

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CÓRDOBA.
FACULTAD DE CIENCIAS EXACTAS, FÍSICAS Y NATURALES.
Carrera de Ciencias Biológicas.**

Patrones biogeográficos en las serpientes de la familia Viperidae de Perú: distribución e impacto antrópico.

Tesinista: Tomba, Ana Nerea.

Firma:

Director: Nori, Javier.

Firma:

Codirector: Carrasco, Paola.

Firma:

Centro de Zoología Aplicada - FCEFYN - UNC.

Patrones biogeográficos en las serpientes de la familia Viperidae de Perú: distribución e impacto antrópico.

Tribunal Examinador

Bazzano, Gisela

Firma:

Cabrera, Mario

Firma:

Leynaud, Gerardo

Firma:

Calificación:

Fecha:

Agradecimientos

A mi papá y mi mamá, que me dieron la posibilidad de estudiar dejándome ir lejos de casa y si no fuera por ellos nada de esto hubiera sido posible.

A mis hermanos y sobrinas, por ser incondicionales siempre pase lo que pase, a mis tíos y primos por estar pendientes de mi carrera a cada paso que daba y eso que no somos pocos.

A mis FLAMBEAS, amigas de toda la vida, gracias a ellas la vida en la ciudad se hizo mucho más fácil y fue como traerme un pedacito de Luiggi conmigo.

A mi novio, que me acompañó toda la carrera rescatándome del estrés de la facu más veces de las que me puedo acordar.

A Luquitas, por ser mi primer y único amigo por más de la mitad de la carrera y ahora ya será para siempre.

A las batatas, amigas que me dio la facu, que por más que las conocí quizás tarde hicieron que todo sea distinto y mucho más hermoso en una carrera que pensé que no podía ser mejor.

A Javi y Pao, mis directores, por estar cada vez que los necesitaba y por responder todas mis dudas que no suelen ser pocas.

A Maxi del centro de zoología que me ayudó con la computadora cada vez que me superaba la tecnología, fueron unas semanas intensas.

A la gran universidad pública que además de académicamente, te deja enseñanzas que nunca jamás se van a borrar en todos los ámbitos de la vida que existen.

Al Centro de Zoología Aplicada de la Universidad Nacional de Córdoba y a todos los grandes profesionales que trabajan en él, por abrirme las puertas y hacerme sentir como una más desde el primer momento.

Índice

Agradecimientos	3
Resumen	5
Introducción	6
Objetivo general.....	10
Objetivos específicos.....	10
Materiales y métodos	11
Área de estudio.....	11
Fuentes de datos geográficos.....	14
Especies bajo estudio.....	14
Variables climáticas.....	25
Modelado de distribución (a partir de modelos de nicho ecológico).....	26
Impacto antrópico directo.....	29
Resultados	30
Variables climáticas.....	30
Modelado de distribución	31
Distribuciones de especies.	32
Discusión	42
Referencias bibliográficas	48
Apéndice	54

Patrones biogeográficos en las serpientes de la familia Viperidae de Perú: distribución e impacto antrópico.

Resumen

Los Vipéridos son un grupo de serpientes caracterizadas por un sofisticado aparato bucal especializado en la inoculación de veneno, por lo tanto poseen una gran importancia a nivel social además de científico. En Sudamérica, gran parte de los Vipéridos pertenecen al complejo *Bothrops*. Perú cuenta con una gran diversidad de Vipéridos pero estudios recientes demuestran que la fauna del complejo *Bothrops* de este país está subestimada; además para las especies conocidas, los estudios referidos a diferentes aspectos de su biología son extremadamente escasos. Es por eso que la presente tesina aborda la investigación de las distribuciones de ocho especies; representando casi el 60% de los Vipéridos presentes en el país, haciendo hincapié en las especies endémicas o mayormente endémicas. Mediante las técnicas actuales de modelado de nicho ecológico que se basan en correlacionar registros de presencia con variables abióticas pudimos dilucidar en este trabajo las áreas de distribución de estas ocho especies obteniendo como resultado en todos los casos que el área de distribución es más amplia de lo que se sabía hasta el momento; abarcando mayores superficies y con ello, mayores amplitudes altitudinales. Seguido a esto se evaluó la situación de las especies con respecto a las actividades humanas en el territorio que ellas ocupan obteniendo resultados bastante optimistas donde el impacto antrópico raramente supera el 10% de superposición con las áreas de distribución de las especies bajo estudio.

Palabras claves: *Crotalinae*, *Bothrops*, *Bothrocophias*, Andes Centrales, ecorregiones, modelados.

Introducción

Los Vipéridos (familia Viperidae) son un grupo de serpientes que se caracterizan por poseer un sofisticado aparato bucal especializado en la inoculación de veneno. Están presentes en todos los continentes, excepto Australia y Antártida, alcanzando las mayores latitudes y altitudes entre los ofidios (Greene 1997). Actualmente se reconocen 342 especies incluidas principalmente en dos subfamilias: Viperinae (en África y Eurasia) y Crotalinae (en Asia y América) (Alencar *et al.* 2018, Uetz & Hošek 2018).

Los Vipéridos son considerados un grupo de importancia médica, tanto por la potencial letalidad de sus venenos como por el valor terapéutico de algunos de sus componentes (Carrasco *et al.* 2016a). Los envenenamientos causados por serpientes son un tópico de importancia dentro de los problemas de salud pública (Kasturiratne *et al.* 2008, Gutiérrez *et al.* 2010, Gutiérrez 2011), y el tratamiento de este problema requiere de un enfoque integrado de diversos ámbitos de estudio, desde lo científico a lo social (Gutiérrez 2011). En este sentido los estudios biogeográficos de ofidios de importancia médica y su aplicación en el abordaje del ofidismo se tornan fundamentales (Nori *et al.* 2014, Yañez-Arenas *et al.* 2015). El estudio más detallado y el conocimiento acerca de los hábitats ocupados por los vipéridos son indispensables para la toma de medidas preventivas, la determinación de áreas de riesgo de accidente ofídico, y la proyección de potenciales cambios en aquellas áreas (Yañez-Arenas *et al.* 2014). Esta información puede ser utilizada tanto para evitar futuros accidentes como también para generar estrategias asociadas a la conservación de las especies.

El Neotrópico es reconocido como la región del planeta más rica en relación a los Vipéridos, de hecho, se han contabilizado aproximadamente unas 90 especies abarcando una diversidad considerable (Campbell & Lamar 2004). Algunas especies presentan una distribución amplia, siendo por ello las principales causantes de accidentes ofídicos, mientras que otras se encuentran en áreas restringidas y/o de difícil acceso, siendo poco conocidas en su biología general. En América del Sur, gran parte de los Vipéridos presentes pertenecen al complejo *Bothrops* (*Bothrocophias*, *Bothrops*), el cual conforman 52 especies

(Carrasco *et al.* 2012, 2018, Uetz & Hošek 2018). El grupo es ampliamente diverso, tanto en su morfología como en sus características ecológicas, incluyendo especies terrestres y arborícolas que se encuentran en áreas tropicales, subtropicales y áridas, desde el nivel del mar hasta elevaciones mayores de 3000 m (Martins *et al.* 2002, Campbell & Lamar 2004, Carrasco *et al.* 2009, 2010). Entre los países del subcontinente, Perú posee una gran diversidad de Vipéridos de este complejo, siendo además uno de los países menos estudiados en términos de diversidad de serpientes. Según los reportes de MINSA (Ministerio de Salud del Perú) se estima que en Perú hubo 2035 accidentes ofídicos en el 2008 (Navarrete Zamora *et al.* 2010). Los accidentes por ofidismo ocurren en la mayoría de los casos en personas que están en plena actividad productiva en zonas rurales de difícil acceso (Lévano Saravia & Fernández Vera 2004). Se estima que del total de accidentes ofídicos del Perú, el 95% es producido por el género *Bothrops* siendo *B. atrox* la serpiente cuya mordedura tiene la mayor prevalencia a nivel nacional. Estudios recientes demuestran que la fauna del complejo *Bothrops* de este país está subestimada (Carrasco *et al.* 2016a); además para las especies conocidas, los estudios referidos a diferentes aspectos de su biología son escasos. Es por eso que esta tesina abordará la investigación de las distribuciones de gran parte de las especies de Vipéridos del género *Bothrops* del Perú (8 especies; representando casi el 60% de las presentes en el país), haciendo hincapié en las especies endémicas o mayormente endémicas de este país.

En relación a su diversidad de serpientes en general, Perú ocupa el segundo lugar dentro de Latinoamérica en relación al número de especies descritas (Campbell & Lamar 2004, Pesantes 2000, Yarlequé 2000, Villanueva *et al.* 2004, Navarrete Zamora 2010). Entre los ofidios venenosos presentes, 18 especies pertenecen a la familia Viperidae y cinco géneros están representados: *Crotalus*, *Lachesis*, *Bothriechis*, *Bothrocophias* y *Bothrops*, siendo que la gran mayoría de las especies pertenecen a este último. Algunas de estas especies están distribuidas ampliamente en América del Sur (*Crotalus durissus*, *Lachesis muta*, *Bothriechis schlegelii*, *Bothrocophias hyoprora*, *Bothrops atrox*, *B. brazili*, *B. asper*, *B. bilineatus*, *B.*

taeniatus), otras están presentes sólo en regiones Andinas de Perú, Bolivia y Ecuador (*Bothrocophias microphthalmus*, *B. andianus*, *Bothrops oligolepis*, *B. pulchra*, *B. lojanus*), y tres son estrictamente endémicas de Perú (*B. pictus*, *B. barnetti*, *B. chloromelas*). En relación a la información geográfica sobre estas especies, varias de ellas se conocen a partir de pocos registros (Campbell & Lamar 2004), y los límites latitudinales y altitudinales de sus distribuciones no son suficientemente conocidos (ej. Navarrete Zamora *et al.* 2010), tampoco existen trabajos que recopilen la información distribucional existente, para poder llevar a cabo análisis que permitan realizar inferencias de las mismas.

En la actualidad existen técnicas que permiten inferir la distribución probable de una especie a partir de correlacionar sus registros de distribución y variables abióticas, estas técnicas son denominadas en su conjunto, **modelos de nicho ecológico**. El concepto de nicho ecológico fue definido como la combinación de requerimientos tanto bióticos como abióticos que permiten que una población sobreviva y crezca en un lugar determinado, y el impacto que tiene una especie en la comunidad ecológica donde vive (Chase & Leibold 2003). Existen además otros factores importantes en relación al área de distribución de una especie, como los sitios que han sido accesibles para la misma a lo largo de su historia.

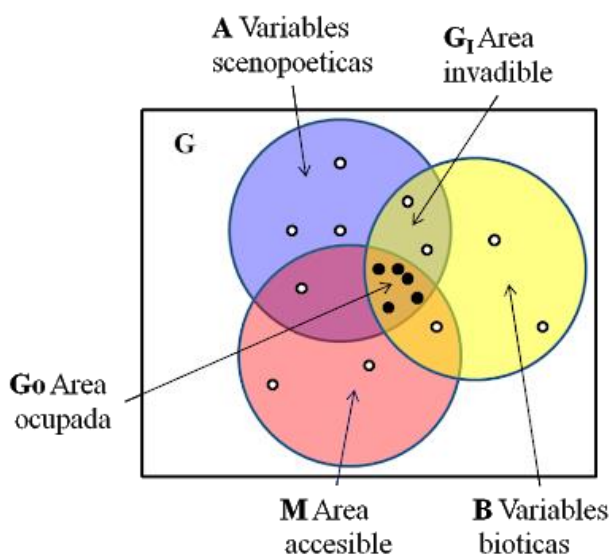


Figura 1 Diagrama de BAM donde G representa el área geográfica total, los puntos blancos representan ausencias y los puntos negros presencias.

Poco tiempo atrás, para dar un contexto teórico y sencillo al estudio de las áreas de distribución, se desarrolló el diagrama de BAM (Soberón & Peterson 2005; Figura 1). Brevemente, el diagrama es una representación resumida del espacio geográfico, subdividida en los términos de una ecuación. Donde A es la región del espacio geográfico donde el crecimiento intrínseco de la población de una especie sería positivo, solo teniendo en cuenta variables scenopoéticas o

abióticas (es decir todos aquellos sitios con condiciones ambientales adecuadas para la especie). Como segundo componente se encuentra B que es la región que representa las áreas donde las interacciones con otras especies y el consumo de recursos denso-dependientes producirían índices de crecimiento instantáneo, en otras palabras, B es el área donde las condiciones bióticas son adecuadas para la especie (en general, en estudios biogeográficos, las estimaciones de este parámetro son complicadas). Finalmente, la región M corresponde a aquellos sitios del espacio geográfico donde la especie ha podido acceder durante una relevante cantidad de tiempo; se puede estimar M en base a consideraciones biogeográficas, o por análisis de dispersión de individuos. Entonces la intersección de A, B y M representa el área de distribución actual de la especie (Soberón 2010).

Como se introdujo anteriormente, el modelado de nicho ecológico cuantifica la correlación entre los factores ambientales y la distribución de las especies, a fin de determinar aquellas zonas donde se manifiestan condiciones adecuadas en el espacio geográfico (componente A del diagrama). Debido a que estos modelos no consideran las zonas históricamente accesibles para la especie (componente M), los mismos son calibrados y proyectados a hipótesis de dichas zonas (es decir áreas a las que se piensa que la especie ha tenido acceso) con el fin de determinar cuales tienen condiciones favorables para su supervivencia.

Ya desarrollamos algunos de los aspectos biogeográficos y macro-ecológicos importantes a tener en cuenta a la hora de estimar el área de distribución de una especie, pero no podemos obviar a uno de los mayores modeladores de los patrones de distribución de las especies en la actualidad, la actividad humana. En relación a esto es de destacar que La República del Perú compone, junto con Venezuela, Colombia, Ecuador, y Bolivia una región denominada los Andes Tropicales que han sido un centro de desarrollo humano durante más de 100.000 años; pero a pesar de la prolongada ocupación humana la mayoría de las alteraciones se han producido desde principios del siglo XX con los monocultivos y la cría intensiva de ganado que fueron ocupando cada vez más los valles fértiles interandinos

(Herzog 2012); evidentemente la historia humana en esta región ha de tener importante influencia sobre los actuales patrones de distribución de su biota.

Esto no es menor ya que la pérdida y fragmentación del hábitat resulta una de las principales causas de disminución de biodiversidad para las poblaciones de muchas especies que no pueden adaptarse a cambios drásticos en sus hábitats y dejan de ser capaces de habitarlos (Haddad 2015). Particularmente en el caso de los reptiles se ha visto que la riqueza de especies está positivamente relacionada a la heterogeneidad del paisaje. Entonces, al ser los cultivos paisajes muy poco heterogéneos, albergan una muy baja riqueza de especies (Atauri 2001). A pesar de este efecto más generalizado de la agricultura sobre la biodiversidad, debemos mencionar que no todas las especies reaccionan igual ante estos cambios antrópicos en su hábitat; existe una minoría de especies que encuentran en estos ambientes simplificados sobreabundancia de alimento concentrado físicamente (Altieri & Nicholls 2000), lo que puede favorecer su presencia y desarrollo poblacional.

En este contexto, en el presente trabajo nos hemos propuesto como objetivos:

Objetivo general

Actualizar el conocimiento de los rangos de distribución de serpientes de la familia Viperidae endémicas o mayormente endémicas de Perú, y determinar el impacto potencial de las modificaciones antrópicas intensivas del paisaje en los mismos.

Objetivos específicos

1. Determinar los rangos de distribución de las especies de interés a partir de registros geográficos y modelados de distribución.
2. Determinar zonas de impacto antrópico dentro de las distribuciones estimadas para cada especie.

Materiales y métodos

Área de estudio

La República del Perú es un país reconocido por su gran diversidad biológica, lo cual es posible gracias a su geografía tan particular; gran parte del territorio peruano es atravesado por la Cordillera de los Andes, haciendo de éste un escenario geográfico complejo que incluye diversas topografías a distintas altitudes (Young & Leon 2000).

A lo largo de los años se ha tratado de dividir su territorio político en regiones naturales, es decir, en regiones delimitadas tanto por sus características geográficas, como de suelo, clima, hidrográficas, etc. Tradicionalmente el territorio peruano ha sido dividido en tres grandes regiones denominadas costa, sierra y selva. En 1942 Javier Pulgar Vidal propuso una división más compleja, fundamentada en ocho pisos altitudinales e información sobre

clima, flora y fauna relevada hasta el momento. Posteriormente, Antonio Brack Egg postula once ecorregiones en Perú con más detalle, siendo éstas las más importantes hoy en día en la bibliografía descriptiva de la nación. Debido a que en la actualidad contamos con clasificaciones biogeográficas globales con gran aceptación científica, y a que las especies bajo estudio no se encuentran totalmente restringidas a Perú, sino que también habitan países limítrofes, se decidió utilizar las ecorregiones globales más actualizadas y reconocidas en el ámbito científico que son las determinadas por Olson *et al.* (2001). Según la hipótesis de Olson, Perú se haya dividida en 18 ecorregiones que en muchos casos atraviesan la frontera para continuar en algún país contiguo (Figura 2).

