

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

DATOS INFORMATIVOS

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Interdisciplinario

Título del proyecto:
Implicaciones acústicas y aerodinámicas del comportamientos antimurciélagos en polillas

Investigación básica Investigación aplicada Investigación pedagógica Innovación
DEPARTAMENTO(S):
 1. Instituto de Ciencias Biológicas
 2. Física
LÍNEA(S) DE INVESTIGACIÓN (verificable en el SAEW):
 1. Biología de Organismos
 2.

| Resumen de información del director y colaboradores del proyecto | | |
|--|----------------------------------|---|
| <u>Director</u> | | |
| Apellidos y nombres | Departamento | Título de mayor nivel (Ing., M.Sc., Ph.D) |
| Rivera Parra Diana Pamela | Instituto de Ciencias Biológicas | M.Sc. |
| <u>Colaborador(es)</u> | | |
| Apellidos y nombres | Departamento | Título de mayor nivel Ing., M.Sc., Ph.D) |
| Pinto Baez Christian Miguel | Instituto de Ciencias Biológicas | Ph.D |
| | | |
| | | |
| | | |
| | | |



HOJA DE VIDA DEL DIRECTOR DEL PROYECTO

Datos personales

| | | | |
|--|---------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Rivera Parra | | Diana Pamela | |
| Apellidos | | Nombres | |
| M: () F: (X) | 28/10/1987 | Ecuatoriana | pamela.rivera@epn.edu.ec |
| Sexo | Fecha de nacimiento | Nacionalidad | Correo institucional |
| Extensión EPN: | | Celular: 0998 096 097 | Teléfono del domicilio: 323 0208 |
| Cédula de identidad: 1719217034 | | | |
| Dirección particular / ciudad: Francisco Salazar E13-76 y Av. La Coruña/Quito | | | |
| Facultad: Instituto de Ciencias Biológicas | | | |
| Departamento: | | | |
| Cargo actual en la EPN (tal como aparece en el nombramiento): Profesor Ocasional I | | | |

Educación universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., Magister, Ph.D.)

| Título | Año | Institución/Universidad | Ciudad/País | Área de investigación de la tesis |
|-----------------------------------|------|---|-----------------------|-----------------------------------|
| Licenciada en ciencias Biológicas | 2011 | Pontificia Universidad Católica del Ecuador | Quito/Ecuador | Bioacústica de murciélagos |
| Master en Ciencias Biológicas | 2015 | New Jersey Institute of Technology | Newark/Estados Unidos | Bioacústica y comportamiento |

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)

| Año | Título del proyecto | Cargo /Actividades realizadas |
|------|--|--|
| 2012 | Plan de acción de Biodiversidad para Villano | Investigadora y Coordinadora de campo/ Muestreo del componente de mastozoología y coordinación de campamento del componente de fauna |
| 2013 | Estudio de diversidad del Orden Chiroptera en el Ecuador mediante técnicas de detección de llamadas de ecolocación | Investigadora/Identificación y catalogación de llamadas de ecolocación, y alimentación y mantenimiento de la biblioteca de llamadas |
| 2014 | Evolución del canto a dúo del sotorey colillano | Investigadora asociada/Colectar datos en campo y análisis de datos |

Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las cinco más relevantes o las más recientes)

1. Rivera-Parra, D. P. y Burneo, S. 2013. Primera biblioteca de llamadas de ecolocalización de murciélagos del Ecuador. *Therya* 4:79-88.
2. Rivera-Parra, D. P. "Moths fight back: arms race in the cloud forest". Tesis de Maestría New Jersey Institute of Technology.
3. E. S. Fortune, N. Day, P. Rivera and M. J. Coleman. Motor and sensory coding in duetting wrens. Poster Neuroscience Meeting 2016, USA.
- 4.
- 5.

Experiencia profesional, otros trabajos científicos y técnicos

2016 Enero-Septiembre: Investigadora asociada y Lab Manager. Proyecto de Neuroetología en el Laboratorio del Dr. Eric S. Fortune, NJIT.



2013: Presentación en el II Congreso Ecuatoriano de Mastozoología como Profesora del Taller “Ecolocación de murciélagos” Puyo, Ecuador.

2011: Presentación en el I Congreso Ecuatoriano de Mastozoología como Profesora del Taller “Ecolocación de murciélagos” Quito, Ecuador.

2011: Profesora del Curso “Diversidad y conservación de mamíferos, módulo bioacústica de murciélagos” en Quibdó, Colombia durante el I Congreso Colombiano de Mastozoología.

