *A. ordinarium* (altos niveles de exploración y osadía) presentan valores bajos en el índice N/ L en respuesta a un ambiente nuevo con respecto a los individuos reactivos de *A. ordinarium*.

VIII. OBJETIVOS

8.1 General

Identificar rasgos de personalidad de la salamandra *Ambystoma ordinarium* a través de mediciones en parámetros comportamentales en niveles de actividad, osadía y exploración en un ambiente nuevo y a través de parámetros fisiológicos como el índice neutrófilos/ linfocitos (N/L).

8.2 Específicos

- 8.2.1** Medir el nivel de actividad en formas neoténicas de *A. ordinarium*.
- 8.2.2** Medir el nivel de osadía en formas neoténicas de *A. ordinarium* en respuesta a un ambiente nuevo (arena experimental).
- 8.2.3** Medir el nivel de exploración en formas neoténicas de *A. ordinarium* en respuesta a un ambiente nuevo (arena experimental).
- 8.2.4** Medir la consistencia en el tiempo en actividad, osadía y exploración en formas neoténicas de *A. ordinarium*
- 8.2.5** Medir la relación entre niveles de actividad, exploración y osadía con el índice N/L.

IX. MATERIALES Y MÉTODOS

9.1 Colecta de ejemplares

Se colectaron durante cuatro salidas (una cada seis semanas), 20 individuos neoténicos de *Ambystoma ordinarium* mediante una red de mano tipo raqueta en el arroyo de montaña Río Chiquito (19°36'48"N, 101°07'10"O y 2,400 m de altitud) localizado en el municipio de Morelia, Michoacán del 1 de abril al 27 de agosto de 2015. La longitud hocico- cloaca (LHC) de los organismos fue medida en campo y únicamente se colectaron los individuos de entre 80 y 90 mm. Los individuos se trasladaron en bolsas plásticas individuales al Laboratorio de Herpetología en el Instituto de Investigaciones Sobre los Recursos Naturales de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.



Figura 7. Colecta de *A. ordinarium* utilizando red de mano tipo raqueta en el Río Chiquito

9.2 Toma de muestras sanguíneas

Para obtener muestras de frotis sanguíneo de línea base (no más de dos horas después de su captura), cada individuo se anestesió en el Laboratorio de Herpetología del Instituto de Investigaciones Sobre los Recursos Naturales con una solución de 0.5g/l de MS-222 y mediante un pequeño corte con tijeras estériles en sus branquias externas se obtuvo una gota de sangre (método propuesto por Rivera y Davis, 2013). En anfibios el tiempo de generación de neutrófilos oscila entre dos y cinco días (Hightower, 1978), por lo que la muestra de línea base no se verá afectada por la manipulación y traslado de los ejemplares.

Una vez finalizadas las pruebas de comportamiento se obtuvieron muestras de frotis sanguíneo para observar la respuesta del individuo ante situaciones nuevas. El índice N/L de línea base de cada individuo se comparó con el frotis obtenido al final de las pruebas de comportamiento. Se espera que los individuos con mayor actividad, osadía y exploración presenten su índice N/L cercano al de línea base.



Figura 8. Corte de filamento utilizando tijeras estériles (línea punteada) para elaboración de frotis sanguíneo.

9.3 Mantenimiento en cautiverio

Los ejemplares se mantuvieron individualmente en contenedores plásticos (ambientes familiares) de 76 x 49 x 34 cm y 82 L de agua sin cloro los cuales estuvieron conectados a un sistema de recirculación de agua con filtro biológico, bombas de aeración y un enfriador automático que mantuvo la calidad y temperatura del agua entre 16 y 17°C (temperatura registrada en el Río Chiquito; Soto-Rojas, 2012). La iluminación siguió un ciclo circadiano 12/12 horas. Los ejemplares fueron alimentados *ad libitum* con trozos de corazón de pollo y el mantenimiento de los contenedores se realizó mediante sifoneo (Gálvez *et al.*, 2015).

9.4 Registro de comportamiento

Dos semanas después de la captura y mantenimiento en cautiverio (periodo de habituación), se realizaron las pruebas de comportamiento en ambientes familiares (contenedores casa con refugio) en los que se documentó el nivel de actividad de individuos neoténicos de *A. ordinarium* y el nivel de exploración y osadía en

contenedores nuevos a los que no estuvieron familiarizados (campo abierto o arena experimental).

Debido a que los ejemplares debían ser trasladados del contenedor de ambiente familiar al contenedor de ambiente nuevo mediante una red de acuario influyendo en el comportamiento a observar, las pruebas de ambiente nuevo se realizaron primero y al término de las mismas se volvió a depositar al ejemplar en su contenedor de ambiente familiar, teniendo así las mismas condiciones de manipulación en ambas pruebas.