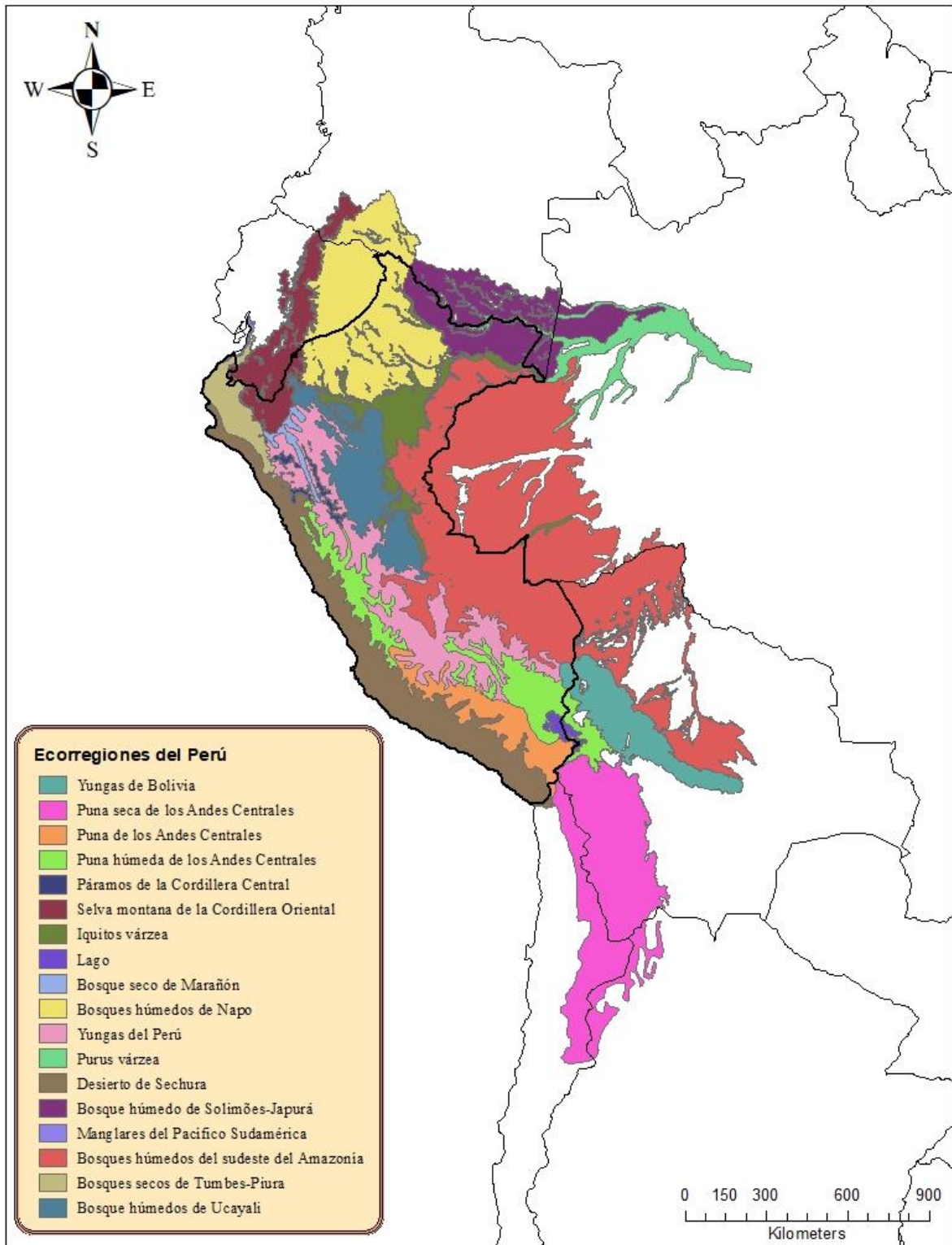


Figura 2 Mapa de Ecorregiones de Perú.

Fuentes de datos geográficos

Para este trabajo se utilizaron los registros de presencia de ocho de las 18 especies de Viperidae presentes en Perú obtenidos del proyecto “Serpientes de la Familia Viperidae en Sudamérica: Diversidad, distribución y biogeografía de sus especies en Perú” (Programa de Cooperación Científico-Tecnológica entre el Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica de Perú, CONCYTEC-FONDECYT CS-031-2014, y el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de Argentina, MINCYT PE/13/06). Los registros fueron obtenidos a partir de la revisión de los ejemplares de Vipéridos de las principales colecciones herpetológicas de Perú: Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Marcos (Lima - MUSM), Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Antonio Abad del Cusco (Cusco - MHNC), Museo de Historia Natural de la Universidad Nacional de San Agustín (Arequipa - MUSA), Centro de Ornitología y Biodiversidad (Lima - CORBIDI), Instituto Nacional de Salud (INS), y Museo de Zoología de la Universidad Nacional de la Amazonia Peruana (Iquitos - MZUNAP). Registros adicionales se obtuvieron de trabajos previos al proyecto en el que se enmarca esta tesina (Carrasco et al. 2009, 2010, 2012). Todos los registros obtenidos fueron revisados taxonómicamente y depurados para optimizar los resultados.

Especies bajo estudio

Se seleccionaron ocho especies para realizar los modelados y proyecciones: *Bothrocophias andianus*, *B. microphthalmus*, *Bothrops barnetti*, *B. chloromelas*, *B. lojanus*, *B. oligolepis*, *B. pictus*, y *B. pulchra*. La selección se realizó teniendo en cuenta fundamentalmente que las especies fueran endémicas o mayormente endémicas en Perú (es decir, especies cuya distribución se restringe a Perú y especies presentes en el país cuya distribución se extiende en parte a países limítrofes, respectivamente). Otro motivo para la elección de estas especies fue la escasa o inexistente información de las mismas; incluso las

especies andinas, (todas excepto *Bothrops barnetti* y *B. pictus*) no cuentan con estudios de ningún tipo en la región.

Bothrocophias andianus Amaral 1923: Conocida en Perú como “dormilona”, “hupachilla”, “jergón”, “marianito”, “amantica”, “jergona”, “terciopelo”, y en Bolivia como “chuta”; su nombre deriva de los Andes, y el sufijo –anus que indica “perteneciente a” en referencia a su distribución. Su distribución se extiende desde el sudeste de Perú, en los departamentos de Cusco y Puno, hasta el centro de Bolivia, en los departamentos de La Paz, Cochabamba y Santa Cruz. La mayoría de los ejemplares han sido colectados en la localidad tipo, Machu Picchu (departamento de Cusco), y sobre el río Cosireni. *B. andianus* habita bosques de montaña húmedos, la “selva alta” peruana, y se estima su distribución vertical entre 1800-3300 m de altitud. Es una serpiente terrestre, moderadamente robusta, de entre 60-70 cm de longitud total. *B. andianus* es color gris oliváceo en su dorso, con un patrón de 18-25 marcas trapezoidales “auriculares” más oscuras; el vientre es amarillo/crema moteado con gris oscuro, marrón o negro (Campbell & Lamar 2004). Su distribución se superpone con las ruinas de Machu Picchu, declarado patrimonio de la humanidad por la UNESCO en 2012. Las ruinas son la principal atracción turística del país y reciben más de 600.000 turistas por año, aumentando así el riesgo de accidentes ofídicos causados por esta especie (Ministerio de Salud Perú 2004).

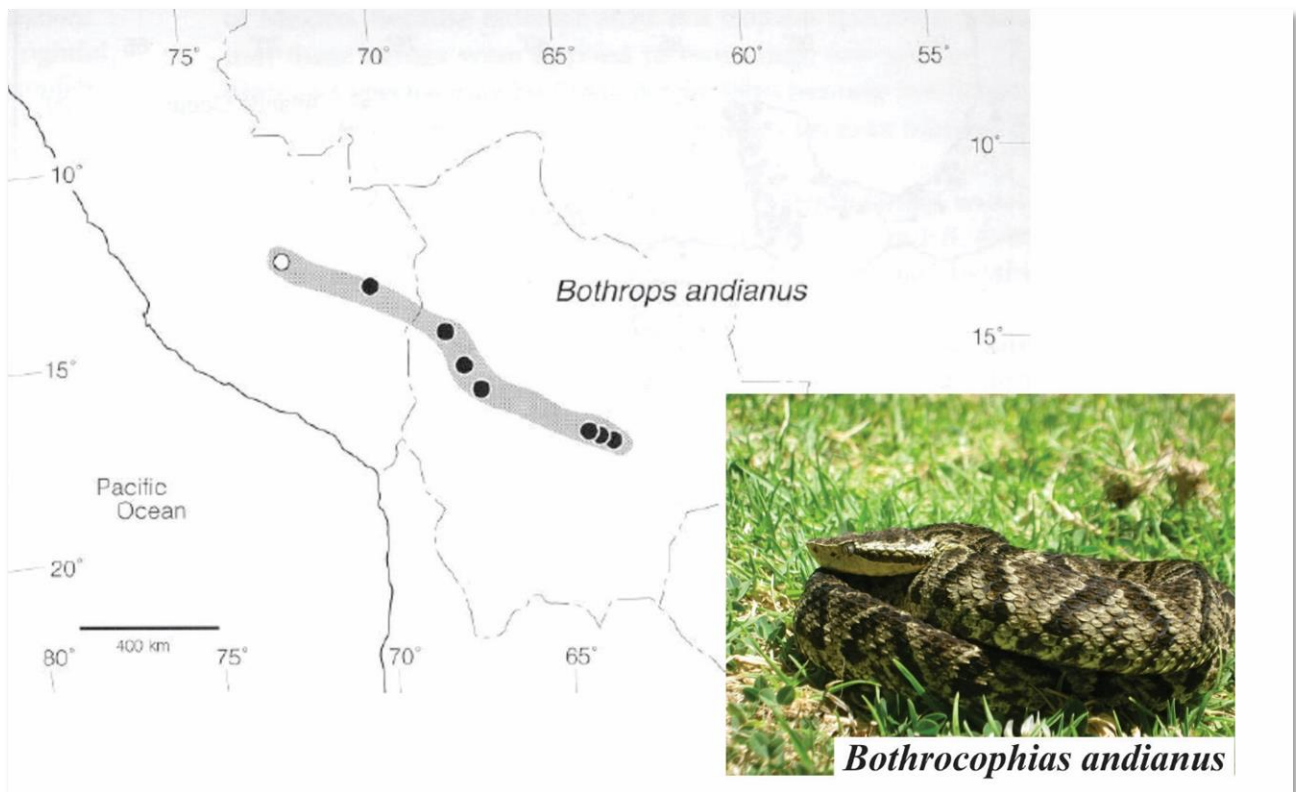


Figura 2 Distribución de *Bothrocophias andianus* (tomado de Campbell & Lamar 2004).

Bothrocophias microphthalmus Cope 1875: Conocida en Perú como “dukamp”, “equis”, “equis jergón”, “jergón pudridora”, “jergón shushupe”, “makanch”; su nombre deriva del griego *mikros* que significa “pequeño”, y *ophthalmus* significando “ojo”, en referencia a sus ojos diminutos. Su distribución se da en las laderas amazónicas de los Andes en Colombia, Ecuador, Perú y Bolivia; su localidad tipo es “entre Puerto Balsa y Moyobamba, Perú”. Habita bosques montanos húmedos y selvas nubladas y su distribución vertical conocida se extiende entre los 1000-2350 m de altitud. *B. microphthalmus* es una serpiente terrestre, moderadamente robusta, que comúnmente alcanza entre 40-70 cm de longitud total. Posee una coloración muy variable, con el dorso oscilando entre marrón, beige y gris; los adultos tienden a oscurecerse con la edad, los juveniles suelen ser más pálidos; el patrón dorsal consiste en 15-21 marcas o bandas transversales irregulares, usualmente con el centro más claro; el vientre es moteado fuertemente con marrón oscuro, especialmente en las partes laterales (Campbell & Lamar 2004). Registros de esta especie en Colombia no se encuentran

disponibles en la bibliografía u otra fuente de datos accesible, por lo que no fue posible incluirlos en este estudio; sin embargo, cabe remarcar que mientras la localidad tipo de *B. microphthalmus* se encuentra dentro de Perú, la asignación a esta especie de las poblaciones colombianas precisa ser verificada a partir de revisiones taxonómicas (Carrasco, datos no publicados).

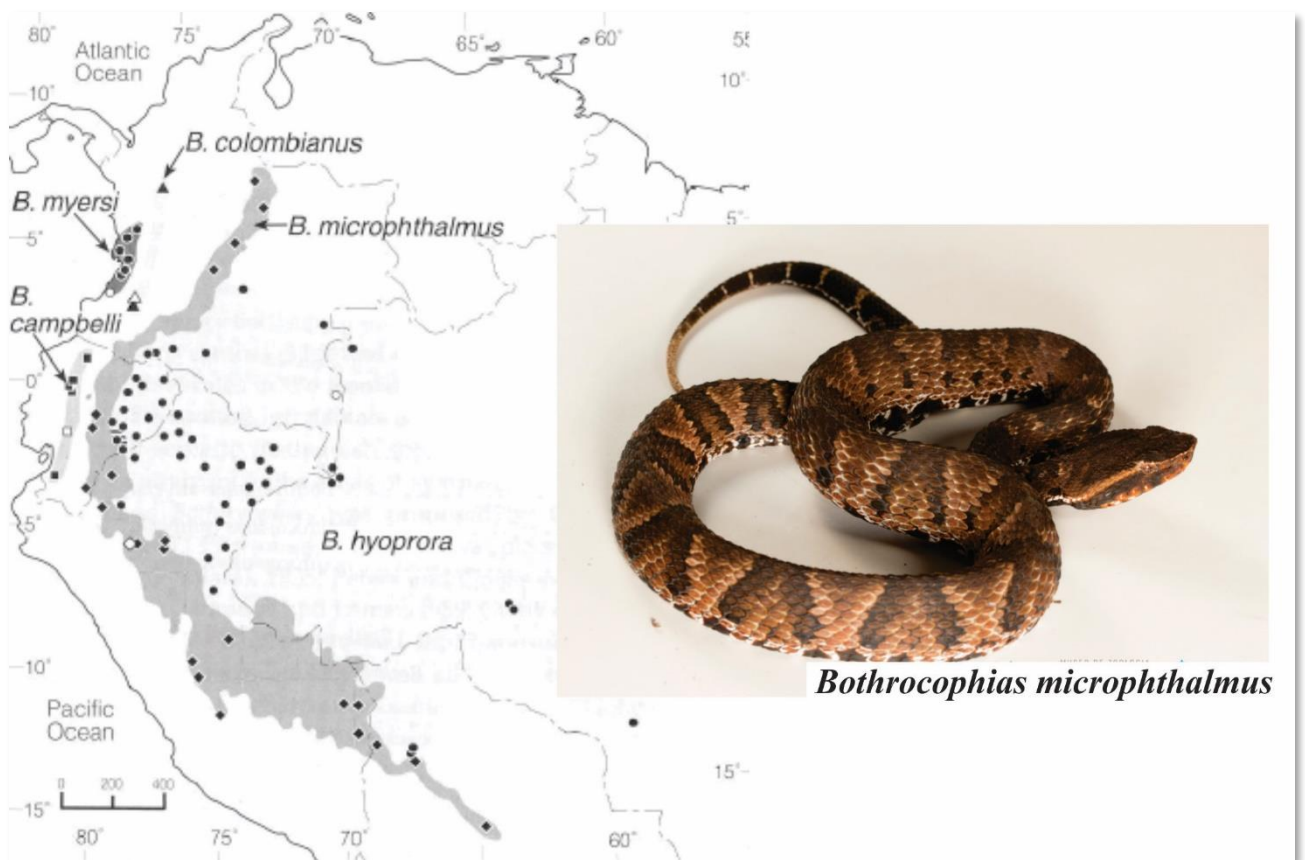


Figura 3 Distribución de *Bothrocophias microphthalmus* (tomado de Campbell & Lamar 2004).

Bothrops barnetti Parker 1938: Conocida popularmente en Perú como “cascabel”, “falsa cascabel”, “macanch” o “sancarranca”; su nombre fue elegido en honor al colector del ejemplar tipo, Burgess Barnett. Su distribución está restringida al norte de Perú, a lo largo de la costa Pacífica desde el departamento de Piura hasta el de La Libertad; su localidad tipo

es “boca de las Quebradas Honda y Perines, entre Lobitos y Talara, norte de Perú”. Los límites de la distribución tanto al norte como al sur o altitudinales no son suficientemente conocidos, solo puede decirse a partir de la bibliografía que las localidades de recolección están cerca del nivel del mar. Habita matorrales desérticos y se cree que zonas ribereñas serían las predilectas. *B. barnetti* es una serpiente terrestre, robusta, y los adultos pueden alcanzar entre 110-140 cm de longitud total. El color del dorso de la cabeza y del cuerpo varía de amarronado a grisáceo o color arena, haciéndose más pálido en los laterales; el patrón del dorso está compuesto por 17-24 pares de manchas trapezoidales o triangulares que pueden alternarse o unirse en el medio longitudinal del dorso, en el último caso dando la apariencia de moños (Campbell & Lamar 2004).

