

Modelamiento del nicho ecológico del *Phyllodactylus microphyllus* aplicado al ecoturismo, Zona Reservada Lomas de Ancón

Ecological niche modeling of *Phyllodactylus microphyllus* applied to ecotourism development in the Lomas de Ancón Reserved Zone

Recibido: 03 de julio de 2023 | Revisado: 04 de septiembre de 2023 | Aceptado: 10 de diciembre de 2023

Rubén Martínez Cabrera¹
Elizabeth Luz Segovia Aranibar²
Milagros Lizeth Canales Antayhua³
Edwin Víctor Chulluncuy Francisco⁴

Abstract

The aim of this study was to study the potential territorial distribution (ecological niche modeling) of the species *Phyllodactylus microphyllus* and its application to ecotourism. For the methodology of the independent variable, ecological niche modeling, the Maxent program (free program) was used, which requires two patterns of information, the first is the geospatial location of the sighting of the species and the second is raster images of physical and bioclimatic factors of the study area. For the dependent variable, which is ecotourism, interviews and surveys were conducted with visitors of the protected area. As a main result, the modeling of the ecological niche *Phyllodactylus microphyllus* used physical and bioclimatic information that according to Maxent shows that the omission curve of the entered data is below the prediction line, meaning that the data are not independent in the dry month and for the wet month this curve in the training sample is in the fraction of 0.6 above the prediction curve, showing that there was a good use of the raster data, obtaining that the niche is shifted from north to south near the coast and in the wet month this distribution is extended to the east. In conclusion, ecological niche modeling is a tool that allows modeling environmental and physical conditions, which contribute to decision-making in the management of ecotourism activities, which are related to conservation, research and education.

Keywords: Ecotourism, MaxEnt, ecological niche modeling, species conservation, hills.

Resumen

Este estudio tuvo como objetivo estudiar la distribución territorial potencial (Modelamiento de nicho ecológico) de la especie *Phyllodactylus microphyllus* y la aplicación al ecoturismo. En la metodología de la variable independiente, modelamiento de nicho ecológico, se utilizó el programa Maxent (Programa libre), el cual requiere dos patrones de información, el primero es la ubicación geoespacial del avistamiento de la especie y el segundo son imágenes raster de factores físicos y bioclimáticos del área de estudio, para la variable dependiente que es el ecoturismo se desarrollaron entrevista a un gestor turístico del lugar y encuesta a los visitantes de la zona protegida. Como resultado principal, el modelamiento del nicho ecológico *Phyllodactylus microphyllus* utilizó información física y bioclimática que de acuerdo al Maxent muestra que la curva de omisión de los datos ingresados se encuentra por debajo de la línea de predicción, significando que los datos no son independientes en el mes seco y para el mes húmedo esta curva en la muestra de entrenamiento se encuentra en la fracción de 0.6 encima de la curva de predicción, dando a conocer que hubo un buen uso de los datos raster, obteniendo que el nicho se desplaza de norte a sur cerca al litoral y en el mes húmedo se amplía esta distribución hacia el este. Como conclusión, el modelamiento de nicho ecológico es una herramienta que permite modelar condiciones ambientales y físicas, las cuales aportan a la toma de decisiones en la gestión de actividades ecoturísticas, las cuales están relacionadas a la conservación, investigación y educación.

Palabras Clave: Ecoturismo, MaxEnt, modelo de nicho ecológico, conservación de especies, lomas.

Este artículo es de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International



1, 2, 3, 4 Universidad Nacional Federico Villarreal. Lima, Perú

1 Correo: rmartinezc@unfv.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-4561-8627>

2 Correo: esegovia@unfv.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-8790-6707>

3 Correo: 2017036858@unfv.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-2695-4940>

4 Correo: 2017040462@unfv.edu.pe
<https://orcid.org/0000-0002-1993-4925>

<https://doi.org/10.24039/rcvp2023221702>

Introducción

En el presente trabajo de investigación, se estudió la distribución territorial potencial (Modelamiento de nicho ecológico) de la especie *Phyllodactylus microphyllus* y su aplicación al ecoturístico. En la actualidad, la biodiversidad está disminuyendo a un ritmo sin precedentes a nivel mundial, y la tasa de extinción de especies se está acelerando (Plataforma Intergubernamental de Ciencia y Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas - IPBES, 2019).

Según la Organización de las Naciones Unidas [ONU], 1 millón de especies de plantas y animales se encuentran en peligro de extinción, en el 2018, el informe de la organización ecológica World Wildlife Fund [WWF] estimó en el informe Living Planet Report, que desde 1970 las poblaciones de especies vertebrados han sufrido una disminución media del 60% (Gascueña, 2020). Los sucesos acontecidos durante el COVID-19 es una clara manifestación de nuestra relación rota con la naturaleza destacando la profunda interconexión entre la naturaleza, la salud y el bienestar humanos, y cómo una pérdida de biodiversidad amenaza la salud tanto de las personas como del planeta (Fondo Mundial para la Naturaleza - WWF, 2020).

Según WWF (2020) el índice de planeta vivo, el cual es un indicador de la salud de la biodiversidad, para América Latina disminuyó en 94% para las regiones tropicales, identificándose a especies de reptiles, anfibios y peces con las mayores tendencias negativas. A causa de la afectación de la presión antrópica sobre la biodiversidad en el uso de la tierra, la sobreexplotación y contaminación de los ecosistemas. El Perú es un país mega diverso en el cual su crecimiento poblacional en el año 2015 tuvo una tasa de crecimiento de 0.9 y el año 2020 fue de 1.7 (Instituto Nacional de Estadística e Informática - INEI, 2020). Actualmente, la diversidad biológica se encuentra en estado de presión, lo que incide en la disminución de las poblaciones silvestres y el deterioro de sus hábitats, a causa de acciones tales como el tráfico ilegal de vida silvestre, la caza furtiva y el contrabando de especímenes con fines de consumo, medicinales, recreativos o trofeos, es un ilícito de escala global (Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre - SERFOR, 2018).

En el año 2018 Perú realizó su primer libro Rojo de la Fauna, siendo el primer documento de este tipo siguiendo los criterios preparados por la (Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza - UICN, 2014). Su importancia radica en el esfuerzo realizado para lograrlo, por primera vez, se realizó la evaluación de la totalidad de especies de aves, anfibios, mamíferos terrestres y reptiles, así como de invertebrados

terrestres del Perú, obteniendo un listado de 64 especies categorizadas en peligro crítico; 122, en peligro; 203, en la categoría vulnerable; 103, casi amenazadas y 43 con datos insuficientes (SERFOR, 2018).

El *Phyllodactylus microphyllus*, es una especie endémica del Perú conocida con nombre vulgar de Gecko de dedos de hoja central, ha sido registrada en Ancón (Cope, 1875) y se encuentra identificado como "Preocupación menor" en la Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) su ubicación geográfica se encuentra en la Región de Lima teniendo como hábitat de vida el desierto costero.

La especie tiene una longitud de hocico a cloaca de 58 mm, tiene variaciones, en los adultos machos son de 33 a 56 mm y las hembras de 32 a 58 mm. Tienen lamelas terminales muy pequeñas en los dedos de las patas delanteras y traseras cortas, con presencia de uñas. Otra de sus características es la ausencia de la placa ampliada pre-anal; ausencia de tubérculos triédricos sobre el dorso. Tubérculos (escamas muy grandes) dorsales indistintos, ampliados y ausentes en la cabeza, extremidades, muslo y cola; las escamas de la superficie ventral de la cola unidas por tamaño, rodeando el orificio nasal, el color del dorso es marrón oscuro, gránulos de color blanco, que tienden a dar un color de arena (Magán, 2010).

Las Lomas costeras del Perú y las de Lima en particular se encuentran amenazadas por factores tales como el crecimiento urbano, la ganadería no controlada y minería no metálica. Los impactos producidos por estas fuentes de presión son: la pérdida de la cobertura vegetal, destrucción del hábitat, contaminación ambiental por emisiones y partículas y deficiencia en el manejo de residuos sólidos, en áreas invadidas (Servicios de Parque de Lima - SERPAR, 2014).