Los ejemplares fueron sujetos a prueba en ambiente familiar y ambiente nuevo el mismo día, repitiendo el procedimiento cada 7 días en cuatro ocasiones como medida de consistencia individual. Antes de iniciar las pruebas, se colocó una cámara HDD en un trípode sobre el contenedor de prueba y se restringió el acceso para evitar afectar el comportamiento de los ejemplares (al percibir los movimientos del experimentador).

El comportamiento thigmotáctico (contacto con las paredes; Valle, 1970) se ha asociado en roedores con ansiedad y presumiblemente reduce el riesgo de ser detectado y depredado por enemigos naturales (Harris *et al.*, 2009). Debido a que al ocupar espacios abiertos los individuos están aceptando un riesgo mayor (por un beneficio potencial como adquisición de alimento) y están por lo tanto actuando con mayor osadía (Wilson *et al.*, 2003), en las pruebas de arena experimental consideramos que la osadía se puede evaluar mediante el área sin contacto con las paredes que utilice el individuo. En estudios realizados en peces, se ha considerado una medida adecuada para la evaluación de osadía (Burns, 2008).

Las pruebas de osadía y exploración en los contenedores de ambiente nuevo contaron con una cuadrícula de 5x5 cm en el fondo, iniciando la grabación del comportamiento inmediatamente después de depositar al individuo en el centro del contenedor durante un periodo de diez minutos.

Las pruebas de actividad en el contenedor familiar se realizaron mediante el mismo procedimiento de grabación treinta minutos después de completar la prueba

de exploración y osadía en el contenedor de ambiente nuevo. Las pruebas en ambiente familiar permiten distinguir entre nivel general de actividad y la conducta exploratoria (movimientos asociados en respuesta a situaciones nuevas) (Carlson y Langkilde, 2013).

9.5 Análisis de comportamiento

Los videos se analizaron en el reproductor Windows Media Player. Para registrar los niveles de actividad se cronometró el tiempo total en el que el ejemplar presentó movimiento (incluyendo movimientos de la cauda que no resultaron en locomoción) determinando el cuadro inicial y final de cada movimiento. Los niveles de osadía se obtuvieron contabilizando la cantidad de cuadros sin contacto con las paredes del contenedor que el individuo utilizó y la conducta exploratoria se cuantificó mediante la sumatoria de líneas y cuadros que el ejemplar cruzó durante la prueba.

9.6 Análisis de frotis sanguíneo

Después de fijar con etanol al 96%, teñir los frotis con colorante de Wright y montar las muestras con resina y cubreobjetos, se visualizaron campos aleatoriamente y contabilizaron los leucocitos en cada frotis siguiendo un patrón de zigzag en microscopio óptico a 1000X. El índice N/L se obtuvo identificando los cinco tipos de células leucocitarias (basófilos, monocitos, eosinófilos, linfocitos y neutrófilos) hasta completar 100 células (Davis *et al.*, 2012; Davis y Maerz, 2008; Davis *et al.*, 2008; Davis y Maerz, 2009).

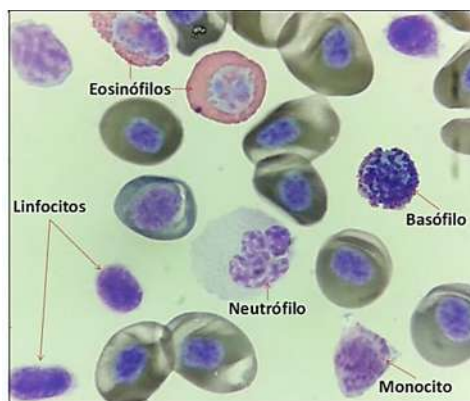


Figura 9. Campo visual con los cinco tipos de células leucocitarias vistas a 1000X en microscopio óptico

X. RESULTADOS

Mediante análisis de covarianza (ANCOVA), se evaluó la variación en los rasgos de actividad, osadía y exploración entre los individuos y la variación en las repeticiones en cada individuo. El nivel de significancia tuvo un valor de $\alpha = 0.05$. Los resultados de los ANCOVA para cada rasgo se presentan a continuación.

