



FACULTAD DE LETRAS Y CIENCIAS HUMANAS

Estudio de la distribución geográfica y ecológica del “suri” (*Rhea pennata*) en el Área de Conservación Regional Vilacota Maure (Tacna, Perú)

Tesis para optar el título de Licenciado en Geografía y Medio Ambiente que presenta el Bachiller:

Santiago Enrique Delgado Pease

Asesora: Ana Bozena Sabogal Dunin-Borkowski

Pando, abril, 2019

## Índice temático

Agradecimientos.....	i
Índice de siglas y acrónimos.....	ii
Índice de mapas.....	iii
Resumen en español.....	1
<i>English abstract</i> .....	2
1. <b>CAPÍTULO PRIMERO:</b> Introducción.....	
1.1. Planteamiento de la investigación y justificación.....	3
1.2. Pregunta de investigación e hipótesis.....	9
1.3. Objetivos.....	10
1.4. Estado de la cuestión y marco teórico.....	
1.4.1. El suri, el sujeto de estudios.....	11
1.4.2. Estudios análogos.....	18
1.4.3. Marco teórico.....	20
2. <b>CAPÍTULO SEGUNDO:</b> De la caracterización del área de estudios.....	27
2.1. Geografía física.....	
2.1.1. Geomorfología, geología y relieve.....	30
2.1.2. Hidrología e hidrografía.....	33
2.1.3. Características climáticas.....	37
2.1.4. Ecorregiones y zonas de vida.....	41
2.1.5. Flora.....	45
2.1.6. Fauna.....	50
2.2. Geografía humana.....	
2.2.1. Población.....	51
2.2.2. Historia y sociedad.....	56
2.2.3. Actividades económicas.....	61
2.2.4. El sobrepastoreo: el principal causante del efecto sobre las poblaciones de <i>Rhea pennata</i> .....	63
3. <b>CAPÍTULO TERCERO:</b> De la metodología empleada.....	70
3.1. Fase de gabinete.....	72
3.1.1. Limitaciones de la data obtenida.....	74
3.1.2. Manejo de la data obtenida.....	76
3.2. Trabajo de campo.....	84
4. <b>CAPÍTULO CUARTO:</b> Del análisis de los datos, y de los resultados y su discusión.....	
4.1. Distribución poblacional de <i>Rhea pennata</i> en función de las características ambientales y su relación con la población humana.....	88
4.2. Predicciones poblacionales de <i>Rhea pennata</i> con base en lo proporcionado por el programa <i>MaxEnt</i> .....	101
5. <b>CAPÍTULO QUINTO:</b> De las conclusiones y apreciaciones.....	119
6. Anexos.....	124
7. Bibliografía, fuentes y referencias.....	128

## Agradecimientos

La presente investigación no ha podido llevarse a cabo exclusiva y únicamente por los propios medios del investigador. Antes de que se prosiga con la lectura del documento que concluye la presente, es pertinente hacer un alto y agradecer a quienes coadyuvaron a que ésta se realizara hasta este punto:

- A Dios Todopoderoso, motor y motivo de mi fuerza, que no cesa de llenarme de bendiciones y a quien dedico, en primer lugar, cuanto he podido aprender de esta investigación, con la que concluyo mi etapa de licenciatura. Toda mi labor, toda mi formación y todo mi esfuerzo hasta aquí y desde ahora en adelante sea para poder construir un mundo más justo, en el que los seres humanos, reconociéndose hijos de Dios, reconozcan también así a sus hermanos, indistintamente de sus creencias; y en el que los hombres puedan respetar la creación divina, cuidándola, protegiéndola y velando por su desarrollo. Todo esto sea para la mayor gloria de Dios y de la Iglesia.

- A mis padres, Enrique Delgado y Mariana Pease de Delgado; sin su aliento constante y sus enseñanzas, esto no sería posible. A mis hermanos, Nicolás y Mariana Delgado Pease, que comparten conmigo el amor por la naturaleza y la preocupación ecológica. A mi abuela, Mariana Mould de Pease, que con su claro entusiasmo no dejó de preguntarme por cómo iban los avances de la presente, y a la honrosa memoria de mi abuelo Franklin Pease García-Yrigoyen, cuyo ejemplo de intelectual siempre me he de esmerar en seguir.

- A mis profesores universitarios, que supieron orientarme en mi vocación de geógrafo, especialmente a Ana Sabogal de Alegría y a Ricardo Bohl, que me guiaron en la investigación. Estoy orgulloso de tenerles como ejemplos de profesional y de geógrafos. A Miriam Nagata y a Javier Ramírez, por su apoyo inconmensurable a la hora de realizar los mapas. A Fernando González, por su encomiable esmero en realizar las correcciones pertinentes.

- A Alfonso Zúñiga, del Servicio Forestal, por todo el apoyo brindado en la obtención de data.

- Al equipo del Área de Conservación Regional Vilacota-Maure, Esteban Chipana, César Cáceres y demás especialistas, que me proveyeron de las facilidades necesarias para concretar la salida de campo.

- A todos mis colegas, con especial mención, Gianluca, Odalys, Pamela, Alejandra y Stephanie quienes supieron compartir su afición por esta disciplina conmigo.

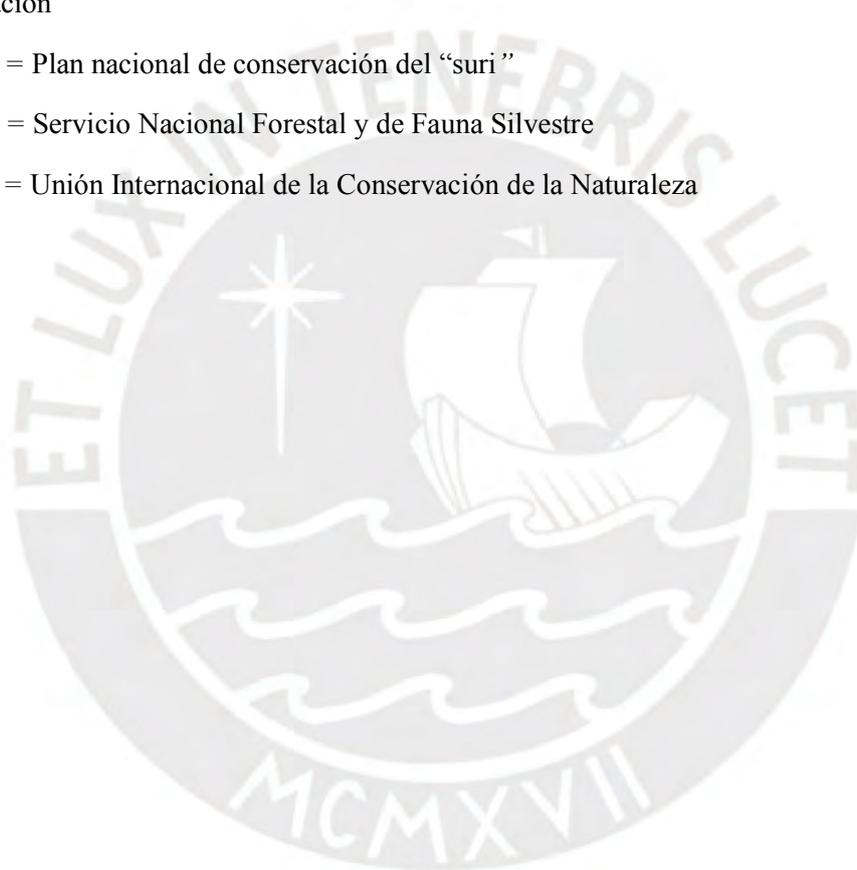
- A Piero, que siempre me ha acompañado en esta plumífera afición por las aves.

- A la feliz memoria de Ana Paola Sordómez Torres de Oliva (1991-2018), gracias por todo. Cuídanos desde el Cielo.

Gracias a todos.

## Índice de siglas y significados

1. *ACR* = Área de Conservación Regional
2. *Inrena* = Instituto Nacional de Recursos Nacionales
3. *Sernanp* = Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas
4. *MMA* = Ministerio de Medio Ambiente de Chile
5. *Minagri* = Ministerio de Agricultura y Riego
6. *Minam* = Ministerio de Ambiente de Perú
7. *NDVI* = Normalized Differenced Vegetation Index, *i.e.*, Índice de diferencia normalizada de la vegetación
8. *PNCS* = Plan nacional de conservación del “suri”
9. *Serfor* = Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre
10. *UICN* = Unión Internacional de la Conservación de la Naturaleza



## Índice de mapas

<i>Mapa 1: Ubicación del Área de Conservación Regional Vilacota Maure.....</i>	<i>29</i>
<i>Mapa 2: Modelo Digital de Elevación (DEM) al interior del ACR Vilacota Maure.....</i>	<i>31</i>
<i>Mapa 3: Cuerpos de agua al interior del Área de Conservación Regional Vilacota Maure.....</i>	<i>36</i>
<i>Mapa 4: Zonas de vida y cobertura vegetal mejor aprovechada por Rhea pennata en el ACR Vilacota Maure. ....</i>	<i>48</i>
<i>Mapa 5: Ubicación de los centros poblados al interior del ACR Vilacota Maure, tomando como referencia al Mapa 3.....</i>	<i>54</i>
<i>Mapa 6: Capacidad de usos de suelo al interior del ACR Vilacota Maure, considerando la cobertura vegetal y los centros poblados (Mapa 4).....</i>	<i>67</i>
<i>Mapa 7. Terreno adjudicado a la comunidad campesina de Talabaya, único al interior del ACR Vilacota Maure; y ubicación de centros poblados.....</i>	<i>69</i>
<i>Mapa 8. Avistamientos de R. pennata en el ACR Vilacota Maure y centros poblados al interior de dicha ACR.....</i>	<i>89</i>
<i>Mapa 9. Distribución de R. pennata en función de la temperatura promedio del ACR Vilacota Maure.....</i>	<i>90</i>
<i>Mapa 10. Distribución de R. pennata en función de la precipitación promedio del ACR Vilacota Maure.....</i>	<i>91</i>
<i>Mapa 11: Distribución de R. pennata y centros poblados en el ACR Vilacota Maure en función de la cobertura vegetal y los usos del suelo.....</i>	<i>97</i>
<i>Mapa 12. Distribución de Rhea pennata y centros poblados en el ACR Vilacota Maure en función de la altitud.....</i>	<i>98</i>
<i>Mapa 13. Resultado del MaxEnt considerando todas las variables bioclimáticas para todo el Perú y extrayendo por máscara la data circunscripta al ACR Vilacota Maure, contrastado con los avistamientos de Rhea pennata y los centros poblados.....</i>	<i>105</i>
<i>Mapa 14. Resultado del MaxEnt considerando las variables bioclimáticas que aportaron en un porcentaje mayor al 1% para todo el Perú y extrayendo por máscara la data circunscripta al ACR Vilacota Maure, contrastado con los avistamientos de Rhea pennata y los centros poblados.....</i>	<i>108</i>
<i>Mapa 15. Resultado del MaxEnt considerando las variables bioclimáticas que aportaron en un porcentaje mayor al 0% para todo el Perú y extrayendo por máscara la data circunscripta al ACR Vilacota Maure, contrastado con los avistamientos de Rhea pennata y los centros poblados....</i>	<i>111</i>

*Mapa 16. Resultado de promediar los resultados del MaxEnt obtenidos del Mapa 13 y el Mapa 15, por medio de la “Calculadora Ráster”, contrastado con los avistamientos de Rhea pennata y los centros poblados..... 114*

*Mapa 17. Cálculo del NDVI con imagen Landsat 7, para el mes de junio, al interior del ACR Vilacota Maure y distribución de Rhea pennata y ubicación de centros poblados..... 117*

*Mapa 18. Cálculo del NDVI con imagen Landsat 7, para el mes de febrero (estación lluviosa), al interior del ACR Vilacota Maure y distribución de Rhea pennata y ubicación de centros poblados..... 118*



## Índice de fotos

<i>Foto 1: Ejemplares adultos de R. pennata, en un bofedal del ACR Vilacota Maure.....</i>	<i>16</i>
<i>Foto 2: Ejemplar adulto de Rhea pennata.....</i>	<i>17</i>
<i>Foto 3: Ejemplar adulto de R. pennata, registrado en pajonales de Ancomarca, Tacna.....</i>	<i>17</i>
<i>Foto 4: Ejemplares de suri en las inmediaciones de la Laguna Vilacota.....</i>	<i>18</i>
<i>Foto 5: Detalle de formaciones geomorfológicas presentes en el Área de Conservación Regional Vilacota Maure.....</i>	<i>30</i>
<i>Foto 6: Bofedales de la localidad de Mamaraya, al interior del ACR Vilacota Maure.....</i>	<i>35</i>
<i>Foto 7: Vista de un tolar en el ACR Vilacota Maure.....</i>	<i>44</i>
<i>Foto 8: Detalle de un pajonal, donde también se pueden apreciar las yaretas.....</i>	<i>66</i>
<i>Foto 9: Investigador y especialistas con un grupo de campesinos en el ACR Vilacota Maure, el día viernes 28 de abril.....</i>	<i>71</i>
<i>Foto 10: Matriz de datos aportada por Serfor.....</i>	<i>76</i>
<i>Foto 11: Extrapolación de datos de avistamiento vistos en Google Earth, en formato “.klm”....</i>	<i>77</i>
<i>Foto 12: Vista del programa Maxent.....</i>	<i>78</i>
<i>Foto 13: Contraste de los dos ráster, DEM y variable bioclimática, que muestra su diferencia de tamaño.....</i>	<i>80</i>
<i>Foto 14: Detalle del error por tener capas ambientales con diferentes tamaños, como en la imagen anterior.....</i>	<i>81</i>
<i>Foto 15: Detalle del formato en el que debe guardarse el formato ASCII.....</i>	<i>81</i>
<i>Foto 16: Detalle de la configuración de parámetros colocada en el MaxEnt.....</i>	<i>82</i>
<i>Foto 17: Ejemplares de suri huyendo del investigador.....</i>	<i>85</i>
<i>Foto 18: Investigador y parte del equipo del ACR Vilacota Maure frente a la Laguna Vilacota...87</i>	<i>87</i>

## **Índice de cuadros y tablas**

<i>Cuadro 1: Clasificación taxonómica del suri (Rhea pennata).....</i>	<i>11</i>
<i>Cuadro 2: Árbol filogenético de Rhea pennata.....</i>	<i>12</i>
<i>Cuadro 3: Tabla que consigna las temperaturas y la precipitación de la Estación Meteorológica de Tarata para el 2013.....</i>	<i>37</i>
<i>Cuadro 4: Climograma correspondiente al Distrito de Palca (Tacna) 2017.....</i>	<i>38</i>
<i>Cuadro 5: Climograma correspondiente al distrito de Tarata.....</i>	<i>38</i>
<i>Cuadro 6: Climograma correspondiente al distrito de Ticaco (provincia de Tarata), 2017.....</i>	<i>39</i>
<i>Cuadro 7: Climograma correspondiente al distrito Susapaya (provincia de Tarata).....</i>	<i>40</i>
<i>Cuadro 8: Climograma correspondiente al distrito de Candarave.....</i>	<i>41</i>
<i>Cuadro 9: Inventario de Comunidades Campesinas sitas al interior del ACR Vilacota Maure.....</i>	<i>51</i>
<i>Cuadro 10: Población en los distritos del ACR según censo del 2017.....</i>	<i>59</i>
<i>Cuadro 11: Población en los distritos del ACR según censo del 2007.....</i>	<i>60</i>
<i>Cuadro 12: Variables provistas por WorldClim para ser empleadas en MaxEnt.....</i>	<i>101</i>
<i>Cuadro 13: Porcentaje de contribución de variables tras primer modelamiento con MaxEnt.....</i>	<i>102</i>
<i>Cuadro 14: Porcentaje de contribución de variables tras segundo modelamiento con MaxEnt...106</i>	
<i>Cuadro 15 Porcentaje de contribución de variables tras tercer modelamiento con MaxEnt.....</i>	<i>109</i>

## Resumen

Las dinámicas del sobrepastoreo, la construcción de centros poblados, la cacería furtiva, entre otros hechos, han llevado a una especie singular de la avifauna andina al borde de la extinción local. Se trata del suri (*Rhea pennata*, D'Orbigny, 1834). Ésta es una especie de ave no voladora que habita en las zonas del altiplano sudamericano, de un tamaño promedio de poco más de un metro de alto. Emparentada con el avestruz africana, con el emú australiano y con el casuario neozelandés, las especies del género *Rhea* son las aves de mayor tamaño de todo el continente. Se tiene conocimiento de que la especie puede presentar hasta menos de 400 ejemplares en el territorio nacional. El Primer Censo Nacional del Suri permitió conocer cuán amenazada estaba esta especie al interior de nuestro país. A partir de ello, la realización concienzuda de políticas regionales, como la implementación del Área de Conservación Regional Vilacota Maure, han permitido que se lleven a cabo avances en lo que refiere a la conservación: una porción importante de la población de esta especie se encuentra en el área natural protegida ya mencionada.

Pese a los mencionados esfuerzos de preservar de la extinción a *R. pennata*, es pertinente la realización de investigaciones que permitan manejar los rangos de distribución de ésta, a fin de coadyuvar con su conservación, tal que se evite la extinción local de tan singular especie en el territorio peruano. La presente investigación apunta a poder determinar la situación actual de *R. pennata* al interior del Área de Conservación Regional Vilacota Maure, tanto ecológica como geográfica; identificar la forma en la que las poblaciones humanas actúan como un limitante de la distribución del suri; y, por medio, de la utilización del coeficiente de máxima entropía (*MaxEnt*), estimar la distribución potencial de esta especie al interior del Área de Conservación Regional.

No obstante los esfuerzos realizados, siguen existiendo dinámicas de pastoreo auquénido en el interior del Área de Conservación Regional Vilacota Maure que se dan de forma tal que suponen una amenaza para esta especie de ave. Los centros poblados se encuentran muy cerca de las zonas donde *Rhea pennata* puede distribuirse mejor, puesto que -por citar un ejemplo- se encuentran a poca distancia de los bofedales, que emplea la especie estudiada para poder alimentarse de las plantas tiernas que ahí crecen y beber agua. La especie en cuestión rehúye al ser humano y prefiere mantenerse lejos de éste. Esta aparente competencia entre las dos especies podría suponer una traba a los esfuerzos constantes realizados por el Gobierno Regional de Tacna.

Con poblaciones que se extienden por las regiones altoandinas de Chile, Bolivia, Argentina y Perú, *Rhea* es el único género de la familia *Struthionidae* que ocurre en el continente americano, con las especies *R. americana* y *R. pennata*. *Rhea pennata* es una especie que, en el interior de los límites nacionales, se distribuye en las provincias más elevadas de Puno, Tacna y Moquegua. Según el cronista Inca Garcilaso de la Vega, esta especie se desarrollaba en muchas zonas del altiplano, y menciona que ya era llamado “suri” por las poblaciones ancestrales. Menciona, además, que esta especie era importante de forma ceremonial: sus plumas servían para la confección de tocados ceremoniales; y a sus garras, pico, grasa y vísceras se le atribuían cualidades místicas. Es una especie que fue venerada, cuidada y respetada por las culturas prehispánicas y cuya extinción local vale la pena evitar.

**Palabras clave:** “Suri”, “población”, “rango de distribución”, “extinción”, “Área de Conservación Regional Vilacota Maure”

## **Abstract**

Overgrazing dynamics, the construction of hamlets, illegal poaching, amongst other facts, had driven a very singular specie of andean bird to the brink of extinction in the national territory. This bird is the “suri” (*Rhea pennata* D’Orbigny, 1834). This is a specie of non-flying bird that occurs in the highlands of the South American Altiplano, with an average size of little more than one metre. It is known that the specie can present less than 400 individuals within the national territory’s limits. Akin to the African ostrich, to the Australian emu, and the New Zealand cassowary, the genus *Rhea* includes the biggest birds of the entire continent. The first National Suri Census allowed to know how endangered the specie was within our country. Henceforth, the conscientious implementation of regional politics, like the implementation of the Regional Conservation Area of Vilacota Maure, had allowed to make progresses in what refers to conservation: a very important portion of the population of this specie is placed within the already mentioned natural protected area.

Although the mentioned efforts to preserve *R. pennata* from the extinction, it is very pertinent to encourage the investigations that may allow to identify the distribution parameters of this specie, in order to help to achieve its conservation, that it may avoid the extinction of such a peculiar bird in the Peruvian territory. The present investigation aims to determine the actual situation, both ecological and geographical, within the Regional Conservation Area of Vilacota Maure; to identify the way human populations may act as a limitation of distribution of the “suri”; and, by the usance of the Maximum Entropy Coefficient (*MaxEnt*), estimate the potential distribution of this specie within the Regional Conservation Area.