La población en el distrito de Ancón ha tenido incrementos significativos desde el año 2007 (33,367 personas) al año 2017 (62,928 personas) tuvo un incremento de 29,561 personas algo notable y para el año 2020 según las proyecciones del INEI fue de 82,677, que supera al doble la población del año 2007, las consecuencias son claras en la búsqueda de nuevos espacios como vivienda y la producción de residuos sólidos que siguen contaminando una serie de espacios naturales (INEI, 2019).

La destrucción del hábitat es dada principalmente por la expansión urbana, construcción de carreteras entre otras obras civiles, esto implica la mayor pérdida de la biodiversidad en América Latina, depende de factores locales como las presiones económicas y la demanda de los recursos, además de perder cantidad neta de hábitat natural, los procesos de cambio de uso de suelo forman fragmentos de hábitats de diferentes tamaños y

distancias entre sí, los hábitats más pequeños no tienen viabilidad para mantener sus procesos ecológicos, lo cual conlleva a la extinción de las especies y la pérdida de servicios ambientales locales (Quintero-Ángel, et al. 2012).

De lo explicado el problema fundamental es la destrucción del hábitat, debido al incremento de zonas urbanas y focos de contaminación, por ello se plantea determinar un espacio geográfico de condiciones ambientales propias del hábitat de la especie, para aplicar el ecoturismo como una fuente de conservación, investigación y educación.

De acuerdo con los diferentes enfoques el Ecoturismo está relacionado con un modelo de desarrollo sostenible, en donde el turismo como actividad tenga como prioridad la conservación. El ecoturismo es una actividad que tiene como propósito contribuir a los objetivos de conservación y educación ambiental de los pobladores y visitantes, de igual manera busca el desarrollo socioeconómico local a través de la participación comunitaria con la finalidad de promover actividades turísticas que sean sostenibles (Sosa y Brenne, 2021).

La conservación enfoca la gestión sostenible de los recursos naturales de la Biosfera por el ser humano, de tal forma que aporta un beneficio por el uso sostenido de dichos recursos para las generaciones actuales y futuras. De acuerdo a Cartay (2020) el Ecoturismo es una de las opciones más convenientes para aprovechar la naturaleza y disfrutar de la biodiversidad. Las Lomas costeras del Perú, y en especial las de Lima, se ven expuestas a diversos peligros que amenazan su supervivencia, tales como el desarrollo urbano descontrolado (que incluye la invasión de terrenos, el cambio de uso de suelo y proyectos inmobiliarios no reglamentados), la cría de animales sin regulación (que provoca la aparición de granjas informales de cerdos y pollos), y la minería no metálica (que abarca la extracción de agregados para la construcción, como hormigón, arena y piedra, así como los insumos necesarios para la producción de cemento y ladrillos).

El ecoturismo es una actividad que tiene como propósito contribuir a los objetivos de conservación y educación ambiental de los pobladores y visitantes, de igual manera busca el desarrollo socioeconómico local a través de la participación comunitaria con la finalidad de promover actividades turísticas que sean sostenibles (Sosa y Brenne, 2021).

El Ecoturismo como actividad económica sustentable puede ayudar a luchar para prevenir la pérdida de la biodiversidad en los lugares donde esta actividad de desarrolle (Tiburcio - Pintos & Cariño-

Olvera, 2020).

Drumm y Moore (2002) mencionan que el ecoturismo es un componente ideal de una estrategia de desarrollo sostenible donde los recursos naturales pueden ser utilizados como atracciones turísticas sin causar daño al área natural. Existen elementos importantes para el desarrollo del ecoturismo en un espacio protegido, como tener un bajo impacto sobre los recursos naturales del lugar, promover la participación de los actores involucrados en especial a las comunidades locales en actividades económicas, así como brindar información sobre el rol de cada actor dentro de la gestión del área para su conservación. Finalmente, el presente estudio tuvo como objetivo general determinar el modelamiento del nicho ecológico del *Phyllodactylus microphyllus* aplicado al ecoturismo, Zona Reservada Lomas de Ancón.

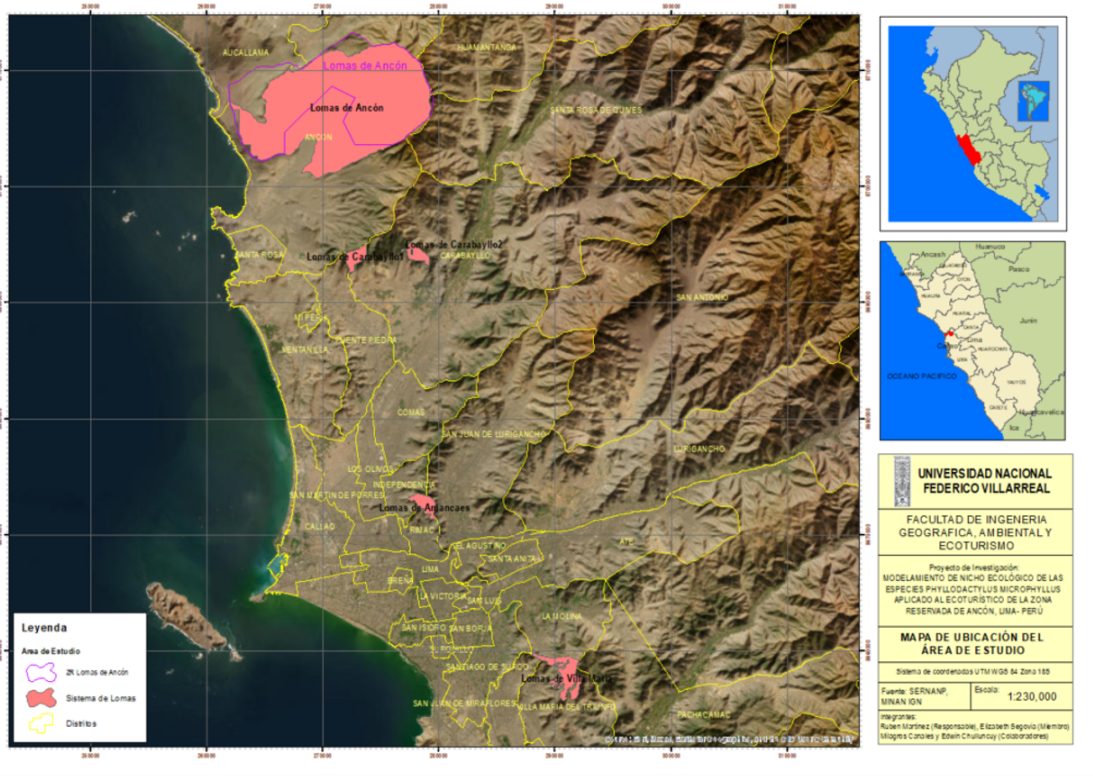
Materiales y métodos

La investigación fue de tipo mixta, ya que describe variables cuantitativas y cualitativas, en un nivel descriptivo, se describen, miden, evalúan y recopilan datos sobre las variables tal como se muestran en la realidad, es de un diseño no experimental, debido a que se observa y describen los objetos de estudio, tal como se encuentran “in situ”.

La ubicación geoespacial de la especie *Phyllodactylus microphyllus* fue identificada en tiempo seco y húmedo en la zona de Lomas, considerando su ubicación con ayuda de un navegador (GPS) y los datos ambientales, se realiza un modelamiento con el programa Maxent (Mateo, et al. 2011). Los datos ambientales considerados fueron temperatura, precipitación, radiación solar, elevación (Young, 2007), ambos datos son ingresados al programa, el cual desarrolla la ubicación espacial potencial de un territorio llamado nicho ecológico (Mateo, et al. 2011). El programa Maxent determina además resultados gráficos de la representación de la omisión y predicción del área, así como su sensibilidad vs 1 – especificidad de la especie, los cuales ayudan a definir el error que se pudiera estar cometiendo en el análisis de los datos ingresados (Liras, 2008).

El área de estudio se desarrolla sobre el Área de Conservación Regional Sistemas de Lomas de Lima, la cual está conformada por cinco zonas que hacen una extensión de 13,475.74 hectáreas. en donde se ha seleccionado a la Zona Reservada Lomas de Ancón por ser la zona más grande del sistema de Lomas y con problemas puntuales, la cual tiene una extensión de 10,962.14 hectáreas, establecida por la Resolución Ministerial N° 189-2010-MINAM (Figura 1).