Tabla 2. ANCOVA Actividad

Origen		Suma de cuadrados tipo III	g.l	Media cuadrática	F	Significancia
Intersección	Hipótesis	33.940	1	33.940	85.623	<0.001
	Error	30.033	75.766	0.396 ^a		
Prueba	Hipótesis	0.616	1	0.616	1.896	0.174
	Error	19.160	59	0.325 ^b		
Individuo	Hipótesis	14.338	19	0.755	2.324	0.007
	Error	19.160	59	0.325		

a. .167 MS (Individuo) + .833 MS (Error)

b. MS (Error)

Tabla 3. ANCOVA Osadía

Origen		Suma de cuadrados tipo III	g.l	Media cuadrática	F	Significancia
Intersección	Hipótesis	11.290	1	11.290	46.506	0.000
	Error	18.620	76.700	0.243 ^a		
Prueba	Hipótesis	0.171	1	0.171	0.840	0.363
	Error	12.040	59	0.204 ^b		
Individuo	Hipótesis	8.288	19	0.436	2.137	0.014
	Error	12.040	59	0.204		

a.167 MS (Individuo) + .833 MS (Error)

b. MS(Error)

Tabla 4. ANCOVA Exploración

Origen		Suma de cuadrados tipo III	g.l	Media cuadrática	F	Significancia
Intersección	Hipótesis	41.867	1	41.867	191.977	<0.001
	Error	16.026	73.487	0.218a		
Prueba	Hipótesis	0.394	1	0.394	2.316	0.133
	Error	10.037	59	0.170b		
Individuo	Hipótesis	8.701	19	0.458	2.692	0.002
	Error	10.037	59	0.17		

a.167 MS (Individuo) + .833 MS (Error)

b. MS(Error)

Los resultados de los ANCOVA para actividad, osadía y exploración muestran que no existen diferencias entre las cuatro pruebas (repeticiones) para cada individuo, lo que sugiere consistencia en el comportamiento para cada rasgo

evaluado ya que los valores fueron mayores a 0.05 (tablas 2, 3, 4), pero si difirieron entre los individuos (tablas 2, 3, 4).

Para observar la relación entre los rasgos de comportamiento evaluados (actividad, osadía y exploración) en individuos neoténicos de *A. ordinarium* y probar la teoría de estilos de afrontamiento (individuos proactivos- reactivos), se realizó un análisis de componentes principales (PCA) mediante el programa estadístico JMP 8. Los datos de los rasgos utilizados en la elaboración del PCA se estandarizaron de la siguiente manera: (dato-media/ desviación estándar).

Análisis de Componentes principales (PCA)