Notwithstanding the efforts made, there are still in existence grazing dynamics within the limits of the Regional Conservation Area of Vilacota Maure, by which this specie is still menaced. The population centres are placed very close to the areas in which *Rhea pennata* can observe a better distribution, due to -setting an example- their closure to the “bofedales” (sing. “bofedal”, *i.e.*, Andean wetland), that the studied specie requires to obtain the vegetation on which it feeds, and obtain the water it drinks. The studied specie, also, shuns mankind, and prefers to stay far from it. This apparent interespecific competition may entail an impediment to the efforts made conscientiously by the Regional Government.

With populations that are distributed by the altoandean regions of Chile, Bolivia, Argentina, and Peru, *Rhea* is the sole and only genus of the *Struthionidae* family that occurs in the American continent, containing the species *R. americana* and *R. pennata*. *Rhea pennata* is a specie that, within the national limits, bases its distribution in the highest provinces of the regions of Puno, Tacna, and Moquegua. According to the chronist Inca Garcilaso de la Vega, this specie used to develop its distribution in many places of the Altiplano, and he mentions that it was called “suri” by the ancestral populations. In addition, he mentions that this specie was important due to its ceremonial uses: its feathers were used to weave ceremonial caps; and upon its claws, bill, grease, and entrails were attributed mystical qualities. It is a specie that was revered, cared, and respected by the prehispanic cultures, and which extinction is worthwhile to be avoided.

**Key words: “Suri”, “population”, “distribution range”, “extinction”, “Regional Conservation Area Vilacota Maure”**

## CAPÍTULO PRIMERO

### Introducción

#### **1.1. Planteamiento de la investigación y justificación**

La presente investigación es un estudio sobre la distribución del suri (*Rhea pennata*, D'Orbigny 1834). Esta ave no voladora, emparentada con el avestruz africana, se distribuye en las zonas del altiplano, en las regiones de Tacna, Moquegua y Puno (Minagri, 2017; Serfor, 2015; Gobierno Regional de Tacna, 2012). Una especie tan singular como amenazada. Los resultados censos poblacionales que realizó el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Serfor) en 2008 y 2016 coloca a esta especie en una situación de conservación que reviste una gran preocupación: en el territorio nacional, *Rhea pennata* se encuentra clasificado como “En peligro crítico de extinción”. Según los censos realizados por las mencionadas instituciones, tanto en 2008 como en 2016, se tienen menos de 400 ejemplares. Sin embargo, el estudio de Servicios Forestales del Ministerio del Medio Ambiente de Chile (MMA, 2015) menciona que Chile tiene más de cinco mil ejemplares.

El realizar una investigación sobre la distribución del *Rhea pennata* podría colaborar de forma especial con las prácticas que se realizan desde el Estado Peruano y desde las instituciones particulares para evitar que se extinga esta singular especie. Una investigación que se realice con los ejemplares habidos en Perú podría ayudar a determinar cómo y por qué se encuentran desapareciendo. De igual manera, poder determinar cómo esta especie ha ido modificando su rango de distribución en las zonas de Moquegua, Tacna y Puno podría predecir futuras distribuciones en base al hábitat potencial, siempre atendiendo al nicho ecológico de esta especie. Esto, puntualmente, podría ayudar los esfuerzos que tienen distintas instituciones para recuperar las poblaciones de esta ave no voladora.

El Ministerio de Agricultura y Riego (Minagri, 2017) menciona que hay 64 especies de animales y 194 especies de plantas que se encuentran en la misma categoría de “En peligro crítico”, y menciona la urgencia de invertir en la conservación de estas especies que ocurren en un país tan biodiverso como el Perú. El mismo texto menciona el alarmante incremento de especies amenazadas (en dicha clasificación o en otras, *i.e.*, “vulnerables”, “en peligro”) alarmante de 301 a 535. El Perú cuenta con alrededor de mil ochocientas especies de aves (McFlanagan, 2001). De este total, se estima que casi doscientas especies estén amenazadas de extinción en algún grado. Minagri (2017) menciona que 15 especies de aves ocupan el rubro de la especie aquí estudiada.

El Serfor propuso en 2015 el Plan Nacional para la Conservación del Suri, que se suma a otros tres planes de conservación para otras especies: el oso andino (*Temarctos arcos*), el cóndor andino (*Vultur gryphus*) y la pava aliblanca (*Penelope albipennis*). Al contrastar la cantidad de especies que se encuentran en peligro de extinción (y el alarmante hecho de que haya habido un dramático incremento de especies que hayan sido incluidas en las categorías de riesgo de extinción) con el hecho de que solo cuatro especies tienen un plan de conservación hacen apremiante cualquier investigación que aborde este tema (López Tarabochia, 2016). La presente investigación, si bien versa sobre una especie que cuenta con un plan de conservación, resulta importante en el sentido de que son esfuerzos que se unen para ayudar a rescatar a *Rhea pennata* del inminente peligro de la extinción. En ese sentido, puede reconocerse que la conservación *ex situ* se encuentra con más avances que la conservación *in situ*. El primer término refiere a los esfuerzos realizados con ejemplares fuera de las zonas que, normalmente, habitan. Un ejemplo de esto es el caso del Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca (PEBLT, Minagri, 2017), que menciona los esfuerzos para criar en cautividad a estas aves a fin de reinsertarlas en el medio ambiente natural. La presente investigación se propone como apoyo a la conservación *in situ*, dado que aporta a los esfuerzos que vienen desarrollando el Serfor y el Gobierno Regional de Tacna a la conservación de *Rhea pennata*.

Es, pues, importante que esta especie sea estudiada para que se pueda llevar a cabo su recuperación. De la misma forma, resulta importante el crear conciencia sobre la reducción del espacio y el grado en el que se ve fragmentado el ecosistema: cuidar las especies y el medio en el que éstas se desarrollan se debe percibir como una prioridad. Teniendo el Perú una gran tasa de biodiversidad y de diversidad de ecosistemas, es importante que se realicen estudios abocados a determinar en qué medida éstos se encuentran peligrando. De ese modo, es importante que se estudie si es que los ecosistemas y ecotonos se encuentran fragmentados y/o alterados, y en qué medida éstos lo están. Determinando esto, puedan, finalmente, implementarse medidas de concientización para los pobladores para que se minimicen en lo posible las alteraciones en la población y distribución de *Rhea pennata*, puesto que esta singular especie podría desaparecer en pocos años.

La presente investigación se circunscribe a los límites del Área de Conservación Regional Vilacota Maure, al sudeste de la Región Tacna, en el Sur del Perú, y de la distribución del suri al interior de dicha área natural protegida. La elección de Vilacota Maure como área de estudios se sostiene en que, si bien el censo nacional de suri ha registrado una disminución de ejemplares, al interior de esta área de conservación regional ha habido un claro incremento de ejemplares. De poco más de 40 ejemplares en 2008, hubo un alentador incremento que dio como resultado 124 ejemplares en la circunscripción del ACR. Con todo, no se conoce con exactitud las causas que han devenido en este incremento que,

pese a ser alentador, no puede suponer albricias para la conservación, dado que se contrapone a un leve decremento de ejemplares. Así, el censo del 2008, como ya se dijo, aportó un conteo de algo más de 400 ejemplares, mientras que el censo del 2016 solo menciona 350 ejemplares. La importancia de conservar los pocos ejemplares que todavía viven en el territorio nacional y la urgencia de rescatar al suri del borde de la extinción convierten en apremiante la necesidad de que se realicen investigaciones como la presente, que apuntan a descubrir la distribución espacial (*i.e.* dónde están) y ecológica (*i.e.* cómo están distribuidos)

Si bien hay investigaciones (Echaccaya, M.; Arana, C.; & Salinas, L. 2017; y Villanueva, 2005) que tienen como objeto de estudio a *Rhea pennata*, esta investigación resalta por ser la primera realizada en el ACR Vilacota Maure que aborda la problemática de la situación del suri, de modo que sienta un precedente sobre su conservación al interior de dicha área natural protegida, y permite apoyar, en tanto a su novedad, a las investigaciones y proyectos realizados por las instituciones ya mencionadas. Cabe mencionar que, entre las investigaciones que se han realizado en el interior del ACR Vilacota Maure, no se tienen publicaciones sobre esta especie, tan importante para dicha área natural protegida. De la misma manera, una investigación al interior de un área natural protegida aporta a la misma institución, que se precia de promover las investigaciones, a fin de poder obtener distintos puntos de vista, enfoques, resultados, sugerencias, etcétera, que le permitan profundizar en su loable tarea de conservar las diferentes especies que se desarrollan en su interior.

La presente investigación apunta a poder descubrir estas dos variables de distribución y, además, poder conocer cómo ésta se ve influida por las actividades humanas. Para ello, se vale de la comparación del hábitat logrado y el hábitat potencial. La noción de hábitat logrado (Smith & Smith, 1986) remite al lugar al cual una especie extiende su distribución; es decir, donde la especie habita realmente. Este concepto permite conocer las diferencias en la distribución, tales como la reducción poblacional, cuando se compara con la del hábitat potencial. El hábitat potencial está dado por la confluencia de factores bióticos y abióticos (que constituyen el hábitat en sí), y que se dan fuera del espacio en el que una especie se distribuye. Sin embargo, hay que abordar esta noción con suficiente juicio para descartar como hábitat potencial a espacios que, presentando dichas características, se encuentran fuera de toda posibilidad de alcance para la especie estudiada.

Las actividades humanas realizadas en las zonas altoandinas, aunque limitadas, son significativas para este ecosistema. Dinámicas como el sobrepastoreo de ganado auquénido (llamas, alpacas), han generado que se pierdan las zonas en las cuales *Rhea pennata* se desarrolla. Según el Plan Nacional para la Conservación del Suri (Serfor, 2015), la presencia de los seres humanos disuade al suri de

ampliar su distribución: además del sobrepastoreo, la instalación de cercos de alambrado es otro problema grande. Se menciona que los comuneros instalan estos cercos para delimitar zonas de pastoreo, a fin de evitar que su ganado se escape, aunque esto supone una fragmentación del espacio del suri. No son pocos los ejemplares, se menciona, que quedan enredados entre los alambres y mueren indefectiblemente al querer pasar; de la misma manera, hay aquellos que quedan heridos severamente (Barri, F.; Martella, M.; & Navarro, J. 2008). Adicionalmente, estos autores mencionan a la recolección de huevos como otro de los riesgos para la conservación. Naturalmente, éstos, al ser depredados, reducen la cantidad de nacimientos, lo que produce un declive poblacional. Finalmente, podría agregarse, como una de las trabas a la conservación, el riesgo del retrocruzamiento. La reproducción entre parientes, que se asume como una realidad por la limitada población, podría suponer otros riesgos, puesto que una población con una alta tasa de endogamia puede generar individuos con deformidades y taras genéticas.

Si bien, como ya se dijo, ha habido un decremento de las poblaciones a nivel nacional, es pertinente mencionar que las poblaciones de *Rhea pennata* al interior del Área de Conservación Regional Vilacota Maure han aumentado de poco menos de cuarenta a 124 (Boletín ACR-VM-2016) desde su implementación formal en el año 2009 hasta el 2016. La presencia de esta área de conservación regional puede tener efectos sumamente beneficiosos en la presencia de las poblaciones de esta ave. Sin embargo, no se han realizado estudios sobre la distribución de dicha especie, lo que vuelve a esta investigación sumamente relevante. En ese sentido, no se ha estudiado todavía las implicancias que ha tenido en la conservación del suri la implementación del ACR Vilacota Maure. Por esa razón, identificar la realidad poblacional de esta especie de ave al interior de dicha área protegida permite conocer los avances realizados en su conservación. En ese sentido, la investigación es importante, porque sienta un precedente sobre la distribución ecológica y geográfica de *Rhea pennata* al interior del ACR Vilacota Maure, el cual permite complementarse a los resultados que Serfor está trabajando sobre la data obtenida del censo del 2016. Posteriores estudios ecológicos podrían partir de éste, considerando los resultados que éste pueda aportar para realizar un estudio comparativo sobre la situación de la especie a futuro.

Un motivo para trabajar por la conservación es el de los servicios ecosistémicos, beneficios que se coligen de un aprovechamiento pensado y organizado de los recursos naturales, tanto especies como ecosistemas (Marshall, 2015) Esta serie de políticas se convierte en una inversión rentable por el hecho de que puede sostener actividades como el ecoturismo, incentivar la unificación de comunidades campesinas, atraer inversión de organismos abocados a la tarea de la conservación, entre otros. Las ventajas que se coligen de la conservación del suri podrían suponer, justamente, la integración de las

diferentes comunidades campesinas, puesto que, aunque estén fuera de los límites del área de estudios, hay comunidades indígenas aymaras que se han comenzado a organizar para sumarse a los esfuerzos de la conservación de *Rhea pennata*. De la misma manera, otro punto a tener en cuenta para defender la conservación del suri es que se trata de una especie con un valor ancestral, presente en manifestaciones culturales precolombinas (Yaresi, 2017). La presencia de esta ave en los textos de Garcilazo de la Vega (Alvar Esquerro, 1997) demuestran que esta especie tuvo una importancia en el incanato, hecho que la convierte en una especie que está íntimamente ligada a las tradiciones que enriquecen el bagaje cultural peruano. Con todo, la importancia de la conservación no solo se limita al atractivo físico y cultural que reviste esta ave, sino a la importancia ecológica que representa en el nicho que ésta ocupa. Llellish, Salinas, Chipana (2007) mencionan la importancia ecológica que esta especie tiene en la diseminación de semillas de la familia *Cactaceae* (en concreto, cactus de tunas), puesto que esta ave, al comer los frutos carnosos de estas plantas, ingiere semillas que, al final del proceso digestivo, son diseminadas, en un claro ejemplo de endozoocoria.

La presente investigación recopila los datos de ambos censos y los suma a data provista por la *Global Biodiversity Information Facility (GBIF)*, una plataforma virtual que consigna avistamientos de diferentes especies a nivel mundial, y permite identificar la distribución geográfica y ecológica de *Rhea pennata*. Luego de la conversión de los puntos GPS a un formato que pueda ser trabajado en el programa *ArcMap*, se ha logrado superponer esta capa resultante a las capas provistas por el Ministerio de Vivienda, Ministerio del Ambiente y la plataforma virtual de *WorldClim*. La capa provista por el Ministerio de Vivienda permitió comparar la distribución de *Rhea pennata* con la distribución de los diferentes centros poblados, a fin de poder identificar cómo es que éstos influyen en dicha distribución. De igual manera, la data provista por el Ministerio del Ambiente ha permitido conocer mejor las condiciones ambientales que, además de influir en la distribución de la especie estudiada, influye en la localización e instalación de los centros poblados, donde los pobladores se instalan con su ganado auquénido, en cuya dinámica de pastoreo se cimienta la conflictiva relación interespecífica entre *Rhea pennata* y el ser humano. Ambas datas han permitido conocer mejor la realidad de la distribución del suri y cómo esta distribución se ve influida por la presencia de actividades humanas. Finalmente, para poder conocer la relación entre el hábitat real y el hábitat potencial de dicha especie, fue necesario obtener los datos de la plataforma *WorldClim*. Esta plataforma es una base de datos que porta diecinueve variables bioclimáticas que, a la luz del programa *MaxEnt*, que calcula el coeficiente de máxima entropía, permite descubrir las distintas zonas en las cuales es más posible que se distribuya una especie.

En ese sentido, la metodología del cálculo de la máxima entropía, *también conocida como “MaxEnt”* (Berger, Della Pietra & Della Pietra, 1996), permite conocer qué lugares son más idóneos para que una especie se distribuya, al interpretar las variables que el investigador desee incluir. En esta investigación, el programa *MaxEnt* ha permitido identificar las zonas al interior del ACR Vilacota Maure en las cuales se dan las condiciones más idóneas para que el suri habite. Esto se ha logrado al cruzar variables bioclimáticas (las diecinueve que *WorldClim* aporta) con la altitud, aportada por un *DEM*. El resultado final ha permitido conocer las zonas en las que las condiciones ambientales generan un espacio en el cual *Rhea pennata* podría distribuirse, al coincidir una serie de parámetros en los cuales se siente a gusto. De la misma manera, al contrastar esto con las zonas en las que se han registrado los avistamientos, es posible conocer la relación entre el hábitat real de la especie y el hábitat potencial; y, viendo esto a la luz de la presencia de los distintos centros poblados, se puede entender en qué medida las dinámicas de la población humana influye en la distribución de *R. pennata*.

El escrito de la presente investigación se abre con este primer capítulo, de las preliminares de dicho estudio, en el cual se aborda el planteamiento de la misma y su justificación, para luego proseguir con la formulación de una pregunta investigativa, la cual será respondida por una hipótesis. Valiéndose del método científico, puntualmente, en el ámbito geográfico y ecológico, se expone también lo aprendido sobre esta especie y las investigaciones que, afines a ésta en su metodología o en su objeto de estudios, han permitido conocer más de este tema. De la misma manera, en esta primera parte se consignan con conceptos básicos que ha sido necesario investigar para obtener los conocimientos que han permitido llevar esta tesis a término, consignados en un marco teórico. Luego de ello, se ha proseguido a investigar y conocer las distintas metodologías que permitieron llevar a cabo la presente y se optó por una que combinara las labores de gabinete y de campo: el combinar ambos espacios de trabajo ha probado ser sumamente importante para la realización de esta investigación, por el hecho de que sin las salidas de campo no se habría podido comprobar lo obtenido de la literatura, la cual no se habría podido obtener si no hubiera habido el trabajo en gabinete; de la misma manera, sin el trabajo en gabinete, no se habría podido identificar todo lo observado en campo. Finalmente, la obtención de resultados ha permitido comprobar las severas dificultades que se ciernen sobre la conservación del suri, puesto que las dinámicas propias de los seres humanos complican hondamente su realización exitosa. La presencia de los seres humanos impacta en buena cuenta a la distribución de *Rhea pennata*, aunque es todavía imperioso que se siga investigando de esta especie a fin de poder alcanzar la meta anhelada de la conservación, que rescate a esta singular ave del borde de la extinción.

## 1.2. Pregunta de investigación e hipótesis

*¿Cómo influyen las dinámicas poblacionales humanas en la distribución ecológica y geográfica del suri (*Rhea pennata*), comparando el hábitat logrado con el hábitat potencial al interior del ACR Vilacota Maure?*

Tras el planteamiento de esta pregunta investigativa, se procedió a formular la siguiente hipótesis:

Las poblaciones de *Rhea pennata* en el ACR podrían basar su distribución al interior del ACR Vilacota Maure en función de cuán idóneo sea el hábitat. Según autores (Odum, 1966; Smith & Smith, 1986; Iverson, L.R., *et al*, 2008), esta idoneidad está dada por la confluencia de distintos factores, tanto bióticos como abióticos. En función de lo expuesto por el Plan Nacional para la Conservación del Suri (Serfor, 2015) puede suponer que *Rhea pennata* prefiera los climas más templados y menos lluviosos, considerando que en el área de interés las temperaturas puedan ser muy frías, y que se mantenga cerca de zonas donde pueda acceder a los bofedales y pastizales andinos para su alimentación. De la misma forma, sabiendo que esta especie prefiere zonas de mayor altitud, donde ésta supere los 3,000 msnm.

La implementación del Área de Conservación Regional Vilacota Maure en 2009 ha permitido un avance en lo referente a la conservación de *Rhea pennata*, puesto que, pese al declive de la población a nivel nacional, la población guarecida al interior de dicha ACR ha aumentado a casi el triple en menos de una década. Esto permitiría suponer que hay una homogeneidad en lo referente a las poblaciones de *R. pennata* al interior de la jurisdicción del ACR Vilacota Maure. Dicha homogeneidad, que no deja de ser hipotética, podría ser menor y presentar menos ejemplares en zonas donde la idoneidad del hábitat sea menor, donde la especie no pueda encontrar su nicho ecológico (Berger, Della Pietra & Della Pietra, 1996). Sin embargo, la presencia de las actividades humanas dificulta enormemente la posibilidad de encontrar dicha distribución.

La presencia de ganado auquénido, que genera sobrepastoreo y que compite con la especie estudiada por el espacio y el alimento, podría suponer un limitante para la distribución de *Rhea pennata*, incluso al interior de un área protegida como lo es el ACR Vilacota Maure. Tanto *R. pennata* como las llamas y alpacas criadas por las poblaciones humanas al interior del ACR Vilacota Maure tienen requerimientos de hábitat y nicho muy similares. Esto podría generar un caso de competencia interespecífica. En dicha competencia, el ganado auquénido ha salido beneficiado con creces puesto que los seres humanos han dado caza a *Rhea pennata* y la han obligado a retirarse a espacios donde éstos no desarrollan sus actividades de forma tan representativa. Con base en esta competencia, algunos autores (Serfor, 2015; Llellish, Salinas, Chipana, 2007; Pulido, 1991) explican el motivo por el cual

las prácticas antrópicas mencionadas en el acápite anterior han generado una disminución dramática en las poblaciones de *R. pennata*. Es entendible, pues, que *R. pennata* prefiera zonas alejadas de las actividades humanas para desarrollarse. Pese a esto, la coincidencia de espacios que presentan las condiciones ambientales idóneas para *Rhea pennata* y de espacios donde la densidad poblacional humana sea menor es poca.

