



Modelación de la distribución ecológica potencial del Anuro *Pristimantis simonsii* (Boulenger, 1900) en el departamento de Cajamarca, Perú

Potencial ecological distribution modeling of the Anuro *Pristimantis simonsii* (Boulenger, 1900) in the Cajamarca, Peru

César Eduardo Fuentes Peña^{1*}; Víctor Aguilar Vidangos²

1 Escuela de Posgrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Apartado postal 12-056 - La Molina, Lima, Perú.

2 Departamento Académico de Ordenamiento Territorial y Construcción, Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad Nacional Agraria La Molina, Apartado postal 12-056 - La Molina, Lima, Perú

*Autor correspondiente: ce.fuentespe@gmail.com (C. E. Fuentes Peña)

ID ORCID de los autores

C. E. Fuentes Peña:  <http://orcid.org/0000-0001-5641-8201>

V. Aguilar Vidangos:  <http://orcid.org/0000-0003-2317-4647>

RESUMEN

A causa de la escasa información sobre la distribución de la rana *Pristimantis simonsii*, considerada una especie de alto valor social, encontrarse bajo estatus de conservación y ser endémica; se realizó el modelamiento de la distribución ecológica potencial, mediante el algoritmo de Maxent. Para ello, se iteraron datos de presencia de la especie con variables de entorno, como las Bioclimáticas de WorldClim y el estudio de Zonificación Ecológica Económica. Asimismo, se determinó la frecuencia relativa de la especie por hábitat, en función de las variables de entorno empleadas. Finalmente, los resultados del modelamiento arrojaron valores de distribución potencial de la especie, en una superficie de 84 692,23 ha, con una capacidad predictiva de 96,6%.

Palabras clave: *Pristimantis simonsii*; distribución potencial; algoritmo Maxent; vulnerable; rango de distribución; variables predictoras.

ABSTRACT

The review presents the modeling of the potential ecological distribution of the frog *Prismantis simonsii*, this specie of frog of high social value is considered a specie under conservation status and endemic. the modeling of the ecological distribution was made using the Maxent modeling algorithm, making use of the presence data of the species and environmental variables developed in previous studies such as WorldClim Bioclimatic variables and the study of Economic Ecological Zoning. The results of the modeling showed potential distribution values of presence of the species in 84 692.23 ha with a predictive capacity of 96.6% and the relative frequency of the species per habitat was determined based on the environmental variables used in the distribution model.

Keywords: *Pristimantis simonsii*; potential distribution; Maxent algorithm; vulnerable; range of distribution; predictor variables.

Recibido: 20-04-2021.

Aceptado: 23-05-2021.



Esta obra está publicada bajo la licencia [CC BY-NC 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

INTRODUCCIÓN

La rana *Pristimantis simonsii*, perteneciente al orden Anuro, es endémica de la provincia de Celendín, en el departamento de Cajamarca y, posee un alto valor de importancia social, debido a que forma parte de la identidad cultural de la población. Dicha importancia se hizo notoria durante la planificación de diversos proyectos de explotación minera que se desarrollaron en la provincia. En la actualidad, es gestionada como parte de compromisos ambientales de conservación que se realizan en la zona. El Anuro *P. simonsii* es también considerada una especie bajo estatus de amenaza crítica por la legislación nacional y, vulnerable por la Lista Roja de especies amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (International Union for Conservation of Nature, IUCN). Debido a la escasa información sobre el rango de distribución de la especie, se consideró restringida a su zona endémica conocida, en la provincia de Celendín, en un radio aproximado de 5 km (IUCN, 2017). Sin embargo, el registro circunstancial de la presencia de esta especie, en zonas alejadas como en el departamento de La Libertad y otras provincias de Cajamarca, evidenció que el rango de distribución sería mayor que el señalado en la bibliografía.