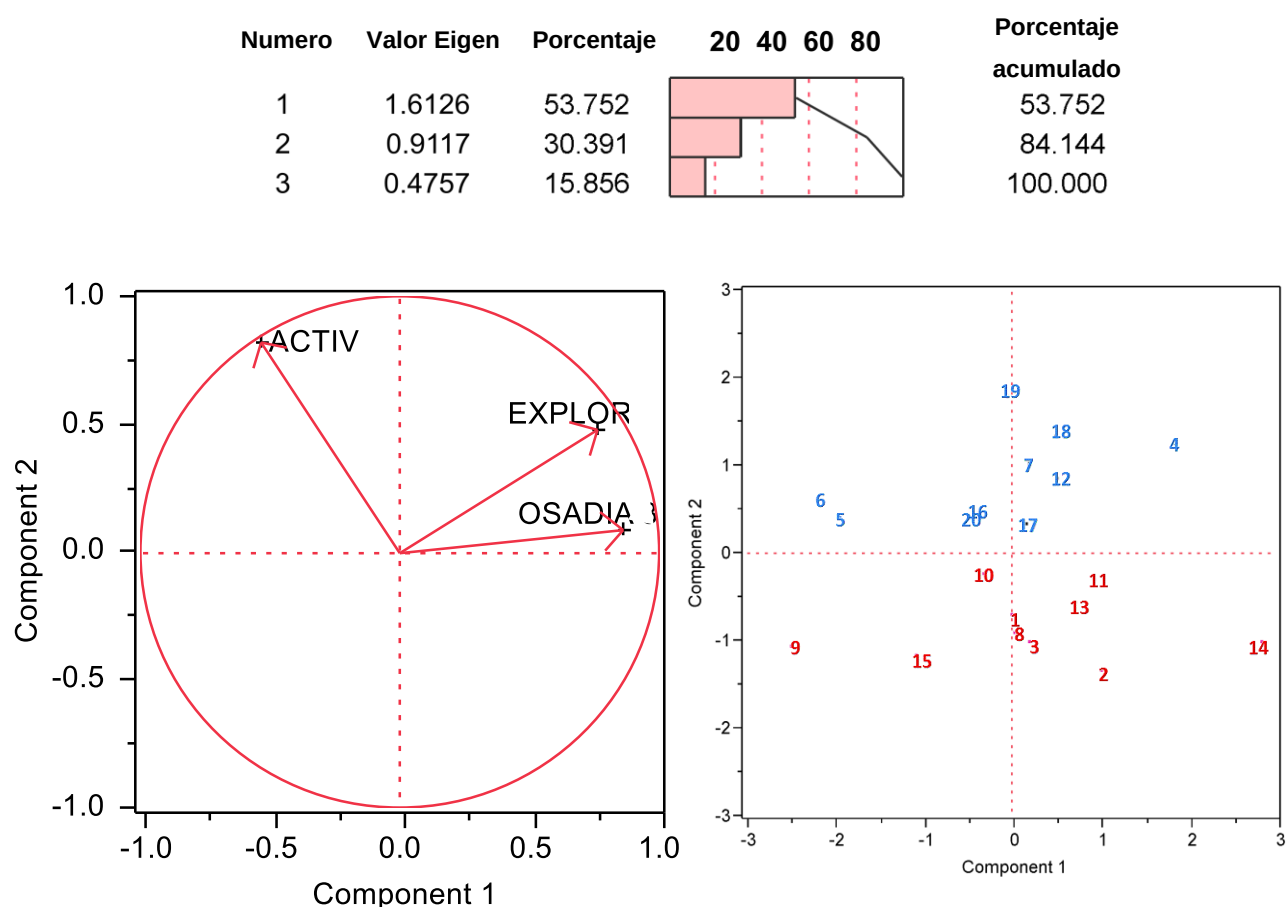


Figura 10. Gráfica de análisis de componentes principales (PCA) con porcentaje de los componentes

Los individuos que quedan sobre la línea en el componente 2 del PCA se pueden considerar los más activos, osados y exploradores (proactivos) y los que se encuentran por debajo de la línea pueden considerarse como individuos reactivos. Para comprobar este supuesto, adicionalmente, se realizó un análisis de discriminantes agregando estas dos categorías (proactivo- reactivo, Figura 11).

Análisis discriminante

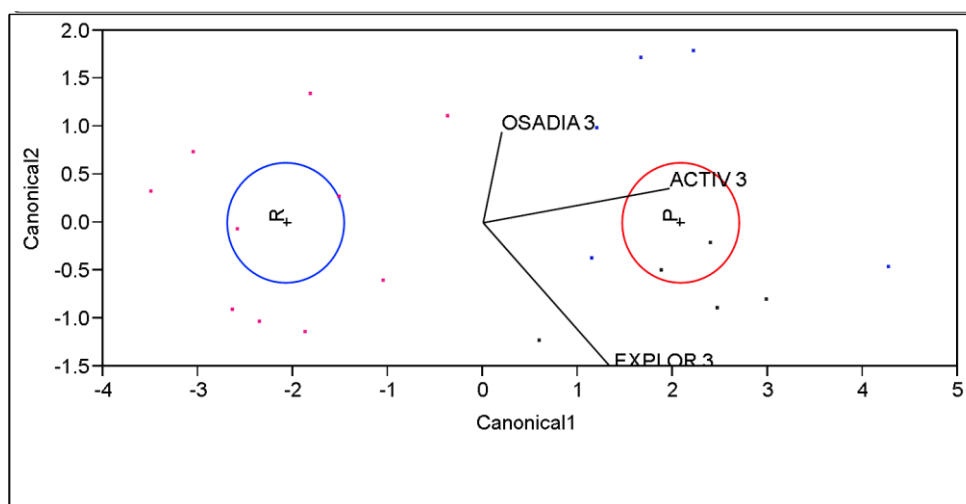


Figura 11. Gráfica de análisis de discriminantes con categorías

Prueba	Valor	Exact F	Num DF	Den DF	Prob>F
Wilks' Lambda	0.1722948	25.6214	3	16	<.0001*
Pillai's Trace	0.8277052	25.6214	3	16	<.0001*
Hotelling-Lawley	4.8040071	25.6214	3	16	<.0001*
Roy's Max Root	4.8040071	25.6214	3	16	<.0001*

Tabla 5. Análisis complementarios al análisis discriminante

Podemos observar que entre los dos grupos existen diferencias significativas, no solo con prueba de lambda de Wilks donde se sugiere que la variación se debe a diferencias entre grupos, no a las diferencias dentro de grupos ya que el valor de significancia (Prob>F) es menor a 0.05, pero también con Pillai's Trace, Hotelling-Lawley y Roy's Max Root, por lo que los dos grupos muestran diferencias significativas (tabla 5).

Para determinar la relación entre el grupo de individuos con personalidad proactiva y los de personalidad reactiva con la respuesta al estrés, se realizó un análisis de covarianza (ANCOVA).