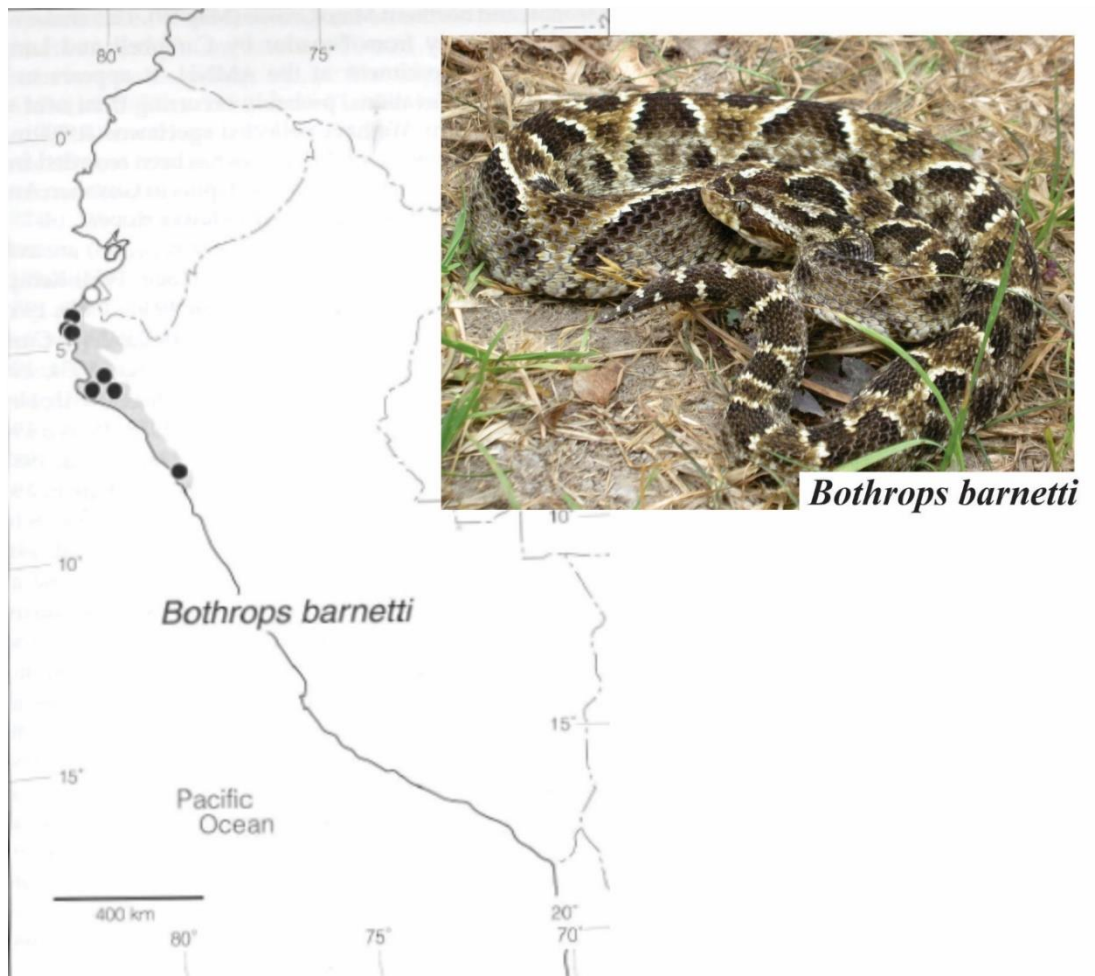


Figura 4 Distribución de *Bothrops barnetti* (tomado de Campbell & Lamar 2004)

Bothrops chloromelas Boulenger 1912: Conocida en Perú como “achu jergón”, “lamón”, “jergón negro”, “loro machaco”, “yawayuochaco”; su nombre deriva del griego *chloro* que significa “verde”, y *melas* que significa “negro”, en alusión a su color. Su distribución se da en la cordillera central y oriental de los Andes peruanos, en los departamentos de Huánuco, Junín y Pasco. Su localidad tipo se conoce como “Huancabamba, este de Perú” refiriéndose a la localidad ubicada en el departamento de Pasco. Habita bosques nublados desde los 1000 hasta probablemente más de 2000 m de altura. *B. chloromelas* es una serpiente arborícola, moderadamente delgada, con cola prensil, que puede llegar a medir 100 cm de longitud total; su dorso es verde brillante moteado con negro, y con 32-40 manchas bien definidas

que pueden o no unirse a dorsal formando bandas; ventralmente es amarillo pálido moteada con verde y negro. Algo para remarcar es que la historia natural de esta especie es prácticamente desconocida, aparentemente dado lo remoto de su habitat; otro dato a tener en cuenta es que ha sido confundida en varias oportunidades con *B. oligolepis* (Campbell & Lamar 2004).

Bothrops oligolepis Werner 1901: Conocida en Perú como “jergón”, “jergón negro”, “loro machaco”, “sachavaca machaco”; su nombre deriva del griego *oligo* que significa “pocos”, y *lepis* que significa “escamas”, haciendo alusión a sus relativamente escasas escamas ventrales y subcaudales en comparación con especies emparentadas (ej. *B. chloromelas* y *B. pulchra*, Carrasco *et al.* 2012). Su distribución incluye el sudeste de Perú, en la Cordillera de Carabaya, y en los departamentos de Apurímac, Cuzco y Puno, hasta el norte de Bolivia; su localidad tipo se conoce como “Bolivia”. Los límites de su distribución al noroeste se desconocen; por otro lado, si bien se la conoce como una especie de montaña que puede encontrarse entre los 1500 y 2500 m, su distribución altitudinal tampoco es suficientemente conocida. Habita presuntamente bosque nublados. *B. oligolepis* es una serpiente delgada, con cola prensil, arborícola, que puede alcanzar una longitud de 80.5 cm; el color dorsal varía entre verde amarronado y grisáceo, con un patrón que consiste en una serie de bandas marrones oscuras bordeadas por un amarillo blancuzco; este patrón tiende a disminuir o desvanecerse hacia anterior, resultando en manchas de ambos colores; el vientre es amarillo moteado con verde (Campbell & Lamar 2004).

Bothrops pulchra Peters, 1863: Conocida popularmente en el Perú como “loro machaco”, “macanchillo”, “ysipi”; su nombre científico proviene del latín *pulcher* que significa “hermoso”, en alusión a su atractivo patrón de color. Distribución conocida sólo en las laderas orientales de los Andes desde el sur y centro de Colombia, a través de Ecuador

hasta el norte de Perú (departamento de Cajamarca), con una distribución vertical aparente que va desde los 300 m hasta más de 3000 m. Su localidad tipo es “Quito” (Ecuador). Las pocas localidades de colecta registradas se encuentran en bosques nublados o selvas de alta montaña. *B. pulchra* es una serpiente arborícola, moderadamente delgada, de aproximadamente 75 cm de longitud total. Su color dorsal es amarillo verdoso o verde más oscuro y tiende a oscurecerse hacia anterior; el patrón dorsal consiste en una serie de alrededor de 30 bandas oscuras o manchas transversales que coalescen hacia anterior; el vientre es amarillo con puntos negros que aumentan hacia posterior dando a la región caudal un aspecto melánico; en su región anterior el pigmento oscuro suele formar una franja ventral (Campbell & Lamar 2004). Al igual que para *Bothrocophias microphthalmus*, registros de esta especie en Colombia no se encuentran disponibles en fuentes de datos accesibles y fehacientes, y su presencia en dicho región precisa ser verificada a partir de revisiones taxonómicas (Carrasco, datos no publicados).

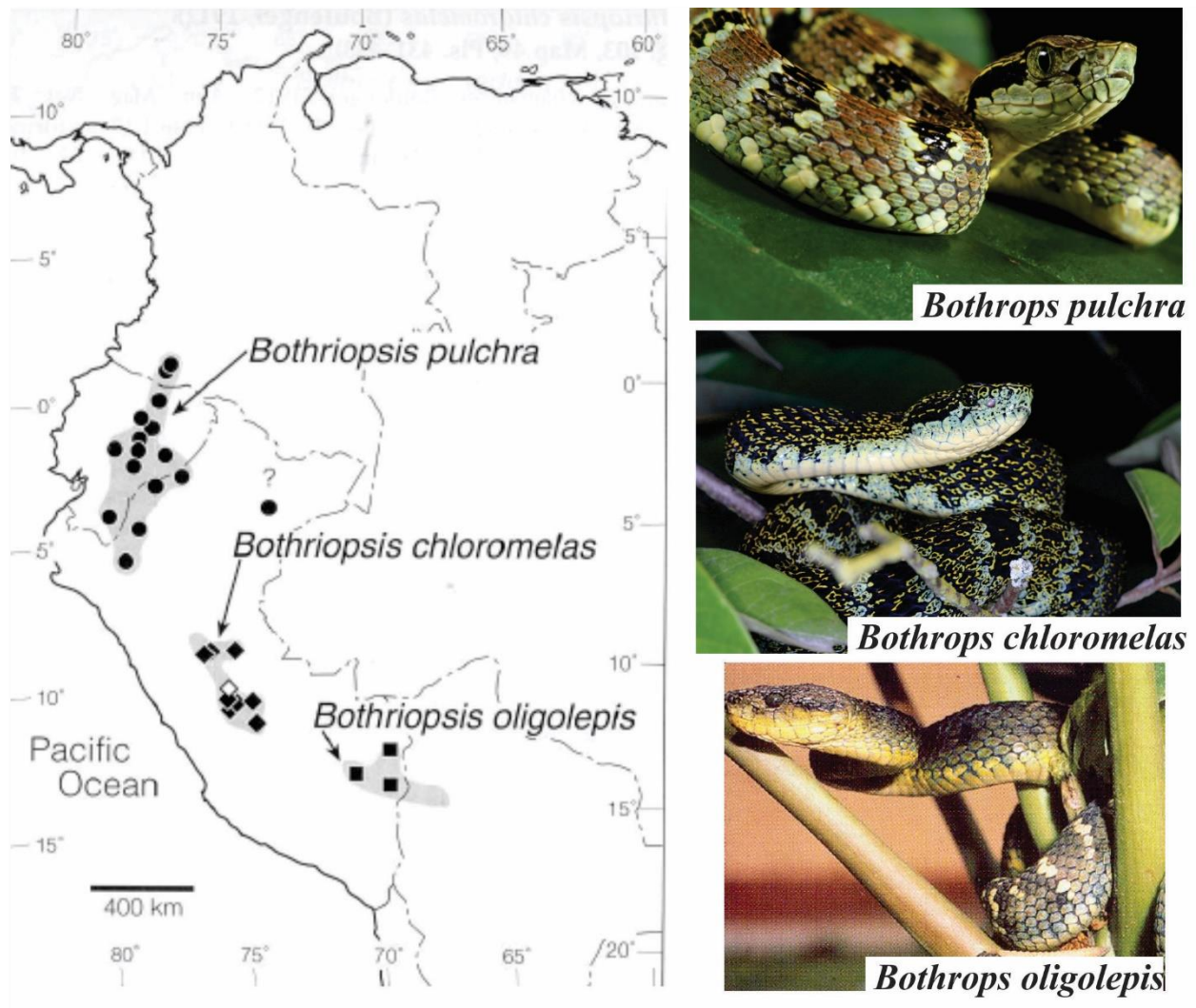


Figura 5 Distribución de *Bothriopsis pulchra*, *B. chloromelas* y *B. oligolepis* (únicas tres especies arborícolas del estudio) (tomado de Campbell & Lamar 2004).

Bothriopsis lojanus Parker 1930: Conocida popularmente en Perú como “macanchi” o “macaucha”, su nombre deriva de la localidad tipo, Loja, Ecuador, y el sufijo en latín *anus* que significa “perteneciente a”. Su distribución característica es en el sur de Ecuador, entre 2100-2300 m de altitud. Habita regiones templadas áridas principalmente en bosques secos de montaña. *B. lojanus* es una serpiente terrestre, moderadamente robusta, que alcanza los 40-50 cm de longitud. El color del dorso de su cabeza y cuerpo es bronceado amarronado; en la región medio-dorsal del cuerpo posee una banda en zigzag de color marrón oscuro que tiende a fragmentarse hacia posterior convirtiéndose en una serie de bloques; lateralmente

el cuerpo presenta pequeños bloques paralelos al patrón medio dorsal (hasta 48); el vientre es amarillo, moteado con marrón claro volviéndose más oscuro hacia posterior del cuerpo; la cola parece estar bandeada debido a la coalescencia del patrón dorsal en el medio del animal (Campbell & Lamar 2004). La especie es considerada En Peligro (EN=Endanger) por la IUCN Red List of Threatened Species (IUCN (2017) IUCN Red List of Threatened Species. Version 2017.3) dado que la extensión estimada de su rango de ocurrencia es de aproximadamente 2000 km², y es un área amenazada por la expansión urbana y agrícola. Adicionalmente, la población de esta especie se encuentra en riesgo debido a la matanza indiscriminada por parte de la comunidad local que utiliza su grasa en el tratamiento de enfermedades respiratorias y musculares (Valencia 2010). La presencia de la especie en el noroeste del Perú fue confirmada por Carrasco *et al.* (2016b) a partir del estudio comparado de dos ejemplares albergados en el MUSM provenientes de la localidad de Yauyucan, departamento de Cajamarca. Este registro amplía el rango de distribución conocido de la especie 307 km al sur de su localidad tipo en Ecuador (Loja), teniendo implicancias en la conservación. La localidad de Yauyucan está ubicada a aproximadamente 80 km al sur de los valles de la Depresión de Huancabamba. Esta depresión interrumpe las cadenas central y oriental de los Andes y es reconocida por ser una gran discontinuidad geográfica para los organismos Andinos (Vuilleumier 1969, Simpson 1975, Duellman 1979, Cadle 1991, Weigend, 2002). Este patrón geográfico plantea la pregunta de si *B. lojanus* tiene una distribución disyunta en Ecuador y Perú, o si allí existe una distribución continua y el espacio entre Loja y Yauyucan está asociado a falta de muestreos (Carrasco *et al.* 2016b).

Bothrops pictus Tschudi 1845: Conocida por la población peruana como “jergón de la costa”, “macanche” o “sancarranca”; la etimología de su nombre proviene del latín *pictus* que significa “pintado”, aparentemente en referencia a la serie de distintivas marcas en el dorso del cuerpo. Su distribución se da en las laderas occidentales de los Andes peruanos, en sierras bajas de pie de montaña, hasta el nivel del mar en la costa del Pacífico. Su localidad

tipo se conoce como “República Peruana”. Habita pie de montes áridos a semiáridos, valles y laderas bajas secas, y zonas secas y rocosas cubiertas de árboles y malezas; su distribución vertical se extiende desde el nivel del mar hasta al menos 2300 m de altitud en la cordillera occidental. *B. pictus* es una serpiente terrestre, moderadamente robusta, que no excede los 60 cm de longitud total. El color del dorso de la cabeza y del cuerpo puede ser marrón oscuro, gris, gris amarronado, o bronceado, coloreada uniformemente o con moteado oscuro indistinto; su patrón de marcas dorsales consiste en un hilera de bloques marrón oscuro que usualmente están yuxtapuestos en la región vertebral y se fusionan formando una banda en zigzag sobre algunas porciones del cuerpo; en juveniles el extremo posterior de la cola es blanca; el vientre es color marfil a crema con manchas marrón oscuro difusas, más conspicuas en la región lateroventral (Campbell & Lamar 2004). Algunos autores consideran que parte de la población de *B. pictus* debe asignarse a una especie adicional, *B. roedingeri* Mertens 1942, mientras que otros consideran que *B. roedingeri* debe sinonimizarse con *B. pictus* (ver Campbell & Lamar 2004); sin embargo, la validez de *B. roedingeri* no está suficientemente clara y actualmente se halla bajo revisión taxonómica (Carrasco *et al.* en preparación), por lo que en este estudio se optó por considerar a toda la población como una única especie *B. pictus*.