Un primer acercamiento para conocer la distribución potencial del Anuro, fuera de la zona

de endemismo conocida, se realizó en la provincia de Cajamarca dentro de dos unidades mineras, confirmándose la presencia de la especie en zonas ubicadas a 73 km y 585 km del área de distribución conocida y, la existencia de zonas potenciales de distribución ecológica por evaluar (Fuentes C., 2017).

En razón a que la especie de rana *P. simonsii* ha presentado registros de ocurrencia en zonas alejadas a las definidas por la bibliografía especializada, siendo una especie bajo estatus de protección y ser de importancia biológica y social; la presente investigación desarrolla un modelo de su distribución ecológica potencial, mediante el algoritmo de Maxent, en el departamento de Cajamarca, haciendo uso de los registros de presencia de la especie, las variables bioclimáticas, la altitud, el índice de vegetación diferencial normalizada, los mapas de zonas de vida, el uso actual, la cobertura vegetal y la pedregosidad.

El objetivo de esta investigación fue estimar la distribución ecológica potencial de la especie de Anuro *Pristimantis simonsii* en el departamento de Cajamarca, mediante el desarrollo de un modelo probabilístico de registro de presencia. Para lograrlo, se determinaron las variables de entorno más importantes, y se elaboró un mapa de rango de la distribución ecológica potencial, en el departamento de Cajamarca.

MATERIAL Y MÉTODOS

Área de estudio

La investigación se realizó en el departamento de Cajamarca, el cual abarca la totalidad de los registros de presencia de la especie, reportados desde el año 1995 hasta el año 2017.

Muestreo de la especie

Se realizó mediante el método de Evaluación Estandarizada de Búsqueda (VES, Visual Encounter Survey) para especies de herpetofauna (Crump & Scott, 1994). La cual consistió en la búsqueda intensiva de individuos en una parcela de 200 x 10 metros (2000 m²) por 30 minutos. Se registraron tanto sobre el sustrato, como entre la vegetación presente y, se revisaron potenciales lugares de refugio, incluyendo áreas entre rocas, piedras y/o vegetación. Este método es adecuado para especies de poca dispersión; además, es apropiado para muestrear distintos microhábitats (Davies & Winstead, 1987; Heyer et al., 1994; Sélem-Salas et al., 2004). Adicionalmente, se realizaron registros oportunistas a lo largo de toda la evaluación en campo.

Con la finalidad de reducir incertidumbre, se revisó y verificó que la información de las bases de datos contenga una correcta identificación de la especie y coordenadas dentro del área de estudio. Adicionalmente, se agregaron los registros geográficos de los individuos encontrados durante los trabajos de campo.

Se realizó la sistematización de los datos, selección, validación de los registros y proyección en un sistema de información geográfica (SIG), en coordenadas UTM WGS84. Por último, se comparó la descripción del registro de cada individuo de la especie con la información visualizada en el SIG, eliminando los registros duplicados.

Se realizó un análisis de correlación de las variables cuantitativas de entorno para descartar aquellos con alta colinealidad, y se redujo la dimensionalidad del modelo seleccionando las variables que permitan una interpretación biológica adecuada. Se procedió a preparar los registros de presencia y las variables de entorno a los formatos necesarios para ser empleados en el software libre Maxent versión 3.3.3k.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Análisis de hábitats

Para el análisis de hábitats se especializaron los registros de los individuos en el background data, y se calculó la relación entre la presencia de la especie y la composición de cada variable mediante estadísticos de frecuencia.

a) Por la cobertura vegetal

La preferencia de la especie por zonas con menor densidad de vegetación, representa una frecuencia relativa (fr) de 0,502 en tierras con pastos naturales, vegetación escasa y afloramientos rocosos; seguido de una disminución aproximada

del 50% en tierras con pastos naturales (0,216); y en último lugar, los mosaicos de cultivos, pastos y vegetación arbustiva (0,170).