Tabla 6. ANCOVA de personalidad con respuesta al estrés

Origen	N parm	g.l	Sum de cuadrados	F	Significancia
Personalidad	1	1	0.03998049	6.5355	0.0204*
Índice N/L base	1	1	0.32149774	52.5544	<0.0001*

Los resultados del ANCOVA para determinar la relación entre el tipo de personalidad con la el índice N/L como medida para evaluar estrés sugieren que el índice está relacionado con el tipo de personalidad. También se observan diferencias entre el índice N/L de línea base y el índice N/L de muestra final.

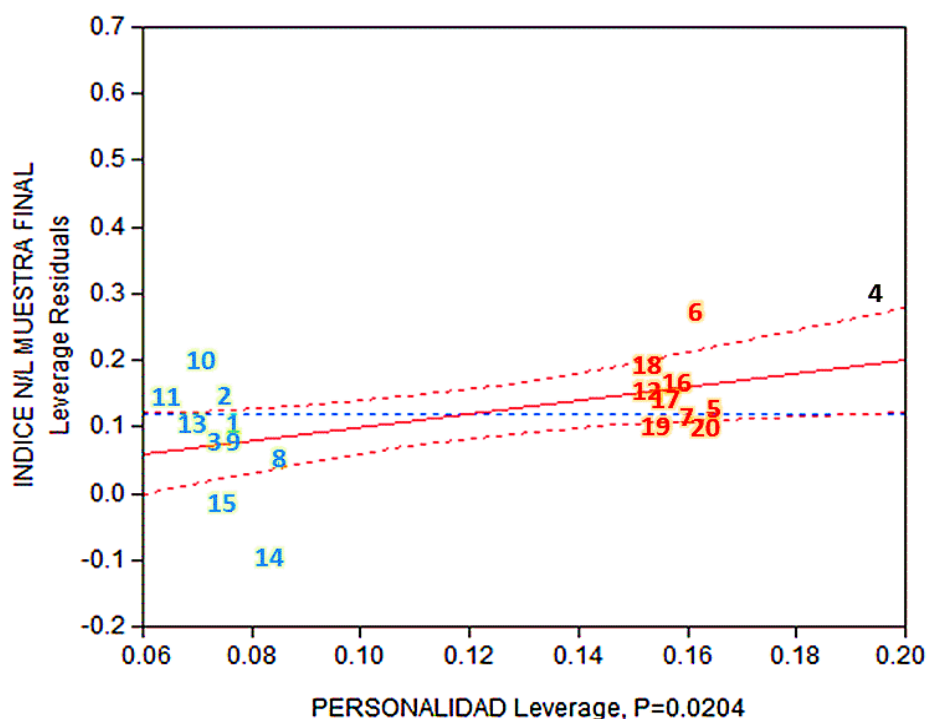


Figura 12. Gráfica de la relación entre de individuos proactivos y reactivos con la respuesta al estrés

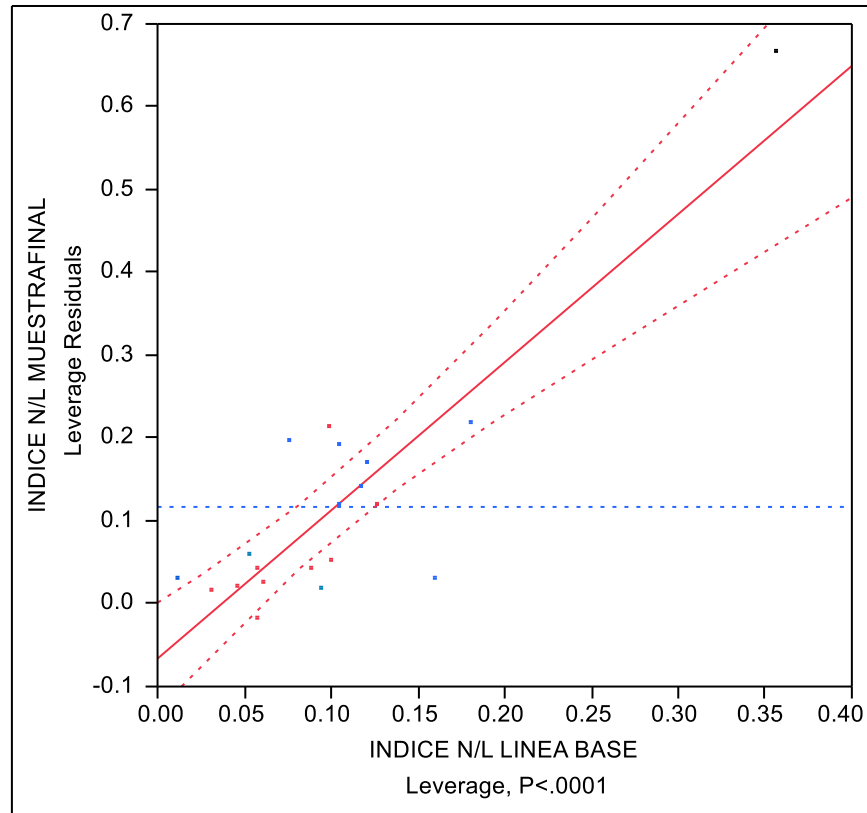


Figura 13. Gráfica de la regresión entre línea base y muestra final del índice N/L