Figura 1
 Mapa de Ubicación del área de estudio Zona Reservada Lomas de Ancón



La variable de modelamiento de nicho ecológico tuvo como instrumento el recojo de información de campo, una ficha la cual detalla, la

ubicación geoespacial de la especie investigada, y tiene las siguientes características:

Tabla 1
 Ubicación geo espacial del *Phyllodoctylus microphyllus*

N°	Zona	Coordenada UTM WGS 84, Z18		Descripción
		Este	Norte	
1	ZR Lomas de Lima	265623.02	8705804.96	Zona rocosa
2		265615.83	8705775.91	Zona rocosa con vegetación
3		265680.44	8705798.09	Zona de rocas con vegetación escasa
4		265614.70	8705795.27	Zona rocosa
5		265653.44	8705835.29	Zona de rocas con vegetación escasa
6		265626.42	8705702.74	Zona de vegetación con arena
7		265817.26	8705947.08	Zona de arena
8		266002.74	8706094.33	Zona rocosa con vegetación
9		265714.77	8706388.14	Zona de arena con vegetación
10		266478.47	8706147.73	Zona de arena
11		266722.35	8706144.27	Zona de arena con rocas pequeñas
12		266290.57	8706046.94	Zona de arena
13		266175.37	8706109.58	Zona de arena
14		266155.08	8705922.42	Zona de arena con vegetación
15		266103.41	8705819.12	Zona de arena
16		266092.48	8705751.32	Zona de arena
17		266210.12	8705740.26	Zona de arena con rocas pequeñas
18		266342.18	8705755.54	Zona de arena con vegetación escasa
19		265964.56	8705923.19	Zona de vegetación escasa
20		266495.51	8706044.18	Zona de arena

Para la variable de Ecoturismo se han considerado los siguientes instrumentos:

La variable de Ecoturismo, tuvo dos instrumentos para el recojo de información de campo, los cuales estuvieron dados por una entrevista y una encuesta, que tuvieron las siguientes características: Entrevista a un gestor turístico del área sobre el diagnóstico preliminar del sitio para el ecoturismo: especies de fauna representativa, impactos sobre la fauna y acceso para los visitantes. Encuesta a los visitantes del área sobre actividades ecoturísticas en el área: actividades de naturaleza en el lugar, interés por la biodiversidad y compromiso por la conservación.

Procedimiento

El procedimiento fue elaborado considerando los objetivos de la investigación el cual consiste en:

Características del espacio geográfico y bioclimático

Identificar las características físicas y bioclimáticas del área de estudio, ha sido realizado mediante una descripción de la geomorfología, geología basado en los estudios realizados por el (Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico – INGEMMET, 2021), las zonas de vida fueron descritas por Holdridge, considerando solo el área de estudio, la información bioclimática fue elaborada considerando la regionalización climática la cual consiste en generar puntos de datos de precipitación, evapotranspiración, temperatura máxima y mínima a través del Proyecto Pisco – SENAMHI, la información fue complementada por la plataforma de WORCLIM que presenta imágenes raster de variables bioclimáticas como Isotermalidad, temperatura (máxima, mínima, anual, media) y precipitación (mes más seco, mes más húmedo).

Posición geoespacial de la especie *Phyllodactylus microphyllus*

La identificación de las especies *Phyllodactylus microphyllus* fue realizada por visitas de campo, esta visita consistió en levantar información sobre el avistamiento, huellas y restos de la especie, se contó con un guía especializado para dicha identificación, tal es el caso que la especie *Phyllodactylus microphyllus* fue

identificada en los ámbitos de su distribución en la Zona Reservada Lomas de Ancón.

Ecoturismo en la Zona Reservada Lomas de Ancón

Se estructuró en zonas de manejo para el ecoturismo en Lomas de Ancón sobre la base del estudio de tres zonas:

1. Zonas de manejo para la conservación de la especie *Phyllodactylus microphyllus* para el ecoturismo. Se identificó las características del área de estudio en relación a los objetos de conservación y sus características biológicas, así también se elaboró una matriz sobre el estado de conservación de las especies en relación a la presión que están expuestas, fuentes y estrategias de manejo para el ecoturismo.
2. Zonas de manejo para la investigación de la especie *Phyllodactylus microphyllus* para el ecoturismo. Se revisó la plataforma de base de datos Lista Roja de la Unión Internacional para la Conservación – UICN, para identificar las especies avistadas en las Lomas de Ancón. Así también se revisó la plataforma de Observaciones de iNaturalist.org. Finalmente se identificó el estado de conservación de las especies en la Lista Roja de Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN).
3. Zonas de manejo para la educación de la especie *Phyllodactylus microphyllus* para el ecoturismo. Se diseñó una matriz para evaluar la experiencia de los visitantes a través de la educación en base a los objetivos de educación y los intereses de los visitantes en la zona de Lomas de Ancón.

Resultados

Características del espacio geográfico y bioclimático de la Zona Reservada Lomas de Ancón

La extensa área de la Zona Reservada Lomas de Ancón presenta siete tipos de características geológicas. El 27.06% de su superficie total ocupan los depósitos eólicos, arenas cuarzosas; por otro lado, el tipo de geología Volcánico Quilmaná ocupa el 11.07% de la superficie total, mostrando así que este Sistema de Lomas es en su mayoría un desierto.

Tabla 2

Características geológicas de la Zona Reservada de Lomas de Ancón

N°	Característica geológica	Área (ha)	área (%)
1	Depósito Aluvial	644.29	5.88%
2	Depósitos eólicos antiguos / lomadas, cerros de arena	2 427.29	22.14%
3	Depósitos eólicos / Arenas cuarzosas	2 966.67	27.06%
4	Familia Atocongo	0.31	00.00%
5	Gabro-diorita	2 404.65	21.94%
6	Volcánico Huarangal	1 305.34	11.91%
7	Volcánico Quilmana	1 213.60	11.07%
Total		10 962.14	100.00%

Nota. Distribución elaborada por INGEMET e identificada en el área de estudio, el avistamiento de la especie *Phyllodactylus microphyllus* se da en las zonas de depósitos eólicos / arenas cuarzosas y depósitos eólicos antiguos que conforman lomadas y cerros de arena.

La Zona Reservada Lomas de Ancón presenta una variedad de formaciones geomorfológicas el cual ha dado forma al relieve actual. En la Zona Reservada se puede encontrar seis tipos de formas de superficie terrestre, siendo los mantos de arena la formación con

mayor superficie ocupando el 27.22 % del total, por el lado contrario la vertiente o piedemonte aluvio-torrencial ocupa el 7.97% de la superficie total siendo el tipo de geomorfología que ocupa el menor espacio en las Lomas de Ancón.

Tabla 3

Características geomorfológicas de la Zona Reservada Lomas de Ancón

N°	Característica geomorfológica	Área (ha)	Área (%)
1	Vertiente o piedemonte aluvio-torrencial	969.73	7.97%
2	Campo de dunas	1 172.93	10.70%
3	Llanura o planicie aluvial	1 578.29	14.40%
4	Montaña en roca volcano-sedimentaria	2 501.31	22.82 %
5	Montaña en roca intrusiva	2 155.69	19.66%
6	Mantos de arena	2 984.02	27.22%
Total		10 962.14	100.00%

Nota. Distribución elaborada por INGEMET e identificada en el área de estudio, la especie *Phyllodactylus microphyllus*, se avisto en las zonas de mantos de arena y campo de dunas.