Las demás coberturas vegetales presentaron una fr menor al 10% de vinculación respecto de la presencia de los individuo de anuro; tal es el caso de: tierras con pastos cultivados y cultivos agrícolas (0,062); tierras degradadas (0,027); tierras con cultivos agrícolas y vegetación arbustiva (0,010); tierras con plantaciones forestales (0,009); y por último, bordes de cuerpo de agua, tierras con áreas urbanas, tierras con bosque seco y, tierras con pastos naturales y vegetación arbustiva, cada uno con 0,001 de frecuencia relativa.

Se deduce que, la especie de *P. simonsii* tiene preferencia por áreas con piedras de tamaño medio donde colocan sus huevos en época de reproducción, debido a la ausencia de una fase larvaria. Mientras que, la segunda y tercera preferencia, se caracterizan por tener una vegetación media que proveería de recursos alimenticios propios de su dieta.

b) Por la pedregosidad

La mayor fr fue registrada en zonas ligeramente pedregosas (0,699), y la menor fr en zonas moderadamente pedregosas (0,301). De lo cual, deberá considerarse que dichas frecuencias podrían estar condicionadas por la temporada reproductiva y no reproductiva en la que se encuentra la especie. Dado que, de encontrarse en temporada reproductiva, la especie tendría preferencia por zonas moderadamente pedregosas, toda vez que dichas zonas proporcionarían mayor probabilidad de éxito a la viabilidad de los huevos de la especie y/o por las probabilidades de éxito que otorgan dichas zonas con respecto a una mayor disponibilidad de refugio ante sus depredadores.

c) Por el uso actual

Es indispensable mencionar que, esta variable está ligada al relieve como un factor crítico en el desarrollo de actividades antrópicas. La mayor fr se registró en la categoría de otros usos (0,720), determinada principalmente por corresponder a zonas donde no se realizan actividades económicas directas; tales como, bosques, pastos naturales, vegetación arbustiva y zonas con afloramientos rocosos. Seguido por zonas de uso agrícola (0,180), uso agropecuario (0,062), uso minero (0,027), uso forestal (0,009), bordes de cuerpo de agua y uso urbano (ambos con 0,001).

Al respecto, los resultados reflejan que la especie ha sido registrada en zonas de poca o nula actividad antrópica, evidenciando su sensibilidad ante alteraciones al ecosistema. Por lo cual, sería un potencial bioindicador de perturbación al ecosistema. Sin embargo, los registros existentes en zonas rehabilitadas que simulan una cobertura moderadamente pedregosa, con estructura vegetal media, sugieren que también serían potenciales bioindicadores de la recuperación de ecosistemas perturbados.

d) Por la zona de vida

El páramo pluvial – Subalpino tropical presentó la mayor frecuencia de registros con 0,513, seguida

por la Zona de vida tundra pluvial – Alpino tropical (0,373); bosque muy húmedo – Montano tropical (0,085); bosque húmedo – Montano tropical (0,026); y las tres últimas zonas en menor medida, zonas de bordes de cuerpos de agua; casco urbano; y, monte espinoso Premontano (transicional a monte espinoso tropical) con 0,001 de frecuencia relativa individualmente.

El 88,6% de los registros se encontraron en zonas con temperaturas bajas, precipitación pluvial alta y topografía desfavorable para el desarrollo de actividades económicas, limitando el acceso, el desarrollo de actividades agropecuarias y el establecimiento de poblaciones. Según la definición de las zonas de vida, éstas revisten de gran importancia desde el punto de vista hidrológico; por lo cual, el Anuro evidencia nuevamente su potencial bioindicador, debido a que está fuertemente relacionado a dichas zonas de vida y áreas de escasa intervención humana.

e) Por la altitud

Desde la cota 3 271 hasta los 4 216 m.s.n.m se presentó el 98% de frecuencia relativa, siendo la mayor (49,3%), las zonas comprendidas en el rango de [3 901 – 4 216>. Con 2,6% menos, encontramos la presencia de la especie entre los 3 271 hasta 3 586 m.s.n.m. Finalmente, un 3,8%, en altitudes comprendidas entre 3 271 y 3 586.

