

# UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



*Una Institución Adventista*

## **Modelación de la Distribución Potencial de la Vicuña (Vicugna vicugna) en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (Perú) con MaxEnt**

Trabajo de Investigación para obtener el Grado Académico de  
Bachiller en Ingeniería Ambiental

Por:

Ismael Kingliu Quispe Diaz

Carlos Andres Ramos Cari

Asesor:

Dr.Sc. Efrain Lujano Laura

Juliaca, setiembre de 2020

## DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

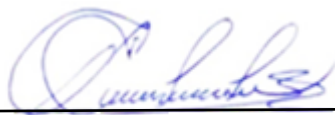
Efrain Lujano Laura, de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

### DECLARO:

Que el presente trabajo de investigación titulado: **“MODELACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE LA VICUÑA (VICUGNA VICUGNA) EN LA RESERVA NACIONAL DE SALINAS Y AGUADA BLANCA (PERÚ) CON MAXENT”** constituye la memoria que presentan los estudiantes **Carlos Andres Ramos Cari** y **Ismael Kingliu Quispe Diaz** para aspirar al grado de bachiller en Ingeniería Ambiental, cuyo trabajo de investigación ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este trabajo de investigación son de entera responsabilidad de los autores, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en Juliaca, a los 10 días del mes de setiembre del año 2020.



---

Efrain Lujano Laura

Asesor

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

En Puno, Juliaca, Villa Chullunquiari, a 09 día(s) del mes de Setiembre del año 2020 siendo las 8:30 horas,

se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión campus Juliaca, bajo la dirección del (de la)

presidente(a): Ing. Verónica Haydee Pari Mamani

secretario(a): Msc. Rose Adelina Ballata Chura

Msc. Jael Balla Balla

y los demás miembros: Dr. Msc. Efraim Lujano Laura

con el propósito de administrar el acto académico de sustentación del trabajo de

investigación titulado: "Modelación de la Distribución Potencial de la Viciuña (Viciuña viciuña) en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (Perú) con MaxEnt"

de los (las) egresados (as): a) Carlos Andrés Ramos Cari

b) Ismael Kingliu Quipe Diaz

conducente a la obtención del grado académico de Bachiller en

Ingeniería Ambiental  
(Denominación del Grado Académico de Bachiller)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando a los candidato(a)s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por los candidato(a)s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado.

Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Candidato/a (a): Carlos Andrés Ramos Cari

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy bueno</u>

Candidato/a (b): Ismael Kingliu Quipe Diaz

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
<u>Aprobado</u>	<u>15</u>	<u>B-</u>	<u>Bueno</u>	<u>Muy bueno</u>

(\*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó a los candidato(a)s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

\_\_\_\_\_  
Presidente/a

[Firma]  
Secretario/a

\_\_\_\_\_  
Asesor/a

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Miembro

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (a)

\_\_\_\_\_  
Candidato/a (b)



# Modelación de la distribución potencial de la Vicuña (*Vicugna vicugna*) en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca (Perú) con MaxEnt

## Modeling of the potential distribution of the Vicuña (*Vicugna vicugna*) in the National Reserve of Salinas and Aguada Blanca (Peru) with MaxEnt

Ismael K. Quispe Diaz <sup>1</sup>, Carlos A. Ramos Cari <sup>2</sup>, Efrain Lujano Laura <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Arquitectura, EP de Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión

<sup>2</sup> Facultad de Ingeniería y Arquitectura, EP de Ingeniería Ambiental, Universidad Peruana Unión

<sup>3</sup> Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

---

### Resumen

La vicuña es una especie emblemática que tiene tanto significado e identificación, representando al reino animal en el escudo nacional, además la especie se encuentra casi amenazada; razón por la cuál es necesario fomentar su estudio y conservación. El objetivo del estudio fue identificar áreas de distribución potencial de la vicuña (*Vicugna vicugna*) en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca mediante la modelación con MaxEnt. Se emplearon 18 puntos de avistamientos y 7 variables ambientales. Se seleccionó un formato de salida logístico y se realizaron 10 réplicas, tomando el valor del área bajo la curva (AUC) para seleccionar el modelo óptimo. El AUC fue casi siempre mayor para Maxent, lo que indica mejor discriminación de áreas adecuadas frente a áreas inadecuadas para la especie. Los valores más altos del AUC para datos de entrenamiento y datos de prueba fue 0.920 para ambos casos. Por lo tanto, se concluye que se identificó un área de distribución potencial de 769.90 Km<sup>2</sup> que representa el 21 % del área total de la reserva, siendo las variables ambientales de precipitación y uso de suelos los que contribuyeron más al modelo.