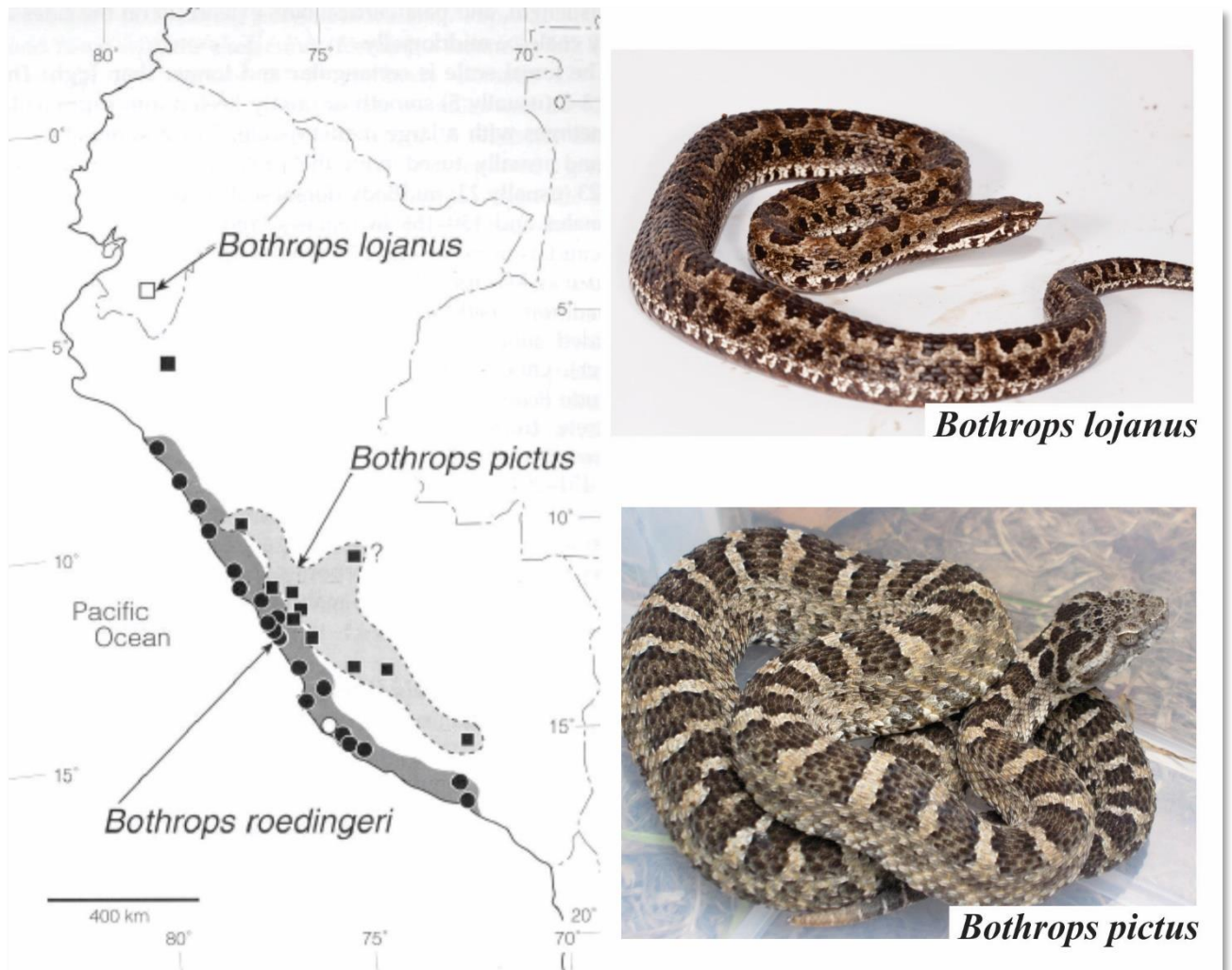


Figura 6 Distribución de *Bothrops lojanus*, *B. pictus* y *B. roedingeri* (considerada en este trabajo como *B. pictus*) (tomado de Campbell & Lamar 2004).

Variables climáticas

Las variables de climatología en alta resolución (30 arc sec, $\sim 1 \text{ km}^2$) para el clima actual (1979-2013 promedio) fueron descargadas de CHELSA (Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas; <http://chelsa-climate.org/>). La elección de las variables de CHELSA por sobre las normalmente utilizadas de Worldclim se debió a que estas últimas provienen únicamente de interpolaciones de estaciones meteorológicas. Entonces pueden ser muy eficientes en zonas donde la densidad de estaciones es alta, pero carecer de exactitud en el caso de que las mismas no sean suficientes, como sucede con Sudamérica

(<http://www.worldclim.org/methods1>). Las variables elegidas entonces, no provienen solo de interpolaciones, sino que CHELSA es esencialmente una reducción estadística de un modelo de circulación global de re-análisis denominado ERA-Interim que contiene datos atmosféricos y de superficie desde 1979 hasta la actualidad (renovándose mensualmente), y que se corrige mediante la incorporación de data de otros productos como estaciones meteorológicas (GPCC) y the Global Historical Climate Network (GHCN). Más detalles sobre los métodos para generar la bases de datos de CHELSA pueden ser encontrados en Karger *et al.* (2017).

De todas las variables disponibles en CHELSA se escogieron a priori las 19 variables Bioclimáticas. Las mismas representan tanto tendencias anuales (ej. promedio anual de temperatura, promedio de precipitación anual) como estacionales (ej. rango anual en temperatura o precipitaciones) y hasta extremas o limitantes (ej. temperatura del mes más frío o cálido).

De estas variables se seleccionó un subset a posteriori atendiendo a la correlación entre las mismas y, en los casos en que fue necesario, la biología de las especies implicadas.

La correlación entre las variables se puso a prueba a través del coeficiente de correlación de Pearson. Se utilizó el paquete “raster” del programa R, y mediante la función “layerStats” mediante esta función fue posible estimar pixel a pixel el valor de correlación entre todos los pares de variables, para finalmente calcular un valor de correlación promedio. Posteriormente se seleccionaron variables que poseían una correlación menor a < 0.75 y que, además, se considerábamos importantes en relación a la ecología de nuestro grupo de estudio.

Modelado de distribución (a partir de modelos de nicho ecológico)

Para realizar los modelos de distribución de todas las especies seleccionadas se utilizó la teoría BAM descrita anteriormente en la sección introductoria, y para todas las metodologías prácticas se utilizó una interfaz recientemente generada del programa R llamada Wallace (Kass 2017).

Considerando la dificultad asociada a la cuantificación de los factores bióticos que podrían ser relevantes para “modelar” la distribución de una especie en el análisis de modelo del nicho (como competencia, o facilitación) el componente B no se pudo incorporar, no obstante ha sido postulado que dicho componente posee una mayor influencia a escalas espaciales chicas y menor influencia a escalas biogeográficas como la del presente estudio (Peterson *et al.* 2011). Cabe destacar que la modificación antrópica del ambiente se encontraría dentro del componente B pero esta variable fue considerada a posteriori y no para la calibración de los modelos de nicho ecológico.

El componente M (que hace referencia a las zonas históricamente accesibles para la especie) fue obtenido mediante el método de Mínimo Polígono Convexo que consta de un polígono dibujado alrededor de los registros de ocurrencia; a esto se le aplicó una zona buffer a su alrededor de 0,5 grados para considerar las zonas aledañas a aquellas con presencia registrada de la especie. Sobre estas hipótesis de accesibilidad los modelos de distribución fueron calibrados y proyectados.

Para la determinación del componente A se utilizó el Método de Máxima Entropía (presence-background) (*MaxEnt*, Phillips *et al.* 2006). *MaxEnt* utiliza los registros de presencia de las especies y de zonas aleatorias del entorno (5000 puntos de background en M) para realizar el modelado. En términos muy generales, este modelado se realiza extrayendo los valores que toman las variables ambientales en esas localidades y en un subset al azar del área de estudio, para la caracterización del “nicho climático” de la especie, el cual es mapeado posteriormente. Entonces, las presencias representan muestras del nicho realizado de la especie y las dimensiones ambientales consideradas son caracterizaciones del nicho ecológico fundamental. El método asigna un valor de probabilidad del espacio geográfico en función de esa descripción y, entonces, las áreas proyectadas constituyen su distribución potencial (Elith *et al.* 2010; Anderson *et al.* 2011). Se utilizó el algoritmo MAXENT desde el software Wallace (Kass 2017) permitiendo realizar y comparar modelos de diferentes complejidades (lineales, cuadráticos, productos y

bisagra), con diferentes índices de regularización, y seleccionar los más parsimoniosos teniendo en cuenta el Criterio de Información de Akaike o AIC (para detalles ver Warren, 2011).

Una vez seleccionada la proyección del modelo más parsimonioso para cada especie y debido a que estos son proyecciones continuas en los cuales cada pixel posee un valor determinado de idoneidad, se aplicó un umbral de corte para generar una predicción binaria de presencia/ausencia de cada especie. Como valor de umbral se utilizó el “10 percentil training presence”; dicho valor es determinado en función de los registros de presencia de las especies, y es el valor mínimo en el cual el 90% de las presencias quedan dentro del área predicha (aceptando una tasa de omisión del 10%). Se seleccionó este umbral (que considera un margen de errores de omisión del 10%) atendiendo a la posibilidad de errores en el proceso de armado y filtrado de la base de datos y georreferenciación de los registros.

Para evaluar la performance general de los modelos se utilizó un análisis de validación cruzada de K iteraciones. Mediante este método se particionó todo el set de datos en K grupos (aquí se utilizaron $k = 4$, con el 25% de los registros seleccionados al azar en cada grupo). Luego se construyeron modelos utilizando para su calibración 3 de los grupos y para su evaluación uno de ellos en cada caso, repitiendo este proceso hasta haber generado la evaluación con cada uno de los grupos. Dicha evaluación se realizó mediante el cálculo del “Área Bajo la Curva” (AUC según sus siglas en inglés) de la “Característica Operada por el Receptor” (ROC según sus siglas en inglés) (Fielding & Bell 1997).

La curva ROC se construye ploteando la “sensibilidad” del modelo (celdas correctamente clasificadas como positivas sobre el total de celdas clasificadas como positivas), versus la tasa de falsos positivos (negativos incorrectamente clasificados sobre el total de negativos), a lo largo de todo el rango posible de umbrales de corte. Un modelo ideal sería aquel en donde la sensibilidad alcance el valor de 1 y la tasa de falsos negativos sea cero, y por lo tanto con un $AUC = 1$. Por lo general, se considera que un valor de AUC por

encima de 0.7 señala un buen ajuste; un valor de 0.5, por otro lado, indica que la capacidad de predicción del modelo no es mejor que al azar (Torres & Jayat 2010).

Impacto antrópico directo

Con el objetivo de analizar la superposición entre los tipos de cobertura y uso de suelo con las distribuciones generadas para cada especie, se superpusieron mediante ArcGis 10.3 las proyecciones finales de cada especie con un ráster de coberturas desarrollado por la Agencia Espacial Europea (ESA) (Arino 2012) y se cuantificó el porcentaje de cada distribución que pertenece a cada tipo de cobertura. El raster utilizado posee 23 tipos de coberturas, entre ellos encontramos tanto coberturas fuertemente modificadas por el hombre (ej. ciudades, cultivos), coberturas intermedias (ej. mosaicos cultivo/bosque) y zonas no modificadas (ej. bosques caducifolios, matorrales naturales). La misma ha sido generada a partir de datos del sensor Medium Resolution Imaging Spectrometer (MERIS) durante 12 meses entre el 1 de enero y el 31 de diciembre del 2009.

Resultados

Se recopilaron 249 registros de las ocho especies de Viperidae seleccionadas correspondientes al área total en la cual se hayan distribuidas (Apéndice 1). Posteriormente a partir de la depuración de la base de datos, se descartaron tres registros para *B. andianus*, tres para *B. microphthalmus*, uno en el caso de *B. oligolepis* y dos fueron eliminados de la base para *B. pulchra*, estos cambios se efectuaron en su mayoría por problemas en las coordenadas de los registros. El número de registros en la base de datos final fue de 240, siendo por especie: 41 para *Bothrocophias andianus*, 52 para *B. microphthalmus*, 66 para *Bothrops pictus*, 12 para *B. barnetti*, 22 para *B. chloromelas*, 17 para *B. lojanus*, 12 para *B. oligolepis* y 18 para *B. pulchra*.

Variables climáticas

Los análisis de correlación entre variables (Apéndice 2), mostraron que tres de las variables poseen para el área de estudio una correlación baja (<0.75) con todas las variables restantes, las cuales fueron incluidas en los modelos, estas fueron:

- La **isotermalidad** cuantifica la oscilación de la temperatura desde el día a la noche con relación a las oscilaciones anuales de verano a invierno. En ambientes tropicales como las selvas nubladas del Perú las especies suelen ser sensibles a cambios muy pequeños en la temperatura ya que están adaptadas a un rango muy pequeño de las mismas.
- La **estacionalidad de las temperaturas** representa una medida de la variación de la temperatura a lo largo del año; al igual que la variable descrita anteriormente, la estacionalidad esta reducida en climas tropicales y cualquier variación aunque mínima genera grandes diferencias para todas las especies tropicales.

- La **precipitación anual total**: se relaciona con la disponibilidad total de agua disponible en el ambiente, por ende esta variable resulta de gran importancia en términos generales para el modelado de animales y plantas.
- El resto de las variables bioclimáticas disponibles mostraron una alta correlación, por lo cual se seleccionó la **temperatura media del trimestre más cálido**, elegida por su importancia respecto a la biología del grupo en estudio, se trata de la época cuando los Vipéridos se encuentran más activos y la posibilidad de encuentro es mayor, por lo tanto, un registro es más probable.

Modelado de distribución

Selección de modelos y performance de los mismos

De la comparación entre los modelos generados para cada especie (poniendo a prueba todas las complejidades disponibles en la interfaz combinadas e individuales y variando su índice de regularización desde 0,5 a 2) se seleccionó uno para cada una de ellas ($\Delta AIC=0$). La complejidad seleccionada con mayor frecuencia de los casos fue lineal cuadrática (LQ), mientras que en el caso de la regularización para la mitad de las especies el valor seleccionado fue de 0,5 y 1,5 para el otro 50%.

Los valores de evaluación de los modelos, provenientes del cálculo del área bajo la curva ROC promediados entre las cuatro repeticiones generadas, en promedio fueron altas (media: 0.853, SD: 0,058), mostrando una alta performance de los modelos seleccionados (Tabla 1; Columna avg.test.AUC).

Tabla 1 Resultados de los modelos elegidos para cada especie.

Especie	Complejidad	Índice de regularización	full.AUC	avg.test.AUC	delta.AICc
<i>B. andianus</i>	LQ	0.5	0.8867	0.86485591	0
<i>B. barnetti</i>	LQ	0.5	0.881	0.87324167	0
<i>B. chloromelas</i>	LQ	0.5	0.9161	0.88587333	0
<i>B. lojanus</i>	LQ	1.5	0.7711	0.69557375	0
<i>B. microphthalmus</i>	LQH	1.5	0.8606	0.82246154	0
<i>B. oligolepis</i>	LQ	1.5	0.7649	0.64766667	0
<i>B. pictus</i>	LQH	1.5	0.8974	0.88261195	0
<i>B. pulchra</i>	LQ	0.5	0.8339	0.79851125	0

full.AUC: AUC calculado usando todos los registros de ocurrencia; *avg.test.AUC*: promedio de AUC (uno por partición) de los K tests; *delta.AICc*: diferencia entre el AICc más bajo y cada uno de los demás.

Distribuciones de especies.

A continuación, se describen los resultados geográficos obtenidos de las proyecciones de los modelos seleccionados para cada especie, y de la superposición entre dichas proyecciones y los mapas de cobertura; al finalizar se encuentra un cuadro resumen de los resultados más importantes (Tabla 2)

Bothrocophias andianus: Su distribución estimada ocupa 200.452 km² recorriendo desde el centro hacia el Sur del Perú y extendiéndose por casi todo Bolivia. Es una especie que se encuentra mayormente en bosques húmedos, yungas y punas centroandinas. El 3% de su área de distribución se encuentra en zonas modificadas por el hombre a diferentes niveles. Según nuestro modelo las ecorregiones ocupadas por la especie son: bosques húmedos de Ucayali, selvas húmedas del Suroeste de la Amazonia, yungas peruanas, punas húmedas de los Andes centrales, y yungas bolivianas (Figura 8).

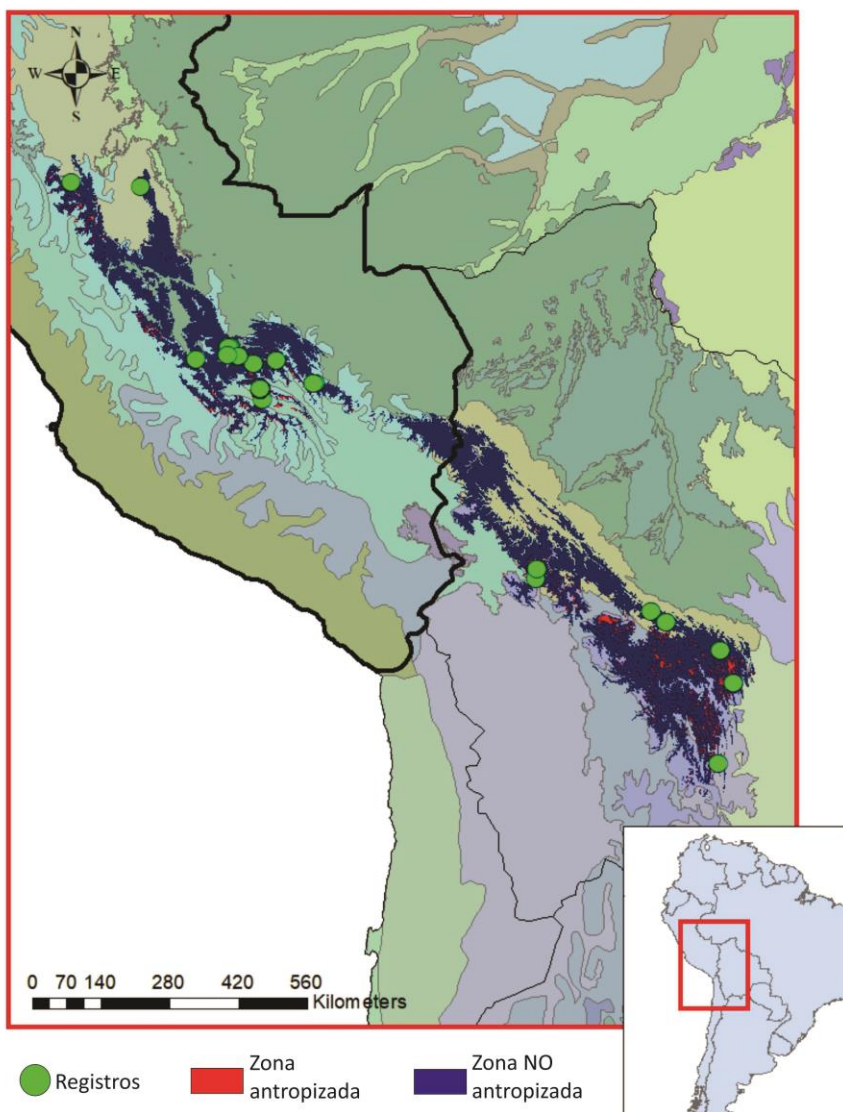


Figura 7 Modelo de distribución potencial de *Bothrocophias andianus*, con proyecciones sobre áreas antropizadas y no antropizadas.