Por último, se presume la presencia de la especie entre los rangos [1 066 – 3 271], debido a que existe un registro de fr = 0,002. Lo que sugiere, la ampliación del rango de distribución altitudinal complementaria a lo mencionado por Icochea (2004).

f) Por el NDVI

El 22% de los registros, ubicados en áreas con NDVI < 0,1296, corresponden a áreas con vegetación escasa con mayor cantidad de pedregales y espejos de agua. Un 32,2%, ubicados en áreas con $0,1296 \leq \text{NDVI} < 0,2230$, pertenecen a áreas de vegetación ligeramente acompañada de pedregales; y el 45,8%, ubicados en áreas con $\text{NDVI} \geq 0,2230$, están dentro de áreas con vegetación media acompañada de pedregales. Estos resultados son debido a que los individuos de *P. simonsii* tienen preferencia por zonas consideradas ligeras a medianamente productivas, en función a la biomasa fotosintéticamente activa calculada en función a la radiación absorbida y reflejada.

Análisis de omisión dependiente del umbral

La tasa de omisión dependiente de umbral, es una estadística que indica el rendimiento del modelo. De las iteraciones de los registros de especie y el background data, se obtuvo una tasa de omisión de prueba que se ajusta muy bien a la tasa de omisión del área predicha, como una función de umbral acumulativo promediado sobre las repeticiones. El área media indica las fracciones de los puntos de fondo elegidos aleatoriamente, incluidos en el área predicha para cada umbral acumulativo.

Las fracciones de presencia, ubicados por fuera del área potencial, son consideradas en la media de omisión de prueba. Es decir, representa la estimación de la distribución del modelo desarrollado para *P. simonsii*, con sus respectivas

desviaciones estándar, indicando un buen ajuste a la omisión predicha para la obtención de un modelo cercano a la realidad. El análisis de la tasa de omisión se realiza con un umbral para predecir de manera binaria, condiciones adecuadas por encima del umbral, e inadecuadas por debajo del mismo. Muestra la forma en que varían las tasas de omisión, para la muestra de entrenamiento, control y el área predicha como favorable en función al umbral elegido durante la corrida del modelo.

Análisis de prueba independiente del umbral

Producto de la relación entre la especificidad y la sensibilidad, se traza la curva de respuesta de las variables y su contribución a la distribución potencial del Anuro *P. simonsii*, Curva de Característica Operativa (ROC) del modelo. Del cual, se obtiene el estadístico AUC (Área Bajo la Curva) que permitirá medir la precisión del modelo desarrollado para la especie. La especificidad, es la fracción del área predicha ubicada en el eje "X" que, se refiere a la fracción de las áreas totales de estudio donde se realiza el modelado de la distribución potencial (Manel et al., 2001; Beauvais et al., 2006); y, la sensibilidad, que está ubicada en el eje "Y", es la proporción de las presencias dentro del área de ocurrencia predicha en relación con el número total de presencia (Phillips, 2009).

El desplazamiento promedio del ROC como resultado de las repeticiones realizadas para el modelamiento de la distribución potencial de *P. simonsii* en el área de estudio, evidenciando que el modelo es mejor que el azar ($AUC > 0,5$), dando como respuesta un AUC de prueba promedio de 0,966 y una desviación estándar 0,016.

Tomando como referencia lo planteado por Araújo et al. (2005), con respecto al estadístico AUC, el modelo desarrollado para el área de estudio es Excelente, con una desviación estándar aceptable ($<0,05$), representando una capacidad del 96,6% para predecir la presencia de un individuo de la especie *P. simonsii* escogida al azar en el área de estudio (Fielding, A.H. & Bell, J.F., 2007).