Por esa razón, y partiendo de la idea de que esta especie preferiría un hábitat con las condiciones ambientales y físicas muy similares al que requiere el ser humano para la realización de sus actividades ganaderas, se podría plantear las siguientes previsiones para la distribución:

1. *Rhea pennata* preferirá espacios de una temperatura por encima del promedio (por encima de los 10 grados centígrados) y poco lluviosos, donde las temperaturas no haya heladas.
2. En zonas donde las condiciones meteorológicas y físicas sean más favorables para dicha especie, pero haya una alta densidad poblacional humana, las poblaciones de *Rhea pennata* estarán distribuidas de forma más agrupada.
3. Conforme las condiciones meteorológicas y ambientales que favorecen el desarrollo de la especie estudiada vayan en aumento, y ahí donde los centros poblados sean menos y estén más distantes unos de otros, *Rhea pennata* presentará una distribución más homogénea, presentando una mayor distancia entre los avistamientos.
4. Conforme sean menos adecuadas las condiciones meteorológicas y ambientales, *Rhea pennata* irá presentando una distribución más agregada, mientras sea que las poblaciones humanas no se presenten en un número importante.
5. Ahí donde las condiciones meteorológicas y ambientales no satisfagan los requerimientos de *Rhea pennata*, y las poblaciones humanas estén bien asentadas, cohesionadas y ocupando un área significativa, simplemente, esta especie no se presentará.

### 1.3 Objetivos

Con la hipótesis ya planteada, se plantearon los siguientes objetivos:

1. Identificar los patrones de distribución geográfica y ecológica de las poblaciones de *Rhea pennata* en el ACR Vilacota Maure
2. Identificar en qué medida la presencia de centros poblados incide en la distribución de poblaciones del *Rhea pennata* al interior el ACR Vilacota Maure
3. Calcular el hábitat potencial de *Rhea pennata*
4. Comparar el hábitat logrado y el hábitat potencial de *Rhea pennata*

## 1.4. Estado de la cuestión y marco teórico

### 1.4.1. El suri: el sujeto de estudios

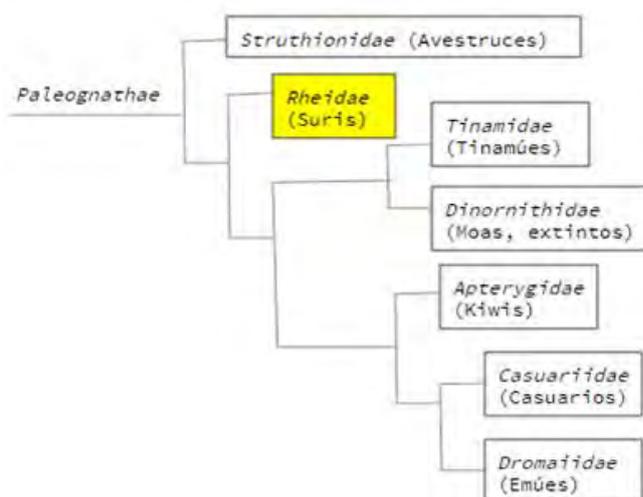
El suri, de nombre científico *Rhea pennata* (D'Orbigny, 1834), es una especie de ave de la familia de las rátidas (*Struthioniformes*). *R. pennata*, como todos los *Struthioniformes* es un ave paleognata, carente de quilla y, en consecuencia, incapaz de volar (Del Hoyo *et al.*, 1992). En concreto, el género *Rhea* es el único género sobreviviente de la familia *Rheidae*. El género *Rhea*, además de la especie *R. pennata*, cuenta con otra especie (*R. americana*). A su vez, *R. pennata* cuenta con tres subespecies: *Rhea pennata pennata* (D'Orbigny, 1834), *R. pennata garleppi* (Chubb, 1913) y *R. pennata tarapacensis* (Chubb, 1913). La clasificación taxonómica arroja la siguiente clasificación (Harshman *et al.*, 2008):

*Cuadro 1: Clasificación taxonómica del suri (Rhea pennata)*

Dominio: <i>Eukaryota</i> → Seres vivos con células complejas con membrana nuclear
Reino: <i>Animalia</i> → Animales
Filo: <i>Chordata</i> → Animales cordados, con presencia de una médula espinal o cordón neural
Subfilo: <i>Vertebrata</i> → Animales que, además de tener una médula espinal, tienen vértebras que la protegen
Clase: <i>Aves</i> → Vertebrados cubiertos de plumas
Subclase: <i>Paleognathae</i> → Aves que carecen de quilla y de falso paladar
Orden: <i>Struthiiformes</i> → Aves corredoras, incapaces de volar, con cuello largo
Familia: <i>Rheidae</i> → Ñandúes
Género: <i>Rhea</i> → Ñandúes, único género de la familia suprascrita
Especie: <i>R. pennata</i> (D'Orbigny, 1834) → Ñandú de Darwin, ñandú petizo, ñandú cordillerano, suri
Subespecies: 1. <i>R. pennata pennata</i> (D'Orbigny, 1834); 2. <i>R. pennata tarapacensis</i> (Chubb, 1913); y 3. <i>R. pennata garleppi</i> (Chubb, 1913)

*Fuente: Elaboración propia con datos de Harshman, et al. (2008)*

Cuadro 2: Árbol filogenético de *Rhea pennata*



Fuente: Elaboración propia con datos de Del Hoyo et al. (1992)

La definición de “subespecie”, presentada por Smith & Smith (1986), remite a un conjunto de individuos que, dentro de una misma especie, presentan características morfológicas ligeramente distintas una de otra, pero que, pese a éstas, es posible que se acoplen y produzcan descendencia fértil. En el caso de las tres subespecies que presenta *Rhea pennata*, algunos autores indican (Del Hoyo, et al., 1992.; Feld, Silvestro, Huguet, Miquel, Sarasqueta & Iglesias, 2011) que la subespecie que habita en el Perú es *Rhea pennata garleppi*. Sin embargo, Villanueva (2005) menciona que la subespecie que se tiene es *R. pennata tarapacensis*. Con todo, en las investigaciones realizadas por Serfor, Minam, el Gobierno Regional de Tacna, no se ahonda en esta clasificación.

De forma puntual, solo Chébez (2008) realiza esta precisión y menciona que la subespecie *R. pennata garleppi* presenta más manchas en el dorso respecto de su pariente *R. pennata tarapacensis*, y un color más próximo al marrón claro, mientras que la segunda presenta un color marrón más rojizo. Menciona, además -al igual que lo hace Clement (2007)- que estas dos subespecies coexisten en Chile y Bolivia, pero que solo la mencionada se ha avistado y registrado en Perú. En cualquier caso, partiendo de lo expuesto por Smith & Smith (1986), se podría tratar de una especie que se ha dividido en las dos subespecies *R. pennata garleppi* y *R. pennata tarapacensis* por medio de una especiación simpátrica, por el hecho de que no parece haberse dado el caso de una creación de una barrera que limitara drásticamente la conexión y comunicación de las tres poblaciones, puesto que estas coexisten en hábitats muy próximos uno de otro. Con todo, la población de la segunda subespecie suele presentarse en zonas más elevadas con rumbo al este, mientras que la primera prefiere espacios más próximos al oeste. Respecto de la tercera subespecie *R. pennata pennata* se sabe que presenta una distribución

mucho más al sur, en las pampas de Argentina. Chébez (2008) menciona la posibilidad, por la diferencia de preferencias en cuanto a hábitat, que se haya separado de las otras dos subespecies de forma alopátrica, con la elevación de las cordilleras andinas, que lo aisló de sus congéneres. Esta difiere de las dos otras subespecies por ser ligeramente más grandes y presentar más tonos grisáceos en la parte del dorso, y por tener la cabeza de un tono más ocre, mientras que en las otras dos es más cremino. El Plan Nacional para la Conservación del Suri (Serfor, 2015) menciona que estas tres subespecies han sido catalogadas por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza como dos especies: *Rhea pennata*, que corresponde a la población argentina; y *Rhea tarapacensis*, que supondría una unificación de las dos subespecies *Garleppi* y *Tarapacensis*.

Similar a un avestruz, esta especie oriunda de América del Sur, recibe también el nombre de “ñandú de Darwin”, y su hábitat se ubica en la zona ecológica de la Puna, donde ocupa los parajes compuestos por bofedales, pajonales, entre otros (Serfor, 2015). El *Handbook of the Birds of the World* (Ivory, 1999; Del Hoyo *et al.*, 1992, ed. 2014) menciona a la familia *Rheidae* como la familia de aves que presenta a las especies no voladoras de mayor tamaño en el continente americano. Se trata de una especie de ave que alcanza los 120 centímetros de alto, aunque es más común ver ejemplares de alrededor de 100 cm de alto, con un plumaje pardo con algunas motas color blanquecino, presentes en mayor número en los machos. Se trata de una especie corredora que puede alcanzar velocidades de hasta 60km/h (Ivory, 1999; Del Hoyo *et al.*, 1992) puesto que posee unas patas sumamente musculosas, que terminan en tres dedos provistos de garras, que además puede usar para patear como autodefensa. Una característica que tiene esta especie es que sus alas, no obstante atrofiadas e inútiles para el vuelo, son proporcionalmente más grandes que en sus parientes la avestruz africana, el emú australiano, y el kiwi y el casuario neozelandeses (Folch *et al.*, 2014).

En aras de conciliar lo expuesto por Villanueva (2005), que menciona que la subespecie habida en Perú es *Rhea pennata tarapacensis*, con lo mencionado por el Plan Nacional para la Conservación del Suri (Serfor, 2015), esta investigación mencionará al animal estudiado como “*Rhea pennata*”, por el hecho de que, en la mayoría de las fuentes consultadas que hacen referencia a la población distribuida en el Perú, es mencionado casi unívocamente de tal forma, sin referir subespecie. Por esta razón, podría mencionarse que sería sumamente provechoso que hubiera estudios filogenéticos destinados a estudiar nuevamente la clasificación de esta especie y a sus respectivas subespecies, a fin de poder esclarecer estas discrepancias de índole taxonómica.

*Rhea pennata* presenta una dieta omnívora (Llësh, Salinas & Chipana, 2007). Prefiere raíces, hojas, semillas y frutos; aunque llega a darse casos de que esta especie consume, además, pequeños animales,

tanto invertebrados como vertebrados. Esta especie tiene un consumo muy pequeño de agua, ya que obtiene buena parte de sus requerimientos hídricos en base a las especies vegetales que consume. Un dato sumamente curioso es que esta especie suele ingerir pequeños guijarros y piedrecitas que le ayudan a moler su alimento al interior de su sistema digestivo. Al carecer de dientes y de la capacidad de masticar, como todas las aves, se valen de una molleja, compuesta por tejido duro, para fragmentar el alimento que tragan entero. Echaccaya, Arana & Salinas (2017) realizaron un estudio sobre la dieta de *R. pennata*, con base en la obtención de muestras fecales de dicha especie. El resultado de este estudio fue que es una especie eminentemente herbívora y que, de forma ocasional, se alimenta de invertebrados; en este caso, del orden *Lepidoptera* (polillas, mariposas y afines). Los resultados arrojaron que un 96% de su dieta se conforma de material vegetal y un 0.11% de los insectos mencionados (lepidópteros). A esto se suma un 3.89% de material inorgánico. El material inorgánico que se encontró se compone de pequeños guijarros y piedras de un diámetro de 30 x 15 mm. Citan estos autores a Noble (1991), esta especie puede llegar a almacenar algo más de 900 gramos de estos guijarros en su molleja.

Se trata de una especie gregaria que se puede encontrar grupos de cinco a treinta individuos. Tolera muy bien a congéneres de otras edades, aunque no se ha registrado organizaciones jerárquicas de tipo manada: no hay un individuo líder que guíe al resto, aunque sí uno más dominante que otros (Del Hoyo, *et al.*, 1992). En salida de campo se pudo ver ejemplares subadultos bastante próximos entre sí, 1 o 2 metros de distancia entre cada ejemplar, que estaban descansando en un pajonal. También se ha avistado grupos de *Rhea pennata* cerca de rebaños de vicuña (*Vicugna vicugna*). Esto últimos ejemplares, adultos, guardaban una mayor distancia, de entre 2 y 3 metros, aproximadamente, unos de otros. Si bien hace unas décadas, Plenge (1979) mencionaba que llegó a haber una distribución disyunta de las poblaciones de *R. pennata*, a lo largo de los departamentos de Tacna, Puno y Moquegua, al día de hoy la exigua población se congrega casi exclusivamente en Tacna. Se tiene registro oral de pobladores que han visto a grupos asombrosos e inusualmente grandes de *R. pennata* de más de un centenar de ejemplares.

Esta especie, pese a ser normalmente gregaria, donde llega a tolerar a sus congéneres, en la temporada de reproducción suele ser bastante territorial (Del Hoyo *et al.*, 1992). Se puede decir que esta especie presenta un comportamiento reproductivo típico de muchas de las *Struthioniformes*. Los machos defienden un territorio de varios cientos de metros (Barry, Navarro & Martella, 2008), en donde transitan las hembras, atraídas por éstos. En estos territorios, los machos atraen a las hembras con movimientos de sus alas, y chasquidos y gorjeos. Luego de la cópula, la hembra deposita sus huevos en una depresión realizada por el macho, del cual dependerá tanto la incubación como la cría de los polluelos. Luego de ello, la hembra sigue su camino. El macho seguirá atrayendo a más hembras y

éstas, luego de desovar en el nido del macho, serán atraídas por otros ejemplares: es un sistema poligámico poligínico y poliándrico, también llamado “poliginándrico” (Navarro & Martella, 2002; y Balmford, 1992), en el cual un mismo macho puede criar, además de sus propios descendientes, a la prole de otro macho (Ivory, 1999). Los huevos tienen unas dimensiones de 127 x 87 mm, son de color variable verdoso amarillento y verde oliva. El macho puede tener hasta unos treinta huevos en su nido hasta que se dispone a la incubación (Del Hoyo *et al.*, 1992). Tras unos 40 días de incubación, nacen los pollos, precoces y recubiertos de un plumón color marrón grisáceo con barras marrón oscuro y crema. Éstos siguen al padre que cuidará celosamente de ellos por los próximos 6 (Ivory, 1999) a 8 meses (Navarro & Martella, 2002). Después de este período, los juveniles se congregan en parvularios hasta que llegan a la edad reproductiva, tras la cual se separan de éste. La mortalidad de los pollos es alta, y se estima que la solamente mitad logrará sobrevivir hasta su madurez sexual (Navarro & Martella, 2002).

El Inca Garcilaso de la Vega menciona que ya por las poblaciones ancestrales, esta especie se llamaba “suri”. En su VIII crónica, capítulo XX, Garcilaso menciona que los pobladores empleaban esta denominación para *Rhea pennata* (Alvar Esquerre, 1997). Se menciona, además, en el Plan Nacional para la Conservación del Suri (Serfor, 2015), que se le atribuían muchas cualidades místicas a los diferentes órganos y partes del cuerpo de dicho animal. También mencionado por Garcilaso de la Vega, en la misma crónica, los integrantes de la nobleza indígena empleaban tocados ceremoniales adornados con las plumas de esta ave. Finalmente, se menciona que esta especie poblaba el altiplano andino, y que era una especie protegida por aquellos mismos pobladores andinos. A esto se suma que en los petroglifos de Miculla y Quelcatani aparecen representadas las figuras de lo que, evidentemente, es la especie estudiada (Yaresi, 2017). Respecto al nombre, Koepcke y Koepcke (1963) -citado en Villanueva (2005)-, mencionan que la palabra “suri” pudiera remitir a la palabra aimara, que significa “colgado”, haciendo una clara referencia a posición de las plumas.

Esta especie se encuentra clasificada en situación de “Menor Preocupación” (UICN, 2014). No obstante, según el Plan Nacional para la Conservación del Suri (PNCS), esta clasificación debe ser reconsiderada (Serfor, 2015). *Rhea pennata* se encuentra presente en Chile, Bolivia y Argentina, en donde registra poblaciones que se encuentran en peligro de extinción (MMA, 2014, 2015); sin embargo, es en Perú -donde las poblaciones se centran en las regiones de Tacna, Moquegua y Puno- donde se encuentra en crítico peligro de extinción (Serfor, 2015). En 2014, según el DS004-2014 del Ministerio de Agricultura y Riego, fue declarado en el estado “En peligro crítico”. El Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inrena) censó en 2008 a poco más de 400 individuos en el altiplano peruano.

Prácticas antrópicas han ido generando que la población de *Rhea pennata* haya reducido significativamente (Serfor, 2015; Pulido, 1991). Esta especie presentaba una población bastante densa durante el incanato, y se consideran fuentes orales que mencionan grupos de más de un centenar de individuos (Villanueva, 2005). Se menciona en este mismo escrito que poblaciones argentinas ancestrales empleaban las plumas para la elaboración de tocados. Con todo, autores (Lleellish, Salinas & Chipana, 2007; Pulido, 1991) consideran que el declive abrupto de las poblaciones de *R. pennata* en el último siglo se han debido a la caza indiscriminada, la alteración del hábitat, el sobrepastoreo, entre otros. Los esfuerzos de las autoridades en temas ambientales y las autoridades regionales de Tacna, principalmente, han contribuido a la creación del Área de Conservación Regional (ACR) Vilacota Maure (Gobierno Regional de Tacna, 2012). Esta área natural protegida tiene como objetivo la conservación de esta singular especie. Desde su creación en agosto de 2009, las poblaciones de *R. pennata* se encuentran guarecidas en su interior. Con todo, y pese a ser una especie en peligro de extinción, la actividad humana sigue contribuyendo a vulnerar la población de esta especie.

Si bien a nivel nacional los sucesivos censos han registrado una disminución de ejemplares, cabe resaltar que, según información del Área de Conservación Regional Vilacota Maure, al interior de ésta área de conservación regional ha habido un claro incremento de ejemplares. De acuerdo al último censo nacional de suris realizado en junio del 2016, la población nacional es de 350 individuos, de los cuales 124 (es decir un tercio de la población nacional) se encuentran en el ACR Vilacota Maure, lo cual podría convertir en el último refugio para esta especie en el Perú (Boletín ACR Vilacota Maure, 2016).

*Foto 1: Ejemplares adultos de R. pennata, en un bofedal del ACR Vilacota Maure.*



*Fuente: ACR Vilacota Maure, 2017*

*Foto 2: Ejemplar adulto de Rhea pennata*



*Fuente: Gobierno Regional de Tacna, 2008, Primer censo nacional del Suri*

*Foto 3: Ejemplar adulto de R. pennata, registrado en pajonales de Ancomarca, Tacna*



*Fuente: Gobierno Regional de Tacna, 2008, Primer censo nacional del Suri*

Foto 4: Ejemplares de suri en las inmediaciones de la Laguna Vilacota.



Fuente: ACR Vilacota Maure, 2017

#### 1.4.2. Estudios análogos

Los estudios ecológicos de distribución de especies amenazadas permiten conocer la verdadera magnitud de la amenaza que se cierne sobre la especie en cuestión. A lo largo de la investigación, se consultaron otros estudios sobre especies que se encuentran en riesgo de extinguirse. Un primer ejemplo de ello es el de Meneses & Beck (2005). Esta investigación aborda la tipificación del estado de conservación de las especies que se encuentran en las distintas especies vegetales de Bolivia. Se menciona la tipificación de “*En peligro crítico*”. Ésta se define como la alta posibilidad por la cual una especie quede extinta, porque se ha eliminado entre el 80 y el 90 por ciento de la población adulta, capaz de reproducirse, en menos de diez años o en tres generaciones (UICN, 2000). Justamente es en esta categoría en la que se encuentra *Rhea pennata*, al menos para el territorio nacional (Serfor, 2015). Es pertinente, también, mencionar que la extinción contempla dos escenarios: la extinción en estado silvestre y la extinción definitiva de la especie.

Así pues, la investigación realizada por Meneses & Beck (2005) permite conocer la tipificación de las especies amenazadas. A esto se suma la investigación realizada por Baena & Halffter (2008).