*Palabras clave: Distribución potencial, vicuña, modelación con MaxEnt.*

### Abstract

The vicuña is an emblematic species that has so much meaning and identification, representing the animal kingdom in the national coat of arms, in addition the species is almost threatened; reason why it is necessary to promote its study and conservation. The aim of the study was to identify potential distribution areas of the vicuña (*Vicugna vicugna*) in the National Reserve of Salinas and Aguada Blanca through modeling with MaxEnt. 18 sightings points and 7 environmental variables were used. A logistic output format was selected and 10 replications were made, taking the value of the area under the curve (AUC) to select the optimal model. The AUC was almost always higher for Maxent, indicating better discrimination of suitable versus unsuitable areas for the species. The highest values of the AUC for training data and test data were 0.920 for both cases. Therefore, it is concluded that a potential distribution area of 769.90 Km<sup>2</sup> was identified, representing 21% of the total area of the reserve, with the environmental variables of precipitation and soil use being the most important contributors to the model.

*Key words: Potential distribution, vicuña, modeling with MaxEnt.*

---

## 1. Introducción

La distribución de la vicuña y su conservación en los Andes Sudamericanos ha sido una preocupación constante del Grupo Especialista en Camélidos Silvestres Sudamericanos de la Comisión de Supervivencia de Especies de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN) (Torres, 1983). A través de los años, la caza furtiva, la pérdida de hábitat, la crianza en cautiverio, entre otros aspectos, han llevado a la reducción en número de esta especie, figurando así en la lista roja de especies amenazadas.

En el Perú, los ecosistemas altoandinos se ven afectados por el sobrepastoreo, inadecuadas prácticas de manejo y efectos del cambio climático. Estos problemas no son ajenos en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, que albergaba 12129 ejemplares de vicuñas en el año 2017. La Reserva Nacional de Salinas

y Aguada Blanca (RNSAB), ubicada en la región árida andina del suroeste peruano, fue creada en 1979 con la finalidad de promover la conservación de la vicuña y la protección de otras especies de fauna silvestre como flamencos y tarucas (Zeballos, Ochoa, & Cornejo, 2010). La vicuña es una especie emblemática que tiene tanto significado e identificación, representando al reino animal en el escudo nacional. Según el D.S. N°004-2014-MINAGRI, la especie se encuentra casi amenazada; razón por la cuál es necesario fomentar su estudio y conservación, pues las investigaciones respecto a sus poblaciones en su rango de distribución potencial son escasas.

En la actualidad la modelación del hábitat es una de las herramientas más utilizadas para la gestión y conservación de la fauna silvestre, la toma de decisiones y planes de acción; esto a raíz de la escasa investigación sobre la distribución potencial de las especies amenazadas (como se cita en Figueroa, Stucchi, & Rojas, 2016). El modelo más utilizado es el de MaxEnt, el cual estima la probabilidad de distribución de una especie encontrando su máxima entropía, es decir, lo más dispersa o cercana a la uniformidad posible, pero sujeta a un conjunto de restricciones que representan la información incompleta que se tiene sobre esta (Phillips, Anderson, & Schapire, 2006).

Figueroa et al. (2016), identifican áreas prioritarias para la investigación y conservación del oso andino en el bosque seco del Marañón de las regiones Cajamarca y Amazonas, modelan su hábitat utilizando el algoritmo MaxEnt. Emplean 60 registros de presencia, así como 6 variables ambientales. De un total de 6,501.2 km<sup>2</sup> de bosque seco del Marañón, el hábitat adecuado para el oso andino fue solo de 480.7 km<sup>2</sup> (7.4 %) y el hábitat marginal de 2,418.5 km<sup>2</sup> (37.2 %).

Korswagen (2016), en su trabajo de investigación determinan las relaciones espaciales e impactos de las actividades de la comunidad campesina de Tanta sobre el hábitat y la distribución de la vicuña en el territorio comunal. Mediante un taller de mapeo participativo determinan la distribución actual de las vicuñas y las actividades comunales que podrían influir sobre su hábitat, además determinaron el hábitat potencial de la especie con el modelo de distribución de especies (MaxEnt). Los resultados indican que el hábitat potencial está determinado por condiciones ambientales, mientras que la distribución actual está determinada por la presencia humana y el ganado doméstico.

Qin et al. (2020), en su estudio, modelan la distribución actual y futura de las principales plantas dietéticas del oso Gobi en base a una vía de concentración representativa para el período de 2041 a 2060 (2050) y 2061-2080 (2070) utilizando un modelo de distribución de especies de entropía máxima (MaxEnt). Los resultados obtenidos muestran que las variables asociadas a la precipitación tuvieron el efecto más fuerte sobre la distribución de esta especie.