Generalmente, el AUC es aceptado como el mejor indicador para evaluar los resultados del modelo (Phillips & Miroslav, 2008). Sin embargo, más adelante se realizarán pruebas de validación adicionales; tales como, la prueba ROC Parcial, la prueba de Jackknife y una contrastación con la distribución ecológica recientemente propuesta por la IUCN.

Modelo de distribución ecológica potencial

El uso de los datos de presencia de *P. simonsii* fue relevante para el modelamiento, debido a que dicha información itera con las variables de fondo, otorgando probabilidades de potencial distribución de la especie, generando pseudoausencias para la evaluación del modelo. Razón por la cual, no fue indispensable la obtención de datos de ausencias estrictas que requieren de protocolos de monitoreo rigurosos, volviéndolos difícil y poco probables de encontrar en las bases de datos nacionales e internacionales (Galparsoro et al., 2009).

El modelo, representa la probabilidad de presencia de la especie *P. simonsii*, con un rango de incremento de cero (superficie azul) a uno (superficie roja), (Figura 1). Sin embargo, es importante precisar que, si bien el modelo de distribución potencial desarrollado para *P. simonsii* cuenta con un alto poder predictivo de su distribución, debe ser corroborado en campo con monitoreos periódicos, dado que uno de los componentes importantes para la distribución ecológica de una especie, es la relación interespecífica con otras especies como lo serían sus depredadores, presas, entre otros. Variables que, no han sido consideradas en el presente modelo debido a la poca información existente sobre su ecología. Además, posteriores monitoreos de la especie pueden contribuir a la determinación de que variables serían más importantes en su modelamiento de distribución.

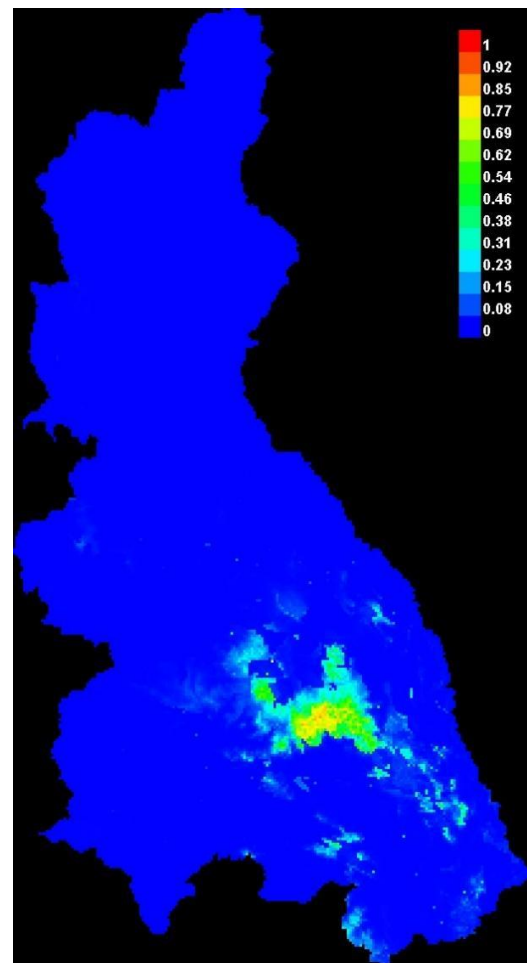


Figura 1. Modelo de distribución logística de la especie *Pristimantis simonsii* en el área de estudio.

Contribución de variables

La elevación y las zonas de vida son las variables con mayor poder predictivo, con un 58,1% de contribución al modelo. Las cuales coinciden con los resultados de aporte mediante la prueba de Jackknife. Es decir, la distribución geográfica potencial de la especie estaría mejor condicionada por las variables de elevación y zonas de vida para este modelo.