Abordando el tema de la extinción, el artículo titulado “Extinción de especies” menciona que la acción humana representa una seria amenaza sobre poblaciones. Así, causas enteramente antrópicas pueden generar la extinción de especies o taxones. El artículo menciona que, para el caso del archipiélago de Hawái, casi la mitad de las especies de aves endémicas fueron extintas luego de la colonización por los seres humanos. De la misma forma, en Madagascar, muchas especies de aves, lemúridos, mamíferos, entre otros fueron extintos hacia el año 500 d.C. (Meneses & Beck, 2005). Se menciona en el artículo que, pese a que haya conocimiento de que hay un número importante de especies y taxones amenazados, es bueno que se realicen investigaciones a fin de que se pueda más trabajo científico de campo con el fin de conocer el estado de conservación de las poblaciones y sus amenazas, con monitoreos continuos para estimar la densidad poblacional e identificar el grado de fragmentación de su hábitat. (2008)

Dado que se trata de una especie gravemente amenazada, *Rhea pennata* ha sido estudiada en muchas oportunidades. Los estudios realizados por el Ministerio de Agricultura (Minagri) y el Ministerio del Ambiente (Minam) han apuntado a determinar la cantidad de individuos (Serfor, 2015), así como la descripción de la especie, de los hábitos de la misma, entre otros temas. Publicaciones sobre la especie no han sido infrecuentes, aunque ciertamente, se han ocupado de estudiar a la especie, no tanto así su distribución espacial. Lleellish, Salinas & Chipana (2007), en su estudio, apuntan a determinar las características biológicas del suri, así como de sus amenazas, características ecológicas, etc. Este estudio menciona las dimensiones promedio del animal, sus hábitos alimenticios, su ecología y comportamientos, entre otros datos; además, menciona las amenazas que vulneran la población, siendo éstas, principalmente, causadas por la acción humana. Esta publicación reviste una importancia por el hecho de mencionar un censo de la población, realizada por el método de transectos o cuadrantes.

Un ejemplo de estas investigaciones es la realizada por Hernández *et al.* (2008). Esta investigación, muy afin a la presente, realiza un censo adecuado de la población de *R. pennata* en las regiones de Chile; específicamente, en Arica y Parinacota, y Tarapacá. Esta investigación, puntualmente, menciona aspectos tales como la situación del estado de conservación de esta especie en Chile y su distribución; además, realiza un censo poblacional y una estimación. Reparando en su distribución, menciona su tamaño poblacional, su densidad y los métodos de estimación de abundancias poblacionales. Por otro lado, en el Perú, el Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inrena) realizó por esas fechas un estudio similar: la “Evaluación nacional del suri en los ecosistemas andinos” (Inrena, 2008). Este estudio realizó su labor por medio de censos y de entrevistas a los pobladores, a fin de poder determinar dónde se ubicaba la población de estas aves.

Barry, Martella & Navarro (2008) presentan los efectos de la caza, recolección de huevos y pastoreo de ganado en la densidad y el éxito reproductivo de *R. pennata* en la Patagonia. Es sabido que esta

especie presenta una población más saludable en Argentina (Folch, 2014). Este estudio menciona que las poblaciones de *R. pennata* se han visto reducidas en Argentina, precisamente por las mismas causas antrópicas que esta investigación considera. Además, menciona que las poblaciones pueden coexistir con el ganado mientras se mantengan intactos los lugares de nidificación. Con todo, cabe resaltar los exitosos esfuerzos del Gobierno Argentino para la conservación de esta especie.

#### 1.4.5. Marco teórico

En la presente investigación, se ha considerado pertinente explicar una serie de conceptos clave. Estos conceptos merecen ser explicados para poder entenderse en el marco de esta investigación. En primer lugar, es pertinente mencionar el concepto de "hábitat". El hábitat es definido por Smith & Smith (1986) como el espacio en el que se desarrolla una población, describe, pues una localización geográfica que puede ser definida a diferentes escalas. También, se define como la unidad de distribución dentro de la cual una especie se encuentra retenida por las limitaciones de su fisiología o estructura física. Estos autores mencionan que, dentro de un hábitat, no todas las áreas son igualmente aptas para ser ocupadas, con lo que la distribución de las poblaciones se da en una determinada jerarquía. Para Odum (1966), en cambio, el hábitat es el sitio en el cual uno esperaría encontrar una especie determinada. En esta investigación, se está considerando pertinente la noción de hábitat puesto que la zona de estudio compone el hábitat de muchas especies. El concepto de "hábitat" cobra gran importancia, puesto que, en esta investigación, se busca determinar si el hábitat de *Rhea pennata* se encuentra afectado. Para eso se han hecho dos consideraciones, mencionadas por Smith & Smith (1986):

- i. Hábitat real: También llamado "hábitat logrado", es aquel que ocupa una población de forma empírica. Es decir, la forma en la que se distribuyen en el espacio físico que ocupan.
- ii. Hábitat potencial: Es aquel que podría ocupar una población partiendo de la confluencia de factores que ésta prefiere al suponer las condiciones que le son favorables para su desarrollo. En algunas investigaciones

Adicionalmente al concepto de "hábitat", es importante presentar el concepto de "nicho ecológico". El nicho ecológico se puede definir como el conjunto de variables físicas y biológicas que propician el buen funcionamiento de un organismo (Smith & Smith, 1986). De esa manera, se asume al nicho ecológico como la función que tiene un determinado individuo (que forma parte de una población) dentro del ecosistema. Si bien éste comparte algunos elementos comunes con la noción de hábitat, el concepto de nicho ecológico es más preciso, en tanto que incluye, además de los factores bióticos y

abióticos, el rol puntual de un individuo en concreto. En este caso, el nicho ecológico de la especie estudiada estaría dado por el rol que cumple en la comunidad ecológica. Este concepto será pertinente en la investigación por el hecho de que es importante determinar el rol que ocupan la especie. Minagri (2017) menciona que esta especie comparte un nicho ecológico con muchos mamíferos, como los guanacos y las vicuñas, puesto que es herbívora y que la gran mayoría de su dieta se compone de especies que están a ras del suelo. *Rhea pennata* en el Área de Conservación Regional Vilacota Maure, de forma tal que se pueda entender la importancia de la conservación de ésta.

Siendo éste un trabajo de investigación sobre la distribución de *Rhea pennata*, es pertinente que se teorice también sobre este concepto. Así, el concepto de distribución que se toma para la siguiente investigación responde a dos tipos: distribución ecológica y distribución geográfica. La distribución geográfica, como su nombre sugiere, apunta a determinar en qué lugar se ubica, en este caso, la población de ejemplares de *Rhea pennata*, al interior del área de estudio. La distribución ecológica, en cambio, es definida por Odum (1966) como la forma en la que los elementos que conforman una población se presentan a lo largo del espacio en el que se distribuyen. Se reconocen tres tipos:

- i. Aleatoria, en la cual los ejemplares se ubican de tal forma que no siguen ningún patrón.
- ii. Agrupada, en la que los ejemplares se ubican en grupos diseminados a lo largo del área de distribución.
- iii. Uniforme, en la cual los ejemplares se ubican manteniendo un mismo rango de distancia uno del otro.

La importancia de la distribución es que permite entender cómo es que estas especies se encuentran extendidas dentro de su hábitat, lo que permite diferenciar el hábitat real del potencial.

Otro aspecto importante sobre el que hay que discurrir es el de la conservación. Es importante exponer cuáles son las definiciones que se coligen de este concepto, en aras de poder conocer los avances que se ha dado en esta materia, más incluso referente a la conservación de la especie estudiada. La conservación se puede definir como un conjunto de políticas y estudios, tomas de decisiones, acciones puntuales, etc., que parten desde la unificación de disciplinas sociales y humanísticas, tales como las leyes y el derecho, la antropología, las ciencias políticas, entre otras; y las disciplinas que se dedican al estudio de los seres vivos, tales como la biología, la ecología, entre otras (Groom, Meffe & Carrol, 2006); y que permiten entender las causas que explican la pérdida de diversidad biológica, ecosistémica, genética, etc. Dada la riqueza del Perú en términos de biodiversidad, tomar acciones que coadyuven a la conservación es de mucha importancia. Para la especie estudiada, las políticas de

conservación se han reflejado en la implementación de un plan nacional (PNCS, Serfor, 2015); sin embargo, solo cuatro especies cuentan con un plan análogo, siendo el suri el que tiene el plan nacional más recientemente implementado (López Tarabochia, 2016). Sugiere dicho autor que es necesario que se lleven a cabo más esfuerzos de parte de las autoridades gubernamentales para implementar más planes de conservación sobre muchas de las especies que se encuentran, de alguna manera, amenazadas.

Una forma que tiene el Estado Peruano de promover la conservación de especies y ecosistemas por medio de la implementación de un área natural protegida (ANP, plural: AANNPP) (Sernanp, 2013). El Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp), que depende del Ministerio de Ambiente, es la entidad gubernamental encargada de implementar las áreas naturales protegidas, manejarlas y satisfacer sus necesidades. Por su parte, el Servicio Forestal (Serfor), dependiente del Ministerio de Agricultura y Riego, se ocupa de, entre otras cosas, promover el manejo y uso responsable de los recursos de fauna silvestre y forestales, usualmente, dentro de las circunscripciones de dichas áreas naturales protegidas (Sernanp 2013). Las áreas naturales protegidas deben cumplir con una serie de objetivos (ver *Anexo I*)

Dentro de la tipificación de las diferentes áreas naturales protegidas, se encuentra una, cuya administración depende del Gobierno Regional. Las Áreas de Conservación Regional (ACR, AACRR) son implementadas por el Gobierno Regional con la anuencia de Sernanp, luego de que los actores (instituciones públicas, privadas, habitantes de la zona de interés, etc.) han convenido un acuerdo sobre los lineamientos de dicho espacio a conservar. Luego de esto, se realiza una inscripción en la Superintendencia Nacional de Registros Públicos (Sunarp). Finalmente, se debe contar con la realización e implementación de un Plan Maestro, que permita exponer los motivos, los procesos, los lineamientos, etc., que han sido considerados para la implementación de dicha ACR.

Para los efectos de esta investigación, es importante describir las características de las áreas naturales protegidas, puesto que se está trabajando en una de estas. Puntualmente, el ACR Vilacota Maure fue implementada formalmente en 2009 y es actualmente dependiente del Gobierno Regional de Tacna. Esta ACR tiene como uno de los principales objetivos la preservación de la especie estudiada en esta investigación, motivo por el cual, precisar algunas de las características propias de dicho tipo de ANP es pertinente.

Otro concepto que se tiene que exponer, más aun cuando ya se ha hablado de la conservación, es el de la extinción, dado que esta investigación apunta evitar la extinción de esta especie. La extinción es definida por Smith y Smith (1986) como la desaparición de una especie. Ahora bien, la Lista Roja de las Especies Amenazadas de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN,

2000) diferencia la extinción, que implica la desaparición de todos los ejemplares de una especie determinada, de la extinción local, que ocurre si es que la especie solo desaparece de una zona concreta, pero mantiene poblaciones en otras localidades; o en estado salvaje, si es que se conservan solamente ejemplares en cautividad. En este caso, habiendo especies de *Rhea pennata* en otras localidades (todas ellas fuera de Perú), podría hablarse de una extinción local de esta especie. Este organismo menciona que existen los siguientes grados o categorías para medir el estado de conservación (ver Anexo 2). En concreto, hay que mencionar que la clasificación en la cual se encuentra *Rhea pennata* es la de “Amenazada en Peligro Crítico de Extinción”. Esta categoría incluye a las especies que se encuentran en la mayor preocupación, puesto que se han perdido entre el 80 y el 90 por ciento de los ejemplares adultos en menos de 10 años o en tres generaciones; o si es que presenta un número inferior a 250 ejemplares adultos en estado silvestre. Respecto de la extinción, se reconocen dos tipos: “Extinta en estado salvaje” y “Extinción definitiva”. La primera se trata de especies que presentan cero ejemplares en su hábitat natural, pudiendo ser conservada en cautividad. La cría en cautividad de especies catalogadas en este estado de conservación puede permitir la recuperación de poblaciones extintas en su hábitat natural. Por el contraste, la segunda implica la desaparición de la especie tanto en su medio natural como en cautiverio. Si no se realizan avistamientos de esta especie en el lapso de 50 años, se considera extinta.

Otro concepto pertinente en esta investigación es el de la fragmentación. Diversos autores como Smith & Smith (1986) y Odum (1966) mencionan la problemática de la fragmentación. Turner *et al.* (2015) mencionan que la fragmentación es la pérdida de continuidad del espacio en el cual los individuos se desarrollan. Al estar ligada con la pérdida de espacios habitados, la fragmentación se vincula hondamente con la pérdida del hábitat dentro de un ecosistema particular. Smith & Smith (1986) mencionan que la fragmentación responde a actividades humanas que se desarrollan de manera tal que pueden generar una disrupción en la continuidad de los ecosistemas y en los hábitats. Puede decirse que existe una fragmentación generada por la presencia actividades humanas que se realizan en el hábitat de *Rhea pennata*. Este factor puede conllevar a que la distribución real de una especie sea menor a la del espacio en el que, por confluencia de condiciones favorables, podrían llegarse a desarrollar; es decir, por acción de la fragmentación, el hábitat real podría ser considerablemente menor a la del hábitat real. Conocer este concepto permite entender la salud del hábitat habido en el ACR Vilacota Maure, el cual, por la presencia de las actividades humanas puede haberse llegado a degradar al punto que, si solamente se consideran las variables abióticas, puede seguir siendo un espacio que reúna las condiciones ambientales para albergar a *Rhea pennata*, pero que, por el grado de impacto que tienen sobre dicho espacio las actividades humanas ya mencionadas, es posible que haya un grado de fragmentación y desconexión y desintegración del hábitat de esta ave.

Dentro de la noción de la “fragmentación” es pertinente mencionar los siguientes conceptos:

- Parche: Mencionado por Turner *et al.* (2015) como un efecto principal de la fragmentación. El ecosistema, otrora continuo, se aprecia disyunto y los parches son estas unidades que quedan luego de que se ha fragmentado un área.
- Corredor: Otro concepto de Turner *et al.* (2015), en el cual se establecen conexiones entre parches. Estos corredores permiten el paso de las especies (y poblaciones) de un parche a otro y, pese a que se haya fragmentado, se permite mantener un cierto grado de interconectividad. Aunque no siempre actúa para todos los individuos o poblaciones, permite que pasen progresivamente y se mantenga la diversidad genética de las poblaciones, así como permite que haya una transferencia de energía entre ambas partes.
- Matriz: Es el espacio en el que se dan, en suma, todos estos procesos de fragmentación. (Turner *et al.* 2015)

Para poder entender la relación tan delicada entre el ser humano y *Rhea pennata* es necesario aclarar, también, el concepto de competencia interespecífica. En primer lugar, se debe mencionar que ésta es un tipo de relación que se establece entre dos especies. Se trata de un tipo de relación interespecífica (Sahney *et al.*, 2010; Begon *et al.*, 2006) en la que ambas especies deben competir por el hecho de que emplean los mismos recursos, ya sean de espacio, alimenticios, entre otros. Se asume en esta investigación que el ser humano tiene una competencia interespecífica directa con *Rhea pennata* al aprovechar los mismos espacios. Naturalmente, el ser humano no se alimenta de las especies vegetales que consume el suri, y, sin embargo, compite por los espacios en los que puede desarrollarse, que no abundan en el ACR Vilacota Maure, y que emplea para el pastaje de su ganado. De igual manera, el ser humano, como ya se mencionó, implementa divisiones de terreno, tales como cercos alambrados, para demarcar la posesión de los terrenos, lo cual implica una pérdida de la conectividad en el área de distribución de *R. pennata*, lo cual, a su vez, suma a la competencia interespecífica directa. Sin embargo, dicha competencia interespecífica se da también de forma indirecta, por el hecho de que las llamas y alpacas, criadas por éstos, compiten con *R. pennata* por el alimento, y la desplazan de los bofedales que emplean de bebedero. De por sí, dado que las llamas y alpacas son similares a las vicuñas y los guanacos (todas las especies mencionadas son auquénidos), no supondrían un riesgo para la distribución de la especie estudiada. Pese a que ocupen un nicho ecológico similar, el suri no pareciera estar amenazado por las vicuñas, y más bien, suelen compartir un mismo espacio, siendo frecuente verlos juntos (Del Hoyo *et al.*, 1992). Esto se debe a que, realizado de forma natural, el pastoreo de auquénidos no supondría un problema, pero llevado a cabo de una forma intensiva (Bustamante Becerra, 2006; Del Hoyo *et al.*, 1993; Villanueva, 2005). Es este pastoreo dado de tal forma, al que se le pasa a denominar “sobrepastoreo” (en inglés “*overgrazing*”), que se da de forma excesiva al punto

que la competencia interespecífica no se da en formas igualitarias, y que suele devenir el que *Rhea pennata* se queda sin alimento, porque éste es, en su gran mayoría, aprovechado por el ganado.

Una herramienta que ha probado ser muy importante para la realización de esta investigación es la metodología del censo. Se trata de una metodología estadística que permite contar los seres vivos que conforman una población a fin de obtener información de los individuos que la conforman. En términos ecológicos, Martella, M.; Trumper, E.; Bellis, L. M.; Renison, D.; Giordano, P.; Bazzano, G.; & Gleiser, R. M. (2005), mencionan que esta metodología permite conocer la cantidad de individuos que componen la población con mucha exactitud, aunque solo es veraz y viable en aquellas poblaciones que no migran y que son suficientemente pequeñas como para poder ser contadas. Las distintas formas de seres vivos requieren diferentes metodologías. En el caso de las aves, existen variedad de métodos de censo, en función del espacio en el que estas aves se encuentran en el momento de la toma de datos.

Para el caso de aves terrestres (o que se encuentran en la tierra al registrarse) González-García (2014), en Gallina-Tessaro & López (2014), menciona que el observador puede desplazarse o no. En el caso de no desplazarse, puede realizar un registro de los ejemplares de aves en función de avistamiento o de la escucha de su canto, permaneciendo un lapso de tiempo en un espacio concreto. De la misma manera, se pueden instalar redes de monitoreo para poder realizar capturas para tomar mediciones, muestras o ejemplares mismos para estudios o colecciones ornitológicas. En caso de que el investigador opte por desplazarse, se puede tomar datos por conteo, realizando un trayecto en línea recta, si es que el área de estudios es muy amplia y/o la especie presenta una distribución más espaciada. En el caso de la especie estudiada, se ha optado por esta última metodología de censo, dado que son ejemplares bastante grandes como para caber en una red ornitológica y mayoritariamente silenciosos. De la misma manera, se tiene una población bastante reducida y distribuida en un espacio concreto, con lo que los investigadores consideraron más conveniente poder realizar conteos al desplazarse.

El poder teorizar respecto de estas definiciones aporta una serie de alcances preliminares. En primer lugar, permite conocer una serie de conceptos básicos que introducen la investigación y que permiten iniciar la teorización en la misma; en segundo lugar, permite constatar los avances en el campo presentado. Estos conceptos han sido escogidos por el hecho de que son resaltantes para la investigación: es necesario conocer las implicaciones de la extinción, las condiciones por las cuales ésta se da, por ejemplo, bajo qué condiciones se considera que un ser vivo ya está extinto. Ha sido necesario, además, conocer este concepto para poder establecer cuán lejos o cerca se encuentra la situación de la conservación –concepto también discutido a lo largo de este acápite- de *Rhea pennata*, en aras de poder prevenir la extinción. También es importante conocer los alcances que esta serie de

políticas de conservación han tenido a lo largo del territorio nacional, en aras de poder determinar cuánto puede contribuir una investigación como ésta a dicho paradigma. El exponer los conceptos de hábitat y nicho ecológico permiten entender esta investigación, puesto que son conceptos claves en la misma. Es necesario conocer qué significan estos dos conceptos puesto que tienen una gran importancia cuando se habla de ecología: es imposible pensar en la conservación de una especie *in situ* si es que no se conocen las características bióticas y abióticas que conforman el hábitat y las distintas funciones biológicas que ésta puede ejercer en el medio ambiente que habita



## CAPÍTULO SEGUNDO

### De la caracterización del área de estudios

El Área de Conservación Regional Vilacota Maure fue implementada por el Decreto Supremo del Minam (Ministerio de Ambiente, Perú) número 015-2009, citado en el Plan Maestro del Área de Conservación Regional Vilacota Maure (Gobierno Regional de Tacna, 2012). Este decreto, dado el 28 de agosto del año 2009 (ejemplar código 401607), fijó que dicha área de conservación regional contaría con un área total de 258,452.37 hectáreas (doscientos cincuenta y ocho mil cuatrocientas cincuenta y dos hectáreas, y tres mil setecientos metros cuadrados; 2,584.52 km<sup>2</sup>). De la misma manera, ésta incluye a los distritos de Palca –en la provincia de Tacna-, Susapaya, Tarata y Ticaco –en la provincia de Tarata-, y Candarave –en la homónima provincia de Candarave-. Este ACR se encuentra administrada por el Gobierno Regional de Tacna y tiene como uno de los objetivos principales el conservar las poblaciones de *Rhea pennata* (Diario “El Peruano”, 2009). El ACR Vilacota Maure tiene como hitos principales la Laguna Vilacota y el Río Maure, la Cordillera del Barroso, el Nevado Chontacollo, la quebrada del Río Ticalaco y el Río Calientes (para ver los límites reales por punto cardinal, ver *Anexo 3*)

Se trata de un espacio relativamente amplio: con algo más de 2,500 km<sup>2</sup> ocupa casi una séptima parte del área total -de, aproximadamente, 14,700 km<sup>2</sup>-de la Región Tacna (Gobierno Regional de Tacna, 2012). El Área de Conservación Regional Vilacota Maure tiene una cantidad variable de guardaparques, que oscila entre cuatro y seis. Los guardaparques realizan sus labores durante las horas del día, puesto que, en la inmensa mayoría de los casos, no se cuenta con iluminación eléctrica. Siendo el ACR Vilacota Maure una zona rural, el ganado auquénido es el que ocupa casi la totalidad de los rediles. Los rebaños de alpacas (*Lama pacos*) y llamas (*Lama glama*) que pertenecen a los comuneros que habitan al interior del ACR pueden contar con más de cien ejemplares. Los pastores suelen sacar a sus rebaños a pastar a los bofedales circundantes a tempranas horas de la mañana y los conducen de nuevo al redil al ponerse el sol. Durante distintas épocas del año, en coordinación con los especialistas que laboran en las oficinas del Gobierno Regional de Tacna, se realizan campañas de vacunación y desparasitación del ganado auquénido. Estas labores implican el viaje desde la ciudad de Tacna hasta el Área de Conservación Regional.