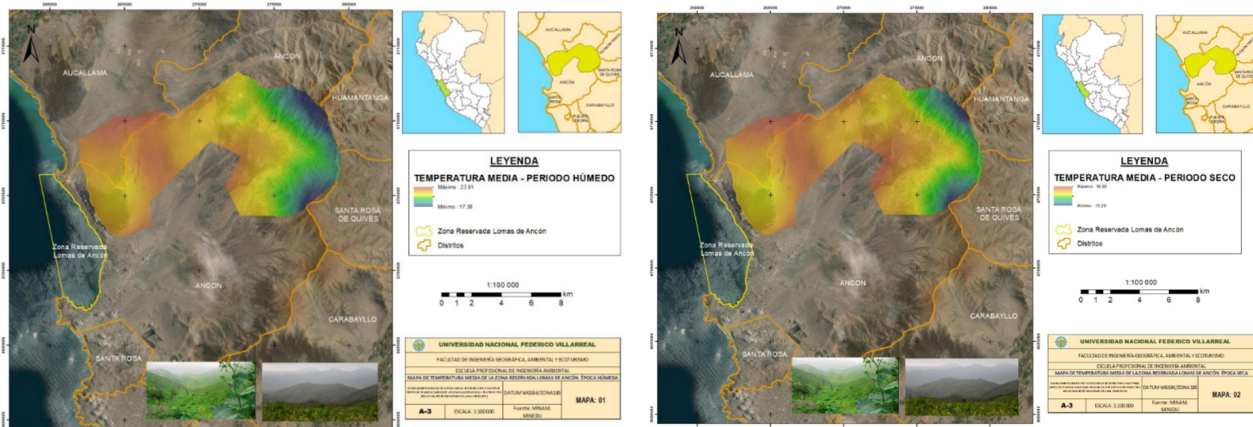
Respecto a las elevaciones de la superficie del área de estudio presenta valores de 165 m.s.n.m hasta los 1846 m.s.n.m. Los menores valores de altitud se ubican cerca al occidente a medida que se avanza hacia el oriente, los valores de altitud se incrementan observándose una geomorfología más abrupta comparada con el relieve plano característico de las lomas. La especie *Phyllodactylus microphyllus*, se ubica en las altitudes más bajas.

La temperatura ambiental media en el periodo húmedo de la zona alcanza los 23 °C y una temperatura media mínima de 17 °C, estos valores se presentan hacia

el lado oriental del área de estudio, y los valores altos de temperatura se distribuyen por la parte media de la zona reservada. En cambio, el periodo seco alcanza un valor de los 18 °C y una temperatura media mínima de 15 °C. Estos valores se presentan en lado oriental del área de estudio, y los valores altos se distribuyen por la parte media del área, se aprecia que a diferencia del periodo húmedo en el periodo seco abarca una mayor área de la parte central con valores altos de 18 °C. De acuerdo a la distribución de la temperatura en la ZR Lomas de Lima, la especie *Phyllodactylus microphyllus*, se ubica en las áreas de mayor temperatura en el desierto.

Figura 2

Mapa de Temperatura media de la Zona Reservada Lomas de Ancón - período Húmedo y Seco



Nota. A la izquierda se observa el periodo Húmedo y a la derecha el periodo seco respecto a la temperatura media en la Zona Reservada Lomas de Ancón.

Los valores de vapor de agua para el periodo húmedo en la zona varían desde los 1.5 kPa hasta los 2.2 kPa, la mayor parte del área está presente los valores altos de vapor de agua principalmente por la parte central y occidente, debido a la influencia del mar. Mientras que el periodo seco varía desde los 1.29 kPa hasta los 1.8 kPa, el vapor está presente en la mayor extensión del área, la parte central y occidental se ve con los valores mayores, debido a la presencia de los vientos húmedos formados por la brisa del mar. De acuerdo a la distribución del vapor de agua en el área de estudio la especie *Phyllodactylus microphyllus*, se distribuye en las zonas de mayor vapor de agua.

La velocidad del viento en el periodo húmedo en la zona presenta valores máximos de 4 m/s y una velocidad mínima de 3.39 m/s acorde a la escala de Beaufort estos vientos son conocidos como brisa débil, estos valores para el periodo húmedo se presentan en el lado oriental del área de estudio, y los valores altos se distribuyen por la parte occidental, cerca al litoral del área de estudio. En el periodo seco alcanza valores máximos de 4.2 m/s y una velocidad mínima de 3.58 m/s que según la escala de Beaufort son conocidos como brisa débil, los valores mínimos se ubican en el área de estudio desde el centro hacia el oriente y los valores altos se distribuyen de la parte media hacia el occidental, cerca al litoral. De acuerdo al comportamiento del viento en la zona de estudio, la especie *Phyllodactylus microphyllus*, se ubica en las velocidades medias (3.9 m/s) del desierto.

La precipitación en el período húmedo alcanza valores máximos de 62 mm y las precipitaciones mínimas 1mm. Estos valores se presentan desde la parte occidental ocupando la mayor parte del área, mientras los valores altos se ubican a los extremos de la parte oriental del área de estudio. Durante el período seco alcanza valores máximos de 1mm y precipitaciones

mínimas de 0 mm. En temporada seca la llovizna se concentra en la mayor parte del área a nivel de suelo producto de los vientos de la brisa marina, mientras que los lugares más altos de la reserva se mantienen secos debido a que los vientos no cubren estas áreas. De acuerdo a la distribución de la precipitación en la ZR Lomas de Lima, la especie *Phyllodactylus microphyllus*, se ubica en las zonas más áridas del área de estudio.

La radiación solar en el periodo húmedo en la zona alcanza valores máximos de 20405.8 kJ/m².día y las mínimas 16187 kJ/m² día, La intervención de suelo conformado por arena facilita tener mayor radiación ya que los rayos solares atraviesan las partículas sueltas del suelo, mientras que en la parte abrupta de la reserva las rocas y las zonas con vegetación presentan albedos altos reflejando la radiación. En el periodo seco alcanza valores máximos de 21779.4 kJ/m².día y las mínimas 15217.7 kJ/m².día, a diferencia del periodo húmedo la distribución de la radiación se presenta al revés debido a que la nubosidad en la ciudad de Lima se encuentra estable y con mayor tamaño que no permite que los rayos solares lleguen fácilmente a la superficie, sumado a ello las mínimas precipitaciones se puede observar en la figura que la radiación es mayor en las partes altas debido a que los rayos solares llegan con mayor facilidad. De acuerdo a la distribución de la radiación solar en la ZR Lomas de Lima, la especie *Phyllodactylus microphyllus*, se ubica para ambos periodos en zonas de baja radiación en el área de estudio.

Ubicación potencial de la distribución de la especie *Phyllodactylus microphyllus* en la Zona Reservada Lomas de Ancón

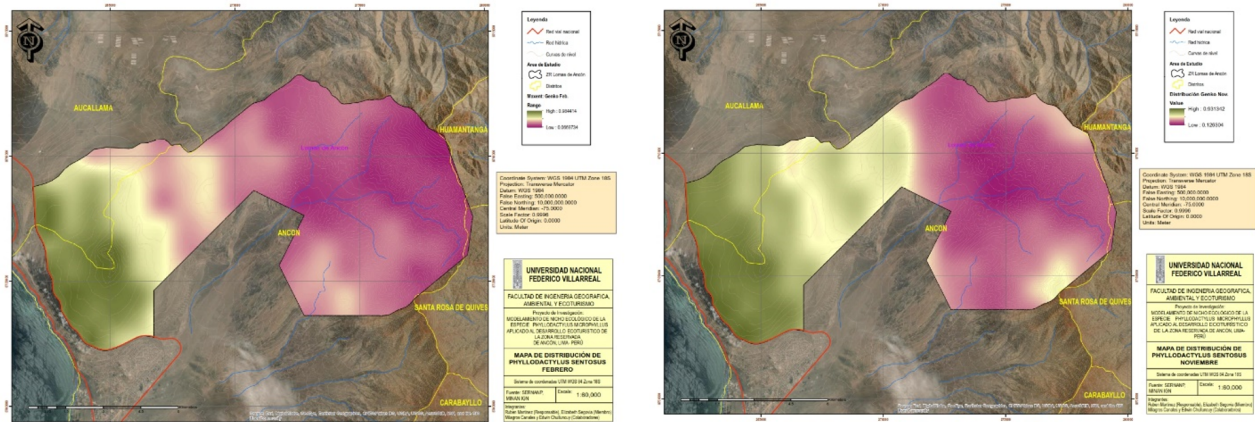
La ubicación potencial de la especie *Phyllodactylus microphyllus* de acuerdo al modelamiento del nicho ecológico en el mes de febrero (considerado tiempo seco) tiene una distribución hacia el norte y sur de

la línea litoral, debido a que estos espacios están cerca de las brisas del mar, la cual ejerce una humedad constante, por la acción del viento que sopla en las noches de mar a tierra. En el mes de noviembre (considerado tiempo húmedo) en la Zona Reservada Lomas de Ancón se tiene

una distribución ampliada de norte a sur de la línea del litoral, debido a que las lomas comienzan a almacenar humedad a través de su vegetación típica facilitando alimentos y relaciones intra e inter específicas del Genko de dedos de hoja central.