Agosto 2007 – Julio 2008: Asistente de Cátedra e Investigación en el Laboratorio de Citogenética Molecular de Anfibios, PUCE.



HOJA DE VIDA DEL PROFESOR COLABORADOR DEL PROYECTO (1)

Datos personales

| | | | |
|--|---------------------|-------------------------|-----------------------------|
| Pinto Baéz | | Christian Miguel | |
| Apellidos | | Nombres | |
| M: (X) F: () | 03/01/1981 | Ecuatoriana | Miguel.pinto@epn.edu.ec |
| Sexo | Fecha de nacimiento | Nacionalidad | Correo institucional |
| Extensión EPN: 6000 | | Celular: 0995129238 | Teléfono del domicilio: N/A |
| Cédula de identidad: 1713628111 | | | |
| Dirección particular / ciudad: Madrid y Toledo, Edificio Zon, Apt. 61 / Quito | | | |
| Facultad: Departamento: Instituto de Ciencias Biológicas | | | |
| Cargo actual en la EPN (tal como aparece en el nombramiento): | | | |

Educación Universitaria. Proveer el nombre de los títulos de pregrado y postgrado (Ing., Magister, Ph.D.)

| Títulos | Año | Institución/Universidad | Ciudad/País | Área de investigación de la tesis |
|---------|------|-----------------------------|------------------|-----------------------------------|
| Lic. | 2005 | PUCE | Quito/Ecuador | Biología |
| M.Sc. | 2009 | Texas Tech University | Lubbock/EEU U | Biología |
| M.Phil. | 2012 | City University of New York | New York/EEUU | Biología |
| M.Sc. | 2014 | City University of New York | New York/EEUU | Biología |
| Ph.D. | 2015 | City University of New York | New York/EEUU | Biología |

Experiencia investigativa y en ejecución de proyectos (cite los tres más relevantes)

| Año | Título del proyecto | Posición /Actividades realizadas |
|------|---|---|
| 2014 | Evolutionary history of mammal-trypanosome associations using museum collections | Investigador Principal /Dirección y ejecución |
| 2014 | Evolutionary history of mammal-trypanosome associations in the Guiana Shield (TrypShield) | Investigador Principal /Dirección y ejecución |
| 2013 | Systematics and biogeography of the <i>Trypanosoma cruzi</i> clade | Investigador Principal /Dirección y ejecución |

Publicaciones, patentes, prototipos o productos (cite las cinco más relevantes o las más recientes)

- Pinto CM**, Soto-Centeno JA, Núñez Quiroz AM, Ferreyra N, Delgado-Espinoza F, Stahl PW, Tirira DG. 2016. Archaeology, biogeography and mammalogy do not provide evidence for tarukas (Cervidae: *Hippocamelus antisensis*) in Ecuador. *Journal of Mammalogy* 97: 41-53. doi:10.1093/jmammal/gyv151
- Pinto CM**, Ocaña-Mayorga S, Tapia EE, Lobos SE, Zurita AP, Aguirre-Villacís F, MacDonald A, Villacís AG, Lima L, Teixeira MMG, Grijalva MJ, Perkins SL. 2015. Bats, trypanosomes, and triatomines in Ecuador: new insights into the diversity, transmission, and origins of *Trypanosoma cruzi* and Chagas disease. *PLoS ONE* 10(10): e0139999. doi:10.1371/journal.pone.0139999



3. Cottontail VM*, Kalko EKV, Cottontail I, Wellinghausen N, Tschapka M, Perkins SL, **Pinto CM***. 2014. High local diversity of *Trypanosoma* in a common bat species, and implications for the biogeography and taxonomy of the *T. cruzi* clade. PLoS ONE 9(9): e108603. doi:10.1371/journal.pone.0108603 *Authors contributed equally
4. **Pinto CM**, Kalko EKV, Cottontail I, Wellinghausen N, Cottontail VM. 2012. TcBat, a bat-exclusive lineage of *Trypanosoma cruzi*, in the Panama Canal Zone, with comments on its classification and the use of the 18S rRNA gene for lineage identification. Infection, Genetics, and Evolution 12: 1328-1332.
5. **Pinto CM**, Grijalva MJ, Costales JA. 2003. Prevalencia de *Trypanosoma cruzi* en roedores y marsupiales en dos localidades de Manabí, Ecuador. Revista de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador 71: 225-233.