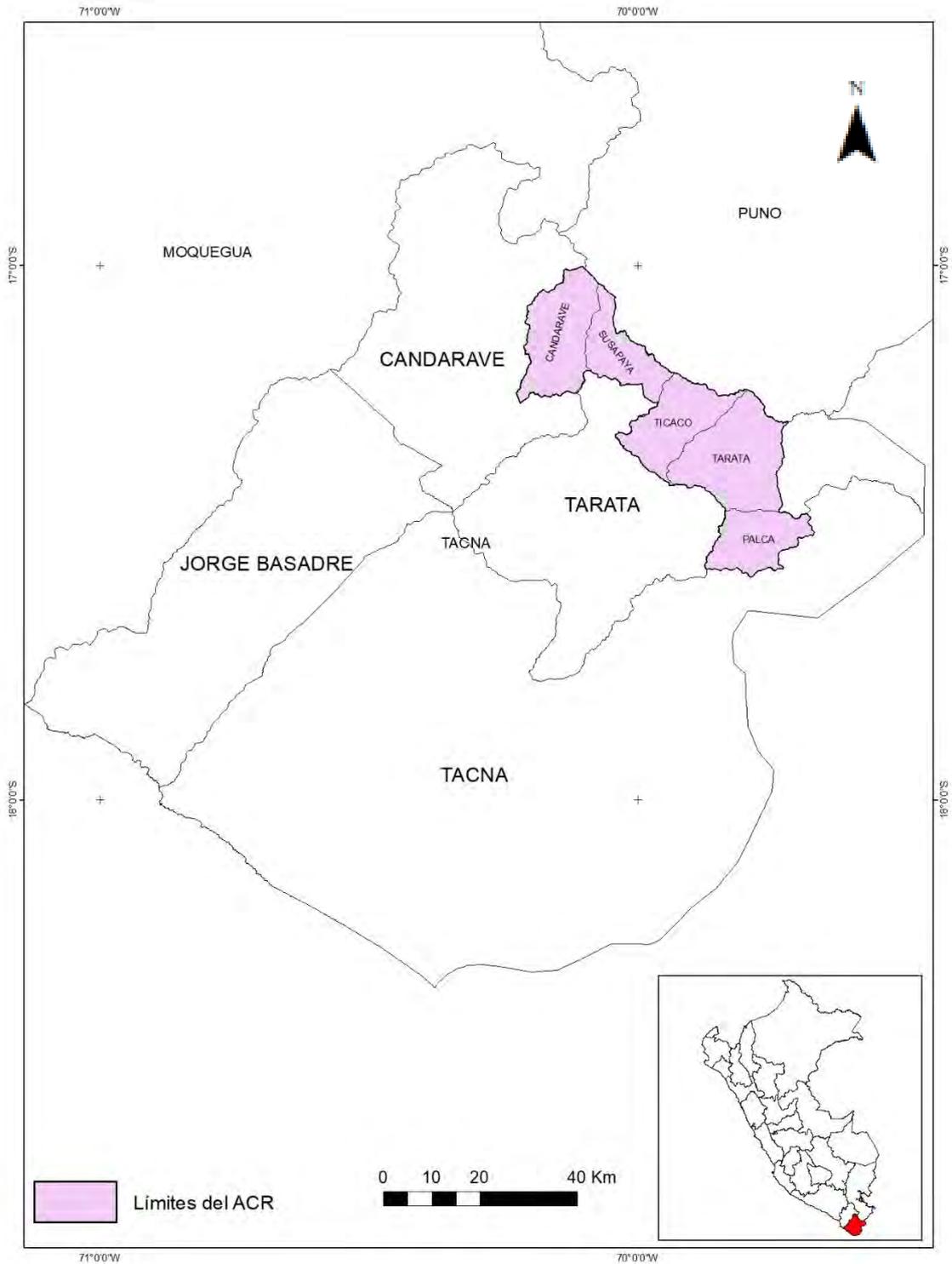
El acceso al ACR Vilacota Maure es por vía terrestre, tomando una de las tres rutas: Tacna-Palca-Alto Perú con rumbo a la zona sureste del ACR; o bien Tacna-Tarata-Livine, concluyendo en Chayapalca, que lleva a la zona central; o Tacna-Tarata-Santa Cruz, que lleva a la zona oeste del ACR. Las rutas tienen, en ciertas zonas, vías asfaltadas, pero, una vez dejada la ciudad de Tacna, las vías suelen ser meramente afirmadas. El trayecto, desde la ciudad de Tacna hasta los confines del ACR Vilacota

Maure, con base en la experiencia de la salida de campo, es de unas cinco horas. El camino, no exento de dificultades por la ruta afirmada y no asfaltada, solo pudo ser realizado de forma exitosa al contar con una camioneta con tolva y de doble tracción. El acceso, por cualquiera de las tres rutas, debe ser emprendido desde muy temprano, según los propios guardaparques, puesto que es apremiante evitar a toda costa que el trayecto se dé cuando cae el sol.

En la visita al Área de Conservación Regional Vilacota Maure, con fecha los días 25 al 28 de abril del 2017, pudo conocerse que el hábitat de *Rhea pennata* se extiende a lo largo de una gran meseta, con una elevación de entre los 3,500 y 5,400 msnm. Por estas características, es que se le da el nombre de “altiplano”. En el presente capítulo se verán las características de este espacio elegido para llevar a cabo esta investigación. En primer lugar, se abordará la geografía física, reparándose en el relieve, la geografía y la geomorfología; luego, se verá la hidrología y la climatología; finalmente, se abordarán las zonas de vida, según la clasificación de Holdridge (1967). En segundo lugar, se abordará el aspecto humano de la geografía, reparando en la población, las características de la organización social, las características económicas que presenta y se hará un breve recuento histórico de la misma. Para esta parte, se ha recabado hondamente lo expuesto y presentado por el Plan Maestro del ACR Vilacota Maure (Gobierno Regional de Tacna, 2012), complementado con bibliografía consultada. Todo esto, a su vez, ha podido comprobarse de forma empírica con una salida de campo, como parte de las labores de la misma investigación.

En la misma visita se pudo constatar las difíciles relaciones entre una parte de los pobladores y los propios especialistas dependientes del Gobierno Regional de Tacna. De la misma forma, se pudo constatar el poco grado de interés por parte de un grueso de la población conocida, so pretexto de que compiten con su ganado. Con todo, esfuerzos de profesores por enseñar a los alumnos a cuidar la fauna local, y con ella a *Rhea pennata*, constituyen signos alentadores sobre la conservación de esta especie. En entrevistas no estructuradas con los profesores de un centro educativo en la localidad de Corocorane (distrito de Tarata, provincia de Tarata), pudo conocerse el esfuerzo de parte del personal docente que, con apoyo del Gobierno Regional de Tacna, incentivan a los alumnos a no perjudicar a las especies con las que comparten el espacio. De igual manera, una visita no está exenta de riesgos, puesto que se supo que no es extraño que los cazadores furtivos de vicuñas accedan a los confines del ACR Vilacota Maure, lo cual supone un riesgo real para el personal que labora como guardaparques, dependientes del Gobierno Regional, investigadores, entre otros. En la misma entrevista no estructurada con el personal docente se supo que los alumnos aprenden los riesgos que conlleva la extinción de una especie como el suri, así como de la importancia de su conservación.

Mapa 1: Ubicación del ACR Vilacota Maure al interior del Departamento de Tacna



Fuente: Elaboración propia con data del Minam, Geoservidor.

## 2.1 Geografía física

### 2.1.1. Geomorfología, geología y relieve

El ACR Vilacota Maure cuenta con la presencia de tres distintas unidades geomorfológicas: el Flanco Occidental de los Andes, el Arco del Barroso y el Altiplano. Estas unidades geomorfológicas se componen casi exclusivamente de material volcánico. Los materiales que conforman dichas unidades geomorfológicas corresponden, en su mayoría, al período Cretácico (Mendivil, 1965; Gobierno Regional de Tacna, 2012); sin embargo, existen otros materiales, como piroclásticos (toba, biotita, cuarzo, etc.) de origen Cenozoico Paleógeno. Además de éstos, se encuentran depósitos aluviales y rocas de origen sedimentario, que datan del Cuaternario, principalmente, clastos, areniscas, etc. Los materiales de origen volcánico suelen encontrarse en la zona más alta, en las mesetas y los picos de las montañas; los materiales de origen sedimentario se ubican mayoritariamente en las zonas correspondientes a los ecosistemas de bofedales.

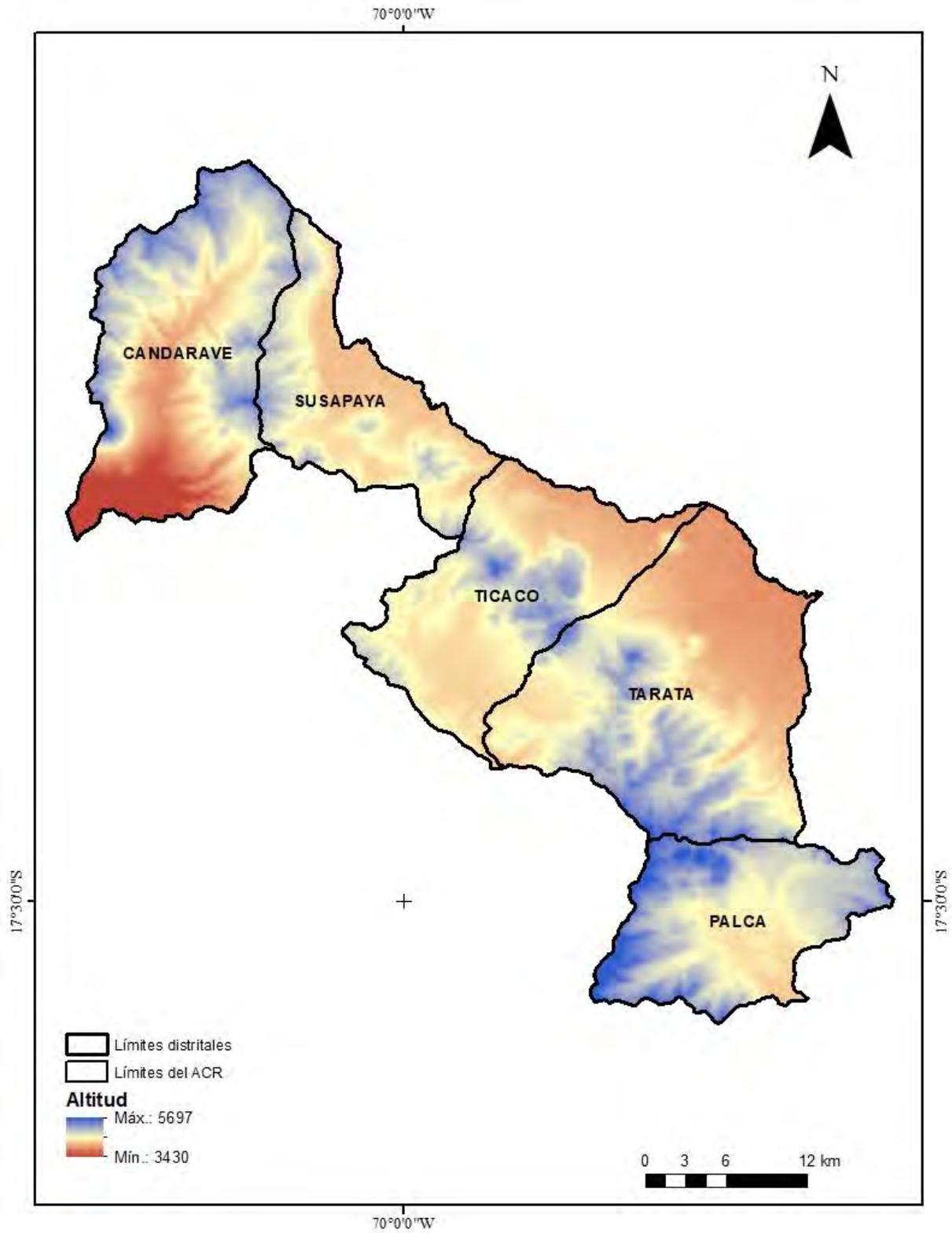
Las unidades geomorfológicas más resaltantes son el Altiplano y el Arco del Barroso. El primero, el Altiplano, se puede dividir en dos subunidades: las Altiplanicies y las Lomadas. Se trata, básicamente de un conjunto de pampas y de lomas poco elevadas (Mendivil, 1965). Las altiplanicies, concretamente, son cuencas cerradas que han sido rellenadas por material aluvial (Mendivil, 1965; Gobierno Regional de Tacna, 2012), donde los ríos que escurren en sus inmediaciones dan origen a los bofedales. Las lomadas, por su parte, son pequeñas elevaciones de origen glacial (morrenas y similares) que se desarrollan sobre depósitos lacustres y de poca compactación (Gobierno Regional de Tacna, 2012). El Arco del Barroso, de origen volcánico, comprende las nacientes de las cuencas y los conos volcánicos que se originan de éstas. Llegan a tener una altitud considerable, superando los cinco mil metros.

*Foto 5: Detalle de formaciones geomorfológicas presentes en el Área de Conservación Regional Vilacota Maure*



*Fuente: Gobierno Regional de Tacna, 2012, Plan Maestro del ACR Vilacota Maure*

Mapa 2: Modelo Digital de Elevación (DEM) al interior del ACR Vilacota Maure



Fuente: Elaboración propia con data del Minam, Geoservidor.

El relieve del Arco del Barroso, como se ve en la *Foto 5* es bastante accidentado. El hecho de que se trate de una formación de origen volcánico, cuya composición litográfica está conformada por andesitas, braquiandesitas, basalto, entre otras rocas, generan que sea material sea fácilmente meteorizada (Arcos, 2016). La meteorización del material que compone la litografía del Barroso es, con todo, lenta en términos de escala temporal humana, pero, con todo, podría explicar por qué, pese a ser una cordillera, presenta pendientes suaves, aunque también salientes escarpadas y rocosas (Cereceda, Cerpa & Mamani, 2010). Las salientes rocosas, meteorizadas, suelen presentar especies vegetales pequeñas, tales como las yaretas (*Azorella spp.*), algunas especies del género *Hypochaeris*, del género *Diplostephio* entre otras (Galán de Mera, Cáceres & González, 2003). El hecho de que esta formación geológica no presente un grado pendiente tan elevado podría no representar una dificultad para que *Rhea pennata* logre desplazarse por ciertas partes el Arco del Barroso, partiendo de que es una especie que prefiere los campos abiertos y llanos (Del Hoyo, *et al*, 1992). Conocer el relieve, sobre todo en lo referente a dicha formación geológica, permitiría explicar por qué se pudo haber distribuido en esta zona de forma tan exitosa en el pasado. El Arco del Barroso no constituye una cordillera totalmente continua (Arcos, 2016), sino que presenta espacios que se abren hacia la llanura de la altiplanicie, espacios por los cuales *R. pennata* podría transitar de un extremo al otro.

El altiplano, por su parte, se trata de una meseta que se ubica a una altitud de entre los 4,000 y los 4,500 msnm, caracterizada por ser, como su nombre lo indica, alta y plana (Monkhouse, 1978). Se trata de un espacio en el que proliferan, mayoritariamente, especies vegetales como los pastos andinos (*Stipa ichu*), algunas especies del género *Asteraceae*, yaretas, entre otros, en función del nivel de altitud (Galán de Mera, Cáceres & González, 2003). La presencia de especies de estos géneros mencionados, así como de los géneros *Nototriche*, *Fetusca*, *Poa*, entre otros sugieren que este espacio sería habitado por la especie estudiada, puesto que especies presentes en estos géneros constituyen su alimento. La presencia de los bofedales, afloramientos de agua dulce, a modo de pantanos andinos, se da en las zonas de relieve llano. Es en estos espacios que *Rhea pennata* se alimenta, principalmente, puesto que ahí crece la especie *Oxychloe* andina, que compone una buena parte de su dieta (Echaccaya, Arana & Salinas, 2017). Con todo, es presumible el hecho de que estos espacios sean muy aprovechados por el ser humano.

Estos últimos autores mencionan que se trata de una especie generalista, que suele alimentarse de una gran cantidad de especies vegetales. Por esta razón, que la zona de estudios presente un relieve bastante moderado favorece la presencia de esta especie. La combinación de esta cordillera interrumpida, que se abre para ofrecer espacios llanos y amplios, podría facilitar la distribución de esta especie de ave. Con todo, la adaptabilidad de *Rhea pennata* al entorno no ha supuesto una mejora en lo que respecta a

las condiciones de su conservación. La presencia de las, ya muchas veces mencionadas, actividades humanas podría darse en las inmediaciones de los bofedales, lo cual podría ver mermada la presencia de la especie estudiada, lo cual, a su vez, podría estar mermando la población de la especie estudiada (Pfister *et al.*, 1989). El relieve llano también facilita la traslación del rebaño de un sitio al otro, y, partiendo del hecho de que los animales pastoreados van dirigidos por seres humanos, es posible que accedan a espacios antes que *R. pennata* y consuman el alimento que podrían aprovechar.

### **2.1.2. Hidrología e hidrografía**

La cuenca más representativa es la Cuenca de Maure Uchusuma. Después de ésta, se encuentran las de los ríos Sama y Locumba (Gobierno Regional de Tacna, 2012). El río Uchusuma tiene una descarga promedio de agua de 1.011 m<sup>3</sup>/s, el río Maure tiene una descarga promedio de agua de 2.925 m<sup>3</sup>/s; y el río Sama cuenta con un caudal que tiene un caudal mínimo de 0.013 m<sup>3</sup>/s, medios de 2.24 m<sup>3</sup>/s y máximos de 115.4 m<sup>3</sup>/s, lo que lo convierte en un río asombrosamente irregular en lo que a caudal refiere. El río Maure, que da su nombre al Área de Conservación Regional, posee una extensión de casi 80 km y se extiende en una cuenca que tiene un total de 2.311 km<sup>2</sup> (Tovar, 1994). La proliferación de boro (B) y arsénico (As) en sus aguas supone un riesgo de contaminación natural (Ara, Choque & Avendaño 2007). Este río supone el hito fronterizo entre Tacna y Puno, y es también uno de los límites del ACR. En su extensión, llega también hasta Bolivia, y en su recorrido recibe el tributo de los ríos Capazo, Kallapuma, Kaño y Uchusuma (Gobierno Regional de Tacna, 2012). Otros ríos que vale la pena mencionar son el río Kallapuma, el río Calientes y el río Quillvire. La laguna Vilacota, que también da su nombre al ACR, también se encuentra en la zona limítrofe con Puno. Ubicada en Candarave, a una altitud de 4,422 msnm, es una laguna con cierta amplitud y profundidad, cuyas aguas provenientes del río Quillvire se extinguen por evaporación y filtración, y tiene una capacidad de almacenamiento de 9'000,000 m<sup>3</sup> y una descarga promedio anual de 0.71m<sup>3</sup>/s. Otras lagunas importantes son Tacjata, Ancocota, Ñeque, Laycaccota, Pajotane, Iñuma, Condorpico y Paracota (Gobierno Regional de Tacna, 2012)

Existe una total desarticulación en lo que refiere a participación popular con los recursos hídricos. Además de esto, hay un desbalance entre los requerimientos del agua como recurso y la disponibilidad del mismo. Se concluye que hay una inadecuada distribución de dicho recurso, una débil autoridad que ejerce mínima representatividad, problemáticas entre las entidades gubernamentales de Puno y Tacna por el recurso hídrico, población civil que desconoce sus derechos al agua, sobreexplotación de acuíferos y pozos ilegales, etc. (Manzanares, 2017). En lo que respecta a la tipología de los recursos hídricos, se tiene un total de 30 cuerpos de agua, veintidós de ellos son ríos y ocho son lagunas o

represas. Estos cuerpos de agua han sido empleados para la crianza de trucha (*Salvinelus fontinalis*, *Oncorhynchus mykiss*) y camarón silvestre (*Cryphiops caementarius*).