Bothrops barnetti: Su distribución se extiende por 16.765 km² a través del extremo noroeste del Perú, principalmente distribuida en zonas de desiertos y bosques secos; un solo registro pertenece a la zona de manglares. Esta especie es una de las más afectadas por el impacto antrópico con un 15% de su área ya modificada. Encontramos la distribución de esta especie en las ecorregiones: manglares del pacífico de Sudamérica, bosques secos de Tumbes y Piura, y desierto de Sechura (Figura 9).

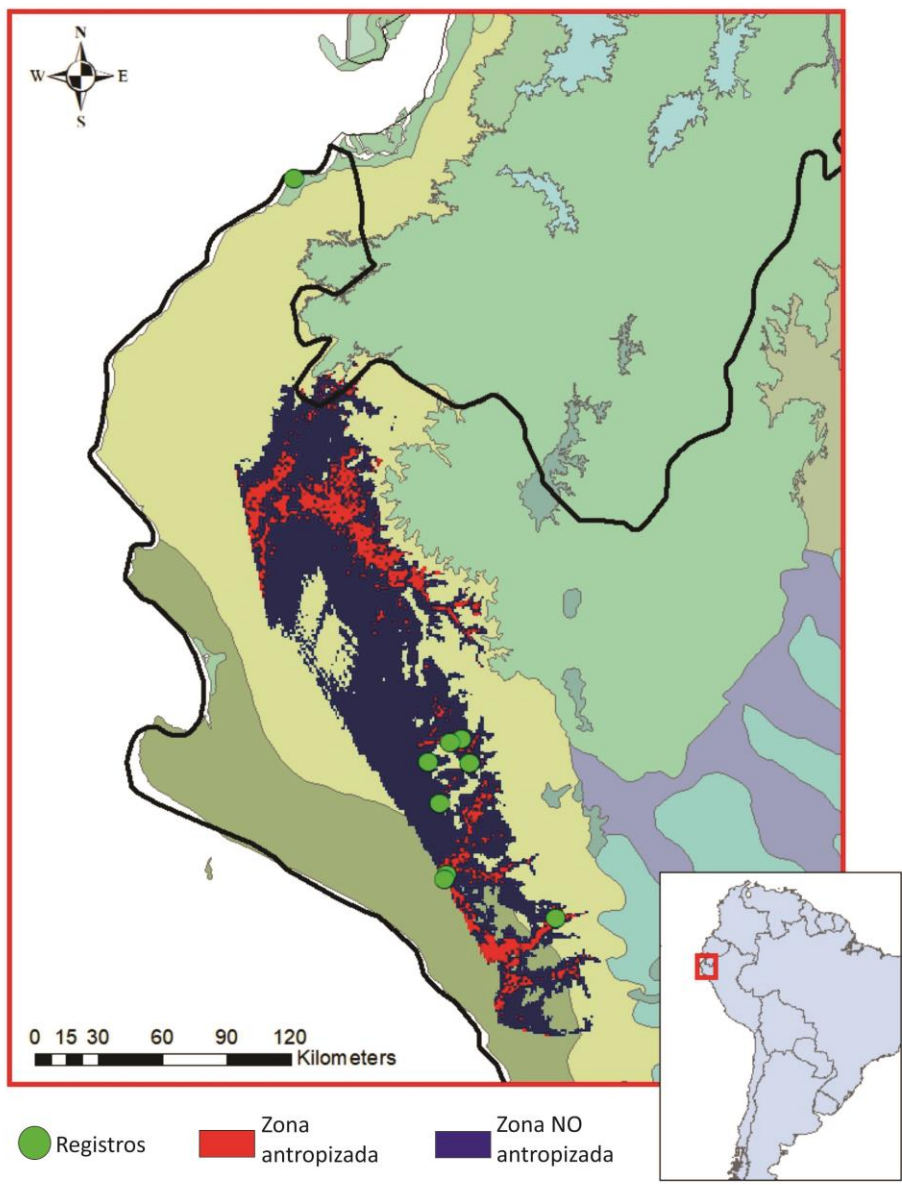


Figura 8 Modelo de distribución potencial de *Bothrops barnetti*, con proyecciones sobre áreas antropizadas y no antropizadas.

Bothrops chloromelas: Contando solo con 43.128 km², esta especie se encuentra en bosques húmedos y yungas de la parte central del Perú y solo un 3% de su distribución se encuentra afectada por actividades humanas. Las ecorregiones ocupadas por esta especie son: yungas peruanas y bosques húmedos de Ucayali (Figura 10).

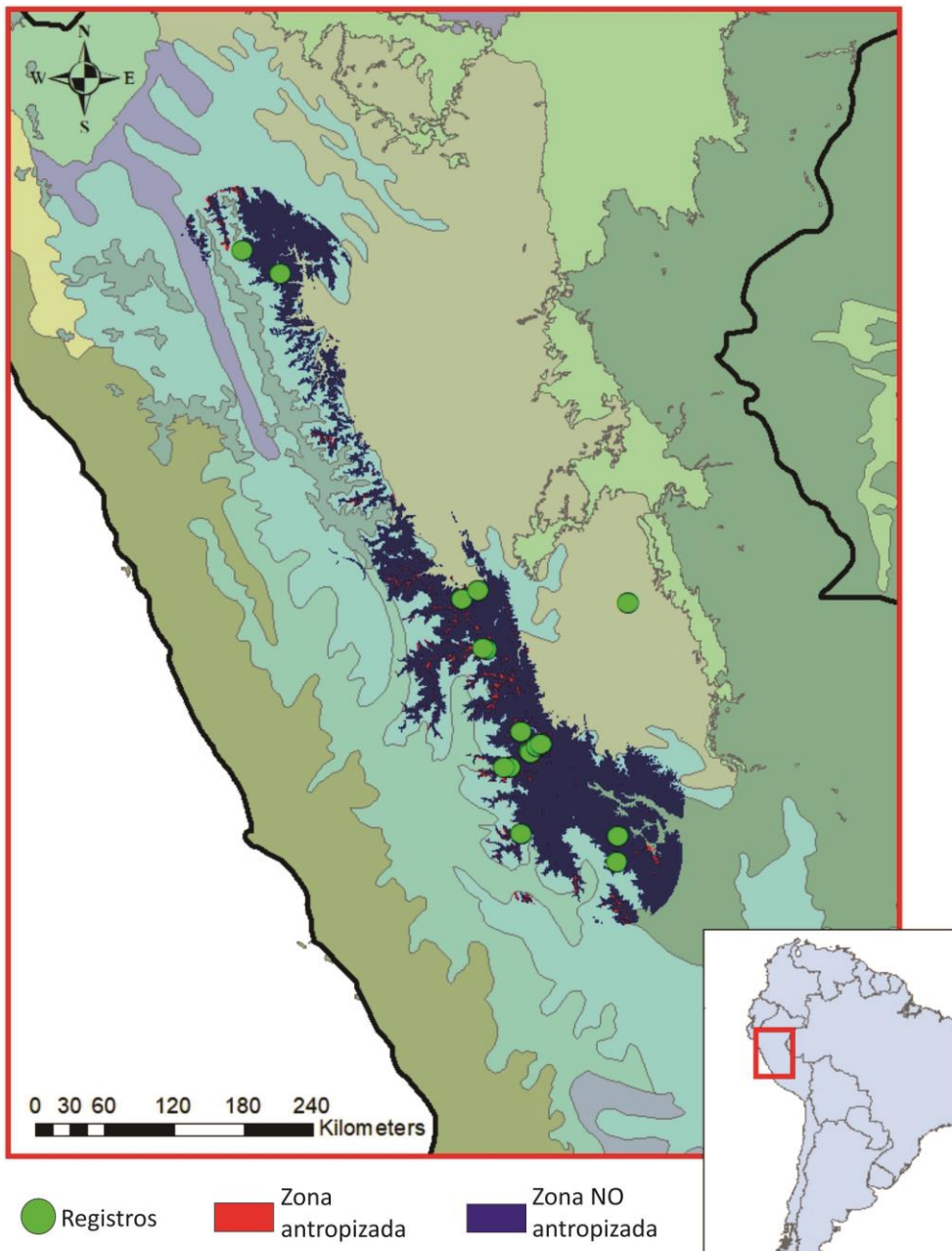


Figura 9 Modelo de distribución potencial de *Bothrops chloromelas*, con proyecciones sobre áreas antropizadas y no antropizadas.

Bothrops lojanus: Especie presente en el norte del Perú con solo dos registros, mayoritariamente se ha encontrado en Ecuador, habita el bosque montano y las yungas. Cuenta con un área total de distribución de 38.161 km² y en este estudio es la especie más perjudicada por el avance antrópico con un 21% de su área afectada. Las ecorregiones ocupadas para esta especie según nuestro modelo son: bosque montano real de la Cordillera Oriental, y yungas peruanas (Figura 11).

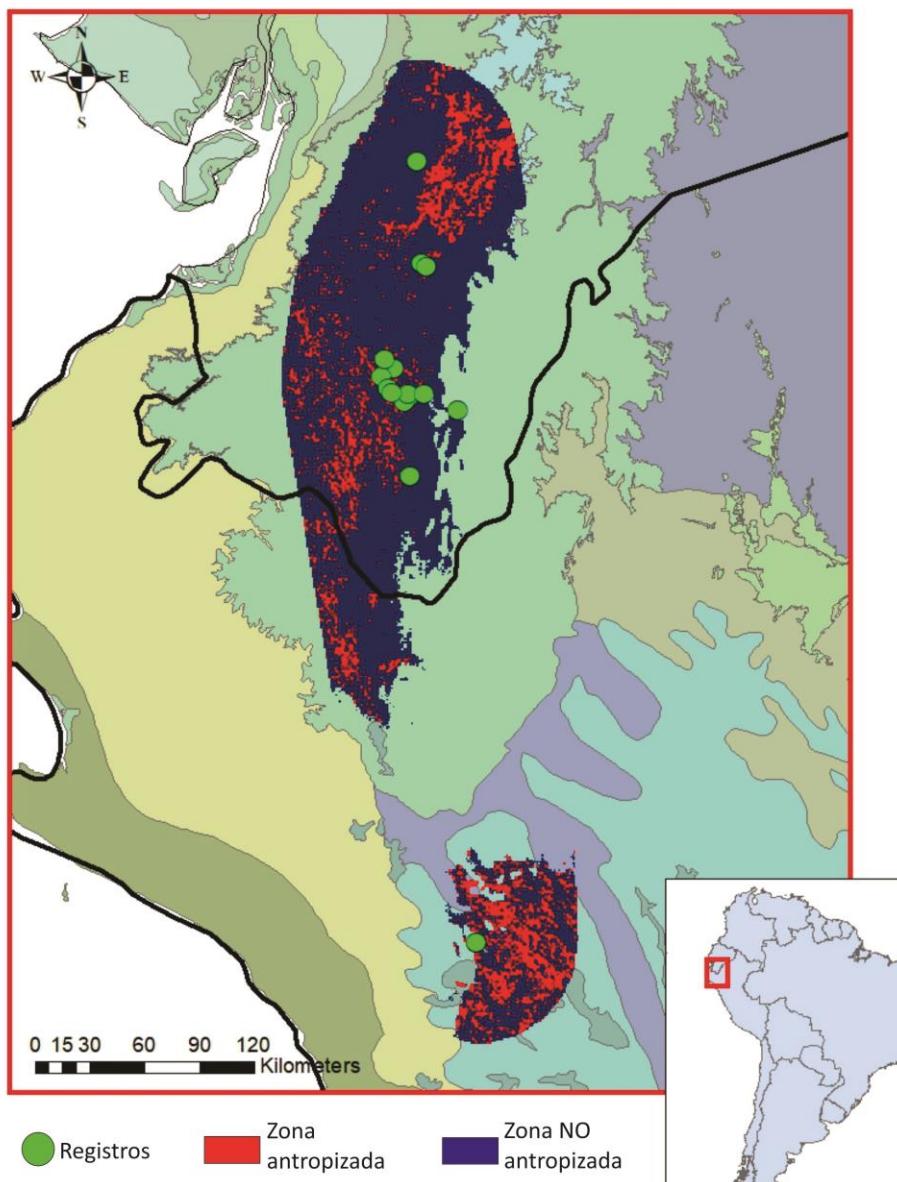


Figura 10 Modelo de distribución potencial de *Bothrops lojanus*, con proyecciones sobre áreas antropizadas y no antropizadas.

Bothrops microphthalmus: Su presencia se extiende desde Ecuador hasta Bolivia en altitudes siempre similares con 250.942 km² abarcados. Esta especie también posee solo un 2% de su distribución afectada por las modificaciones humanas. Abarca más ecorregiones que el resto de las especies bajo estudio, llegando a estar presente en siete de las mismas incluyendo bosques húmedos, secos, montanos y yungas. Las ecorregiones incluidas en esta distribución son: bosques húmedos de Ucayali, bosque montano real de la Cordillera Oriental, bosque húmedo de Napo, selvas húmedas del Suroeste de la Amazonia, yungas peruanas, bosque seco del Marañón, y yungas bolivianas (Figura 12).

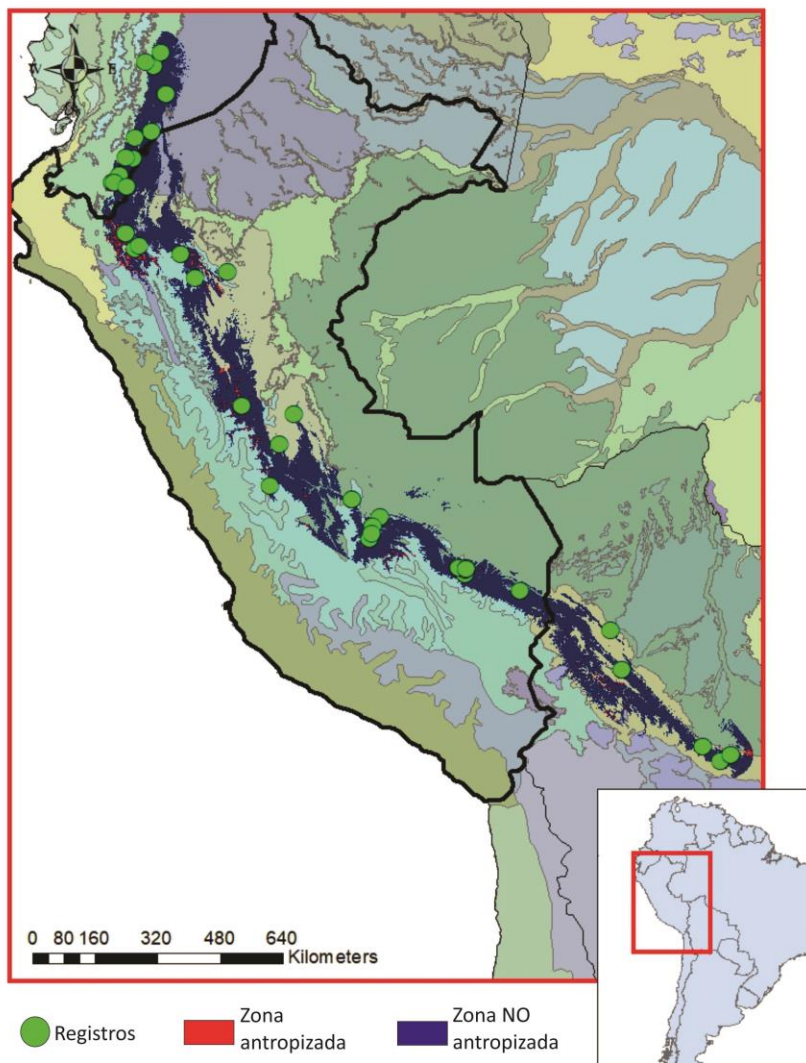


Figura 11 Modelo de distribución potencial de *Bothrops microphthalmus*, con proyecciones sobre áreas antropizadas y no antropizadas.

Bothrops oligolepis: Posee una distribución estimada de 200.700 km² con una superposición del 2% con zonas antropizadas. Especie presente desde el centro hacia el sur de Perú llegando hasta el noroeste de Bolivia. Su distribución atraviesa bosques húmedos, yungas y punas. Puntualmente las ecorregiones abarcadas por la distribución de esta especie son: selvas húmedas del Suroeste de la Amazonia, yungas peruanas, punas húmedas de los Andes Centrales, yungas bolivianas (Figura 13).