XI. DISCUSION Y CONCLUSIONES

La personalidad se define como el conjunto de rasgos de comportamiento estables en un individuo (consistentes a través del tiempo) y que lo diferencian del resto de sus conespecificos (Sih *et al.*, 2004). Los resultados obtenidos en nuestro estudio sugieren que los rasgos de actividad, osadía y exploración podría estar presentes en *A. ordinarium* al igual que lo reportado para varias especies de distintos taxa.

A pesar de que se ha señalado que bajo condiciones de cautiverio un individuo puede variar en sus niveles de comportamiento, se han logrado distinguir diferencias entre los individuos ya que mantienen su comportamiento bajo un rango diferente al de otros. En nuestro estudio logramos distinguir diferencias en el nivel de actividad entre los individuos evaluados y no se mostraron diferencias significativas entre las repeticiones en el nivel de actividad para cada individuo, lo cual sugiere consistencia en este rasgo de comportamiento. La consistencia de un rasgo de comportamiento es características primordial de la personalidad (Carlson y Langkilde, 2013). En cuanto a nuestros resultados para los rasgos de exploración y osadía también se observaron diferencias entre individuos pero consistencia de comportamiento a nivel individual.

Estudios en individuos silvestres y de laboratorio o domésticos indican la existencia de estilos de afrontamiento proactivo y reactivo. Los estilos de afrontamiento se caracterizan por ser rasgos correlacionados de comportamiento que están vinculados a características neuroendocrinas como la respuesta al estrés, además, se han sugerido por varios investigadores que los rasgos de actividad, osadía y exploración son rasgos adaptativos y se correlacionan (Koolhaas *et al.*, 1999).

Con el propósito de considerar un mayor número de parámetros que permitan evaluar mejor la personalidad y tomando en cuenta la teoría de estilos de afrontamiento, en nuestro estudio se evaluó la correlación entre los rasgos de comportamiento (actividad, osadía y exploración) y si se vinculaban con el índice N/L utilizado para evaluar la respuesta al estrés en individuos de *A. ordinarium*.

Se encontró mediante análisis de PCA y análisis discriminante la relación entre rasgos de comportamiento (actividad, osadía y exploración) y se pudieron distinguir a individuos proactivos y reactivos. Adicionalmente, se encontró que el índice N/L utilizado para evaluar la respuesta al estrés se ve influenciado por el tipo de personalidad.

Nuestra búsqueda de literatura sugiere que pocos estudios han integrado la evaluación de parámetros etológicos con aspectos fisiológicos y hasta ahora no se ha correlacionado la respuesta al estrés con rasgo de comportamiento en anfibios, esperamos que nuestros resultados ayuden a dilucidar mejor aspectos relacionados con la conservación de *A. ordinarium* permitiendo elegir individuos que se adecuen mejor a condiciones de cautiverio como medida de seguridad en caso de su extinción en el medio silvestre y permitan promover la integración de parámetros etológicos y fisiológicos en futuras investigaciones.

Se ha observado en especies de peces que los individuos osados se adecuan más rápido a condiciones de cautiverio, presentan tasas de alimentación más altas y resultan más atractivos para las hembras. Adicionalmente, en peces y aves, se ha observado que los individuos osados y activos tienen una mayor dispersión, lo cual es importante en la dinámica de especies y en áreas o meta-poblaciones fragmentadas. También se han realizado estudios en aves que han señalado la correlación entre rasgos de comportamiento con aspectos fisiológicos y se ha sugerido que ambos son aspectos heredables.