Experiencia profesional , otros trabajos científicos y técnicos

- Profesor Ocasional a Tiempo Completo, EPN, febrero 2016 - presente
- Becario Postdoctoral, Instituto Smithsonian, febrero 2015 – enero 2016
- Becario, estudiante de PhD, American Museum of Natural History, agosto 2009 – enero 2015

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Proyecto Interno Proyecto Semilla Proyecto Junior Proyecto Multi e Inter Disciplinario

Investigación Básica Investigación Aplicada Investigación Pedagógica Innovación

DEPARTAMENTO(S):

1. Instituto de Ciencias Biológicas
2. Física

LINEA(S) DE INVESTIGACIÓN:

1. Biología de organismos
- 2.

1 Proyecto de Investigación

Título:

Implicaciones acústicas y aerodinámicas del comportamiento antimurciélago en polillas

Resumen del proyecto (máximo 200 palabras)

En el proceso de co-evolución entre predador y presa, la presa usualmente presenta comportamientos que reducen la posibilidad de que sea capturada. Murciélagos y polillas son un claro ejemplo de esta compleja relación; donde las señales acústicas usadas por los murciélagos para encontrar a las polillas son a su vez usadas por las polillas para escapar.

Los murciélagos insectívoros utilizan su sistema de ecolocación para encontrar y caracterizar a sus presas. Para encontrar presas potenciales escuchan los cambios que se dan en la amplitud de los ecos de retorno. Dicha modulación acústica de la señal es dada por el aleteo de los insectos. Como resultado de esta presión selectiva, las polillas han evolucionado diversos mecanismos anti-murciélago; muchos de los cuales dependen de la capacidad de detectar las llamadas de ecolocación. Los mecanismos anti-murciélago que pueden presentar las polillas varían desde alteraciones en el patrón de vuelo hasta la capacidad de producir clics de ultrasonido, las cuales pueden tener efectos en la acústica de la señal percibida por el murciélago. La respuesta comportamental puede presentar variaciones en la cinemática de las alas de las polillas, que potencialmente se traduciría en una reducción de la información percibida por los murciélagos.

Palabras clave (4-6): polilla, murciélago, comportamiento, evolución, aerodinámica



| | |
|---|--|
| 2 | Objetivos, relevancia, productos y resultados esperados de esta propuesta de investigación |
| 2.1 Objetivos | |
| 2.1.1 Objetivo General | |
| <ul style="list-style-type: none">Analizar el mecanismo de defensa de las polillas frente a murciélagos; y examinar sus implicaciones acústicas, aerodinámicas, y de comportamiento. | |
| 2.1.2 Objetivos Específicos | |
| <ul style="list-style-type: none">a. Analizar como el mecanismo de defensa cambia la señal que es percibida por el predadorb. Caracterizar la acústica de la anatomía y morfología de las alas de las polillas.c. Medir como el mecanismo anti-murciélago afecta o cambia la aerodinámica del vuelo de la polilla. | |
| 2.2 Detalle de los resultados esperados (con relación a los objetivos) | |
| <ul style="list-style-type: none">a. El mecanismo de defensa de la polilla hace que la señal que es percibida por el predador sufra un cambio acústico, que puede afectar a la posible localización por parte del murciélago.b. Las escamas que recubren a las alas de polillas van a ser un componente fundamental en cuanto a la capacidad de absorción del ultrasonido.c. El comportamiento que presentan las polillas, que es multicomponente, con cambios tanto en el cuerpo como en las alas, va a tener un efecto en la aerodinámica del vuelo. Posiblemente exista un cambio en la trayectoria y la velocidad del vuelo. | |
| 3 | Relevancia de la propuesta de investigación y su relación con la(s) líneas de investigación |
| <p>Murciélagos y polillas se encuentran relacionados en una carrera armamentística. Donde las llamadas de ultrasonido usadas por los murciélagos para encontrar a las polillas, son a su vez usadas por las polillas para evitar ser capturadas.</p> <p>Ciertas especies de polillas presentan una serie de respuestas al ultrasonido, de las cuales las más estudiadas son las respuestas acústicas. En las cuales las polillas son capaces de producir clics de ultrasonido en respuesta a las llamadas de los murciélagos, y de esta forma causan una interrupción momentánea del sonar de los murciélagos.</p> <p>Pero estos estudios no toman en cuenta las respuestas comportamentales ni los posibles efectos que estos comportamientos puedan tener en la acústica de las señales. Si el repertorio de comportamientos que presentan las polillas tiene un efecto en la información que el murciélago analiza, quiere decir que la polilla podría activamente cambiar la acústica de la señal y de esta forma ocultarse acústicamente de su predador.</p> | |
| 4 | Productos esperados |
| <ul style="list-style-type: none">a. Publicaciones científicas (obligatorio); Xb. Disertación a la Comunidad Politécnica; Xc. Proyecto de Titulación; <input type="checkbox"/>d. Tesis de Grado (maestría o doctorado); <input type="checkbox"/>e. Aplicación tecnológica construida o implementada; <input type="checkbox"/>f. Patente presentada; <input type="checkbox"/>g. Perfil de proyecto de mayor impacto científico, técnico, pedagógico o de innovación. <input type="checkbox"/> | |