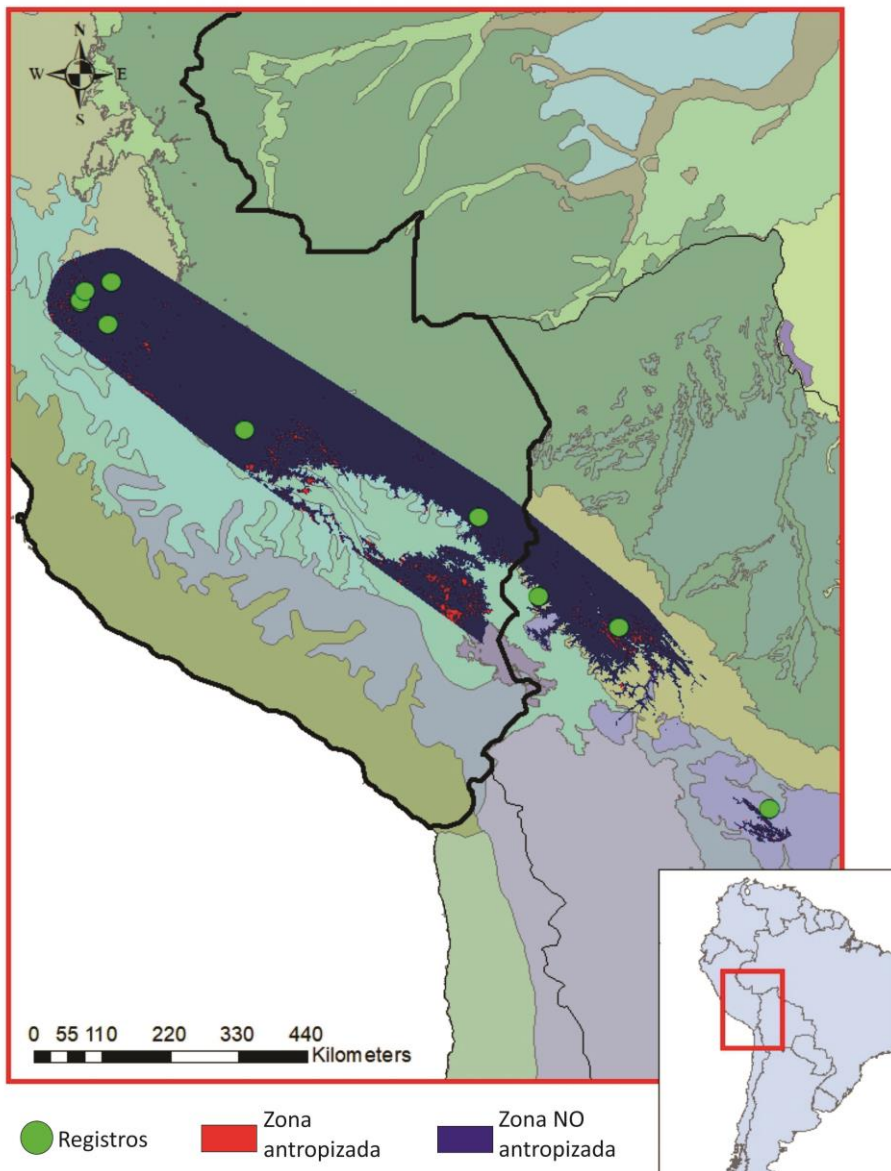


Figura 12 Modelo de distribución potencial de *Bothrops oligolepis*, con proyecciones sobre áreas antropizadas y no antropizadas.

Bothrops pictus: Se distribuye a lo largo de casi toda la costa del Perú con un área de 57.672 km² en total y un 6% de la misma modificada por el hombre. Además de ser la especie con más registros de nuestra base de datos, es también, la única que se limita a solo una ecorregión, la zona costera del desierto de Sechura (Figura 14).

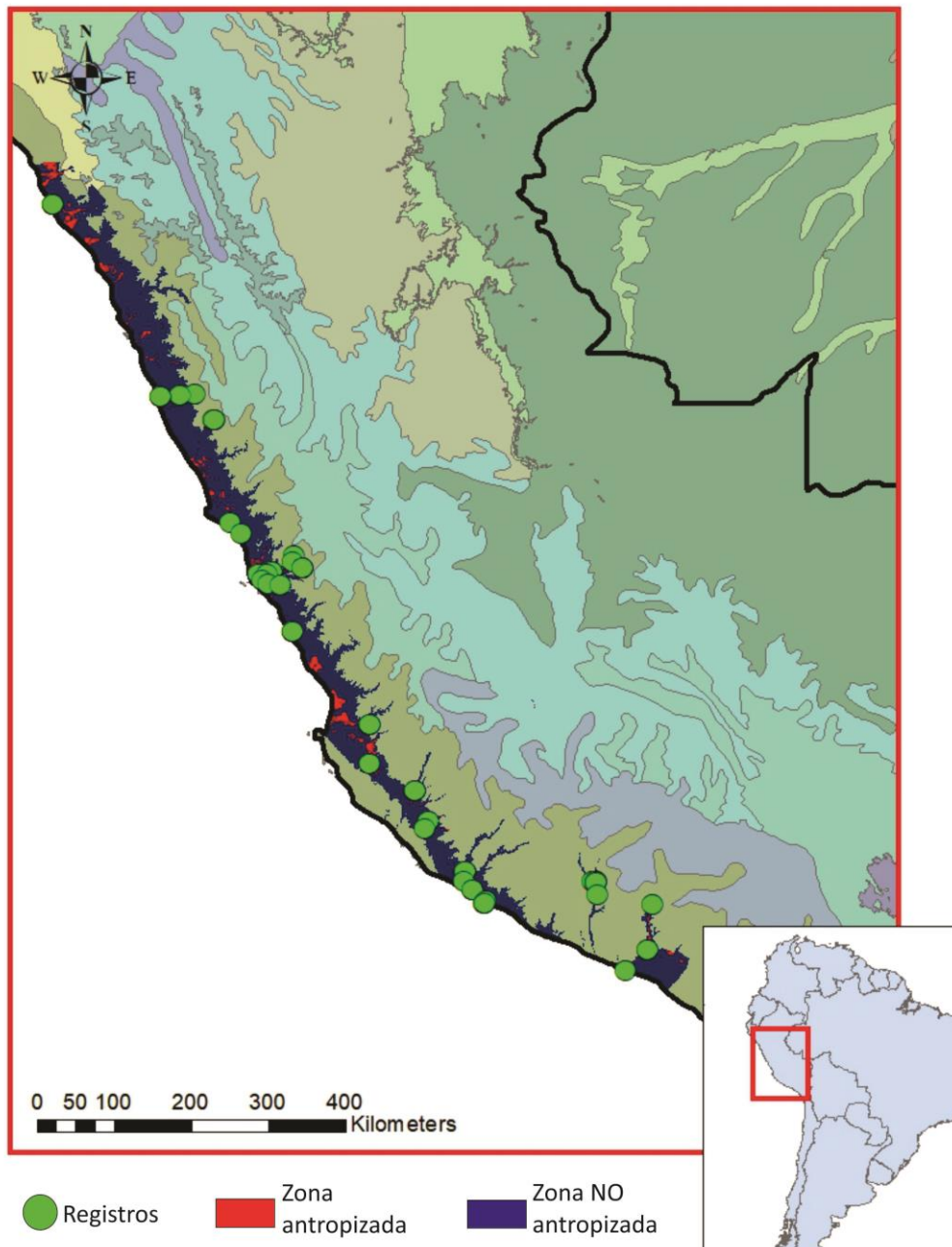


Figura 13 Modelo de distribución potencial de *Bothrops pictus*, con proyecciones sobre áreas antropizadas y no antropizadas.

Bothrops pulchra: Su área de distribución no es muy amplia llegando a los 48.055 km² y se superpone en un 7% con áreas antropizadas. Localizada tanto en Perú como Ecuador, las regiones que habita pertenecen a bosques montanos y yungas. Las ecorregiones superpuestas con su modelado de distribución son: bosque montano real de la Cordillera Oriental, Yungas peruanas (Figura 15).

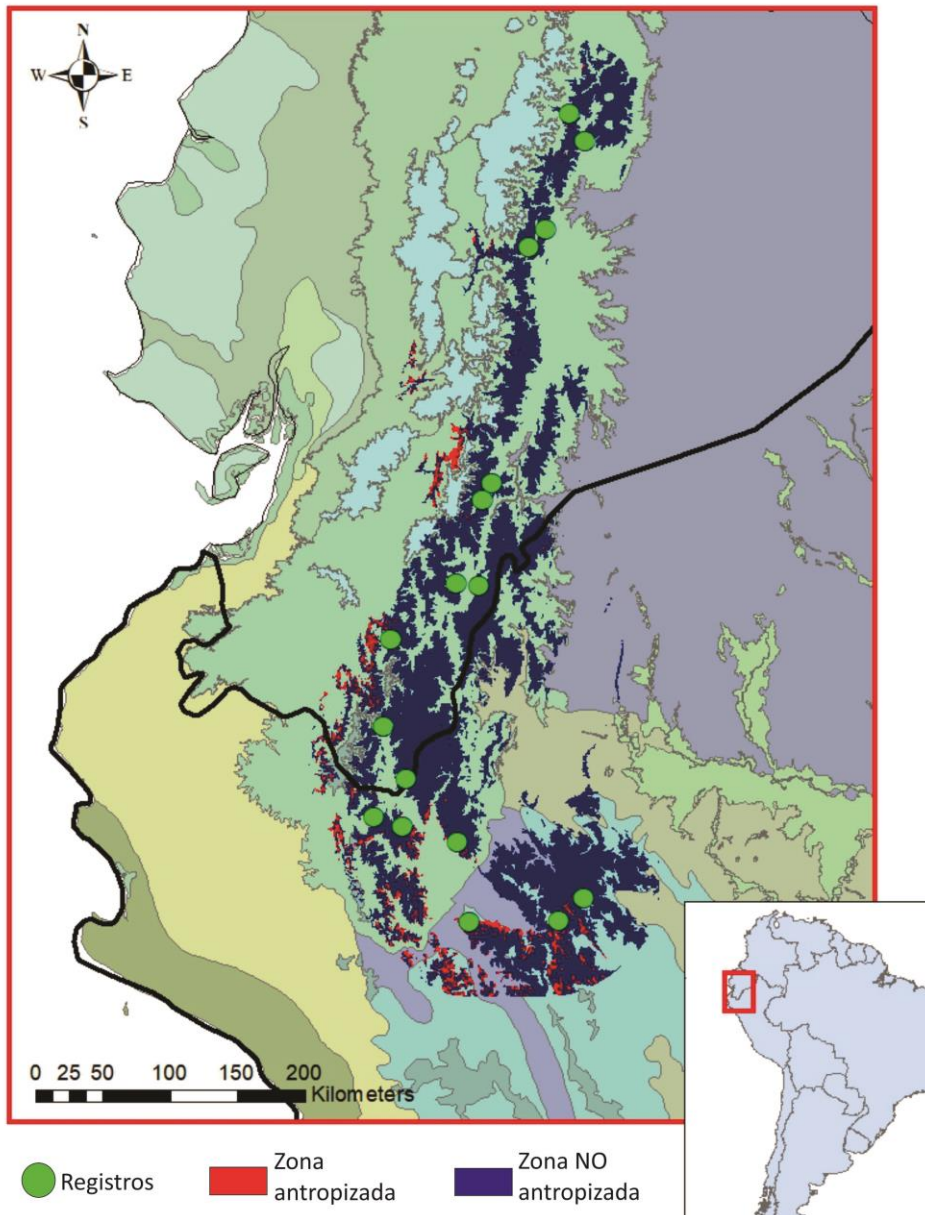


Figura 14 Modelo de distribución potencial de *Bothrops pulchra*, con proyecciones sobre áreas antropizadas y no antropizadas.

Tabla 2 Área de distribución, rango altitudinal y porcentaje de área antropizada de las especies de *Bothrops* endémicas de Perú y de regiones Andinas tropicales.

Especie	Área de distribución	Rango altitudinal	Porcentaje de área antropizada
<i>B. andianus</i>	200.452 km ²	561 – 3856 m	3%
<i>B. barnetti</i>	16.756 km ²	15 – 574 m	15%
<i>B. chloromelas</i>	43.128 km ²	662 – 3774 m	3%
<i>B. lojanus</i>	38.161 km ²	271 – 4199 m	21%
<i>B. microphthalmus</i>	250.942 km ²	193 – 3303 m	2%
<i>B. oligolepis</i>	200.700 km ²	202 – 4779 m	2%
<i>B. pictus</i>	57.672 km ²	0 – 2788 m	6%
<i>B. pulchra</i>	48.055 km ²	649 – 3441 m	7%

Discusión

Resulta interesante destacar que las distribuciones publicadas por Campbell y Lamar (2004), generadas exclusivamente en base a la posición de los registros de las especies, sin realizar ningún tipo de inferencia matemática, ni extrapolación geográfica, en general coinciden con las distribuciones delimitadas en este estudio.

Si bien las especies estudiadas son bien conocidas en algunos aspectos de su sistemática (i.e. posición filogenética, ej. Fenwick *et al.* 2009, Carrasco *et al.* 2012), la información disponible sobre sus distribuciones es escasa para la mayoría de ellas (en efecto, el promedio de registros fue de tan solo 30 ± 20 por especie). Esto no es menor si consideramos que todas estas especies resultan de importancia médica, y el estudio de sus distribuciones, y requerimientos macroecológicos resultan primordiales en términos epidemiológicos (Nori *et al.* 2014; Yañez-Arenas *et al.* 2014, 2016). Asimismo la información biogeográfica inherente a estas especies, y su relación con la distribución de las actividades humanas resulta clave para conocer su estado de amenaza y proponer o generar acciones de conservación acorde a las mismas.

Entre las serpientes estudiadas encontramos la mayor diversidad asociada a los ambientes cordilleranos, patrón coincidente con los otros grupos de vertebrados del Perú, en efecto los Andes Tropicales resultan el hotspot más diverso del mundo (Myers *et al.* 2000). Nuestros resultados indican que la mayor parte de las especies bajo estudio alcanzan en su distribución grandes altitudes, y muchas de ellas abarcan en su distribución gradientes altitudinales importantes (por ej. *Bothrops oligolepis* desde 202 m hasta 4779 m). Las únicas dos excepciones fueron *B. barnetti* (15 a 550 m) y *B. pictus* (0 a 2788 m), especies propias de ambientes costeros y desiertos.

Bothrops pictus fue la única especie endémica de sólo una ecorregión (desierto de Sechura). A diferencia del resto del ensamble estudiado, esta especie posee una distribución cis-cordillerana y está adaptada a ambientes mayormente áridos. *B. pictus* (con excepción

en parte de *B. barnetti*) es una especie de Viperidae única por estar presente en la región conocida como “Desierto de la costa del Pacífico”, una de las regiones más áridas del mundo (Hartley & Chong 2002).

La otra especie con su distribución muy restringida sin llegar a grandes altitudes es *B. barnetti*. Una notable diferencia fue encontrada para el patrón de esta especie ya que mientras que en la distribución presentada por Campbell & Lamar (2004) posee un hábitat exclusivamente de ambientes costeros. En nuestra base de datos solo existe un registro de *B. barnetti* en esa zona (costera) el cual no figura en el mapa debido al 10% de la tasa de omisión del umbral seleccionado para modelar. Entonces, la distribución estimada aquí no coincide con la presentada anteriormente (Campbell & Lamar, 2004). Según nuestros resultados, se podría describir como una especie de distribución continental que alcanza una altitud de 574 m.s.n.m y posee una distribución principalmente en bosques secos. Sin embargo, a pesar de que nuestra hipótesis de distribución pueda tener notables diferencias con la presentada anteriormente, ambas abarcan áreas que pertenecen a una porción muy particular de Perú denominada región Tumbesina. La región Tumbesina está constituida por ecosistemas de bosques secos tropicales, y localizada en la porción costera del Pacífico ecuatorial, entre el suroeste de Ecuador y el noroeste de Perú (Best & Kessler 1995). La biodiversidad de esta región se ha visto favorecida por la locación ecuatorial, las bajas altitudes de los andes en la zona, y la influencia de dos corrientes oceánicas: Humboldt y El Niño. Estas condiciones permitieron el aislamiento geográfico en pequeñas áreas para muchas especies, y así, la creación de gran cantidad de endemismos (Loaiza 2013). *B. barnetti* resulta por ende un claro ejemplo de la región ya que presenta la distribución más acotada entre las especies estudiadas, con solo 16.765 km² circunscriptos a la región de Tumbesina y su franja altitudinal se extiende desde los 15 m hasta nada más que 574 m de altura.

La ladera Oriental de los Andes tropicales posee una franja altitudinal diferenciada por clima húmedo y yungas originada por los llamados vientos alisios que envían aire húmedo

ladera arriba la mayor parte del año. Muchas, de hecho, son verdaderas selvas nubladas, habitualmente inmersas en niebla y expuestas a fuertes lluvias. Estas selvas montañas orientales forman parte de un largo pero angosto corredor que va desde Venezuela hasta Argentina, corredor que en Perú ocupa una franja altitudinal desde los 1500 m a 3500 m aproximadamente (Young & Leon 2000). Las distribuciones de todas nuestras especies arborícolas, tanto de *B. pulchra*, como de *B. oligolepis* y *B. chloromelas* son relativamente acotadas y todas se encuentran dentro de este corredor lateral de los Andes. Lo que podemos observar es que cada una de ellas se encuentra dentro de una franja latitudinal particular, es decir, a *Bothrops pulchra* la encontramos más al norte llegando hasta Ecuador en una franja latitudinal de 0° a 6°, *B. chloromelas* ocupa la región central entre 6° y 11° latitudinales, y *B. oligolepis* es aún más austral, incluso distribuida hasta Bolivia llegando desde los 10° hasta 18° aproximadamente. En el caso de *B. oligolepis* podemos evidenciar una clara falta de información, reflejada tanto en los registros de presencia (12) como en los registros fotográficos y las escasas publicaciones académicas que hacen mención a esta especie, esto podría deberse a que la zona donde habita es de muy difícil acceso lo cual dificulta relevar información suficiente de la especie. Incluso esta falta de información hace difusos los límites taxonómicos entre esta especie y *B. chloromelas*, lo cual ya es sugerido por Campbell y Lammar (2004). Ninguna de estas especies se encuentra particularmente afectada por el cambio antrópico en sus áreas naturales de distribución, siendo la mayormente influenciada *B. pulchra* con solo un 7% de su área comprometida.