Aunque en nuestros resultados se encontró que los tipos de personalidad (proactivo- reactivo) tienen efecto en el índice N/L, se pudo observar que un individuo proactivo (individuo 4) no se comportó de acuerdo a lo esperado (valor atípico). El individuo 4 fue el único individuo que resultó con niveles altos de estrés a pesar de que fisiológicamente los individuos proactivos responden ante un estímulo estresante con valores bajos en el índice N/ L. Para conocer los valores que se consideran como estrés, utilizamos como referencia el estudio realizado por Gálvez- Gutiérrez *et al.* (2015) en el que evaluó el efecto de algunas condiciones de cautiverio sobre el nivel de estrés en la salamandra de montaña (*Ambystoma ordinarium*) y en el cual

obtuvo los valores en el índice N/L en condiciones estresantes. Es posible que el estrés detectado en el individuo 4 a partir de los frotis sanguíneos se deba a que se identificó la presencia del parásito *Tichodina sp.* en las muestras de frotis sanguíneo. Se sabe que ante la presencia de parásitos también produce una respuesta fisiológica provocando variación en el sistema inmune y por lo tanto el en índice neutrófilos/linfocitos.

XII. LITERATURA CITADA

AmphibiaWeb, 2010. <http://amphibiaweb.org>

AmphibiaWeb, 2015. <http://amphibiaweb.org>

Aragón P., López P., Martín J. 2001 Seasonal changes in activity and spatial and social relationships of the Iberian rock lizard, *Lacerta monticola*. Canadian journal of zoology 79 (11), 1965-1971

Benus, R. F., Bohus, B., Koolhaas, J. M. Van Oortmerssen, G. A. (1989). Behavioral strategies of aggressive and non-aggressive male mice in active shock avoidance. Behav. Processes 20, 1–12.

Bloxam, Q. M. C., Tonge, S. 1995. Amphibians: suitable candidates for breeding-release programmes. Biodiversity and Conservation 4: 636-644.

Brodin T. Fick, J. Jonsson, M. Klaminder J. 2013. Dilute Concentrations of a Psychiatric Drug Alter Behavior of Fish from Natural Populations. Science. 339, 814-815

Burns JG. 2008. The validity of three tests of temperament in guppies (*Poecilia reticulata*). J Comp Psychol 122:344–356.

Carlson B. E. C y Langkilde T. 2013. Personality Traits Are Expressed in Bullfrog Tadpoles during Open-Field Trials. Journal of Herpetology: June 2013, Vol. 47, No. 2, pp. 378-383.

Casas, A.G, y X. Aguilar. 2005. Herpetofauna del Parque Sierra de Nanchititla, Estado de Mexico. Lista distribución y conservación. Ciencia Ergo Sum, 12(1): 44-53.

Chapple D. G, Simmonds S. M, Wong B. BM. 2011. Know when to run, know when to hide: can behavioral differences explain the divergent invasion success of two sympatric lizards?. Ecol Evol. 2011 Nov; 1(3): 278–289.

Clark, A. B. Ehlinger, T. J. 1987 Pattern and adaptation in individual behavioral differences. In Perspectives in ethology (eds P. P. G. Bateson P. H. Klopfer), pp. 1–47. New York, NY: Plenum.

Cote, J., Clobert, J., Brodin, T., Fogarty, S. Sih, A. 2010. Personality-dependent dispersal: characterization, ontogeny and consequences for spatially structured populations. Phil. Trans. R. Soc. B 365, 4065–4076.

Davis, A.K., D.L. Maney, y J.C. Maerz. 2008. The use of leukocyte profiles to measure stress in vertebrates: a review for ecologists. Functional Ecology 22: 760-772.

Davis, A.K. y J.C. Maerz. 2008. Comparison of hematological stress indicators in recently captured and captive paedomorphic mole salamanders, *Ambystoma talpoideum*. Copeia 2008(3): 613-617.

Davis, A.K. y J.C. Maerz. 2009. Effects of larval density on hematological stress indices in salamanders. Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological Genetics and Physiology 311A: 697-704.

Gagliardo, R., E. Griffith, R. Hill, H. Ross, J.R. Mendelson, E. Timpe, B. Wilson. 2010. Observations on the captive reproduction of the Horned Marsupial Frog *Gastrotheca cornuta* (Boulenger 1898). Herpetological Review 41:52–58.

Gálvez- Gutiérrez A., Alvarado-Díaz J. Meléndez- Herrera E. 2015. Evaluación de Diferentes Condiciones de Mantenimiento en Cautiverio de *Ambystoma ordinarium* Usando un Índice Hematológico de Medición de Estrés. Tesis de maestría en Ciencias Biológicas. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Facultad de Biología.

Gosling, S. D. 2001 From mice to men: what can we learn about personality from animal research? Psychol. Bull. 127, 45–86.

Greenberg, R. & Mettke-Hofmann, C. 2001. Ecological aspects of neophobia and neophilia in birds. Current Ornithology, 16, 119– 178

Griffiths RA, Pavajeau L. 2008. Captive breeding, reintroduction, and the conservation of amphibians. *Conserv Biol.* 22(4):852-61.