Los bofedales se ubican en las altas planicies al interior del ACR Vilacota Maure y representan cuerpos de agua de importancia para la especie estudiada. Éstos son afloramientos de agua dulce que sustentan a muchas especies vegetales y animales. Principalmente, la importancia de estos espacios, similares a pantanos andinos, podría darse según los citados autores, por la presencia de plantas tales como *Oxychloe andina*, especie de la cual *Rhea pennata* se alimenta principalmente (Echaccaya, Arana & Salinas, 2017).

En la salida de campo realizada al ACR Vilacota Maure pudo comprobarse cuán importantes son estos afloramientos de agua en altura para la fauna local y las poblaciones. En la parte correspondiente a la Provincia de Tarata, que ocupa una gran parte de la superficie total del ACR Vilacota Maure, puede verse cómo los pueblos se ubican muy cerca de los bofedales más significativos. En la parte norte de la Provincia de Tarata (en concreto, en la parte nordeste del Distrito de Susapaya y la zona nordeste y sudoeste del Distrito de Ticaco), el número de pueblos que se agolpan cerca del bofedal es considerablemente mayor. Todo esto es entendible puesto que, como se comprobó en la salida de campo, los bofedales implican una gran importancia para las actividades pecuarias al interior del ACR Vilacota Maure, puesto que sirven de bebederos para los ganados de alpacas y llamas. Podría ser éste un escenario de conflicto entre las poblaciones humanas y las poblaciones de *Rhea pennata*, puesto que ambas especies necesitarían de la presencia de los bofedales para su adecuada subsistencia. Incluso, podría llegarse a conjeturar que las poblaciones de *R. pennata* sean menores en la zona norte de Tarata, por la significativa presencia de centros poblados.

El Río Calientes, en la Provincia de Candarave, representa el caudal fluvial más importante. En torno a su cauce se desarrollan muchos centros poblados; puede verse en el *Mapa 4* y en el *Mapa 6* cómo, siendo el único de dicha provincia, representa además el único afluente hídrico de relevancia. Puede entenderse de esa forma la razón por la cual los centros poblados se desarrollan en torno a su cauce. En la Provincia de Tarata se encuentran los ríos Ticalate (y su tributante), Mauri y Callapuma. De igual manera, se encuentra la quebrada Mamuta. Estas formaciones fluviales acompañan la proliferación de los bofedales, que se extienden en la zona central de la superficie de la Provincia de Tarata. Esto permite explicar por qué en el *Mapa 4* se aprecia una tan significativa concentración de centros poblados. Cabe resaltar que los bofedales que proliferan en esta provincia se encuentran en el margen de los cauces de dichos ríos y quebradas, las cuales podrían favorecer con microclimas adecuados para el desarrollo de las actividades humanas. Finalmente, en la zona que corresponde a la provincia de Tacna, en la parte

más austral del ACR Vilacota Maure, se encuentra el río Jaruma y un gran bofedal en su cauce. En este espacio, las poblaciones humanas se aprecian más distribuidas, quizás por la presencia del cauce fluvial y del bofedal, pero también por la presencia de un clima más adecuado.

Con base en lo dicho en líneas anteriores, es posible que las poblaciones de *Rhea pennata* y de seres humanos lleven una convivencia forzosa, puesto que ambos requieren de la presencia de los cuerpos de agua y de un clima adecuado para su supervivencia. No obstante, donde se encuentran más concentradas las poblaciones de seres humanos es posible que se vean mínimas o nulas poblaciones de *R. pennata*.

*Foto 6: Bofedales de la localidad de Mamaraya, al interior del ACR Vilacota Maure*



*Fuente: Gobierno Regional de Tacna, 2012*

Mapa 3: Cuerpos de agua al interior del Área de Conservación Regional Vilacota Maure



Fuente: Elaboración propia con data obtenida del Minam, Geoservidor y Minagri

### 2.1.3. Características climáticas

Según el Plan Maestro del ACR (Gobierno Regional de Tacna, 2012), el área de estudios presenta un clima sumamente frío, con una temperatura máxima de entre 9.8 y 14.4 grados centígrados, y una temperatura mínima de -15 y -3 grados centígrados. La época de mayor temperatura corresponde a los meses de noviembre y diciembre. La temporada de lluvias, de noviembre a marzo, suele presentar precipitaciones que oscilan entre 300 y 400 milímetros al año. Se menciona, además, que en muchos casos la precipitación se da en forma de nieve y/o granizo, lo que imposibilita la agricultura. Se trata, además, de una zona en la que hay poca humedad relativa, que fluctúa entre el 50 y el 70 por ciento.

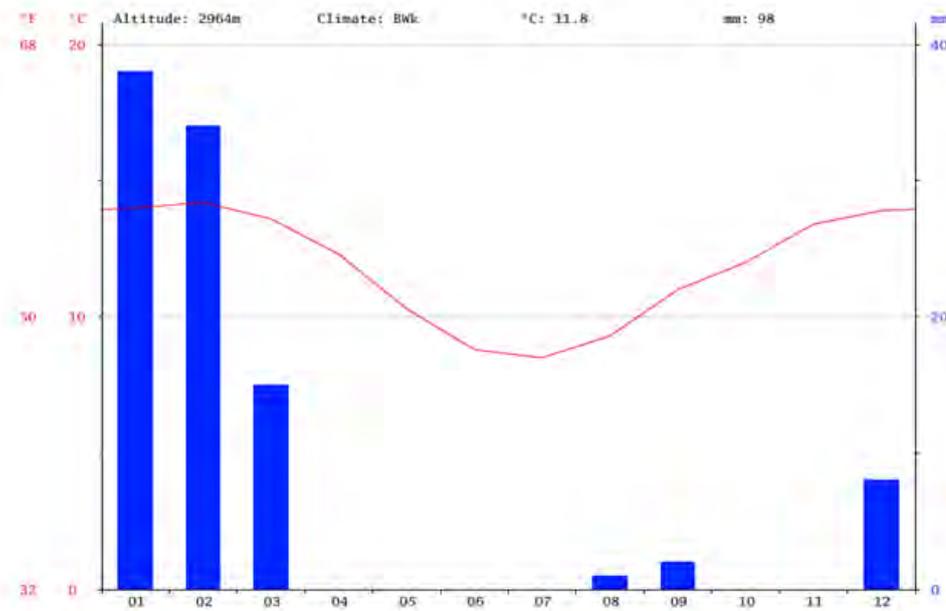
*Cuadro 3: Tabla que consigna las temperaturas y la precipitación de la Estación Meteorológica de Tarata para el 2013*

Mes	Precipitación (mm3)	Promedio Temp. Máx (°C)	Promedio Temp. Mín. (°C)	Temp. máxima (°C)	Temp. Mínima (°C)
ene-13	114.4	11.9	-1.36	16	4
feb-13	58.6	12.3	-1.9	15.9	5.6
mar-13	44.6	15.5	-3.5	17.5	-9.6
abr-13	0	13.4	-3.1	15.4	-9.6
may-13	0	12	-5.5	15.4	-11.6
jun-13	13.2	9.3	6.6	11.2	-11.8
jul-13	1.1	10.4	-7.3	13.2	-11.4
ago-13	3.5	10.4	-8.9	12.9	-12.4
sep-13	0	12	-6.95	17.9	-11.6
oct-13	4.4	13.5	-5	17.6	-10
nov-13	0	15.6	-4.5	18.5	-10
dic-13	55.4	12.9	-2.8	15.9	-6.9

*Fuente: elaboración propia con data de Senamhi*

El climograma que aporta *Climate Data* para el Distrito de Palca, en la Provincia de Tacna, muestra un rango de temperaturas de entre 14 y 8 grados centígrados, con un promedio de 11.8°C. Los meses más calurosos son los correspondientes al verano del Hemisferio Sur, los cuales coinciden con la temporada de lluvias. El promedio de precipitación respecto de los demás distritos es mayor, ocupando el segundo lugar después del distrito de Candarave, en lo que respecta a presencia de lluvias. Cabe mencionar que, en función de lo expuesto por esta base de datos, comparado a lo descrito por Brack & Mendiola (2000) se trata de una zona árida y desértica, que, con todo, presenta una precipitación baja.

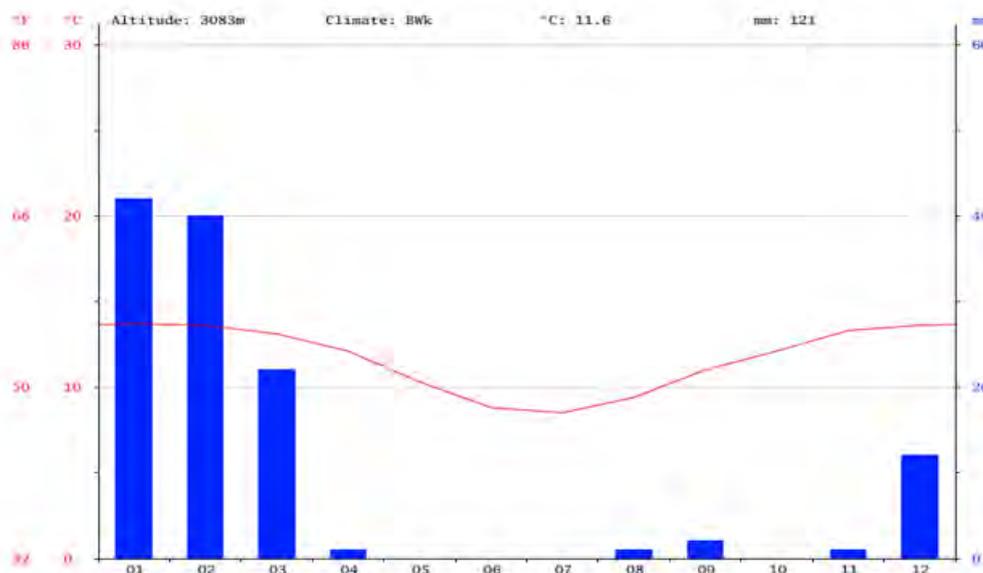
Cuadro 4: Climograma correspondiente al Distrito de Palca (Tacna), 2017



Fuente: ClimateData.Org. Consulta realizada en diciembre del 2018

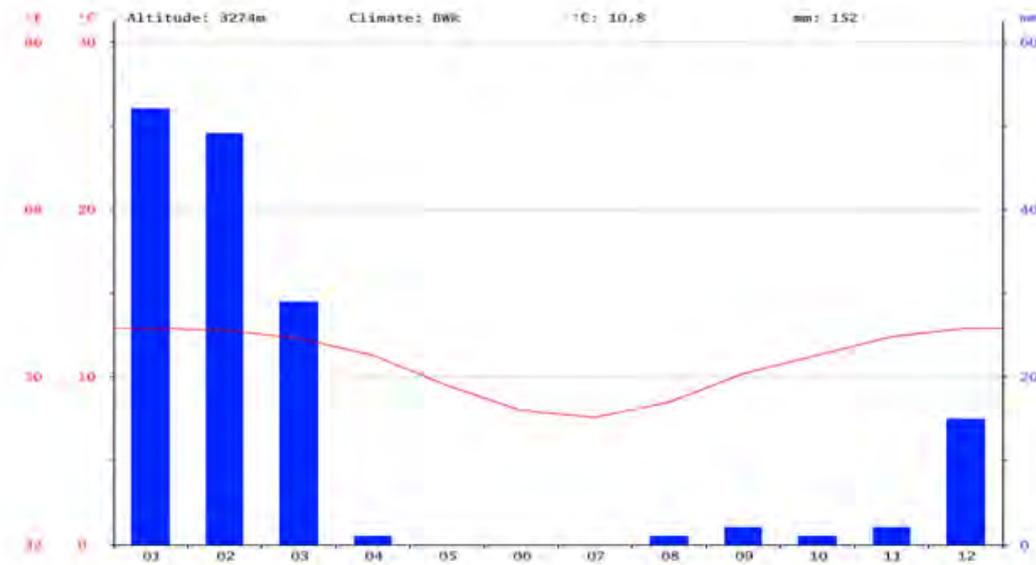
El climograma aportado para el Distrito de Tarata por *Climate Data* muestra un rango de temperaturas de entre 8 y 15 grados centígrados, con un promedio de 11°C de temperatura anual. La presencia de lluvias, entre diciembre y marzo propician una variación de poco más de 40 milímetros entre los períodos húmedos y secos. A diferencia del climograma anterior, este distrito es relativamente más seco. Conocer esta diferencia podría ayudar a predecir que habría una mayor concentración de ejemplares en este distrito, respecto del de Palca.

Cuadro 5: Climograma correspondiente al distrito de Tarata



Fuente: ClimateData.Org. Consulta realizada en diciembre del 2018

Cuadro 6: Climograma correspondiente al distrito de Ticaco (provincia de Tarata), 2017



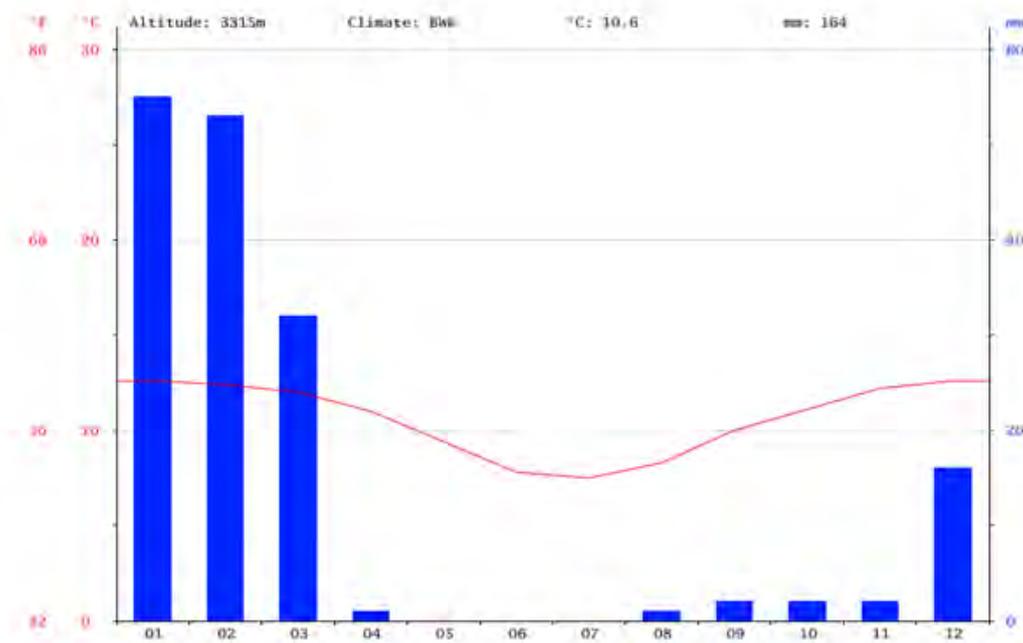
Fuente: ClimateData.Org. Consulta realizada en diciembre del 2018

El Distrito de Ticaco, en la Provincia de Tarata presenta una mayor precipitación, con un total de 52 mm de precipitación en el mes más lluvioso, que corresponde a febrero. Las temperaturas son ligeramente más frías que en el Distrito de Tarata, aunque no lo bastante frías como lo son en Candarave, con un máximo de 13.8 y un mínimo de 8.9 grados centígrados. La presencia de temperaturas más cálidas respecto de la provincia de Candarave, podría resultar ideal para favorecer la distribución de la especie estudiada. De igual manera, la oscilación de temperatura no es tan significativa como lo es en el caso del Distrito de Palca, con lo cual tendría una estabilidad que podría resultarle más atractiva al suri (Del Hoyo *et al.*, 1992), puesto que es una especie que prefiere temperaturas más estables y que suele rehuir de las heladas. Es posible que estas condiciones más adecuadas favorezcan la presencia de *Rhea pennata* en estos espacios. En este caso, si confluyera el hecho de que es el hábitat más idóneo (junto con el caso del distrito de Tarata) con el hecho de que los centros poblados no se encuentran en gran número y muy próximos entre sí, podría ser la zona en la que más avistamientos se diera. Con todo, asumiendo que se trata de una especie que no suele permanecer muy cerca de los seres humanos, podría influir en dicha distribución la presencia de los centros poblados sitios en estos dos distritos de Tarata y Ticaco.

El climograma obtenido para el distrito de Susapaya, también en la provincia de Tarata, muestran una precipitación más elevada respecto de los dos distritos que ocupan la misma provincia. En este caso, un ascenso de las precipitaciones hasta un casi total de 60 mm podría indicar un espacio en el que *Rhea pennata* no se distribuiría en cantidades representativas. Con una máxima de 12.6 grados centígrados, podría, con todo, ser un espacio en el que pudieran distribuirse en caso prefirieran temperatura por

encima de precipitación. Sin embargo, con un mínimo de 7.6°C en la temporada más fría, es posible que sea muy difícil verlos en los meses más secos.

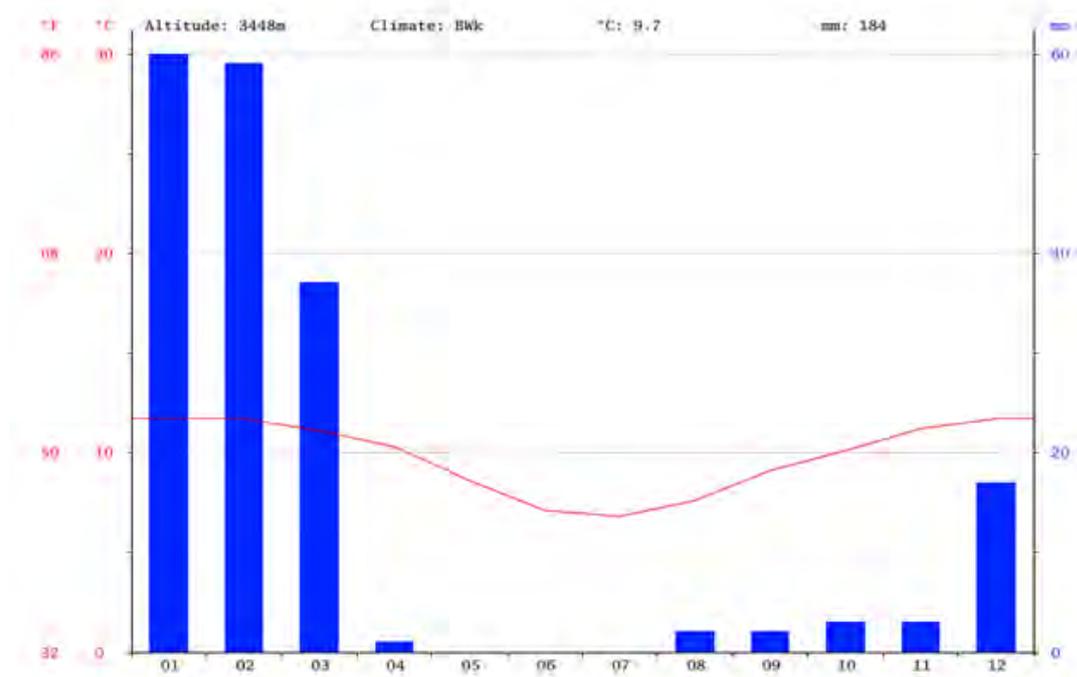
Cuadro 7: Climograma correspondiente al distrito Susapaya (provincia de Tarata)



Fuente: ClimateData.Org. Consulta realizada en diciembre del 2018

El climograma aportado por la misma fuente para el distrito de Candarave resulta similar al de Palca. Se puede ver que hay una mayor concentración de lluvias, que dominan en los mismos meses que en los anteriores distritos, aunque con mayor intensidad, con la novedad de que, en los meses previos a la temporada de lluvia, se dan mayores precipitaciones. Éste es el distrito en el que se registran mayores precipitaciones. Es previsible que, por esta razón, sea el distrito donde se perciba la menor cantidad de avistamientos de *Rhea pennata*. La presencia de lluvias en meses en los que, supuestamente, es temporada de sequía podría disuadir a *R. pennata* de ocupar los espacios de Candarave, que son los que están más al norte. Como ya se dijo con anterioridad, la presencia de un río con un valle que representa la zona de menor altitud en toda el área del ACR Vilacota Maure también podría explicar una población de suri mucho menor en comparación a otros espacios. En lo referente a la temperatura, cabe mencionar que es el distrito donde las temperaturas son menores. Con una temperatura promedio de 9.7 grados centígrados, ésta oscila entre los 11°C y los 6°C. La presencia de temperaturas bastante más frías que el resto de distritos también podría ser un limitante para la distribución de *R. pennata*. La presencia de un valle en este espacio podría, con todo, generar un fenómeno de microclima que podría facilitar las dinámicas de los seres humanos, aunque éstos deberían estar apiñados a lo largo de este valle, lo cual complicaría incluso más la distribución de la especie estudiada.