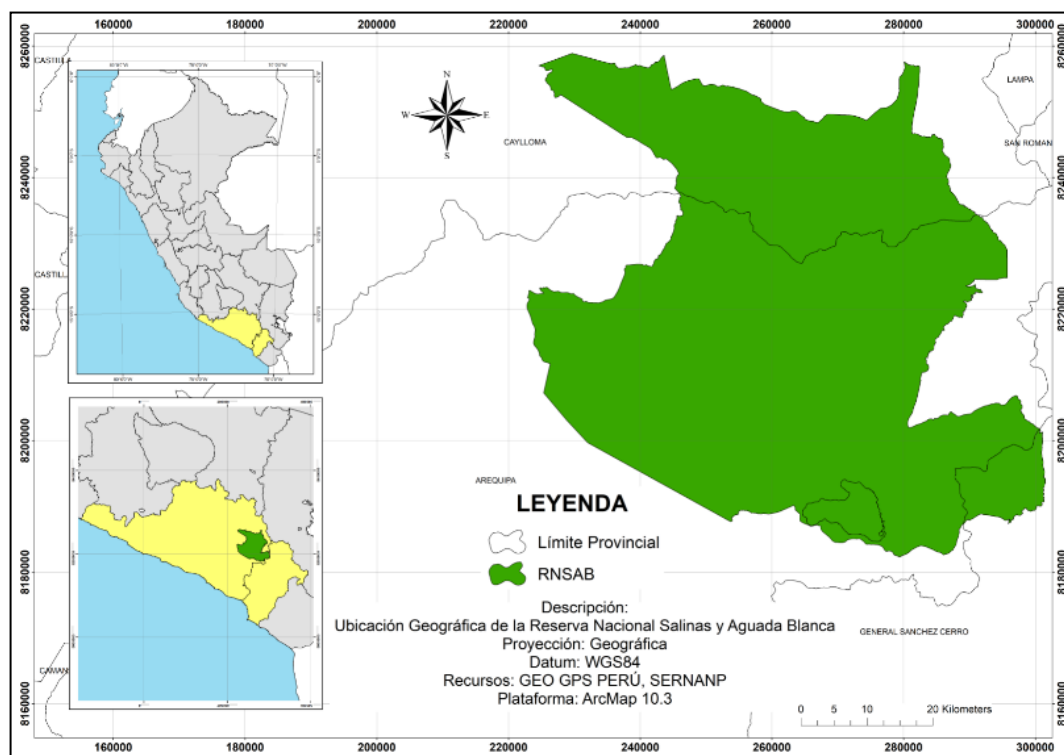
Becerra et al. (2014), realizan un estudio de las características del hábitat necesarias para la construcción de refugios para la tortuga del Bolsón *Gopherus flavomarginatus* en una localidad de la Reserva de la Biosfera de Mapimí. En ella analizan el patrón de dispersión, densidad, elevación, edafología, vegetación, aspecto y pendiente de 151 madrigueras registradas. Desarrollan modelos de nicho potencial de las madrigueras con los programas Maxent y ArcMap. Registran 2 zonas grandes de alta probabilidad de madrigueras, una localizada al oeste de la reserva y la otra al este. Con los modelos generados en este estudio se podrán ajustar las áreas en que se presenta el hábitat necesario para la construcción de madrigueras de *G. flavomarginatus*. El manejo adecuado y conservación de esas áreas beneficiará directamente la propia conservación de la especie.

El objetivo del presente estudio fue identificar áreas de distribución potencial de la vicuña (*Vicugna vicugna*) en la RNSAB mediante la modelación con MaxEnt, de esta manera contribuir en futuras investigaciones que planteen estrategias para la conservación de la especie.

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Área de estudio

La Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, según el Servicio Nacional de Áreas Protegidas (SERNANP), cuenta con una superficie aproximada de 366 936 hectáreas, abarca parte de las provincias de Arequipa y Caylloma en el departamento de Arequipa, así como parte de la provincia de General Sánchez Cerro del departamento de Moquegua (Figura 1).



**Figura 1.** Localización geográfica de la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, Perú.

Se localiza a una elevación promedio de 4300 m.s.n.m. Registra temperaturas medias muy bajas que oscilan entre 2 °C y 8 °C. Presenta promedios anuales de precipitación de 200 a 600 mm. Durante casi todo el año se presentan heladas que pueden llegar a -20 °C. Entre la vegetación predominante están el pajonal de puna o pastizal altoandino, el matorral desértico, los bofedales y el queñual (SERNANP, 2020).

### 2.2. Datos y variables ambientales

Se obtuvo coordenadas de avistamientos de la especie vicuña (*Vicugna vicugna*) empleando base de datos como iNaturalist y Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Las variables ambientales de incidencia directa sobre la especie, se obtuvieron de la base de datos climáticos WorldClim y GEO GPS PERÚ, considerando las variables de temperatura (mínima, media y máxima), precipitación, elevación, cobertura vegetal y uso de suelos; en base a la ubicación del área de estudio.

Los datos de coordenadas se ordenaron en el software Excel y se realizó una limpieza de datos, eliminando aquellas celdas que no aportaron al modelo, en consecuencia, se obtuvo; especie, longitud y latitud. Estos fueron almacenados en un archivo CSV delimitado por comas. La preparación del corte y la resolución de coberturas raster de las variables ambientales se realizaron con el software ArcGIS, en donde se igualaron el tamaño de pixel a 10 m x 10 m y la extensión de acuerdo los límites de la RNSAB, para ser exportados a formato de archivo texto ASCII, el cual es reconocido por MaxEnt.