Harris, A. P., R. B. D'Eath, y S. D. Healy. 2009. Environmental enrichment enhances spatial cognition in rats by reducing thigmotaxis (wall hugging) during testing. *Animal Behaviour* 77:1459–1464.

Hightower, J. A. 1978. The cell cycle of the neutrophilic granulocyte in a Urodele amphibian. *Copeia* 1978:86–92.

IUCN 2005, IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org

UICN, 2011. IUCN Red List of Threatened Species. www.iucnredlist.org

Kiank C, Holtfreter B, Starke A, Mundt A, Wilke C, Schutt C. 2006. Stress susceptibility predicts the severity of immune depression and the failure to combat bacterial infections in chronically stressed mice. *Brain Behav Immun* 20:359–368.

Koolhaas JM, Korte SM, De Boer SF, Van Der Vegt BJ, Van Reenen CG, Hopster H, De Jong IC, Ruis MAW, Blokhuis HJ. 1999. Coping styles in animals: current status in behavior and stress-physiology. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews.* 23, 925–935.

Martin LB, Gilliam J, Han P, Lee K, Wikelski M. 2005. Corticosterone suppresses cutaneous immune function in temperate but not tropical House Sparrows, *Passer domesticus*. *Gen Comp Endocrinol* 140:126–135.

McDougall, P. T., D. Réale, D. Sol, y S. M. Reader. 2006. Wildlife conservation and animal temperament: causes and consequences of evolutionary change for captive, reintroduced, and wild populations. *Animal Conservation* 9:39–48.

Pimm S. L., Jenkins C. N., Abell R., Brooks T. M., Gittleman J. L., Joppa L. N., Raven P. H., Roberts C. M., Sexton J. O. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science.* Vol 344 Issue 6187

Reale, D., Reader, S. M., Sol, D., McDougall, P. T. & Dingemanse, N. J. 2007 Integrating animal temperament within ecology and evolution. *Biol. Rev.* 82, 291–318.

Relyea R.A. 2005 The heritability of inducible defenses in tadpoles. *J. Evol. Biol.* 18, 856–866.

Rivera M. y Davis A. K. , 2013. Evaluating a method for non-destructively obtaining small volumes of blood from gilled amphibians. *Herpetological Conservation and Biology*. 44(3): 428-430.

Rohr, J. R., y D. M. Madison. 2003. Dryness increases predation risk in eft: support for an amphibian decline hypothesis. *Oecologia* 135:657–664.

Sih, A., Bell, A. M., Johnson, J. C. & Ziemba, R. E. 2004. Behavioral syndromes: an integrative overview. *Quarterly Review of Biology*, 79,241e277

Sih, A. et al. (2012) Ecological implications of behavioural syndromes. *Ecol. Lett.* 15, 278–289

Sih A, 2003. Understanding variation in behavioural responses to human-induced rapid environmental change: a conceptual overview. *Animal Behaviour* 85 (2013) 1077-1088

Smith, G. R. & Doupnik, B. L. 2005. Habitat use and activity level of large American bullfrog tadpoles: choices and repeatability. *Amphibia-Reptilia*, 26, 549–552

Valle, F. P. 1970. Effects of strain, sex, and illumination on open-field behavior of rats. *American Journal of Psychology* 83:103–111.

Wells, K. D. 2007. *The Ecology and Behavior of Amphibians*. University of Chicago Press, Chicago.

Wilson, D. S., Clark, A. B., Coleman, K. y Dearstyne, T. 1994. Shyness and boldness in humans and other animals. *Trends Ecol. Evol.* 9, 442–446.

Winkler, H. y Leisler, B. 1999. Exploration and curiosity in birds: functions and mechanisms. In: *Proceedings of the 22nd International Ornithological Congress*,

Durban (Ed. by N. J. Adams & R. H. Slotow), pp. 915–932. Johannesburg: Birdlife South Africa.

[www.med.unne.edu.ar](http://www.med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/Carrera-Medicina/BIOQUIMICA/catecolaminas.pdf).<http://www.med.unne.edu.ar/sitio/multimedia/imagenes/ckfinder/files/files/Carrera-Medicina/BIOQUIMICA/catecolaminas.pdf>

http://www.uco.es/organiza/departamentos/prodanimal/economia/aula/img/pictorex/06_07_06_TEMA_19.pdf

[www.ms.gba.gov.ar](http://www.ms.gba.gov.ar/wp-content/uploads/2013/03/estres.pdf).<http://www.ms.gba.gov.ar/wp-content/uploads/2013/03/estres.pdf>.