Se pudo observar una clara división entre las poblaciones de Perú y de Ecuador de *B. lojanus* dividida por una interrupción de la cordillera denominada depresión de Huancabamba. La depresión de Huancabamba en el norte de Perú interrumpe las cordilleras Central y Oriental y tiene la menor elevación en el Abra de Porculla con 2145 m.s.n.m. en la cordillera Occidental, región de Piura (Koch *et al.* 2013). Muchas especies muestran una discontinuidad en la distribución coincidente con el área de menor elevación de la Depresión

de Huancabamba en el norte de Perú funcionando como una barrera norte - sur (Simpson 1975).

Los mapas de distribución diseñados por Campbell & Lamar, como se mencionó anteriormente, fueron diseñados a partir puntos de presencia, trazando un polígono que englobara a todos los registros de cada especie. En este trabajo se aplicaron por primera vez técnicas de modelado de nicho para la determinación de las áreas de distribución de estas especies. La extrapolación generada por dichos modelos, puede ser producto de algunos potenciales errores de comisión (zonas de ausencia probable de la especie, asumida como presencia por el modelo). En el caso de *B. andianus*, *B. chloromelas* y *B. oligolepis* el límite latitudinal de su distribución se extendió hacia el norte. En el caso de *Bothrops lojanus* no se contaba con ningún área estimada previa por lo que se determinó la misma por primera vez. Por otro lado, siguiendo la misma lógica, los rangos altitudinales se extendieron notoriamente tanto hacia menores como mayores altitudes para todas las especies estudiadas. Estos sitios de potencial presencia (sin presencias observadas), son zonas que deberán ser muestreadas a futuro, la información proveniente de las mismas será de suma utilidad para perfeccionar el conocimiento sobre la distribución de estas especies.

En términos generales los impactos antrópicos analizados tuvieron un solapamiento bajo con la mayor parte de las especies analizadas, lo cual resulta bastante alentador ya que mayoritariamente las especies no llegan al 10% de su área superpuesta con zonas modificadas por urbanización o agricultura. Esto puede explicarse porque en su mayoría estas especies habitan zonas de altura y pendiente pronunciada, en general de muy difícil acceso y muy poco productivas. Diferente es el caso de *B. lojanus*, que resultó ser la más amenazada con el 21 % de su distribución potencial solapada con usos antrópicos intensivos, siendo las poblaciones enmarcadas dentro de los límites políticos del Perú las más amenazadas. Si bien no se conoce el efecto puntual de la agricultura y urbanización sobre las poblaciones de esta especie, sabemos que la mayor parte de los reptiles responden negativamente a estos cambios (Haddad 2015; Atauri 2001). En este sentido resulta

importante monitorear las poblaciones de esta especie y realizar estudios tendientes a conocer su estado conservación, para que en caso de ser necesario se puedan delinear acciones concretas en pos de su conservación.

Un punto muy importante a tener en cuenta es que si bien se analizó la superposición entre la distribución de estas especies y la actividad humana más amenazante para la fauna en general (la degradación y pérdida de hábitat por urbanización y producción intensiva de alimentos; Pimm *et al.* 2014; Sala *et al.* 2000; WWF: Living Planet Report 2018), en el contexto del Perú existen otras actividades, que no pudieron ser analizadas y resultan amenazantes para la fauna. Entre estas actividades encontramos por ejemplo la construcción de represas hidroeléctricas y la minería de oro que crece año a año. Debido al aumento de la demanda de energía y al abundante potencial sin explotar, proyectos hidroeléctricos están creciendo rápidamente en el Neotrópico; especialmente en las zonas húmedas y escarpadas de los Andes Amazónicos. En Perú, como caso particular, actualmente existen 26 represas hidroeléctricas pero para el año 2020 se proyecta que se agregarán a estas unas 79 nuevas represas de las cuales más del 50% tendrán un alto impacto ecológico teniendo en cuenta inundaciones, deforestación, nuevos caminos, y pérdida de la conectividad en los ecosistemas (Finer *et al.* 2012).

La extracción aurífera artesanal también se está convirtiendo en una causa importante de degradación ambiental en los ecosistemas tropicales. Los problemas asociados a esta práctica se deben mayormente a extracciones artesanales sin regulaciones, realizadas por gente de muy bajos recursos sin ningún tipo de análisis de impacto ambiental o educación minera. Como resultado, grandes cantidades de mercurio son liberados a la atmosfera, el suelo y los ríos; ya que Perú, probablemente el quinto mayor productor de oro a nivel mundial, no restringe la importación de mercurio (Swenson *et al.*, 2011). La fragmentación del hábitat y la degradación por extracciones artesanales han afectado la composición de las comunidades animales, y acelerado la erradicación de algunas especies. (Alvarez-Berríos *et al.*, 2016). Es importante planificar la producción minera en conocimiento de la ocurrencia

de especies endémicas o amenazadas, para compatibilizar esta actividad con la conservación de la biodiversidad (Nori *et al.* 2017; Palmer *et al.* 2010).

Considerando que los importantes aportes previos sobre la distribución de estas especies son totalmente descriptivos, podemos afirmar que este estudio representa el primer análisis detallado de la distribución de los Vipéridos mayormente endémicos del Perú. Esto no es menor considerando la importancia médica que esta especies poseen (Carrasco *et al.* 2016), y las implicancias de los estudios biogeográficos y macroecológicos detallados en relación al abordaje epidemiológico (Nori *et al.* 2014, Yañez-Arenas *et al.* 2014, Yañez-Arenas *et al.* 2015). En ese sentido, la información presentada aquí debería ser solo el punto de partida de futuros estudios que nos permitan conocer en detalle la distribución de los Vipéridos presentes en el Perú, lo cual no solo resultaría relevante en relación a la epidemiología de sus accidentes sino también para pensar estratégicamente el ordenamiento del territorio compatibilizando el desarrollo humano con la conservación.

Referencias bibliográficas

- Altieri, M., & Nicholls, C. I. (2000). Teoría y práctica para una agricultura sustentable. *Serie Textos Básicos para la Formación Ambiental, 1*.
- Alvarez-Berríos, N., Campos-Cerqueira, M., Hernández-Serna, A., Amanda Delgado, C. J., Román-Dañobeytia, F., & Aide, T. M. (2016). Impacts of small-scale gold mining on birds and anurans near the Tambopata Natural Reserve, Peru, assessed using passive acoustic monitoring. *Tropical Conservation Science, 9*, 832-851.
- Anderson, R. P. and Gonzalez, I. 2011. Species-specific tuning increases robustness to sampling bias in models of species distributions: an implementation with MaxEnt. – *Ecological Modelling 222*, 2796–2811.
- Arino, O., Ramos Perez, J. J., Kalogirou, V., Bontemps, S., Defourny, P., & Van Bogaert, E. (2012). Global land cover map for 2009 (GlobCover 2009). *ESA & UCL*.
- Atauri, J. A., & de Lucio, J. V. (2001). The role of landscape structure in species richness distribution of birds, amphibians, reptiles and lepidopterans in Mediterranean landscapes. *Landscape ecology, 16*, 147-159. 8
- Campbell, J. A., & Lamar, W. W. (2004). *The venomous reptiles of the western hemisphere* (Volumen 1). Cornell University Press. Ithaca, USA.
- Carrasco, P. A., Harvey, M. B., & Munoz Saravia, A. (2009). The rare Andean pitviper *Rhinocerophis jonathani* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae): redescription with comments on its systematics and biogeography. *Zootaxa, 2283*, 1-15.
- Carrasco, P. A., Leynaud, G. C., & Scrocchi, G. J. (2010). Redescription of the southernmost snake species, *Bothrops ammodytoides* (Serpentes: Viperidae: Crotalinae). *Amphibia-Reptilia, 31*, 323-338.

- Carrasco, P. A., Mattoni, C. I., Leynaud, G. C., & Scrocchi, G. J. (2012). Morphology, phylogeny and taxonomy of South American bothropoid pitvipers (Serpentes, Viperidae). *Zoologica Scripta*, *41*, 109-124.
- Carrasco, P. A., Venegas, P. J., Chaparro, J. C., & Scrocchi, G. J. (2016a). Nomenclatural instability in the venomous snakes of the Bothrops complex: Implications in toxinology and public health. *Toxicon*, *119*, 122-128.
- Carrasco, P. A., Venegas, P. J., & Valencia, J. H. (2016b). First confirmed records of the endangered Andean pitviper *Bothrops lojanus* Parker, 1930 (Viperidae: Crotalinae) from Peru. *Herpetology Notes*, *9*, 297-301.
- Carrasco P., Graziotin F., Santa Cruz R., Koch C., Ochoa J., Scrocchi G., Leynaud G. & Chaparro J.C. (2019). A new species of Bothrops (Serpentes: Viperidae: Crotalinae) from Pampas de Heath, southeastern Peru, with comments on the systematics of the Bothrops neuwiedi species group. *Zootaxa*, en prensa.
- Chase, J. M., & Leibold, M. A. (2003). *Ecological niches: linking classical and contemporary approaches*. University of Chicago Press.
- Elith, J., Kearney, M. & Phillips, S. (2010). The art of modelling range-shifting species. *Methods in Ecology and Evolution*, *1*, 330–342
- Fielding, A. H., & Bell, J. F. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental conservation*, *24*, 38-49.
- Finer, M., & Jenkins, C. N. (2012). Proliferation of hydroelectric dams in the Andean Amazon and implications for Andes-Amazon connectivity. *Plos one*, *7*, e35126.
- Gutiérrez, J. M., Williams, D., Fan, H. W., & Warrell, D. A. (2010). Snakebite envenoming from a global perspective: Towards an integrated approach. *Toxicon*, *56*, 1223-1235.

- Gutiérrez, J. M. (2011). Envenenamientos por mordeduras de serpientes en América Latina y el Caribe: Una visión integral de carácter regional. *Boletín de malariología y salud ambiental*, 51, 1-16.
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Clobert, J., Davies, K. F., Gonzalez, A., Holt, R. D., Lovejoy, T. E., Sexton, J. O., Austin, M. P., Collins, C. D., Cook, W. M., Damschen, E. I., Ewers, R. I., Foster, B. L., Jenkins, C. N., King, A. J., Laurance, W. F., Levey, D. J., Margules, C. R., Melbourne, B. A., Nicholls, A. O., Orrock, J. L., Song, D., Townshend, J. R. & Cook, W. M. (2015). Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems. *Science Advances*, 1, e1500052.
- Herzog, S. K., Martinez, R., Jorgensen, P. M., & Tiessen, H. (2012). *Cambio climático y biodiversidad en los Andes tropicales*. Instituto Interamericano para la Investigación del Cambio Global (IAI), São José dos Campos, y Comité Científico sobre Problemas del Medio Ambiente (SCOPE), Paris.
- Kass, J. M., Vilela, B., Aiello-Lammens, M. E., Muscarella, R., Merow, C., & Anderson, R. P. (2017). Wallace: A flexible platform for reproducible modeling of species niches and distributions built for community expansion. *Methods in Ecology and Evolution*, 9, 1151-1156.
- Karger, D. N., Conrad, O., Böhner, J., Kawohl, T., Kreft, H., Soria-Auza, R. W., N. E., H. P. & Kessler, M. (2017). Climatologies at high resolution for the earth's land surface areas. *Scientific data*, 4, 170122.
- Kasturiratne, A., Wickremasinghe, A. R., de Silva, N., Gunawardena, N. K., Pathmeswaran, A., Premaratna, R., Savioli, S., Laloo D. G. & de Silva, H. J. (2008). The global burden of snakebite: a literature analysis and modelling based on regional estimates of envenoming and deaths. *PLoS medicine*, 5, e218.

- Koch, C., Venegas, P. J., Roedder, D., Flecks, M., & Boehme, W. (2013). Two new endemic species of *Ameiva* (Squamata: Teiidae) from the dry forest of northwestern Peru and additional information on *Ameiva concolor* Ruthven, 1924. *Zootaxa*, 3745, 263-295.
- Lévano Saravia, J., & Fernández Vera, R. (2004). *Diagnóstico y tratamiento de los accidentes por animales ponzoñosos*. Centro nacional de productos biológicos. Instituto nacional de salud. Lima, Perú.
- Loaiza, C. R. (2013). The Tumbesian center of endemism: biogeography, diversity and conservation. *Bulletin of the Systematic and Evolutionary Biogeographical Association*, 6, 4-10.
- Martins, M. A. R. C. I. O., Marques, O. A., & Sazima, I. V. A. N. (2002). Ecological and phylogenetic correlates of feeding habits in Neotropical pitvipers of the genus *Bothrops*. En G. W. Schuett, *Biology of the Vipers*, (pp. 307-328) Eagle Mountain, Utah: Eagle Mountain Publishing.
- Ministerio de Salud, Perú, 2004. Norma Técnica sobre Prevención y Tratamiento de Accidentes por Animales Ponzoñosos. Lima: Ministerio de Salud.
- Myers, N., Mittermeier, R. A., Mittermeier, C. G., Da Fonseca, G. A., & Kent, J. (2000). Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403, 853-858.
- Navarrete Zamora, M. B., Silva Suárez, W. H., & Vargas Mas, E. A. (2010). Las serpientes venenosas de importancia en la salud pública del Perú. *REDVET. Revista electrónica de Veterinaria*, 11.
- Nori, J., Carrasco, P. A., & Leynaud, G. C. (2014). Venomous snakes and climate change: ophidism as a dynamic problem. *Climatic change*, 122, 67-80.
- Nori, J., Leynaud, G. C., Volante, J., Abdala, C. S., Scrocchi, G. J., Rodríguez-Soto, C., Pressey, R. L. & Loyola, R. (2017). Reptile species persistence under climate change and direct human threats in north-western Argentina. *Environmental Conservation*, 45, 83-89.

- Olson, D. M., Dinerstein, E., Wikramanayake, E. D., Burgess, N. D., Powell, G. V., Underwood, E. C., D'Amico, J. A., Itoua, I., Strand, H. E., Morrison, J. C., Allnutt, T. F., Ricketts, T. H., Kura, Y., Lamoreux, J. F., Wettengelm W. W., Hedao, P., Kassem, K. R., & Loucks, C. J. (2001). Terrestrial Ecoregions of the World: A New Map of Life on Earth: A new global map of terrestrial ecoregions provides an innovative tool for conserving biodiversity. *BioScience*, *51*, 933-938.
- Peterson, A. T., Soberón, J., Pearson, R. G., Anderson, R. P., Martínez-Meyer, E., Nakamura, M., & Araújo, M. B. (2011). *Ecological niches and geographic distributions (MPB-49)*. Princeton University Press.
- Pesantes, O. (2000). Prevención y Tratamiento de accidentes por Serpientes Venenosas. *Oficina de Relaciones Públicas SEDAPAL. Lima-Perú*.
- Simpson, B. B. (1975). Pleistocene changes in the flora of the high tropical Andes. *Paleobiology*, *1*, 273-294.
- Soberón, J. M. (2010). Niche and area of distribution modeling: a population ecology perspective. *Ecography*, *33*, 159-167.
- Soberón, J. & Peterson, T.A. (2005). Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. *Biodiversity informatics*, *2*, 1–10.
- Swenson, J. J., Carter, C. E., Domec, J. C., & Delgado, C. I. (2011). Gold mining in the Peruvian Amazon: global prices, deforestation, and mercury imports. *PloS one*, *6*, e18875.
- Torres, R., & Jayat, J. P. (2010). Modelos predictivos de distribución para cuatro especies de mamíferos (Cingulata, Artiodactyla y Rodentia) típicas del Chaco en Argentina. *Mastozoología neotropical*, *17*.
- Valencia, J.H. (2010). Reptiles de Ecuador. In: Fauna de Vertebrados de Ecuador, p. 126–176. Freile, J.F., Ed., Loja, Ecuador, Universidad Técnica Particular de Loja.

- Warren, D. L., & Seifert, S. N. (2011). Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. *Ecological applications*, 21, 335-342.
- Yarlequé, L. 2000. Las serpientes peruanas y sus venenos. *Fondo Editorial de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.*
- Yañez-Arenas, C., Peterson, A. T., Mokondoko, P., Rojas-Soto, O., & Martínez-Meyer, E. (2014). The use of ecological niche modeling to infer potential risk areas of snakebite in the Mexican state of Veracruz. *PloS one*, 9, e100957.
- Yañez-Arenas, C., Peterson, A. T., Rodríguez-Medina, K., & Barve, N. (2015). Mapping current and future potential snakebite risk in the new world. *Climatic change*, 134, 697-711.
- Yañez-Arenas, C., Peterson, A. T., Rodríguez-Medina, K., & Barve, N. (2016). Mapping current and future potential snakebite risk in the new world. *Climatic change*, 134, 697-711.
- Young, K. R., & León, B. (2000). Biodiversity conservation in Peru's eastern montane forests. *Mountain Research and Development*, 20, 208-211.