### 2.3. Análisis de datos

La modelación de distribución se realizó en MaxEnt versión 3.4.1. Este programa está basado en el algoritmo de Máxima Entropía para predecir la distribución potencial de una especie y es considerado uno de los programas más eficientes para análisis predictivos (como se cita en Quesada, Acosta, Arias, & Rodríguez, 2016). Se realizó algunos ajustes en el programa, destinando el 75 % de los registros de la especie para el entrenamiento del modelo y el 25 % restante para la validación, según recomiendan los autores (Quesada et al., 2016; Wei et al., 2018). Se seleccionó los campos de Create response curves, Make pictures of predictions y Do Jackknife to measure variable importance, para que el programa genere dicha información, formato de salida (Logístico) debido a la facilidad de interpretación de los datos que se obtendrán. Además se configuró el número de réplicas (10) e interacciones máximas (10000), como lo realizan los autores (Figuroa et al., 2016; Quesada et al., 2016).

### 2.4. Evaluación de los modelos.

Los modelos obtenidos fueron evaluados mediante el área bajo la curva (AUC Area Under the Curve por sus siglas en inglés), el cual varía de 0 a 1. Correia (2019), recomienda la siguiente interpretación del AUC para los modelos generados (Ver Tabla 1).

**Tabla 1**

*Desempeño del modelo según el valor de AUC.*

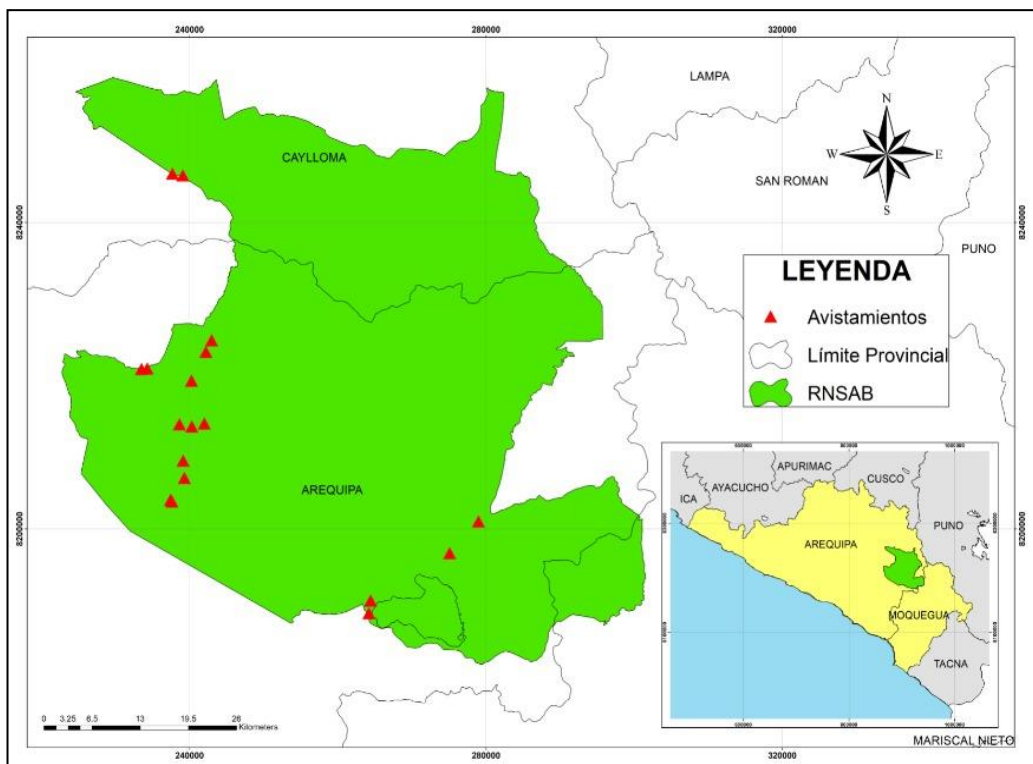
<b>Desempeño del modelo</b>	<b>Valor de AUC</b>
Excelente	$AUC > 0.90$
Buena	$0.80 > AUC < 0.90$
Aceptable	$0.70 > AUC < 0.80$
Mala	$0.60 > AUC < 0.70$
No valida	$0.50 > AUC < 0.60$

Fuente: (Correia, 2019).