Cuadro 8: Climograma correspondiente al distrito de Candarave



Fuente: ClimateData.Org. Consulta realizada en diciembre del 2018

La incorporación de estos climogramas, obtenidos de la plataforma virtual *Climate Data* permite inferir, con base en lo investigado, en qué distritos podrían confluír las condiciones de hábitat más adecuadas para *Rhea pennata*, lo cual, comparado a la presencia de centros poblados, podrá explicar cómo es que se ha modificado la distribución geográfica y ecológica de esta especie de ave al interior el ACR Vilacota Maure.

#### 2.1.4. Ecorregiones y zonas de vida

El Área de Conservación Regional Vilacota Maure posee una altitud promedio de más de 4,000 metros sobre el nivel del mar. La gran mayoría de ésta se ubica en la zona que corresponde a la puna. La Región Puna se extiende sobre los 3,800 metros sobre el nivel del mar. Presenta, debido a su ubicación, un clima frío y con una muy elevada tasa de radiación solar (Brack & Mendiola, 2000). El ACR también presenta glaciares que sobrepasan una altitud de 5,000 msnm (Gobierno Regional de Tacna, 2012). Por su altitud, estos glaciares se consideran en la Región de la Janca (cordillera).

De acuerdo con la clasificación de Tosi (1960), la mayoría del Área de Conservación Regional Vilacota Maure se ubicaría en la zona de vida de *Estepa Montano*, que se ubica entre los 3,000 y los 3,900 msnm. En la clasificación se menciona que, en la región de Tacna, ésta limita con el *Páramo Húmedo*

*Subalpino*. Un estudio posterior, realizado por Inrena (1995), titulado “Mapa Ecológico del Perú: guía explicativa”, menciona que en el ACR se encuentran siete de las zonas de vida mencionadas y estudiadas por Leslie Holdridge (1967).

- *Matorral Desértico Subalpino Templado Cálido*. Esta región corresponde, según el Plan Maestro del ACR (Gobierno Regional de Tacna, 2012), al 41.43% de la superficie total del área de estudios. Esta zona de vida ocupa las cuencas de los ríos Maure, Locumba, Sama y Caplina. Presenta un clima sumamente frío, con un promedio de 7.2 grados centígrados (Inrena, 1995). Sin embargo, para Brack & Mendiola (2000), es un espacio donde la temperatura promedio puede llegar hasta los 12°C. Pese a la baja temperatura que puede presentar, es relativamente más cálido que el *Matorral Desértico Subalpino Subtropical* o el *Matorral Desértico Subalpino Tropical*, donde la temperatura oscila entre los 3 y los 6 grados centígrados. Adicionalmente, en esta región se presenta una mayor precipitación: 237 milímetros anuales, que comparte con el *Matorral Desértico Subalpino Tropical* (del cual se diferencia por la temperatura) y que excede al *Matorral Desértico Subalpino Subtropical*, que registra la nimia cifra de 125 milímetros anuales como mínimo.
- *Páramo Húmedo Subalpino Subtropical*. Según el Plan Maestro del ACR (Gobierno Regional de Tacna, 2012), representa el 18.22 % del área total que ocupa el Área de Conservación Regional Vilacota Maure. Esta zona es la más adecuada para la realización de las actividades pecuarias, entre las que destacan el ganado ovino y el auquénido. La Laguna Vilacota y la naciente del Río Maure, que dan su nombre al ACR, se encuentra en esta zona de vida, así como muchos de los centros poblados, anexos y caseríos. Se ubica entre los 4,000 y los 4,600 metros sobre el nivel del mar y presenta una precipitación promedio de 450 y 550 milímetros por año, y un clima húmedo de entre 4 y 6 grados centígrados (Inrena, 1995).
- *Tundra Húmeda Alpino Templada Cálida*. Esta zona de vida se encuentra entre los 4,300 y los 5,000 metros sobre el nivel del mar; presenta una temperatura moderada, de un promedio de 8 grados centígrados, con un máximo de 10 y un mínimo de 2.5 (Brack & Mendiola, 2000; Holdridge, 1967); es una zona mucho más húmeda que el resto, que registra precipitación en forma de nieve de 250 milímetros por año. Según el Plan Maestro del ACR (Gobierno Regional de Tacna, 2012), esta zona de vida corresponde al 23.23 % del área total del ACR. En el área de estudios la temperatura de dicha zona de vida fluctúa entre los 11.5 y 3 grados centígrados. Consecuentemente a lo mencionado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales (Inrena,

1995), esta zona de vida presenta una precipitación que no excede los 250 milímetros anuales. Se trata de una zona en la que los suelos son sumamente delgados y poco aptos para la agricultura y el pastoreo del ganado. Algunas comunidades se asientan en esta zona de vida, como las que se ubican en las lagunas de Condorpico, Casiri y Ñeque (Gobierno Regional de Tacna, 2012).

- *Tundra Muy Húmeda Alpino Subtropical*. Esta se ubica entre los 4,300 y los 5,000 metros sobre el nivel del mar, y difiere de la anterior por la precipitación más elevada, de un promedio de 364 milímetros al año; y por ser ligeramente más cálida, con una temperatura mínima de 3.3 grados centígrados (Inrena, 1995) y máxima de 9°C (Brack & Mendiola, 2000). En el ACR, por el contraste, presenta precipitaciones mayores, de hasta 500 milímetros anuales, con una temperatura promedio de entre 1.5 y 3 grados centígrados, menos que lo mencionado por el estudio de Inrena (1995). Con todo, esta zona de vida ocupa un 4.48% de la extensión total del área de conservación regional.
- *Nival Subtropical*. Esta zona de vida ocupa el 4.82 % del área total del Área de Conservación Regional Vilacota Maure, por encima de los 5,000 metros sobre el nivel del mar (Gobierno Regional de Tacna, 2012). Se trata de la zona más húmeda y registra un máximo de 1,000 milímetros de lluvia al año. La vida en estas zonas es muy escasa, y solo puede subsistir en los denominados “oasis de vida”, en los que la roca calentada por el sol libera el calor, lo que permite que vivan algunas especies vegetales muy bien adaptadas. Se trata, pues, de una zona sumamente abrupta y yerma, con picos escarpados y de roca desnuda (Inrena, 1995).
- *Nival Templado Cálido*. Esta zona de vida representa el 7.82 % del área de estudios. Se extiende a lo largo de la Cordillera del Barroso, en los picos de El Fraile, La Monja y Jucure (Gobierno Regional de Tacna, 2012). Se trata de una zona sumamente húmeda y fría, con una precipitación de unos 700 milímetros al año. Tanto en ésta como en la anterior nacen los principales ríos de esta región, originados por el deshielo del glaciar.

La séptima zona de vida ha sido incluida para la presente investigación. Ésta es la de “*Matorral Desértico Montano Templado Cálido*”, la cual no se encontró en los escritos del Plan Maestro del ACR, del Gobierno Regional de Tacna. De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1967), el ACR posee mayor cobertura vegetal, del tipo predominantemente arbustiva; con temperaturas templadas, de entre

12 y 17 grados centígrados; y una precipitación considerablemente baja, de entre 500 y 650 milímetros. La Clasificación de Holdridge se ha considerado para esta investigación puesto que el Perú cuenta con 16 biomas y 66 sub biomas.

El colocar puntualmente las distintas zonas de vida según la clasificación de Holdridge (1967) coadyuva a poder conocer en qué espacios podría, mayoritariamente, distribuirse *Rhea pennata*, partiendo del hecho de que se trata de una especie que preferiría espacios con temperaturas en torno a los 10°C, con presencia de pocas lluvias. En este sentido, es posible que la mayor cantidad de avistamientos se dé en espacios correspondientes a la zona de vida correspondiente al *Matorral Desértico Montano Templado Cálido*, que ocupa una porción mayoritaria del ACR. Estos espacios se caracterizan por presentar, además, pendientes suaves, con grandes espacios llanos por los cuales el ave estudiada podría transitar con facilidad. De la misma manera, se estima que es posible que se encuentren las condiciones más idóneas para la especie estudiada en la zona de vida de la *Tundra Húmeda Alpino Templada Cálida*. La confluencia de temperaturas más elevadas con precipitaciones reducidas en ambos espacios podría generar que éste sea más indicado para ser el hábitat potencial de *Rhea pennata*.

Foto 7: Vista de un tolar en el ACR Vilacota Maure



Fuente: Gobierno Regional de Tacna, 2012

La presencia de esta especie, de igual modo, podría verse limitada por la presencia de asentamientos humanos. Es posible que los seres humanos se hayan establecido en los espacios correspondientes a la zona de vida del *Matorral Desértico Montano Templado Cálido* en mayor cantidad que en la *Tundra Húmeda Alpino Templada Cálida*, puesto que el relieve de la primera es mucho menos abrupto que el de la segunda (Arcos, 2016). En ese sentido, la presencia de actividades humanas podría influir considerablemente en la distribución de *Rhea pennata*. Es posible que esta especie, que podría bien distribuirse en la zona de vida del matorral no se encuentre en algunos espacios por la presencia de los seres humanos y las actividades pecuarias que éstos llevan a cabo. La presencia de *R. pennata* al interior del espacio correspondiente a la tundra húmeda podría adoptar otras características si es que se cumple lo previsto de que haya menor cantidad de centros poblados y, consecuentemente, las actividades de sobrepastoreo que tanto influyen de forma negativa en esta especie.

Conocer las distintas zonas de vida permite determinar cuáles son los espacios en los que el suri podría distribuirse. De esa forma, permite estimar las zonas que conforman el hábitat real o hábitat logrado, así como el hábitat potencial. Esto, al ser comparado con los resultados provistos por los censos (ver “*Resultados*”), podría permitir identificar en qué medida se ven afectadas las poblaciones de *Rhea pennata* por las actividades de la población humana. Conociendo la ubicación de los avistamientos respecto de lo tratado en este acápite podría, al compararse con la localización de los centros poblados, explicarse en cómo es que las poblaciones de *R. pennata* podrían no presentarse en zonas en las cuales las condiciones ambientales sean las más adecuadas.

#### **2.1.5. Flora**

Según Sabogal (2014) existen especies vegetales que se encuentran adaptadas a las duras condiciones de vida que se registran en las zonas de la Puna. Por las duras condiciones atmosféricas, como la baja temperatura, la escasa precipitación, la radiación solar tan intensa, entre otros, los organismos del reino vegetal han debido desarrollar una serie de características que les permitan sobrevivir a tan exigente clima. Una de las adaptaciones que ciertas plantas han desarrollado a fin de mantener el calor durante las noches gélidas es la de la morfología. Así, se tienen especies en forma de almohadilla o de roseta. Estas especies crecen pegadas al suelo, en aras de mantenerse a una temperatura más estable. Las plantas con forma de roseta, además, pueden mantener un balance térmico gracias a su distribución foliar; además, las hojas de ciertas especies pueden rotar en función de la posición del sol para poder mantenerse a una temperatura que permita su desarrollo óptimo. Otra adaptación de las plantas de los páramos andinos es la presencia de pilosidades (pubescencia), que permite aislar los tejidos del frío en las noches. Citando a Meinzer (1985, cit. Sabogal, 2014):

<<La pubescencia disminuye la absorción de la radiación solar, pero permite, por otro lado, mantener la temperatura de la hoja [...] La temperatura de los tejidos vegetales varía dentro de la hoja: la temperatura de la superficie de la hoja es similar a la temperatura circundante; la vegetación prostrada, en cambio, puede mantener temperaturas por encima de 30°C, al no estar en contacto directo con las bajas temperaturas.>>

Sabogal, 2014  
Ecosistemas del Páramo peruano

Además de estas características, otra adaptación interesante es la presencia de plantas con hojas cerosas, de tamaño reducido y duras, que pueden retener la humedad de mejor forma que las hojas más grandes. Al reducir la superficie expuesta a la radiación del Sol, se reduce la evapotranspiración. Adicionalmente, se encuentran especímenes que tienen fotosíntesis que metaboliza el ácido crásulo-amiláceo de forma más lenta, lo que explica su crecimiento retardado, pero evita que pierdan humedad y se deshidraten ante la radiación tan fuerte. Finalmente, otra adaptación de las plantas en los páramos andinos se da en la coloración de la vegetación, siendo ésta más oscura: en especímenes más oscuros, se concentra más rápidamente y en mayores cantidades la radiación. (Sabogal, 2014).

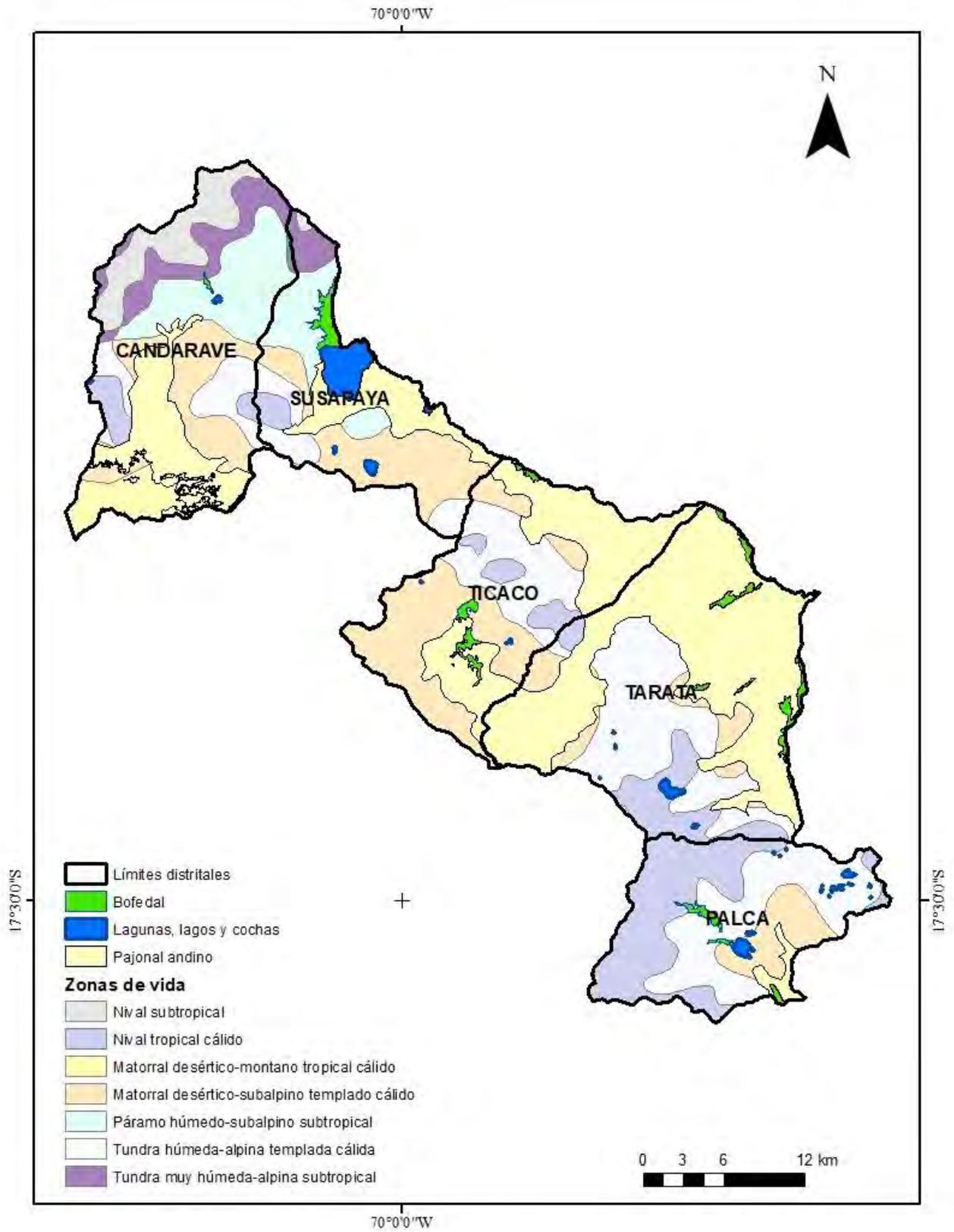
Según el Plan Maestro del ACR (Gobierno Regional de Tacna, 2012) se han registrado 114 especies de plantas, clasificados en 72 géneros y 29 familias. En base a esto, se han distinguido seis pisos ecológicos:

- *Matorral Mixto*. Presente en la zona más baja (3,800 metros sobre el nivel del mar). Se trata de un piso ecológico en el que la mayoría de las especies son arbustivas y especies de la familia *Cactaceae*. En todos los casos, son especies de menor tamaño. Por debajo de este piso ecológico se encuentra el piso correspondiente a los cactus columnares, y, por encima, el piso del yaretal y el del queñoal. Son representativos de este piso las especies *Fabiana stephanni*, *Parastrephia lepidophylla*, *Diplostegium meyenii*, *Chersodoma jodoppa*, *Baccharis boliviensis*, *Adesmia spinosissima*, *Opuntia soehrensii*.
- *Pajonal*. En este piso ecológico se encuentran, principalmente, las gramíneas (*Stipa ichu*; *Festuca ortophylla*, entre otros). Las gramíneas de este piso ecológico son empleadas para palear al ganado local. Además de las especies de gramíneas dominantes, se encuentran en poblaciones importantes los géneros *Parastrephia*, *Pycnophyllum*, *Cumulopuntia*, *Calamagrostis*, *Werneria* y *Nototriche*.
- *Tolar*. Este espacio presenta una gran población de las especies de los géneros *Lepidophyllum*, *Parastrephia* y *Baccharis*. Se trata de especies arbustivas cerosas, que se extienden en las

altiplanicies y pendientes suaves o moderadas. Coexisten con dichos arbustos distintas especies de gramíneas, presentes en el piso anterior. Se encuentran a una altitud promedio de 4,200 a 4,500 metros sobre el nivel del mar.

- *Bofedal*. Se trata de lagunas ubicadas a grande altura. Predominan en los bofedales especies acuáticas, como *Hypsela reniformis*, *Ranunculus limoselloides*, *Alchemilla diplophylla*, *Myriophyllum elatinoides* y *Elodea potamogeton*. Adicionalmente, se encuentran especies que crecen cerca del agua, como *Plantago rigida*, *Oxychloe andina*, *Distichia muscoides*, entre otros. Se trata de un piso ecológico muy importante, puesto que provee de agua a una gran cantidad de especies de animales, como el ganado auquénido, el puma o el suri.
- *Yaretal*. Es un piso ecológico que se encuentra sobre los 4,000 metros sobre el nivel del mar. La especie representativa de dicho piso es la yareta (*Azorella compacta*). Como menciona Sabogal (2014), la forma de almohadilla de esta especie de planta le permite mantener el calor. También presenta poblaciones de *Lepidophyllum quadrangulare*, *Parastrephia lucida*, *Pycnophyllum molle*, *Senecio nutans* y *Ephedra breana*, especies arbustivas; y de *Valeriana nivalis*, *Calamagrostis sp*, *Belloa piptolepis*, *Lupinus sp.*, herbáceas; y cactáceas como *Cumulopuntia ignescens*.
- *Queñoal*. Representado por la especie dominante *Polylepis besseri*, en la zona occidental, y *Polylepis tomentella*, en la zona oriental. Se encuentra a una altitud de 3,800 a 4,800 metros sobre el nivel del mar. Éstas son las únicas especies arbóreas que se encuentran dentro del Área de Conservación Regional Vilacota Maure. Se trata de un género sumamente adaptado a los climas fríos, por la presencia de descamaciones en su corteza, que permiten el aislamiento térmico (Sabogal, 2014). Acompañan a los queñoales las especies arbustivas *Chuquiraga rotundifolia*, *Chersodoma jodopappa*, *Bacharis tricuneata*, *Adesmia spinosissima*, *Tetraglochin cristatum* y *Senecio culcitioides*; las especies herbáceas *Bartsia peruviana*, *Festuca orthophylla*, *Tagetes multiflora*, *Bidens andicola*, *Urtica echinata*, *Valeriana nivalis*, *Lupinus sp.*; y las especies cactáceas *Cumulopuntia ignescens* y especies del género *Neowerdermania*.