Validación del modelo

Se realizaron las pruebas de Jackknife y ROC Parcial. Además, considerando que la IUCN actualizó el rango de distribución de la especie de anuro *P. simonsii*, se hizo uso de sus resultados para realizar una comparación con el modelo desarrollado en la presente investigación, a fin de reforzar la validación del modelo.

a) Prueba de Jackknife

Evalúa la ganancia de entrenamiento regularizado, la ganancia de prueba y el AUC del modelo de distribución potencial de *P. simonsii*. Para el caso del entrenamiento regularizado, la altitud desarrolla la mayor ganancia (2,2739) al ser empleado de manera independiente, seguida por las variables, la Temperatura Media Anual (2,2407), la Temperatura Mínima del Mes Más Frío (2,1869) y la Zona de Vida (2,1853). Sin embargo, a pesar que existen variables que desarrollan poca ganancia durante el entrenamiento regularizado, la omisión de dichas variables no representa mayor ganancia en el poder predictivo durante el entrenamiento; por lo cual, su inclusión es necesaria.

La variable Zona de Vida, presentó la mayor ganancia para la prueba del modelo (2,1494), seguida muy de cerca, por la altitud (2,1177), la Temperatura Media Anual (2,0245) y la Temperatura Mínima del Mes Más Frío (1,9559). Por otro lado, si bien las demás variables presentaron valores menores, destaca el NDVI (0,0289) con poca capacidad de poder predictivo y su omisión no alteraría el modelo (2,7373). Por lo cual, si bien las especies dependen de la estructura vegetal para desarrollarse, en el modelo no sería tan relevante como la Altitud y la Zona de Vida.

Al evaluar el rendimiento del modelo, la variable zonas de vida, la altitud, la Temperatura Media Anual y la Temperatura Mínima del Mes Más Frío, mostraron valores de ganancia de poder predictivo por encima del 93,5%, cuando son empleadas independientemente. Por lo cual, las variables empleadas en el modelo otorgan un alto poder predictivo de las zonas potenciales en las que se encuentra la especie.

b) ROC Parcial

En el caso del ROC Parcial, se evidenció una diferencia significativa entre el AUC de la predicción del modelo y el AUC al azar. Es decir, el modelo de distribución potencial en el área de estudio se aleja significativamente del azar.

Umbral de Corte

Debido a que la salida logística que otorga Maxent, es un mapa de distribución continua (0 al 100%), y con el fin de generar un mapa que permita la identificación de zonas adecuadas de la distribución potencial de la especie *P. simonsii*, la salida logística fue discretizada a un mapa de presencia/ausencia, haciendo uso del umbral de corte "10 percentil training presence".

En la Figura 2 se muestra en color celeste las zonas inadecuadas (3 197 609,29 ha) para la distribución de la especie. Mientras que, en color naranja, se presentan las zonas determinadas como

potenciales áreas de distribución de la especie (84 692,23 ha).

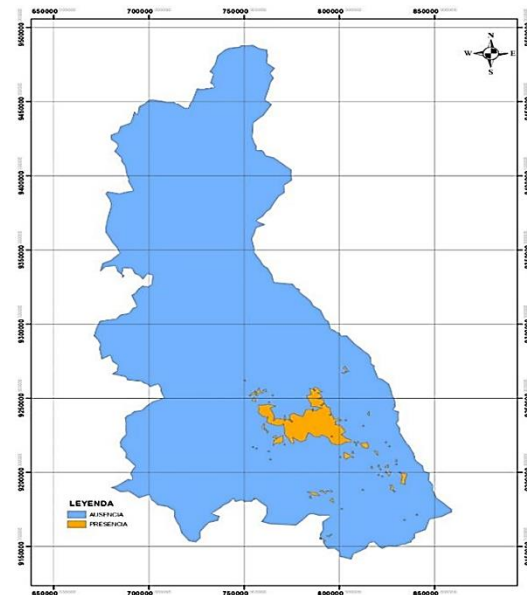


Figura 2. Modelo discretizado de presencia (naranja) / ausencia (celeste) de la especie *Pristimantis simonsii* en el área de estudio.