## 3. Resultados y Discusión

### 3.1. Distribución actual de la vicuña

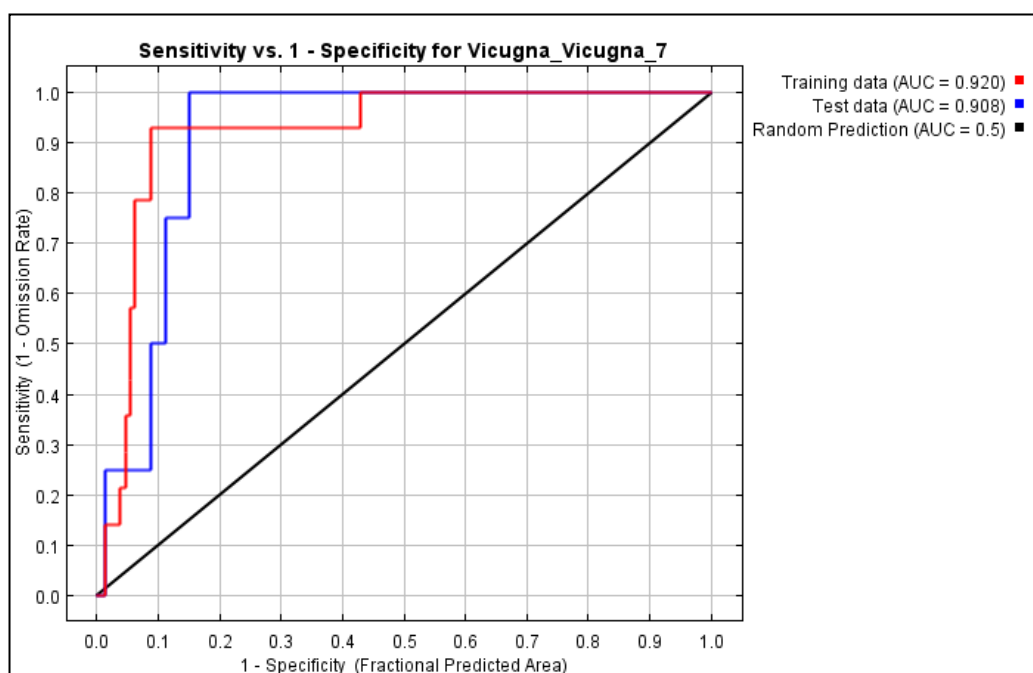
Para la modelación de la distribución potencial de la *Vicugna vicugna* se trabajó con un total de 18 registros de presencia, obtenidos del año 1998 al año 2019, de los cuales se pudo observar que hay mayor presencia de vicuñas en la provincia de Arequipa con 16 puntos de avistamientos, seguido de la provincia de Caylloma con 2 puntos de avistamientos (Figura 2).



**Figura 2.** Mapa de distribución actual de la vicuña en la RNSAB.

### 3.2. Distribución potencial de la vicuña

Los valores de AUC del modelo de los datos de entrenamiento (75 %) y los datos de prueba (25 %) obtenidos fueron 0.920 y 0.908 respectivamente (Figura 3). Esto nos indica un excelente desempeño del modelo, según Correia (2019).