Figura 3

Mapa de distribución *Phyllodactylus microphyllus* para el mes seco febrero y para el mes húmedo noviembre



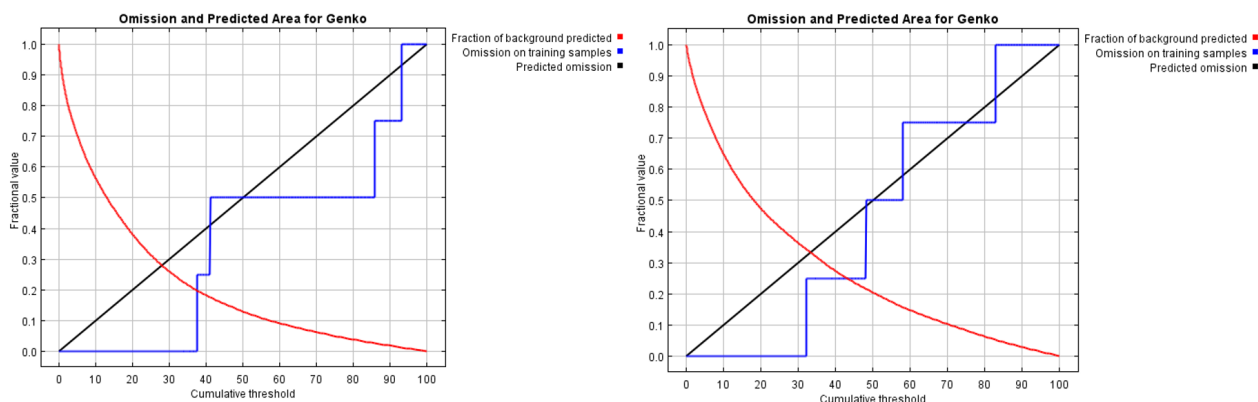
Nota. Imagen izquierda representa el mes de febrero e imagen derecha el mes de noviembre. El color verde muestra las condiciones favorables para el nicho ecológico de la especie *Phyllodactylus microphyllus*. Imagen derecha: La distribución de la especie está representada por el color verde de diferencia del tiempo seco es que esta línea litoral se amplía mar a dentro, producto de la mayor carga de humedad y desplazamientos de las masas de aire que proporcionan agua a las pocas especies vegetales de las Lomas.

De acuerdo a la Figura 3 de omisión y predicción del área para la especie en el mes seco de lomas muestra que la línea de fracción de fondo prevista tiene una relación óptima de los ingresos de los datos al tener una distribución favorable en los límites del umbral y los datos de fraccionamiento. La curva de omisión de la muestra de entrenamiento se encuentra por debajo de

la línea de predicción de omisión significando que los datos de prueba y de formación no son independientes. Para el mes húmedo el mes húmedo de lomas muestra que la curva Omisión en la muestra de entrenamiento se encuentra en la fracción de 0.6 encima de la curva de Predicción de omisión, cuyo significado es que los datos de prueba y de formación se vuelven independientes.

Figura 4

Representación de la omisión y predicción del área para *Phyllodactylus microphyllus* en la temporada seca y húmeda



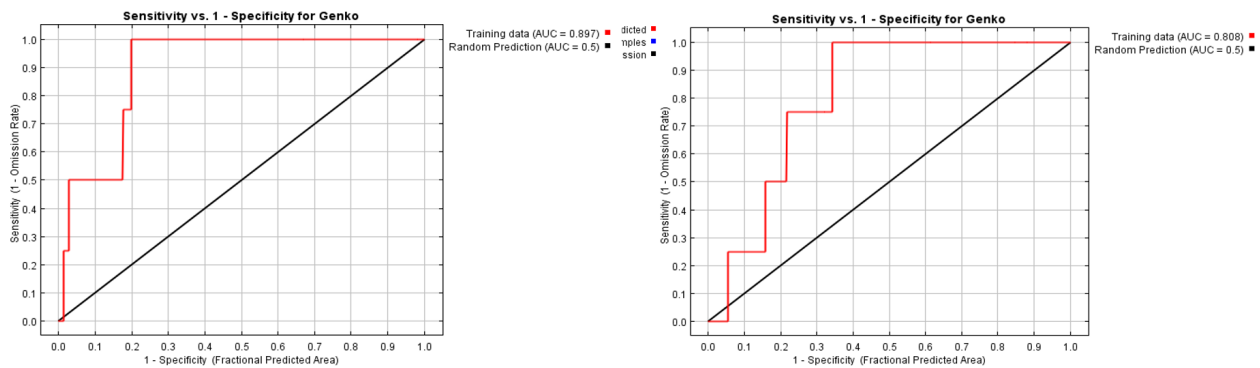
Nota. Imagen izquierda representa la temporada seca y la imagen derecha, la temporada húmeda.

En la Figura 4 de sensibilidad vs.1 – especificidad para la especie en el mes seco, la curva roja representa el ajuste del modelo a los datos de muestreo y la línea negra representa la línea esperada si el modelo no fuese mejor que por el azar, al tener una curva roja muy cerca de la esquina superior izquierdo, mejor es el modelo para predecir las presencias de los datos del

test. En el mes húmedo, la curva roja representa el ajuste del modelo a los datos de muestreo y la línea negra representa la línea esperada si el modelo no fuese mejor que por el azar, al tener una curva roja no muy cerca de la esquina superior izquierdo, significa que el modelo pierde certeza en la predicción de la presencia con los datos del test.

Figura 5

Representación de la Sensibilidad vs. 1 – especificidad para *Phyllodactylus microphyllus* en la temporada seca y húmeda



Nota. Imagen izquierda representa la temporada seca y la imagen derecha, la temporada húmeda.

Ecoturismo en la Zona Reservada Lomas de Ancón, aplicando el modelamiento del nicho ecológico de las especies *Phyllodactylus microphyllus*

Los resultados se centran en el ecoturismo en las Lomas de Ancón. Se analizan los resultados del modelamiento del nicho ecológico de la especie *Phyllodactylus microphyllus*, con el objetivo de implementar acciones de conservación que permitan valorar estos aspectos biológicos en términos de educación e investigación científica. Con el fin de potenciar el valor ecoturístico de este espacio protegido, que forma parte del ecosistema de Lomas, de la ciudad de Lima.

Los hallazgos de la investigación abarcan la descripción de los visitantes, la conservación y promoción del ecoturismo, la investigación científica y las actividades educativas para los visitantes. Se examinan los criterios para el ecoturismo en tres áreas de gestión en Lomas de Ancón: conservación, investigación y educación. Los resultados tienen un soporte en la entrevista, el diagnóstico preliminar sobre el potencial del ecoturismo de la zona, los impactos por los visitantes y una encuesta a los visitantes a la zona, quienes tienen interés en actividades de naturaleza, biodiversidad y compromiso de conservación.

Se analizaron los principios del ecoturismo en espacios protegidos, para la conservación de la biodiversidad. En particular, se examinó de qué manera estos principios se deben aplicar a la especie *Phyllodactylus microphyllus* en las Lomas de Ancón

para desarrollar el Ecoturismo bajo principios de conservación y valoración a través de las visitas. Los principios se derivan de Maza et al. (2016) y comprenden lo siguiente:

1. **Respeto a los espacios naturales.** Las Lomas de Ancón es un ecosistema frágil que alberga especies como *Phyllodactylus microphyllus* adaptadas a las condiciones climáticas y biológicas específicas de lomas. Por lo tanto, el ecoturismo, es una forma de promover su conservación.
2. **Incorporar el conocimiento de la naturaleza.** Se busca fomentar la conservación de la biodiversidad de los ecosistemas naturales, como las lomas de Ancón, a través del ecoturismo y la educación ambiental. Para ello, se debe promover el conocimiento y valoración de las especies como *Phyllodactylus microphyllus* por parte de los visitantes, reconociendo su importancia.
3. **Contribuir a la conservación.** El ecoturismo desempeña un papel importante en la conservación de los espacios naturales que poseen características biológicas y culturales valiosas como *Phyllodactylus microphyllus*, puesto que promueve la protección de estas especies durante las actividades recreativas, educativas e investigativas que se lleven a cabo en la zona.