| | |
|--|--|
| 5 | Descripción y metodología y diseño del proyecto |
| <p>5.1 Descripción, metodología y diseño del proyecto (Máximo dos carillas)</p> <p>Para estudiar la relación predador-presa que existe entre murciélagos y polillas, es necesario estudiar la acústica de esta relación. Ya que los murciélagos insectívoros dependen completamente de su sistema de ecolocación para encontrar a sus presas (1). Mientras que las polillas han evolucionado la capacidad tanto de escuchar las llamadas de ultrasonido de los murciélagos, así como un amplio repertorio de respuestas para evitar ser capturadas (1, 2, 3). El presente estudio va a ser desarrollado en las inmediaciones de la estación Científica Yanayacu, localizada en el cantón Quijos, provincia de Orellana. En esta localidad se grabará las llamadas de murciélagos y se colectará las polillas para la parte experimental. Por su lado la parte experimental va a ser llevada a cabo en las instalaciones del Instituto de Ciencias Biológicas, donde se ensamblara un túnel de vuelo y una cámara de reverberación.</p> <p>Fase de campo: En primer lugar de debe de realizar grabaciones de los murciélagos del lugar por dos razones principales. La primera es para conocer las especies de murciélagos que se encuentran en la localidad, y segundo para conocer la ventana de frecuencias usadas por los murciélagos. Para estudiar la acústica de las señales de ultrasonido de los murciélagos se emplea detectores de ultrasonido, que son micrófonos especiales capaces de detectar sonidos hasta más de 150kHz. La forma en la que se grabará las llamadas de los murciélagos es colocando las grabadoras en sitios de alta actividad.</p> <p>Las señales grabadas de los murciélagos serán usadas en los experimentos de playback para estudiar el comportamiento de las polillas. En este sentido se analizará si las polillas reaccionan por igual a todas las frecuencias, o si tienen una reacción diferencial relacionada a la ventana de frecuencias usadas por las especies locales de murciélagos (4). Además se realizarán experimentos en una cámara de reverberación para medir la absorbanancia del ultrasonido de las alas de polillas (5).</p> <p>Fase experimental: Para realizar los experimentos de vuelo con polillas se utilizará un túnel de vuelo. Para esto se coloca un micrófono de ultrasonido, para grabar tanto el eco retornante como cualquier respuesta acústica que presente la polilla. Se coloca además un parlante de ultrasonido, mediante el cual se hacen los playbacks de los tonos de ultrasonido. Todos los experimentos se los realiza con luz IR. Adicionalmente se realizan videos de alta velocidad, que están sincronizados con el sonido.</p> <p>De los archivos de sonido se medirán los cambios en la acústica de la señal, y se determinara si existe un cambio que podría potencialmente ser percibido por el murciélagos sea como una señal aposemática (6, 7), o si existe una disminución en la información retornante al murciélagos que lo inhabilita en encontrar a la polilla (8).</p> <p>De los videos de alta velocidad se realizarán observaciones del comportamiento de las polillas en respuesta al ultrasonido. En otros insectos, como las mantis religiosas y los escarabajos tigres, se ha descrito una reacción comportamental al ultrasonido multi-componente, con un cambio general en la postura (9). Por lo tanto de los videos se medirá el cambio en la cinética de las alas. Se va a analizar la frecuencia y amplitud del aleteo; y la posición de las alas. Además se va a analizar la postura del abdomen, y la posición de patas y antenas. Un cambio de postura puede afectar la aerodinámica de vuelo de un insecto (10, 11, 12), y esto puede ser parte de un comportamiento activo de escape.</p> | |