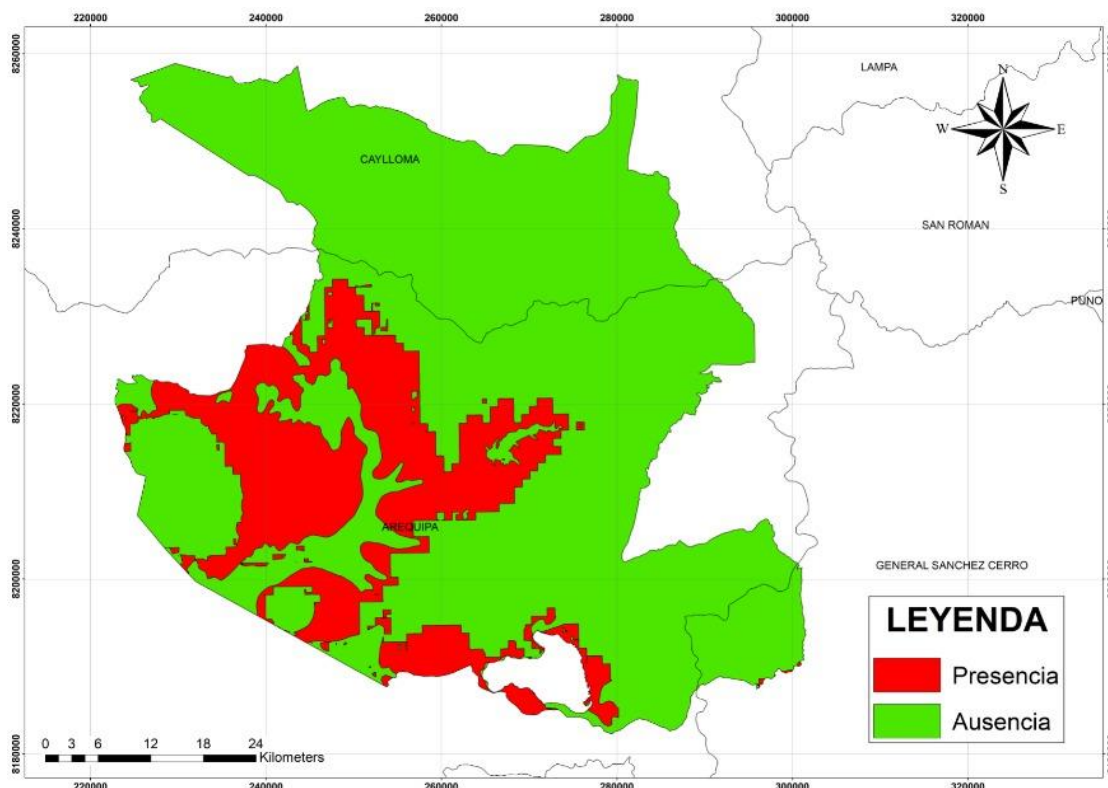


**Figura 3.** Área bajo la curva para los datos de entrenamiento y datos de prueba del modelo seleccionado.

Se identificaron las áreas con distribución potencial de *Vicugna vicugna* (Figura 4), con valores del AUC de 0.920 (cuando los valores del AUC se acercan a 1, tienen mejor predicción) de acuerdo con Quesada et al. (2016). Este mapa presenta las zonas con alta probabilidad de ocurrencia, que se interpreta como



idoneidad de hábitat para la especie en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, en una escala de 1: 150,000. Para una mejor visualización se convirtieron las capas raster en binomial de presencia-ausencia utilizando umbrales de corte que maximiza la sensibilidad y especificidad del modelo, generando datos de distribución cercanas a las probabilidades reales de encontrar la especie en el área prevista (Quesada et al., 2016). El color rojo indica alto potencial de presencia en la RNSAB (probabilidad > 50 %), es decir, reúne las condiciones de idoneidad del hábitat y el color verde indica bajo potencial de presencia (probabilidad < 50 %), considerando que las áreas que presentan esta coloración no reúnen las condiciones necesarias de idoneidad del hábitat de la especie.



**Figura 4.** Distribución potencial de la vicuña (*Vicugna vicugna*) en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca.

El área de distribución potencial de la vicuña fue de 769.90 Km<sup>2</sup> que representa el 21 % del área total de la reserva.

### 3.3. Contribuciones de variables

La Tabla 2 presenta estimaciones de las contribuciones porcentuales relativas de las variables ambientales al modelo MaxEnt. Al igual que la prueba de Jackknife, éstas se interpretan con precaución puesto que estas variables ambientales, están correlacionadas.

**Tabla 2**

*Contribución porcentual de las variables ambientales en el modelo de distribución potencial.*

Variable	Porcentaje de contribución
Precipitación	54.7
Uso de suelos	33.2
Temperatura mínima	10.6

Cobertura vegetal	1.4
Temperatura media	0
Temperatura máxima	0
Elevación	0

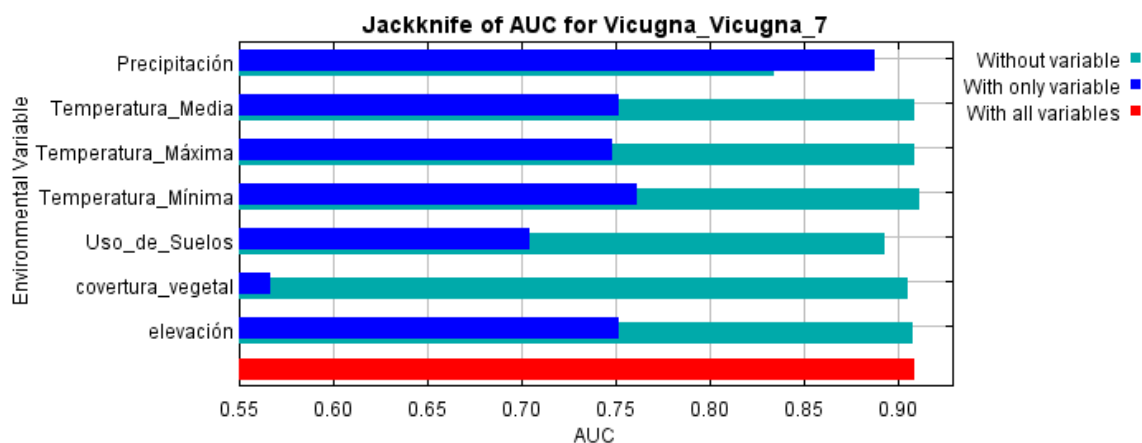
**Fuente:** Elaboración propia, MaxEnt.

La alta contribución de la precipitación sobre el modelo puede darse en razón de que el desarrollo de la cobertura vegetal se ve influenciado directamente por el régimen y temporalidad de las precipitaciones (Alejo, Valer, Pérez, Canales, & Bustinza, 2014). Asimismo, se tiene que el uso de suelos es la segunda variable más determinante en el modelo; ya que los cambios en el uso del suelo, la sobreexplotación de los mismos y el clima están provocando la degradación de este valioso recurso (Alejo et al., 2014).

La temperatura mínima es la tercera variable ambiental más determinante en el modelo, pues el hábitat de la vicuña se encuentra en la ecorregión Puna, cuya temperatura media anual oscila entre los -7 °C hasta los 6 °C.