A continuación, se detallan algunas acciones susceptibles de impactos sobre la especie *Phyllodactylus microphyllus* y las estrategias de Ecoturismo para promover su conservación:

Tabla 4

Estrategias de Ecoturismo sobre las fuentes de presión para lograr los objetivos de conservación

Presiones	Fuentes	Estrategias
1. Alteración de presencia de las especies de fauna por reducción de la población in situ.	Prácticas inadecuadas del turismo en el uso del espacio con actividades de competencias de Trail Running, que ocasionan la destrucción de los nidos y presencia de especies propias del sitio.	1. Mejorar el manejo de los visitantes a la zona a través de: - Zonificación para ecoturismo - Monitoreo del impacto de los visitantes. - Educación y lineamientos para el manejo de visitantes.
2. Contaminación (Residuo sólidos)	Insuficiente gestión de residuos sólidos por parte de las autoridades. Malas prácticas de los visitantes con los residuos.	2. Mejorar el manejo de los visitantes a las lomas de Ancón a través de: - Lineamientos para el manejo del ecoturismo. - Monitoreo del impacto de los visitantes.
3. Composición alterada de las especies de la flora (reducción en la población de especies endémicas)	Prácticas inadecuadas del turismo en el uso del espacio con actividades de competencias de Trail Running, que ocasionan la destrucción de los nidos y presencia de especies propias del sitio.	3. Fomentar oportunidades de desarrollo económico de la comunidad a través del ecoturismo.

Las actividades de investigación relacionadas con la especie *Phyllodactylus microphyllus* en las lomas de Ancón debe tener un sustento científico como resultado de las investigaciones sobre su comportamiento, hábitat, reproducción y desplazamiento al poder identificar las condiciones en las que viven esta especie permitirá identificar las acciones necesarias para su conservación

El manejo activo y adaptativo ha tenido mejores resultados de éxito en áreas de conservación, en tal sentido la investigación proporcionara los indicadores necesarios para evaluar la población y sus interacciones de la especie con su medio y otros seres vivos. El modelamiento del nicho ecológico nos proporciona los espacios territoriales de distribución potencial para

investigar cada parámetro físico y/o bioclimático que interfiere en el desarrollo y conservación de la especie.

En las Lomas de Ancón, la educación es un eje transversal del desarrollo del ecoturismo, el cual ofrece múltiples oportunidades para que los visitantes aprendan sobre la conservación de especies de flora y fauna, en este sentido la educación, aplicado a temas de conservación y protección, de la especie *Phyllodactylus microphyllus*, se realizara a través de programas educativos y de sensibilización ambiental. En ese sentido, en la zona de estudio se identifica la presencia de la especie, así como su dinámica de desplazamiento y reproducción como oportunidades de aprendizaje.

Tabla 5

Matriz para diseñar actividades educativas para promover experiencias ecoturísticas en Lomas de Ancón

Objetivos de Educación	Intereses del visitante
Identificar la importancia del espacio protegido como zona de conservación de la especie <i>Phyllodactylus microphyllus</i> .	Avistamiento <i>Phyllodactylus microphyllus</i> y contacto directo con el paisaje natural.
Comprender la importancia de desplazamiento, reproducción y hábitat de la especie <i>Phyllodactylus microphyllus</i> .	Actividades de educación ambiental sobre la presencia de la especie <i>Phyllodactylus microphyllus</i> .
Conocer las características de la especie de <i>Phyllodactylus microphyllus</i> .	Conocimiento de los factores físicos y bioclimáticos como parte del hábitat de la especie de <i>Phyllodactylus microphyllus</i> .

Los ecosistemas de desierto y lomas tienen su propio encanto y atractivos. En las lomas de Ancón, destacan las plantas y aves, mientras que el desierto, con sus montañas y dunas, es especialmente atractivo. La mayoría de las visitas se concentran en las dunas y el desierto, donde se realizan actividades como sandboard y offroad, se han encontrado restos de cerámica que probablemente pertenecen a la cultura Chancay, una cultura cercana a la zona de las lomas de Ancón. En cuanto a la vida silvestre, en el desierto se encuentran

geckos, diversos arácnidos, escarabajos de arena y alacranes. Estos elementos contribuyen a la riqueza biológica y cultural de las lomas de Ancón.

Una medida importante es que se exige a los visitantes llevar consigo todos los materiales que ingresan y evitar dejar rastro. Aunque los visitantes principalmente caminan y su impacto negativo se limita a huellas que desaparecen en una semana debido a los vientos, el impacto de las camionetas es más significativo

debido a su peso y las rutas extensas que dejan huellas difíciles de borrar. Cada semana, varias camionetas *offroad* ingresan constantemente, contribuyendo al impacto en la zona.

Existen dos accesos principales para acceder a la zona: el primero es el acceso ubicado en el

kilómetro 22, utilizado principalmente para caminatas y que incluye pequeñas zonas de dunas. Este acceso es frecuentado por camionetas 4x4. El segundo acceso se encuentra en el kilómetro 55 desde la entrada a las lomas y también es ampliamente utilizado. Anteriormente, solía utilizarse un tercer acceso en el kilómetro 61, pero debido a problemas de invasiones, ya no está en uso.

Tabla 6
Entrevista sobre el sitio para el Ecoturismo

Recursos potenciales	“Las lomas con las plantas, las aves, el tema del desierto entre montañas y dunas representan el mayor atractivo, la mayor afluencia de visitas se da a las dunas y al desierto para hacer actividades de sandboard y offroad, en el tema biológico, hablando de desierto encontramos a los geckos, diferentes arácnidos, escarabajos de arena, alacranes”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Diversidad de especies de flora y fauna. ▪ Ecosistemas ▪ Atractivos naturales ▪ Actividades recreativas ▪ Actividades de aventura
Acceso a los visitantes	“Existen dos accesos, que se utiliza para las caminatas por el kilómetro 22 donde existe unas pequeñas zonas de Dunas, es el acceso donde la mayoría de camionetas 4x4 ingresan, y el segundo acceso es por el kilómetro 55 de la entrada a las lomas, esos serían los dos accesos principales que se usan. Anteriormente era utilizado el acceso por el kilómetro 61 pero por el tema de las invasiones que ya no se usa”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Acceso de visitantes ▪ Acceso de transporte offroad ▪ Delimitación de senderos
Impactos	“Una de las medidas que se aplican es que se comunica a los visitantes que con todo lo materiales que entras debes salir, lo mismo para las camionetas, pero existe un impacto mayor por las camionetas que los visitantes, puesto ellos ingresan caminando, normalmente el impacto negativo son solo huellas de las personas, pero que en una semana por los vientos se borran, sin embargo las camionetas que son más pesadas tienen rutas largas que ocasionan huellas que son difíciles de borrar, constantemente a la semana están ingresando diferentes camionetas de offroad”	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Senderismo ▪ Impactos en senderos ▪ Residuos sólidos ▪ Afectación de especies

Nota. Entrevista: Rolando Huamani jefe de operaciones en Desert Expeditions – Fecha: Octubre, 2022

Encuesta a los visitantes sobre actividades ecoturísticas en el área:

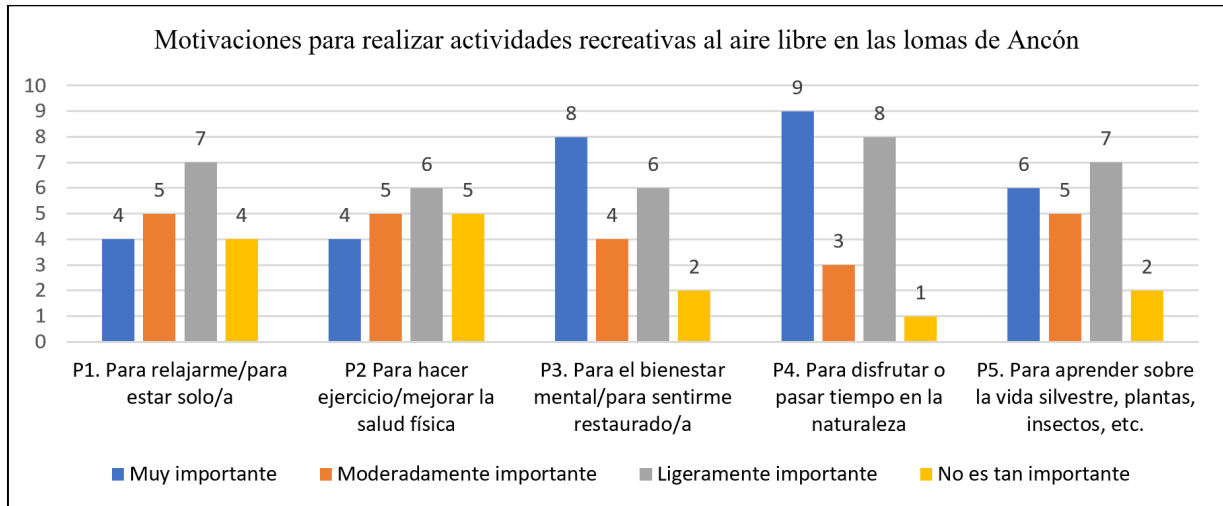
Tabla 7
Caracterización de los visitantes a espacios naturales: Lomas de Ancón

	Ficha descriptiva
Genero	69.6% masculino/30.4% femenino
Ocupación	34.8% empleados/30.4% estudiantes/ 21.7% independientes
Nivel de formación	56.5% pregrado/30.4% postgrado
Distrito de residencia	100% Limas Metropolitana
Frecuencia de visitas	26.1% lo realiza una vez cada tres meses
Nº de personas	39,1% en pareja/26,1% solo/17,4% en grupos
Cantidad de encuestados	24 personas

La principal contribución de los espacios naturales es: sentirse bien, aprendizaje, sentido de valoración, contactos con la naturaleza, servicios

ecosistémicos para el bienestar humano a nivel mental, físico y emocional. Entre los principales resultados obtenidos fueron:

Figura 6
Principales motivaciones de visita a espacios naturales: Lomas de Ancón

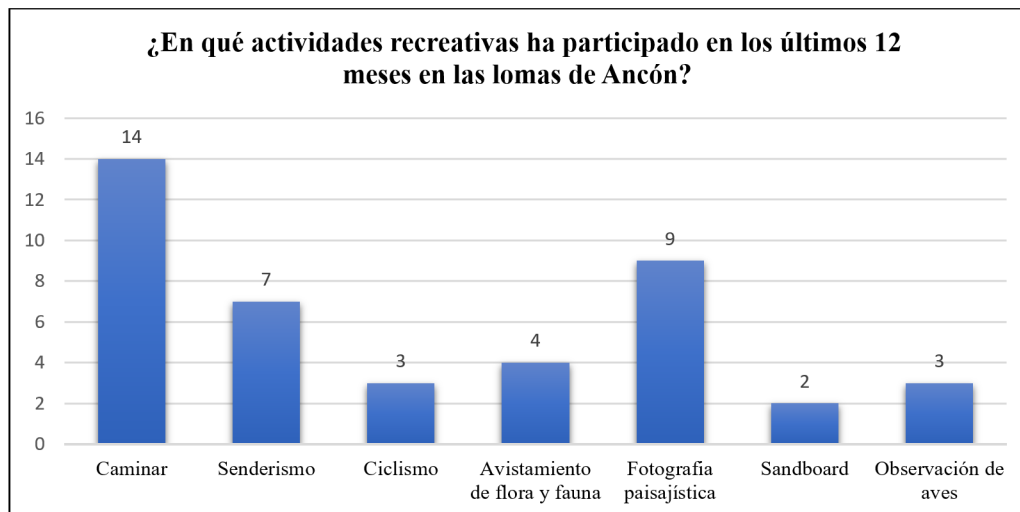


- Para relajarme/para estar sola (70%) de nivel de rango importante
- Para hacer ejercicios/mejorar la salud física (80%) nivel de rango importante.
- Para el bienestar mental/para sentirme restaurado(a) (80%) nivel de rango importante.
- Para disfrutar o pasar tiempo en la naturaleza (90%) nivel de rango importante.
- Para aprender sobre la vida silvestre, plantas,

insectos, etc. (80%) nivel de rango importante.

Los encuestados pudieron seleccionar más de una respuesta a esta pregunta, en donde los resultados fueron: el 73.3% participaron en caminatas, el 42.1% en fotografía paisajística, 36.8% en senderismo, 21.1% avistamiento de flora y fauna, 15.8% observación de aves, 15.8% ciclismo y 10.5% sandboard.

Figura 7
Participación de actividades recreativas en Lomas de Ancón



Discusión

En la investigación se analiza la distribución del nicho ecológico de la especie *Phyllodactylus microphyllus*, esta distribución está directamente caracterizado por la temperatura y la humedad (producto de la precipitación), así mismo las condiciones geológicas

y geomorfológicas del lugar, lo cual viene cambiando debido al avance de la urbanización, las edificaciones y la misma población hacen cambios significativos al uso del suelo como a las condiciones climatológicas, conllevando a la especie a un apiñamiento y su extensión como lo manifiesta la WWF, que esta acción del hombre es una de las principales en la desaparición de las

especies.

Hernández – Lambrano et al. (2021) refiere que existe un alto grado de influencia de las condiciones climáticas sobre el comportamiento de las especies al generar una alteración y cambio en su comportamiento que los puede colocar en una situación de vulnerabilidad frente a los cambios de temperatura y humedad debido a la sensibilidad que estos demuestran, lo que pone en riesgo el estado de las poblaciones, por ello se debe priorizar las acciones de su conservación, el cual significará mantener la presencia de las especies y poblaciones en los ecosistemas. Debido a ello en el presente estudio se consideraron un factor físico y cinco factores bioclimáticos para desarrollar el modelo predictivo de nicho ecológico de la especie *Phyllodactylus microphyllus*; de las cuales tenemos principalmente dos parámetros, la temperatura media y vapor de agua, para los dos periodos (seco = febrero y húmedo = noviembre), cuyos resultados fueron; temperatura media en el periodo seco valores de 23 °C (máximo) y 17 °C (mínimo) y periodo húmedo 18 °C (máximo) y 15 °C (mínimo); el vapor de agua se obtuvo valores de 2.2 kPa a 1.5 kPa como máximo y mínimo y para el periodo húmedo valores de 1.8 kPa a 1.29 kPa como máximo y mínimo.

Mateo et al. (2011) menciona que las características bioclimáticas viabilizan la representación del ecosistema y por ende las de sus componentes; el modelamiento de nicho ecológico de las especies *Phyllodactylus microphyllus* y sus características físicas y bioclimáticas han resultado ser no independientes, esto significa que hay una relación estrechamente significativa que hace que los rangos de confort para la especie estén representados por los datos mínimos y máximos de las variables.

Los resultados obtenidos respecto a las condiciones para el desarrollo del ecoturismo en Lomas de Ancón sobre la aplicación del modelamiento del nicho ecológico de la especie *Phyllodactylus microphyllus*, plantea el manejo para la conservación de la especie, la investigación y la educación. De acuerdo a lo mencionado por Zhang y Ouyang (2019) existe una relación sistémica entre las funciones del ecosistema con la biodiversidad que alberga, que, a su vez, son afectados por las presiones de origen antrópico que inciden en sus rasgos funcionales.

Conclusiones

El modelamiento de nicho ecológico utilizo datos de ubicación geoespacial de la especie, así como un dato físico (elevación) y 5 datos bioclimáticos (temperatura, precipitación, vapor de agua, radiación y velocidad del viento), además para tener una idea del territorio se hizo la descripción de la geomorfología y geología, los datos físicos y bioclimáticos, utilizados

fueron procesados por el programa Maxent, el cual determina mediante su curva de omisión que los datos ingresados se encuentra por debajo de la línea de predicción, significando que los datos no son independientes en el mes seco y para el mes húmedo esta curva en la muestra de entrenamiento se encuentra en la fracción de 0.6 encima de la curva de predicción, dando a conocer que los datos no son independientes sino que están lijados entre sí en la distribución potencial del territorio del *Phyllodactylus microphyllus*.