- (1) Conner, W.E. & Corcoran, A.J. (2012). Sound strategies: the 65-million-year-old battle between bats and insects. *Annual Review Entomology* 57, 21–39.
- (2) Corcoran, A.J., Barber, J.R. & Conner, W.E. (2009). Tiger moth jams bat sonar. *Science* (80-) 325, 325–327.
- (3) Yager, D.D. (2012). Predator detection and evasion by flying insects. *Current Opinion Neurobiology* 22, 201–207.
- (4) ter Hofstede, H.M., Goerlitz, H.R., Ratcliffe, J.M., Holderied, M.W. & Surlykke, A. (2013). The simple ears of noctuid moths are tuned to the calls of their sympatric bat community. *J Exp Biol* 216, 3954–3962.
- (5) Zeng, J., Xiang, N., Jiang, L., Jones, G., Zheng, Y., Liu, B. & Zhang, S. (2011). Moth Wing Scales Slightly Increase the Absorbance of Bat Echolocation Calls. *PLoS One* 6, e27190.
- (6) Barber, J.R., Chadwell, B.A., Garrett, N., Schmidt-French, B. & Conner, W.E. (2009). Naïve bats discriminate arctiid moth warning sounds but generalize their aposematic meaning. *J Exp Biol* 212, 2141–2148.
- (7) Barber, J.R. & Conner, W.E. (2006). Tiger moth responses to a simulated bat attack: timing and duty cycle. *J Exp Biol* 209, 2637–2650.
- (8) Miller, L.A. & Surlykke, A. (2001). How Some Insects Detect and Avoid Being Eaten by Bats: Tactics and Countertactics of Prey and Predator. *Bioscience* 51, 570.
- (9) Yager, D.D. & Spangler, H.G. (1997). Behavioral response to ultrasound by the tiger beetle *Cicindela marutha* dow combines aerodynamic changes and sound production. *Journal Experimental Biology* 200, 649–659.
- (10) Hinterwirth, A.J. & Daniel, T.L. (2010). Antennae in the hawkmoth *manduca sexta* (Lepidoptera, Sphingidae) mediate abdominal flexion in response to mechanical stimuli. *J Comp Physiol A Neuroethol Sensory, Neural, Behav Physiol* 196, 947–956.
- (11) Combes, S.A. & Dudley, R. (2009). Turbulence-driven instabilities limit insect flight performance. *Proc Natl Acad Sci U S A* 106, 9105–9108.
- (12) Dyhr, J.P., Morgansen, K.A., Daniel, T.L. & Cowan, N.J. (2013). Flexible strategies for flight control: an active role for the abdomen. *J Exp Biol* 216, 1523–1536.



6 Tiempo de dedicación de docentes, infraestructura, equipos y fondos adicionales.

6.1 Tiempo máximo de dedicación semestral del Director del proyecto, de los docentes participantes y otros colaboradores.
El tiempo de dedicación máximo será de acuerdo al tipo de proyecto:

| Proyecto | Director | Colaboradores |
|------------|----------|---------------|
| PII y PIS | 16 HSS | 8 HSS |
| PIJ y PIMI | 20 HSS | 10 HSS |

| Nombre | Rol (director o colaborador) | Horas de dedicación | Departamento |
|---------------------------|---------------------------------|------------------------|--|
| Diana Pamela Rivera Parra | Director | 11 | Instituto de Ciencias Biológicas |
| Miguel Pinto | Colaborador | 6 | Instituto de Ciencias Biológicas |

6.2 Infraestructura y equipos

- Túnel de vuelo
- Cámara de alta velocidad
- Micrófonos de ultrasonido
- Parlantes de ultrasonido
- Equipos para colecta de insectos y murciélagos


6.3 Breve justificación del equipo requerido

6.4 Fondos Adicionales

- Apoyo económico por parte del laboratorio de Neuroetología del Dr. Eric Fortune del New Jersey Institute of Technology

7 Declaración del Director del Proyecto


Declaro que la presente propuesta es de mi autoría y de los colaboradores mencionados y que no ha sido presentada en ninguna convocatoria de otra institución pública o privada solicitando el financiamiento total del proyecto.


DIRECTOR DEL PROYECTO
Nombre: Diana Pamela Rivera Parra
CC: 1719217034

Quito, 17 de Mayo de 2017
(lugar y fecha)

DECLARACIÓN DEL JEFE DE DEPARTAMENTO

Esta propuesta ha sido aprobada mediante los resultados de las evaluaciones por pares por el Instituto de Ciencias Biológicas, en reunión del día 15 de Mayo de 2017. Las instalaciones, incluyendo personal, edificios, equipo y recursos financieros están a disposición del proponente y sus colaboradores de acuerdo con las especificaciones que se encuentran en esta propuesta.


JEFE DEL DEPARTAMENTO
Nombre: Miguel Pinto
CC: 1717628111

Quito, 17 de Mayo de 2017
(lugar y fecha)