Por otro lado, se tiene que el porcentaje de contribución de la temperatura (media y máxima) así como la elevación, es nula, ya que, según (Vilá, 1999) la altura no es un factor determinante en el desarrollo de la vicuña dado que esta especie ha sufrido adaptaciones etológicas y fisiológicas a condiciones ambientales extremas. Estas adaptaciones le han permitido colonizar, adaptarse y prosperar en ambientes desérticos, caracterizados por el clima frío y una pobre oferta de pastos (MINAGRI, 2014).

La prueba de Jackknife (Figura 5), muestra la importancia de las variables ambientales para predecir la probabilidad de presencia de la *Vicugna vicugna*, cuando son utilizadas de forma aislada.



**Figura 5.** Importancia relativa de cada variable según prueba de Jackknife expresado en valores de ganancia, cuando la variable es usada de forma aislada en el modelo.

Esta prueba demostró que las variables elevación, precipitación, temperatura máxima, temperatura media y temperatura mínima, de manera aislada, aportan 0,75 de los valores del AUC del área de distribución potencial de *Vicugna vicugna* pues estas variables son las que presentan mayor valor predictivo.

#### 4. Conclusiones

Se concluye que se identificó un área de distribución potencial de 769.90 Km<sup>2</sup> que representa el 21 % del área total de la reserva. La distribución de la vicuña en la Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca es el resultado de un balance de factores el cual está determinado por la precipitación, uso de suelos, así como temperatura mínima y cobertura vegetal. Los valores obtenidos del AUC, indican un excelente desempeño del modelo para identificar áreas de distribución potencial de la vicuña (*Vicugna vicugna*). Los

valores más altos del AUC que se obtuvo fueron de 0.920 y 0.908. Las variables ambientales de precipitación y uso de suelos fueron las que aportaron más al modelo.

## 5. Recomendaciones

Realizar un análisis con un mayor número de variables de la especie, puesto que el presente estudio se vio limitado a un cierto número reducido, identificando que en los últimos años la toma de registro o avistamientos fue casi nula.

Los esfuerzos de conservación y políticas deber estar orientados a lograr resultados en un escenario de cambio climático a mediano y largo plazo.

Los planteamientos de conservación de la especie deben enfocarse desde una perspectiva integral de los ecosistemas, manteniendo un amplio intervalo altitudinal y no a través de áreas protegidas pequeñas y aisladas (como se cita en Figueroa et al., 2016).

## 6. Referencias

- Alejo, J., Valer, F., Pérez, J., Canales, L., & Bustinza, V. (2014). Manejo de pastos naturales altoandinos. In *Manejo de pastos naturales altoandinos* (pp. 4–23). Programa de Adaptación al Cambio Climático.
- Becerra-López, J. L., Romero-Méndez, U., Anadón-Herrera, J. D., & García-De La Peña, C. (2014). Modelo de nicho potencial de las madrigueras de *Gopherus flavomarginatus* en la Reserva de la Biosfera de Mapimí. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 85(2), 523–531. <https://doi.org/10.7550/rmb.33287>
- Byeon, D. hyeon, Jung, S., & Lee, W. H. (2018). Review of CLIMEX and MaxEnt for studying species distribution in South Korea. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 11(3), 325–333. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2018.06.002>
- Correia, M. (2019). “Criterios confiables para la construcción del Modelo de Máxima Entropía - MAXENT - (PARTE 2).” *Boletín COFA*, (April), 8–13. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36673.81769>
- Farías, V., Hernández, O., Arizmendi, M. del C., Téllez, O., Botello, F., Olivares, S. J., & Correa, M. (2016). Registro notable de águila real (*Aquila chrysaetos*) en la Reserva de la Biosfera Tehuacán-Cuicatlán, Puebla, México. *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(3), 1153–1158. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.06.001>
- Figueroa, J., Stucchi, M., & Rojas-Verapinto, R. (2016). Modelación de la distribución del oso andino *Tremarctos ornatus* en el bosque seco del Marañón (Perú). *Revista Mexicana de Biodiversidad*, 87(1), 230–238. <https://doi.org/10.1016/j.rmb.2016.01.008>
- Granados, S., García, H., & Ríos, L. (2007). Riparian Zones Ecology. *Chapingo. Serie Ciencias Forestales y Del Ambiente*, 12(1), 55–69. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/629/62912107.pdf>
- Korswagen Eguren, S. (2016). Análisis espacial del hábitat de la vicuña en la comunidad campesina de Tanta, en la Reserva Paisajística Nor Yauyos Cochas Spatial analysis of vicugna’s habitat in a Peasant Community in Nor Yauyos Cochas Landscape Reserve. *Espacio y Desarrollo*, 128, 103–128. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201601.005>
- Korswagen Eguren, S. I. (2015). *Análisis espacial del hábitat de la vicuña (Vicugna Vicugna) en relación a las actividades de la comunidad campesina de Tanta, Yauyos, Lima*. 132. Retrieved from <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/6161>