La distribución de la especie *Phyllodactylus microphyllus*, en la Zona Reservada de Ancón fue analizada en periodo seco y húmedo, obteniéndose que la distribución espacial de Gecko de dedos de hoja central, aumenta su distribución en tiempos húmedos desde el litoral hacia el centro del área de estudio y esta distribución se desplaza de norte a sur. Estas ubicaciones pueden conllevar a mejorar la gestión de las actividades ecoturísticas que se desarrollan en la zona considerando disminuir la perturbación de la especie en tiempos húmedos, así como plantear capacidades de carga en los senderos de visita.

El modelamiento de nicho ecológico de *Phyllodactylus microphyllus* permite aportar al ecoturismo en las líneas de conservación, investigación y educación; la conservación se desarrolla por minimizar la presión antrópica en los espacios territoriales potenciales del hábitat de la especie, mientras que la investigación se desarrolla si los parámetros físicos y bioclimáticos seguirán teniendo respuesta en el comportamiento de la distribución de la especie y esto sea un aporte para el avistamiento de la especie por turista especializados, y la educación es una tarea de transmitir a los visitantes los atributos y características de la especie, para influir en ellos acciones de sensibilidad y comportamiento en los espacios naturales, minimizando la presión antrópica en los espacios potenciales del hábitat de la especie.

Recomendaciones

Los estudios sobre el ecosistema de lomas en la ciudad de Lima se han realizado a niveles superficiales conociendo ciertas características geográficas o climáticas, pero estas interpretaciones de estos factores son poco relacionadas con el ecosistema y su biodiversidad, por ello se recomienda a la Municipalidad de Ancón y al SERNANP, realizar las correlaciones de los factores abióticos y bióticos, para establecer espacios con mayor protección.

Se recomienda el uso del modelamiento de nicho ecológico en la búsqueda de plantear soluciones a la presión antrópica sobre los ecosistemas y su biodiversidad, que permite establecer zonas para un uso efectivo de gestión como: la conservación, la educación y la investigación. En la zonificación de espacios protegidos que lo establece la Ley N° 26834

“Ley de Areas Naturales Protegidas” se debe tomar en cuenta estos espacios de distribución del modelo para ser identificados con mayores índices de conservación.

Se recomienda a las autoridades del área protegida, realizar acciones para la conservación de la zona de las Lomas de Ancón, que promuevan acciones de protección ambiental frente a acciones humanas, es necesario realizar actividades de educación ambiental y se brinde servicios de guiado así como actividades de deportes de aventura con un adecuado control de las zonas permitidas, finalmente es importante gestionar programas de participación comunitaria con apoyo de los colectivos proambientales que vinculen actividades socioeconómicas con el ecoturismo para contribuir a la conservación del área protegida.

Referencias

- Cartay, R. (2020). Ecoturismo en el paraíso terrenal: orquídeas, mariposas y colibríes en la megabiodiversidad suramericana. *Turismo y Sociedad*, 27, 43–56. <https://doi.org/10.18601/01207555.n27.02>
- Cope, E. (1875). Report on the Reptiles brought by Professor James Orton from the middle and upper Amazon and western Peru. *Journal of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 8(2), 159–183. <https://www.catalogueoffife.org/data/taxon/4H6C6>
- Drumm, A., & Moore, A. (2002). *Desarrollo del ecoturismo: un manual para profesionales de la conservación*. Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional https://pdf.usaid.gov/pdf_docs/pnadg550.pdf
- Gascuña, D. (2020). *Día Mundial del Medioambiente: biodiversidad y sostenibilidad para el equilibrio pos-COVID*. BBVA. <https://n9.cl/314v5>
- Hernández-Lambraño, R., De la Cruz, D., & Agudo, J. (2021). Effects of the climate change on peripheral populations of hydrophytes: A sensitivity analysis for european plant species based on climate preferences. *Sustainability*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063147>
- Instituto Geológico, Minero y Metalúrgico [INGEMET]. (2021). *Geología del Cuadrángulo de Chancay (hoja 24i2). Boletín Serie L: Actualización Carta Geológica nacional (Escala 1:50,000) N° 33*. <https://n9.cl/4r0id>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2019). *Provincia de Lima Compendio Estadístico*. <https://n9.cl/b3mg>
- Instituto Nacional de Estadística e Informática [INEI]. (2020). *Estado de la población peruana 2020*. <https://n9.cl/mbfn>
- Liras, E. (2008). *Funcionamiento, interfaz y formato de los datos en MaxEnt*. Eco Zonas. https://www.gbif.es/wp-content/uploads/2020/06/13_Funcionamiento_MAXENT.pdf
- Magán, J. (2010). *Ensamblaje Ecológico de Poblaciones de Phyllodactylus sentosus y Phyllodactylus microphyllus (Squamata, Gekkonidae) en el santuario de Pachacamac. Lima, Perú* [Tesis de pregrado, Universidad Ricardo Palma]. <https://n9.cl/wd7aw>
- Mateo, R., Felicísimo, A., & Muñoz, J. (2011). Modelos de distribución de especies: Una revisión sintética. *Revista Chilena de Historia Natural* 84(2), pp. 217–240. <https://dx.doi.org/10.4067/S0716-078X2011000200008>
- MINAM (2010) R. M. N° 189-2010-MINAM. *Resolución que Declara la Zona Reservada de Ancón* (06 de octubre del 2010). https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2013/09/rm_189-2010-minam.pdf
- Navarro, M., Jove, C., & Ignacio, J. (2020). Modelamiento de nichos ecológicos de flora amenazada para escenarios de cambio climático en el departamento de Tacna - Perú. *Colombia Forestal*, 23(1), 78–101. <https://doi.org/10.14483/2256201x.14866>
- Plataforma Intergubernamental de Ciencias y Política sobre Biodiversidad y Servicios de los Ecosistemas [IPBES]. (6 de mayo del 2019). *La naturaleza está en un declive peligroso y sin precedentes: la tasa de extinción de especies se acelera*. <https://n9.cl/7nl9e>
- Quintero-Ángel, A., Osorio-Domínguez, D. y Valenzuela, L. (2012). Algunas reflexiones sobre fragmentación y sus retos para la investigación. *Revista Biodiversidad Neotropical*, 2(1), 15–20. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5168093>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR]. (2018). *Libro Rojo de la Fauna Silvestre Amenazada en el Perú Libro Rojo*. Ministerio de Agricultura y Riego [MINAGRI]. <https://www.serfor.gob.pe/portal/wp-content/uploads/2018/10/Libro-Rojo.pdf>
- Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre [SERFOR]. (2018). *Listado de Especies de Fauna Silvestre CITES - PERÚ*. Dirección

General de Diversidad Biológica. <https://www.minam.gob.pe/simposio-peruano-de-especies-cites/wp-content/uploads/sites/157/2018/08/Listado-FAUNA-CITES-FINAL.pdf>

Servicios de Parque de Lima [SERPAR]. (2014). *Lomas de Lima*. <https://www.serpar.gob.pe/wp-content/uploads/PEI/PEI%202011%20-%202014.pdf>

Sosa, M., & Brenner, L. (2021). Factores de participación comunitaria que explican los beneficios del ecoturismo. *PASOS Revista De Turismo Y Patrimonio Cultural*, 19(3), 453-476. <https://doi.org/10.25145/j.pasos.2021.19.030>

Tiburcio, G., & Cariño, M. (2020). Ecoturismo Frívolo con Tortugas Marinas en México: Reflexiones desde la Sustentabilidad. *Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science*, 9(3), 261–285. <https://doi.org/10.21664/2238-8869.2020v9i3.p261-285>

Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza [IUCN]. (2014). *Lista Roja de Fauna Amenazada*. <https://www.iucnredlist.org/es/species/48442905/48442940>

World Wildlife Fund [WWF]. (2020). *Informe Planeta Vivo, doblando la curva de la pérdida de biodiversidad*. <https://www.wwf.es/?55320/Informe-Planeta-Vivo-2020>

Young, B. (2007). *Distribución de Especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia*. NatureServe. https://museohn.unmsm.edu.pe/docs/pub_masto/Pacheco_et_al_2007_Especies_endemicas.pdf

Zhang, L., & Ouyang, Z. (2019). Exploring the relationships between key ecological indicators to improve natural conservation planning at different scales. *Forests*, 10(1). <https://doi.org/10.3390/f10010032>.