Apéndice

1.

Género	Especie	Localidad	Provincia	País
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Manu Cloud Forest Lodge	Paucartambo	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Machupicchu Pueblo Hotel	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Monte Carmelo	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Monte Carmelo	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Alto Pilcomayo, San Pedro	Paucartambo	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Urusayhua	La Convencion	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Urusayhua	La Convencion	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Bellavista, Valle de Lacco Yavero	La convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Comunidad de Combapata-Abra Bellavista	La convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Ruinas de Intipata-Machupicchu	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Ruinas de Intipata-Machupicchu	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Ruinas de Intipata-Machupicchu	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Comunidad de Combapata-Abra Bellavista	La convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Ruinas de Intipata-Machupicchu	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Ruinas de Intipata-Machupicchu	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Ruinas de Intipata-Machupicchu	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Ruinas de Intipata-Machupicchu	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Machu Picchu, Cusco	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Quimbiri, Rio Mantalo, Cusco	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Machu Picchu, Cusco	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Campamento Laguna, Yuyapichis, Reserva Comunal Sira, Huanuco	Puerto Inca	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Machu Picchu, Cusco	Urubamba	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Echarate, Alto Sangobatea, Kinkateni	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Echarate, Alto Sangobatea, Kinkateni	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Echarate, Alto Sangobatea, Kinkateni	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Tingo Maria, Huanuco	Huanuco	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	KP 108, CC NN Alto Shimá	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Puente Union	Paucartambo	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Sivingalito	Florida	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Sivingalito	Florida	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Parque Nacional Carrasco	Chapare	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Pque Nac. Carrasco	Chapare	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Irupana	Sud Yungas	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	El Piñalito (entre Chirimayo - Huacataya)	Caupolican	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Bajo Hornuni	Nor Yungas	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Irupana	Sur Yungas	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Chuquisaca		Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Palmasola	Florida	Bolivia

<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Santa Rosa de Lima	Florida	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Potrero Modesto Maida, Hoyada	Florida	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	La Hoyada	Florida	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	La Hoyada	Florida	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	La Hoyada	Florida	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Kara Huasi		Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>andianus</i>	Bella Vista	Santa Cruz	Bolivia
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Olmos, Las Pampas	Lambayeque	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Olmos, Corral de Arena	Lambayeque	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Pueblo San Ramón, dist. Olmos, km 885 norte, La Libertad	Chiclayo	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Las Pampas, Olmos, Lambayeque	Olmos	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Illimo, al pie del rio la leche	Lambayeque	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Inmediaciones de zoocriadero de pava ali-blanca	Olmos	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Inmediaciones de zoocriadero de pava ali-blanca	Olmos	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Inmediaciones de zoocriadero de pava ali-blanca	Olmos	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Illimo, al pie de rio La Leche	Lambayeque	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Inmediaciones de zoocriadero de pava ali-blanca	Olmos	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>barnetti</i>	Chongoyape	Lambayeque	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Cerro 3 de Mayo, PN Tingo Maria	Leoncio Prado	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Entre Villa Rica & Oxapampa	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Manto	Paucartambo	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Paucartambo, Manto	Pasco	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Santa Isabel	Paucartambo	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Huacapistana, Junin	Tarma	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Jauja, Junin	Satipo	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Leoncio Prado	Tingo María	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Huacapistana	Tarma	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	La Suiza	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Chontabamba	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Yuyapichis, Reserva Comunal Sira, Huanuco	Puerto Inca	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Chemillen, P.N. Yanachaga, San Daniel	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Laguna Negra	Mariscal Cáceres	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Puente Yungor playa, cerca de Mariposa		Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>		Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>		Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Rinconada - Chaglla	Huanuco	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Quebrada Chavez	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Distrito de Chaglla- Localidad de Dos Aguas	Prov Pachitea	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Albazo	Mariscal Cáceres	Peru

<i>Bothrops</i>	<i>chloromelas</i>	Tingo Maria		Peru
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Km 5 vía Loja-Zamora	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Km 42 vía Loja-Saraguro	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Km 2 vía Zamora-Yanacocha	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	NW de Loja - La Tenería	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Zamora Huayco	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Taquil (Miguel Riofrío), Cerro Villonacu	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	al pie de la cordillera Oriental, cerca de Loja	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Gulag	Azuay	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Gulag	Azuay	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Nabon	Azuay	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	A 8 km de San Lucas en la vía a Loja	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Loja a la salida de Loja, vía a Cuenca		Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	a 5 km en la carretera a Cuenca	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Estación Científica San Francisco	Zamora Chinchipe	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Km 6 vía Yangana-Cerro Toledo	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Yauyucan	Santa Cruz	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>lojanus</i>	Yauyucan	Santa Cruz	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Mabe	Quispicanchis	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Nusinuscato	Quispicanchis	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Huasorocco	Manu	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Reserva Comunal Amarakaeri Lote 76, Pad A	Manu	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Reserva Comunal Amarakaeri Lote 76, Pad A	Manu	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Reserva Comunal Amarakaeri Lote 76, Pad A	Manu	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Reserva Comunal Amarakaeri Lote 76, Pad A	Manu	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Albergue turistico Cedro		Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Alrededores del río Huasoroco-Quispicanchis	Camanti	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Huepetue	Manu	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	San Matias - San Carlos	Iscozazin	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Cerros del Tavara-Bahuaja Soneme	Sandia	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Reserva Amarakaeri	Manu	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Chanchamayo, Junin	Tarma	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Timpia	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Echarate, Campamento Cashiriar	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Timpia	La Convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Campamento, Puerto Inca, Sira, Huanuco		Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Tarapoto, km 33 carretera Yurimaguas	San Martin	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Bagua Grande, Buenos Aires, Amazonas	Bagua	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Rio Tambo, Lote 57 Repsol, ANP Ashaninka	Satipo	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Rio Tambo, Plataforma de exploración MAPI-LX	Satipo	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Rio Curaray (Lote 39)	Maynas	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Centro poblado de Paitoja	Moyobamba	Peru

<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Norte de Santa Rosa (Cord. Del Condor)	Jaen	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Norte de Santa Rosa (Cord. Del Condor)	Jaen	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Norte de Santa Rosa (Cord. Del Condor)	Jaen	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Tingo Maria		Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Camñopite, Cordillera de Colan	Bagua	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Bajo Naranjillo	Rioja	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Alto Urubamba, Hacienda Ganadera, Comunidad de Alto Carmelo	La Convencion	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	KP 55, Bajo Puyantimari	La convención	Peru
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Centro Wisui-Makuma	Morona-Santiago	Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Centro Kiim-Makuma	Morona-Santiago	Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Near puyo		Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	from Pananza/San Miguel de Conchay	Morona-Santiago	Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	from El Topo	Tungurahua	Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	from La Pituca, Cuenca del Río Curintza	Zamora-Chinchiipe	Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	from La Pituca, Cuenca del Río Curintza		Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	from Namacuntza		Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	from Namacuntza		Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	from Numbami, Cuenca del Río Jambue		Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	from Numbami, Cuenca del Río Jambue		Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Nangaritzza, Miazi Alto		Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Alto Machinaza		Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Alto Machinaza		Ecuador
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Reserva Pilón Lajas	Sud Yungas	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Reserva Pilón Lajas	Sud Yungas	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Cerro Leñe, Pque Nac. Carrasco		Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	El Palmar	Carrasco	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Rurrenabaque	Ballivian	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Río Leche	Carrasco	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Río Leche	Carrasco	Bolivia
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Casanare		Colombia
<i>Bothrocophias</i>	<i>microphthalmus</i>	Km9 entre Tena y Puyo, Centro Ecologico Shanca Arajuno	Napo	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	Chontabamba, km 22 Oxapampa - Yauli	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	Chontabamba, Maria Teresa, km 19 Oxapampa - Yaupi	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	ruta a Puerto Bermudez	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	ruta a Puerto Bermudez	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	Chontabamba, Maria Teresa, km 19 Oxapampa - Yaupi	Oxapampa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	La Oroya	Carabaya	Perú
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	Chanchamayo, La Merced		Perú
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	Parque Nacional Cotapata		Bolivia
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	Apolobamba (area natural nacional..)		Bolivia

<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	Parque Nacional Madidi		Bolivia
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	Reserva Pilón Lajas		Bolivia
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	Oxapampa		Peru
<i>Bothrops</i>	<i>oligolepis</i>	KP 115, Comunidad Santa Rosa de Cutivireni	La convencion	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Ocoña, a 100 m del rio maran	La Union	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Ocoña, a orillas del rio cotahuasi	La Union	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Ocoña, sector barbacoa	La Union	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Ocoña, cementerio inca-cerca de rio maran	La Union	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Chaucalla, Puglle	La Union	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Chaucalla, Puglle	La Union	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Entre Yauca y Acari	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Silaca - Atiquipa	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Lomas de Atiquipa	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	-	Huaral	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Hacienda Chama - Río Camaná -	Camaná	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Yauca-Atiquipa	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Yauca-Atiquipa	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Valle Majes	Castilla	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Q. Los Olivos, Mina Bolivar	-	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Acari	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Acari	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Acari	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Yauca-Atiquipa	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Valle Majes	Castilla	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Q. Los Olivos, Mina Bolivar	-	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Acari	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Acari	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Acari	Caraveli	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Cieneguilla, Lima	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Hda. Santiaguillo, Ica	Ica	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Coleap, Valle de culebras (Curva Huarney), Ancash	Huarney	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Jicamarca, Lima	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Lurigancho, Jicamarca, Lima	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Tunga, Ica	Nazca	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Vitarte, Observatorio Jicamarca	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Huinco	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Tornamesa, km 55 carretera central		Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Las Zorras	Huarney	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Recuay, Llacllin, Chaucayan, km 65 Pativilca - Huaraz	Ancash	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Lachay, Lima	Chancay	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	La Molina	Lima	Peru

<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Tahuantinsuyo	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	La Victoria	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Lurigancho, Jicamarca	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Observatorio de Jicamarca	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Observatorio de Jicamarca	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Observatorio de Jicamarca	Lima	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Ica	Palpa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Ica	Palpa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Ica	Palpa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>		Atiquipa	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Quebrada Culebras	Huarmey	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>		Nazca	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Tornamesa, km 55 carretera central	Huaro-chiri, San Bartolome	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Quebrada Culebras	Huarmey	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Quebrada Culebras	Huarmey	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Mala	Cañete	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Mala	Cañete	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Sector Palma-Andamayo	Castilla	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Chaucayan	Recuay	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Chaucayan	Recuay	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Humedal El Tubo	Ascope	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Mala	Cañete	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Tornamesa, km 55 carretera central	San Bartolome	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Tornamesa, km 55 carretera central	San Bartolome	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Mala	Cañete	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Humedal El Tubo		Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Humedal El Tubo		Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Humedal El Tubo		Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pictus</i>	Santa Eulalia	Huaro-chiri	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>		San Ignacio	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	El Chaupe Ihuamaca. Z.A. Tabaconas - Namballe	San Ignacio	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Bagua Grande	Bagua	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Andoas	Loreto	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Santa Rosa de La Yunga	Jaen	Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Abra Patricia		Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Alto Machinaza		Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Alto Machinaza		Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Reserva Ecológica Antisana, sector Cocodrilos	Napo	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Gral. Leonidas Plaza Gutiérrez (Limón), 6,6 km norte de Limón	Morona-Santiago	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Estación Científica San Francisco	Zamora Chinchipe	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Pueblo de Valladolid	Zamora Chinchipe	Ecuador

<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Chito, Río San Francisco, sector Los Planes	Zamora Chinchipe	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Laguna de Pomacocha		Peru
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Baeza	Napo	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	San Juan de Piatua	Pastaza	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	EEBB San Francisco	Loja	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Cordillera del Condor	Morona Santiago	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Rio Zuñac Reserve	Ambato	Ecuador
<i>Bothrops</i>	<i>pulchra</i>	Rio Pastaza	Pastaza	Ecuador

2.

	bio1	bio10	bio11	bio12	bio13	bio14	bio15	bio16	bio17	bio18
bio1	1.00	1.00	1.00	0.74	0.87	0.54	0.60	0.85	0.57	0.68
bio10	1.00	1.00	0.99	0.72	0.87	0.52	0.63	0.85	0.55	0.68
bio11	1.00	0.99	1.00	0.73	0.86	0.55	0.56	0.85	0.59	0.68
bio12	0.74	0.72	0.73	1.00	0.95	0.94	0.10	0.97	0.96	0.93
bio13	0.87	0.87	0.86	0.95	1.00	0.81	0.38	1.00	0.84	0.89
bio14	0.54	0.52	0.55	0.94	0.81	1.00	-0.23	0.83	1.00	0.91
bio15	0.60	0.63	0.56	0.10	0.38	-0.23	1.00	0.34	-0.18	0.06
bio16	0.85	0.85	0.85	0.97	1.00	0.83	0.34	1.00	0.86	0.90
bio17	0.57	0.55	0.59	0.96	0.84	1.00	-0.18	0.86	1.00	0.91
bio18	0.68	0.68	0.68	0.93	0.89	0.91	0.06	0.90	0.91	1.00
bio19	0.73	0.71	0.73	0.97	0.92	0.92	0.07	0.93	0.94	0.84
bio2	0.00	0.00	0.00	-0.49	-0.33	-0.63	0.43	-0.36	-0.60	-0.58
bio3	-0.32	-0.37	-0.27	-0.58	-0.59	-0.51	-0.19	-0.60	-0.52	-0.63
bio4	0.41	0.49	0.33	0.24	0.41	0.02	0.66	0.39	0.05	0.27
bio5	0.97	0.97	0.96	0.61	0.79	0.38	0.70	0.77	0.42	0.53
bio6	0.95	0.94	0.95	0.81	0.89	0.69	0.38	0.88	0.71	0.78
bio7	0.21	0.23	0.18	-0.22	-0.02	-0.46	0.67	-0.05	-0.41	-0.34
bio8	0.99	0.99	0.98	0.69	0.84	0.50	0.60	0.82	0.53	0.70
bio9	0.99	0.99	0.99	0.75	0.88	0.56	0.58	0.86	0.59	0.67

	bio19	bio2	bio3	bio4	bio5	bio6	bio7	bio8	bio9
bio1	0.73	0.00	-0.32	0.41	0.97	0.95	0.21	0.99	0.99
bio10	0.71	0.00	-0.37	0.49	0.97	0.94	0.23	0.99	0.99
bio11	0.73	0.00	-0.27	0.33	0.96	0.95	0.18	0.98	0.99
bio12	0.97	-0.49	-0.58	0.24	0.61	0.81	-0.22	0.69	0.75
bio13	0.92	-0.33	-0.59	0.41	0.79	0.89	-0.02	0.84	0.88
bio14	0.92	-0.63	-0.51	0.02	0.38	0.69	-0.46	0.50	0.56
bio15	0.07	0.43	-0.19	0.66	0.70	0.38	0.67	0.60	0.58
bio16	0.93	-0.36	-0.60	0.39	0.77	0.88	-0.05	0.82	0.86
bio17	0.94	-0.60	-0.52	0.05	0.42	0.71	-0.41	0.53	0.59

bio18	0.84	-0.58	-0.63	0.27	0.53	0.78	-0.34	0.70	0.67	
bio19	1.00	-0.43	-0.50	0.17	0.62	0.81	-0.20	0.66	0.76	
bio2	-0.43	1.00	0.68	-0.01	0.22	-0.27	0.88	-0.03	0.01	
bio3	-0.50	0.68	1.00	-0.67	-0.23	-0.41	0.27	-0.35	-0.30	
bio4	0.17	-0.01	-0.67	1.00	0.48	0.29	0.40	0.45	0.37	
bio5	0.62	0.22	-0.23	0.48	1.00	0.85	0.44	0.94	0.97	
bio6	0.81	-0.27	-0.41	0.29	0.85	1.00	-0.10	0.94	0.94	
bio7	-0.20	0.88	0.27	0.40	0.44	-0.10	1.00	0.17	0.21	
bio8	0.66	-0.03	-0.35	0.45	0.94	0.94	0.17	1.00	0.96	
bio9	0.76	0.01	-0.30	0.37	0.97	0.94	0.21	0.96	1.00	

Bio1: Temperatura media anual (°C).

Bio2: Rango de temperatura media diurna (media mensual de (temp. máxima – temp. mínima)).

Bio3: Isotermalidad. Índice de variabilidad de la temperatura $(P2/P7)*100$ (Razón del rango diurno promedio con respecto al rango anual).

Bio4: Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar * 100).

Bio5: Temperatura máxima del mes más cálido (°C).

Bio6: Temperatura mínima del mes más frío (°C).

Bio7: Rango de temperatura anual (°C) (temp. máx. del mes más cálido – temp. Mín. del mes más frío).

Bio8: Temperatura promedio del trimestre más lluvioso (°C).

Bio9: Temperatura promedio del trimestre más seco (°C).

Bio10: Temperatura promedio del trimestre más cálido (°C).

Bio11: Temperatura promedio del trimestre más frío (°C).

Bio12: Precipitación anual (mm).

Bio13: Precipitación del mes más lluvioso (mm).

Bio14: Precipitación del mes más seco (mm).

Bio15: Estacionalidad de la precipitación (coeficiente de variación).

Bio16: Precipitación del trimestre más lluvioso (mm).

Bio17: Precipitación del trimestre más seco (mm).

Bio18: Precipitación del trimestre más cálido (mm).

Bio19: Precipitación del trimestre más frío (mm).