- Mamun, M., Kim, S., & An, K. G. (2018). Distribution pattern prediction of an invasive alien species largemouth bass using a maximum entropy model (MaxEnt) in the Korean peninsula. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 11(4), 516–524. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2018.09.007>
- Mantilla-Meluk, H., & Jiménez-Ortega, A. M. (2012). Revisando el estatus taxonómico y la partición ecológica de los monos nocturnos del género *Aotus* en el noroccidente de Colombia, con notas sobre *Aotus zonalis* Goldman, 1914. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 1(1 Ene-Jun), 28. <https://doi.org/10.18636/bioneotropical.v1i1.26>
- Mejía, A. A. (2012). ESTIMACIÓN DE LOS COSTOS DE LAS ACTIVIDADES DE CONSERVACIÓN NECESARIAS EN LA RESERVA NACIONAL SALINAS Y AGUADA BLANCA - AREQUIPA ( Análisis Multitemporal de la Cobertura Vegetal y Propuesta de Actividades de Recuperación en la parte alta de la Cuenca Quil. In *Fondo Nacional para Áreas Naturales Protegidas por el Estado*. Retrieved from <http://sis.sernanp.gob.pe/biblioteca/descargarPublicacionAdjunto.action?strIdInterno=79126632052011481667537064991400512071>
- MINAGRI (2014). Dictamen de extracción no perjudicial de *Vicugna vicugna* (vicuña) 2014.
- Ortiz, C., Restrepo, A., & Páez, V. (2014). Potential Distribution of *Podocnemis lewyana* (Reptilia:Podocnemididae) and Its Possible Fluctuation Under Different Global Climate Change Scenarios. *DISTRIBUCIÓN POTENCIAL DE Podocnemis Lewyana (REPTILIA: PODOCNEMIDIDAE) Y SU POSIBLE FLUCTUACIÓN BAJO ESCENARIOS DE CAMBIO CLIMÁTICO GLOBAL*, 19(3), 11. <https://doi.org/10.15446/abc.v19n3.40909>
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Modelling and analysis of the atmospheric nitrogen deposition in North Carolina. *International Journal of Global Environmental Issues*, 6(2–3), 231–252. <https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Qin, A., Jin, K., Batsaikhan, M. E., Nyamjav, J., Li, G., Li, J., ... Xiao, W. (2020). Predicting the current and future suitable habitats of the main dietary plants of the Gobi Bear using MaxEnt modeling. *Global Ecology and Conservation*, 22, e01032. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2020.e01032>
- Quesada-Quirós, M., Acosta-Vargas, L. G., Arias-Aguilar, D., & Rodríguez-González, A. (2016). Modelación de nichos ecológicos basado en tres escenarios de cambio climático para cinco especies de plantas en zonas altas de Costa Rica. *Revista Forestal Mesoamericana Kurú*, 14(34), 01. <https://doi.org/10.18845/rfmk.v14i34.2991>
- Quispe, J. E., Herrera, T., Apaza, E., Clavetea, L., & Maquera, Z. (2018). Características Tecnológicas de la Fibra de Vicuñas en Semicautiverio de la Multicomunal Picotani - Región Puno. *Revista de Investigaciones Veterinarias Del Perú*, 29(2), 522. <https://doi.org/10.15381/rivep.v29i2.14475>
- SERNANP (2020). Retrieved from De Salinas y Aguada Blanca website: <https://www.sernanp.gob.pe/de-salinas-y-aguada-blanca>
- Shaw, A. K., Galaz, J. L., & Marquet, P. A. (2012). Population dynamics of the vicuña (*Vicugna vicugna*): density-dependence, rainfall, and spatial distribution. *Journal of Mammalogy*, 93(3), 658–666. <https://doi.org/10.1644/11-mamm-a-257.1>
- Torres, H. (1983). *Distribución y Conservación de la vicuña (Vicugna vicugna)* (1st ed.). Retrieved from <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/1983-001.pdf>
- Vilá, B. (1999). *La importancia de la etología en la conservación y manejo de las vicuñas*. 68, 63–68.
- Wei, B., Wang, R., Hou, K., Wang, X., & Wu, W. (2018). Predicting the current and future cultivation regions of *Carthamus tinctorius* L. using MaxEnt model under climate change in China. *Global Ecology and Conservation*, 16, e00477. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00477>
- Xu, D., Zhuo, Z., Wang, R., Ye, M., & Pu, B. (2019). Modeling the distribution of *Zanthoxylum armatum*

in China with MaxEnt modeling. *Global Ecology and Conservation*, 19, e00691.  
<https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00691>

Yan, H., Feng, L., Zhao, Y., Feng, L., Wu, D., & Zhu, C. (2020). Prediction of the spatial distribution of *Alternanthera philoxeroides* in China based on ArcGIS and MaxEnt. *Global Ecology and Conservation*, 21, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00856>

Zeballos, H., Ochoa, J. A., & Cornejo, A. (2010). La Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca, una muestra representativa de la puna seca de América del Sur. *Diversidad Biológica de La Reserva Nacional de Salinas y Aguada Blanca. Arequipa-Moquegua*, (October), 17–29.