Contrastación con la distribución propuesta por la IUCN

Se realizó superposición de ésta sobre el modelo desarrollado (Figura 3). 76 572,81 ha del modelo desarrollado se encuentran dentro del área propuesta por la IUCN, es decir, el 94,41% del área considerada en el modelo de distribución potencial se encuentra incluido en la propuesta por la IUCN. La nueva información proporcionada por la IUCN cuenta con un área mayor al propuesto aquí, ello se debe a que solo analiza de manera espacial los registros disponibles, considerando las áreas ocupadas e invadibles. El modelo incluye la relación existente entre los registros de presencia de la especie, con las variables de entorno que condicionan las áreas ocupadas por la especie. Sin embargo, deben realizarse monitoreos en el área de distribución potencial planteada para corroborar el modelo ya que no se han considerado las relaciones interespecíficas del Anuro respecto a otras especies que podrían estar en la zona.

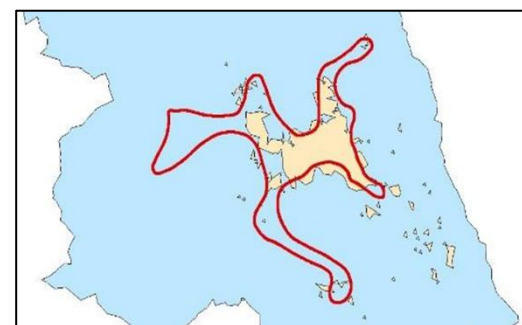


Figura 3. Comparación de la distribución ecológica actualizada de la especie *Pristimantis simonsii* (línea roja; IUCN, 2019) versus el modelo de distribución ecológica potencial (color naranja).

CONCLUSIONES

El mapa de rango de la distribución de *Pristimantis simonsii*, muestra la mayor probabilidad de presencia de la especie en un área de 84 692,23 ha en la zona Sureste (área ocupada e invadible), con una capacidad predictiva del 96,6%. El área traslapada del modelo (76 572,81 ha), con la desarrollada por la IUCN en el año 2019, corrobora los resultados obtenidos. Dado que, el modelo incluye los registros de presencia, y valora la interacción con el entorno.

La Altitud, la Zona de Vida, la Pedregosidad y la Cobertura Vegetal, contribuyeron con 77,9 % al desarrollo del modelo; por lo cual, explican en mayor medida la distribución de la especie. Complementariamente, al contrastar la contribución de las variables con la prueba de Jackknife, se evidenció que, las variables ambientales con mayor ganancia, cuando se usan aisladamente, son la Altitud, la Zona de Vida, la

Temperatura Mínima del Mes más Frío y la Temperatura Media Anual.

La alta cantidad de registros de presencia, provenientes de bases de datos, estudios independientes y la comprobación de registros en campo, aunado al empleo de variables relacionadas a las condiciones ambientales, y a la ecología de *Pristimantis simonsii*, permitió estimar un modelo de distribución uniforme, con un excelente poder predictivo. Sugiriendo, la ampliación del rango altitudinal de la especie, desde los 1 066 hasta 4 216 m.s.n.m.; una baja relación con el gradiente de vegetación, y potencialidad como bioindicador de zonas rehabilitadas y/o poco intervenidas por actividades económicas. Asimismo, resaltó el alto grado de relación directa con la Altitud, las Zonas de Vida, la Pedregosidad, la Temperatura Media Anual y la Temperatura Mínima del Mes más Frío.

AGRADECIMIENTOS

Al profesor Christian Contreras del programa de Maestría en Ciencias Ambientales por su asesoría en el planteamiento del diseño de la investigación y en el uso del software ArcGIS. Al Grupo de Investigación Gestión Ambiental y Cambio

Climático por el soporte técnico y logístico, que avaló el presente trabajo que es parte de la Tesis para obtención del grado de Magister en Ciencias Ambientales de César Fuentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Araújo, M. B., Pearson, R. G., Thuiller, W., & Erhard, M. (2005). Validation of species - climate impact models under climate change. *Global Change Biology*, 11, 1504-1513.
- Beauvais, G. P., Keinath, D. A., Hernandez, P., Master, L., & Thurston R. (2006). Musing upon depicting the geographic arrangement of biota, with ample reference to the harsh lessons of the dark master experience. *Element Distribution Modeling: A Primer*, Version 2.0-1 June 2006. 40pp.
- Boulenger, G. A. (1900). Descriptions of new batrachians and reptiles collected by Mr. P. O. Simons in Peru. *Annals and Magazine of Natural History*, Series 7, 6, 181-186.
- Crump, M. L., & Scott, N. J. (1994). *Visual Encounter Surveys. Measuring and Monitoring Biological Diversity. Standard Methods for Amphibians*. Eds. Heyer, W., Donnelly, M.A., McDiarmid, R.A., Hayek, L.C. & Foster, M.C. Smithsonian Institution Press. Washington, DC.
- Davies, D. E., & Winstead, R. L. (1987). Estimación de tamaños de poblaciones de vida Silvestre. En *Técnicas de Gestión de Vida Silvestre*. T.R. Rodríguez (Ed.). The Wildlife Society, Inc. Washington, D.C. 233-258 pp.
- Fielding, A. H., & Bell, J. F. (2007). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24(1), 38-49.
- Fuentes, C. E. (2017). Actualización de la distribución ecológica potencial del Anuro *Pristimantis simonsii* (Boulenger, 1900) en las áreas de influencia de Yanacocha y Conga. Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Galparsoro, I., Borja, A., Bald, J., Liria, P., & Chust, G. 2009. Predicting suitable habitat for the European lobster (*Homarus gammarus*), on the Basque continental shelf (Bay of Biscay), using Ecological-Niche Factor Analysis. *Ecological Modeling*, 220, 556-567.
- Heyer, W. R., Donnelly, M. A., McDiarmid, R. W., Hayek, L. C., & Foster, M. S. (1994). *Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians*. Smithsonian Institution Press, Washington, DC.
- Icochea, J., E. Lehr, & C. Aguilar. (2004). *Pristimantis simonsii*. En: IUCN 2016. IUCN Red List of Threatened Species. Versión 2016.1. <www.iucnredlist.org>
- IUCN (2020). Categorías de las Listas Rojas de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN. <http://www.iucn.org>
- IUCN (2016). Categorías de las Listas Rojas de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN. <http://www.iucn.org>
- IUCN. (2015). Categorías de las Listas Rojas de la IUCN (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza). Comisión de Supervivencia de Especies de la IUCN. <http://www.iucn.org>
- Manel, S., Williams, H. C., & Ormerod, S. J. (2001). Evaluating presence-absence models in ecology: the need to account for prevalence. *Journal of Applied Ecology*, 38, 921-931.
- Phillips, S. J., & D. Miroslav. (2008). Modelling of species distribution with Maxent: New extensions and comprehensive evaluation. *Ecography*, 31, 161 - 175
- Phillips, S. J., Dudík, M., Elith, J., Graham, C. H., Lehmann, A., Leathwick, J., & Ferrier, S. (2009). Sample selection bias and presence-only distribution models: implications for background and pseudo-absence data. *Ecological Applications*, 19, 181-197.
- Sélem-Salas, C., Sosa, J., & Hernández, S. (2004). Aves y Mamíferos, En: Bautista, F., H. Delfín, J.L. Palacios y M.C. Delgado. *Técnicas de muestreo para manejadores de recursos naturales*. Univ. Nac. Aut. de México, Univ. Aut. de Yucatán, CONACYT e Instituto Nacional de Ecología, México.