Mapa 4: Zonas de vida y cobertura vegetal mejor aprovechada por *Rhea pennata* en el ACR Vilacota Maure.



Fuente: Elaboración propia con data del Minam, Geoservidor

El poder comparar la cobertura vegetal y las distintas zonas de vida permite, a su vez, conocer mejor el hábitat de *Rhea pennata*. Como se puede ver en el mapa anterior (Mapa 3), una gran cantidad del ACR Vilacota Maure se encuentra casi totalmente descubierta y despoblada de vegetación. Las áridas condiciones ambientales, explicadas en el acápite de la climatología, con muy poca precipitación y temperaturas muy frías explican por qué esta zona ocupa una porción mayoritaria del ACR Vilacota Maure. Otro tipo de cobertura vegetal que merece mención es el de los pajonales andinos. Estos espacios, predominantemente recubiertos de pastizales (géneros *Stipa* y *Festuca*), podrían ser los espacios preferidos por *R. pennata* puesto que son éstos en los que crece su alimento. Adyacentes a los pajonales se encuentran los yaretales (Brack & Mendiola, 2000). Estos espacios, como se ha dicho, presentan, además del género dominante *Azorella*, otras especies de las cuales, además, se alimenta la especie estudiada. Podría ser que los yaretales se alternen en espacios que son reconocidos como “con nula o escasa vegetación”, puesto que éstas son plantas que suelen vivir en zonas en las que hay escasez de recursos (Sabogal, 2014). A su vez, próximos a estos dos espacios se encuentran los bofedales. Estos espacios, como ya se ha dicho, son de importancia para la especie estudiada por representar zonas donde está presente su alimento.

Conociendo la cobertura vegetal, trascendientemente importante para *Rhea pennata*, al ser ésta una especie eminentemente herbívora, se puede predecir las zonas en las cuales esta especie se distribuiría mejor. En ese sentido, espacios que presenten cobertura vegetal ajena a su alimentación, como los que se pueden ver en el Distrito de Candarave (Provincia homónima, en la parte Noroeste del ACR Vilacota Maure) en su parte más austral, no presentarían avistamientos de *R. pennata*. Con todo, descontando al Distrito de Candarave y considerando a los distritos de la Provincia de Tarata (distritos de Tarata, Ticaco y Susapaya), que se asumen con condiciones meteorológicas más acordes a las necesidades de la especie estudiada (Pedrana *et al.*, 2011; Del Hoyo *et al.*, 1992), se podría complementar que éstos serían los distritos en los que podrían presentarse más avistamientos de la especie estudiada, además, por la presencia de vegetación.

De igual modo, podría mencionarse que la presencia de bofedales se da en mayor cantidad en las zonas correspondientes a los distritos sitios en la provincia de Tarata, con especial reparo en un bofedal muy próximo a la Laguna Vilacota, al noroeste del distrito de Susapaya. Estos afloramientos de agua se dan en zonas de pajonal andino y, partiendo de la clasificación de Holdridge (1967), en la zona de vida tipificada como *Matorral Desértico-Subalpino Templado Cálido*. En función de ello, se podría concluir que estos espacios son los que representan el hábitat ideal para *Rhea pennata* en tanto cumplen con sus requerimientos meteorológicos y de presencia de alimento.

### 2.1.6. Fauna

Además de las poblaciones de *Rhea pennata* que se encuentran en el área de interés, el Área de Conservación Regional Vilacota Maure cuenta con otras especies de animales, tanto domésticos como silvestres. El Plan Maestro del ACR Vilacota Maure (Gobierno Regional de Tacna, 2012) menciona que tiene 14 especies de mamíferos silvestres, 81 especies de aves, una especie de anfibio y una especie de pez. Si bien en el rubro que corresponde a los vertebrados se tiene conocimiento de una rica variedad de especies, con el orden de los invertebrados no se tienen estudios concluyentes: solamente se tiene noción de algunas de las especies.

En lo que refiere a especies de vertebrados domésticos, en excursión a campo se pudo conocer que son los ejemplares de auquénidos los que dominan. Rebaños de llamas (*Lama glama*) y alpacas (*Lama pacos*) ocupan la mayoría de animales domésticos. Ocasionalmente, se ha comprobado que hay perros y gatos, sobre todo en las zonas pobladas. Además, se pudo comprobar la presencia de un grupo pequeño de patos domésticos (*Cairina moschata*) en las inmediaciones de una vivienda. Las crudas condiciones probaron ser implacables, la altura y el frío implican que los animales que se empleen para las actividades pecuarias deben estar convenientemente adaptados: los auquénidos evolucionaron para poder resistir esas condiciones duras y, por ello, son el único ganado que se cría en el ACR, donde no es frecuente que se observen ovinos o bovinos. Con todo, estas especies, junto con equinos y caprinos se pueden apreciar en las inmediaciones correspondientes a las zonas más bajas. En lo que corresponde a la fauna feral, se tienen ejemplares de zorro andino (*Lycalopex culpaeus*), vicuña (*Vicugna vicugna*), gato andino (*Lynchailurus jacobitus*), puma (*Puma concolor*), taruca (*Hippocamelus antisensis*), vizcacha (*Lagidium peruanum*), entre otros.

En lo que refiere a las especies de aves, además del emblemático *R. pennata*, se tienen especies propias del altiplano. Éste es el grupo mejor estudiado (Gobierno Regional de Tacna, 2012). El Plan Maestro menciona las siguientes especies representativas: *Conirostrum tamarugense*, *Buteo poliosoma*, *Falco femoralis*, *F. sparverius*, *Bolborrhynchus aurifrons*, *Metriopelia aymara*, *M. ceciliae*, *Carduelis spp.*, *Fulica gigantea*, *Phoenicopterus chilensis*, *Podiceps occipitalis*, *Anas flavirostris*, *A. specularioides*, *A. puna*, *Recurvirostra andina*, *Chloephaga melanoptera*, *Plegadis ridwagi*, *Vanellus resplendens*, *Thinocorus orbignyianus*, *Larus serranus*, *Diuca speculifera*, *Phegornis mitchellii*, *Nycticorax*, entre otras.

Un caso curioso que, si bien no se menciona en el Plan Maestro, es mencionado por otros autores. Cossíos (2004) menciona la liebre europea (*Lepus europaeus*) como una especie invasora que se viene

extendiendo en el Sur del Perú. Menciona que se han avistado ejemplares de *L. europaeus* en zonas que tienen una elevación superior a 4,300 msnm, específicamente en el departamento de Tacna. Podría darse en caso de que esta especie de liebre haya llegado al ACR; sin embargo, no hay estudios concluyentes de ello. De la misma forma, otra especie foránea que se ha incluido en la fauna local es la trucha (*Salvinelus fontinalis*). Esta especie europea prolifera en el ACR en los cauces de agua dulce, donde se consume al ser una especie comestible. El Plan Maestro y los estudios de Inrena no han hecho mayor mención a estas especies.

## 2.2. Geografía humana

### 2.2.1. Población

Los cinco distritos en los que se encuentra el Área de Conservación Regional “Vilacota Maure” cuentan con una población de 9,619 habitantes. Específicamente, al interior del ACR, se estima viven un aproximado de 825 personas. Éstas se dividen en 75 caseríos y 5 anexos. Pese a ser éstos datos oficiales, se estima que existen un total de 263 asentamientos humanos en el ACR (Gobierno Regional de Tacna, 2012). Las comunidades campesinas sitas al interior del ACR Vilacota Maure se estructuran de la siguiente manera:

*Cuadro 9: Inventario de Comunidades Campesinas sitas al interior del ACR Vilacota Maure. Las resaltadas en color amarillo son aquellas que no están tituladas a la fecha de consulta.*

Provincia	Distrito	Comunidad Campesina	Año	Extensión (Ha)
Candarave	Candarave	Calleraco	1975	2,346.47
		Huaytire	1984	11,057.26
		San Pedro	1986	2,503.65
		Calientes	1986	SIN DATA
Tacna	Palca	Alto Perú	1987	1,400.00
		Ancomarca	1976	15,208.00
		Ataspaca	1943	1,810.00
		Palca	1943	10,100.00
		Vilavilani Charipujo	1965	39,021.00
Tarata	Susapaya	Susapaya	1937	18,947.27
		Yabroco	1987	1,739.92
	Tarata	Chiluyo	1986	10,085.00
		Coracorani	1986	6,836.00
		Maure	1940	6,836.00
		Pampa Huyune	1986	7,522.00
	Ticaco	Challaguaya	1987	4,956.17
		Ticaco	1957	17,168.82
		Korivire-Chilicolpa	1989	SIN DATA

*Fuente: Elaboración propia con data del SICCAM, 2016.*

No es alentador el panorama de las comunidades campesinas al interior del Perú, el cual deja mucho que desear en lo referente a la titulación y empadronamiento de las mismas (SICCAM, 2016). Con todo, al interior del ACR Vilacota Maure solamente dos de estas comunidades campesinas se encuentran todavía sin titular. Aun así, el hecho de que la titulación esté pendiente desde fines de la década de los ochenta deja mucho que desear.

Para el distrito de Palca (en la Provincia de Tacna), el censo del 2017 (INEI, 2017) arroja un total de 1,980 habitantes; menciona que el sector más representativo de la población se encuentra comprendido en el rango de edad que fluctúa entre los 25 y los 45 años. El porcentaje de esta población suma un 48.49%. Se tienen más de cien registros en los casos de personas entre los 20 y los 60 años de edad.

El caso del distrito de Tarata, en la provincia del mismo nombre, reviste un caso interesante, puesto que hay más de cien registros en el grupo de edad de personas mayores de 70 años. Se trata de un distrito en el que hay un pujante crecimiento poblacional, puesto que la cantidad de niños e infantes (de cero a 4 años) llega a casi 500. Esto representa un 12.14% de la población total. A esto se suma la presencia de un 32.37% de personas con edades comprendidas entre los 20 y los 40 años de edad. Esto es interesante puesto que muestra que, contrariamente a lo que ocurre en otros lugares de la Sierra, ésta se encuentra en pleno crecimiento demográfico por la cantidad de adultos en capacidad reproductiva y niños pequeños. El distrito de Tarata tiene un total de 3,643 habitantes. En la misma provincia, aunque en el distrito de Ticaco, se tiene un total de 581 habitantes. Es curioso que, a diferencia de lo que ocurre en Palca, en este distrito los rangos de edad poblacional se encuentran parejamente distribuidos. El caso del distrito de Susapaya, también en la provincia de Tarata, es semejante: la población, que suma 518 habitantes, presenta un buen balance en sus rangos de edad.

Finalmente, para el caso de Candarave, con una población de 2,354 habitantes, puede resaltarse la presencia de personas menores de 60 años de edad. Los grupos quinquenales comprendidos entre los cero y los 60 años de edad se encuentran representados por cantidades de más de 130 personas para cada intervalo. La cantidad de la población anterior a la tercera edad es un aspecto a tener en cuenta, puesto que, como queda expresado, la población menor de 50 años al interior del ACR Vilacota Maure está bien representada. Se puede decir que no es un espacio que se encuentre despoblado de jóvenes y que, en consecuencia, no pueda seguir experimentando un decrecimiento poblacional.

Entender y conocer las características de la población permite poder determinar no solamente la distribución de los centros poblados, sino la posibilidad de la educación y el futuro de dicha población. Como se expresó ya, en entrevistas no estructuradas con personal docente, el hecho de que haya una

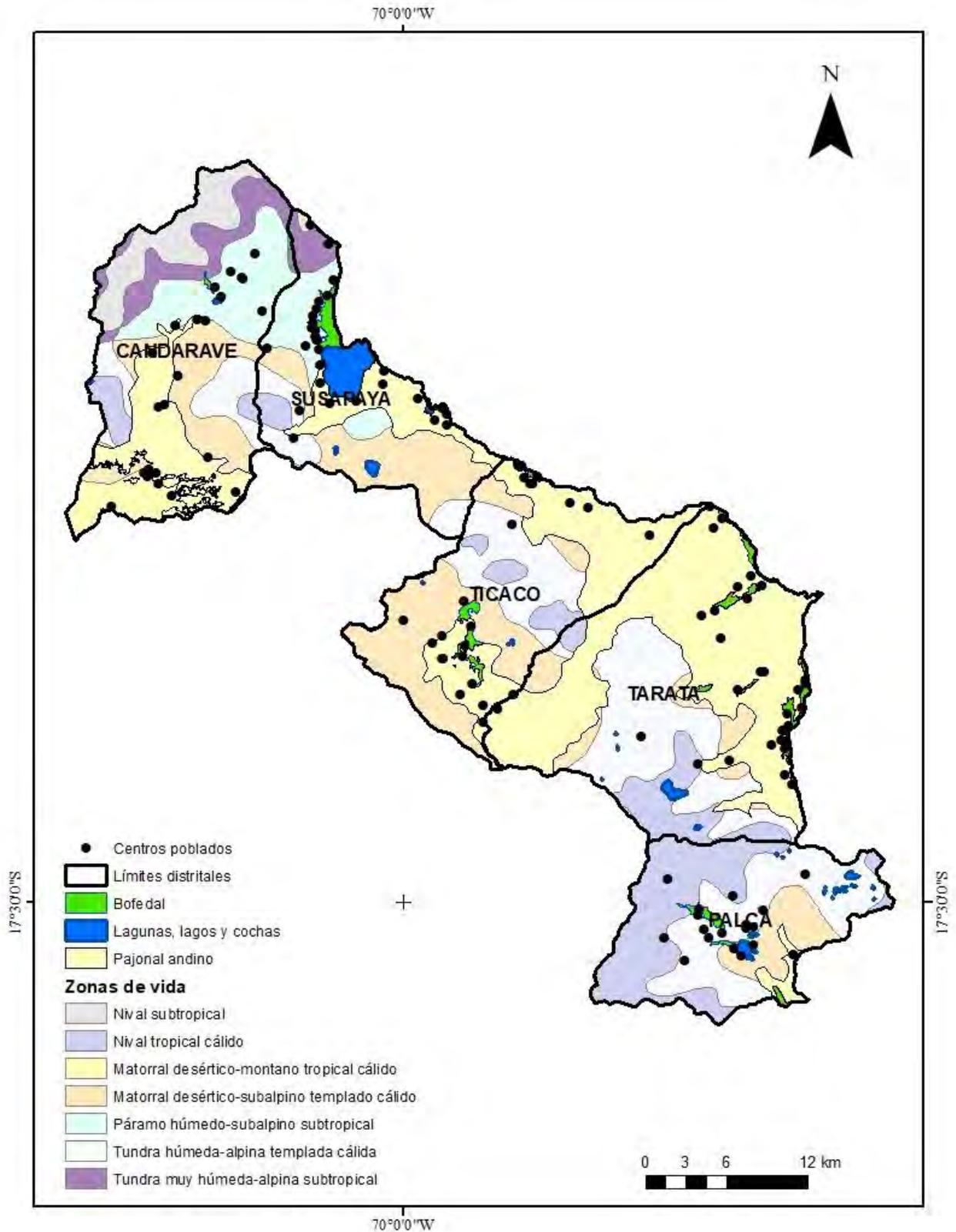
población juvenil estable permite que permee en ésta la educación ambiental con miras a la conservación de las especies que conforman la biota local y los ecosistemas.

La presencia de estos centros poblados ha cobrado una verdadera importancia para la presente investigación, puesto que se parte del supuesto de que la presencia de éstos influirá de forma inversamente proporcional a la presencia y distribución de *Rhea pennata* al interior del ACR Vilacota Maure. Una gran cantidad de estos centros poblados se distribuyen en una forma agregada. El *Mapa 5* permite identificar que los centros poblados se encuentran agrupados, lo que indica la presencia de cuerpos de agua en sus inmediaciones (ver *Mapa 5*). De la misma forma, puede asumirse que los centros poblados se centran en las zonas donde las condiciones climáticas son las más favorables para el desarrollo de las dinámicas de las personas y de los animales que éstos crían.

En lo referente a la ubicación de los centros poblados, es pertinente mencionar que se encuentran en las proximidades de los centros de agua. En el distrito de Candarave, que registra las menores temperaturas, por ejemplo, la gran aglomeración de centros poblados se sitúa en las inmediaciones del Río Calientes, ocupando la quebrada del mismo nombre. Reparando en la cobertura vegetal y las zonas de vida, puede decirse que éstos se ubican, predominantemente, en la zona de vida correspondiente al *Matorral Desértico-Subalpino Templado Cálido*. Cabe mencionar que, en estos espacios, presentes en los distritos de Tarata y Ticaco, se den estas aglomeraciones solo en estos espacios. Incluso, resulta curioso el hecho de que los centros poblados de estos dos distritos no se ubiquen en las otras zonas de vida (*Nival Subtropical* y *Nival Tropical Cálido*). Para el caso del Distrito de Susapaya, donde predomina una zona de vida bastante fría y húmeda, el *Páramo Húmedo-Subalpino Subtropical*, es de esperarse que las poblaciones humanas se asienten muy próximas a la Laguna Vilacota y al bofedal adyacente a ésta. Es de esta forma que se puede entender la forma en la cual pueden sacar adelante al ganado local.

La presencia de bofedales ha probado ser un factor influyente, y, hasta cierto punto, determinante, en la locación de los centros poblados no solamente en las zonas más húmedas y frías, sino también en zonas con climas más cálidos y secos. Como se ha mencionado ya, la presencia de estos espacios es muy importante para el ganado local. No es de extrañarse, pues, que la problemática en torno a la conservación de *Rhea pennata* pueda verse incrementada por el conflicto interespecífico entre el ser humano (y su ganado) y la especie estudiada. Es importante conocer, así también, la forma en la que se distribuyen los centros poblados dentro de lo que se asume como el hábitat ideal de *R. pennata*.

Mapa 5: Ubicación de los centros poblados al interior del ACR Vilacota Maure, tomando como referencia al Mapa 3



Fuente: Elaboración propia con data del Minam, Geoservidor

Como se dijo con anterioridad, una de las actividades más resaltantes de los pobladores que residen en el ACR Vilacota Maure es la ganadería auquénida. Pudo verse en la salida de campo del 2017 que las poblaciones crían alpacas y llamas para su consumo. Esta actividad requiere, pues, de la presencia de cuerpos de agua (ríos, lagunas y bofedales), para que se usen de abrevaderos para los animales. Esto permite explicar la forma en la que se distribuyen: se ha adoptado el suprascrito patrón para aprovechar las mejores condiciones ambientales para la crianza del ganado.

En la misma salida de campo, además, pudo comprobarse que hay centros poblados que no se encuentran habitados a lo largo de todo el año. Así, hay zonas donde hay edificaciones, pero que se encuentran vacías, con lo que podría llegarse a pensar que los pobladores las emplean según las circunstancias. Se supo que muchos pastores tienden a pernoctar en estos anexos de forma esporádica mientras pastorean al ganado. El material predominante del cual se componen las casas es el de adobe y/o piedra. Solamente las edificaciones realizadas por los programas del Estado -Gobierno Regional de Tacna- están edificadas en material noble. Otro elemento que resalta de los centros poblados es la cantidad importante de iglesias y pequeñas capillas. Pese a que éstas no operan para oficios religiosos, se supo que se hacen esfuerzos desde el Gobierno Regional para su conservación. Estas capillas suelen amalgamar la religiosidad popular con la Fe Cristiana, porque se observan en la punta de los cerros. La gran mayoría de estas capillas son edificadas por los mismos pobladores, sin que haya atención pastoral correspondiente de la jurisdicción eclesiástica de la Diócesis de Tacna y Moquegua. Lamentablemente, muchas de estas capillas se encuentran derruidas o seriamente deterioradas.

Además de la presencia de las actividades de pastoreo, cabe mencionar que existen algunos pequeños negocios domésticos de abarrotes (bodegas), que surten de algunos productos envasados a los pobladores. De la misma manera, se cuentan un total de cinco centros educativos que se encuentran dentro del ACR Vilacota Maure. Éstos se encuentran cerca de las localidades de Mamuta, Huiltavira, Mamaraya, Corocorane y Kovire. Las instituciones se encuentran bastante separadas unas de otra y, naturalmente, sería conveniente que se implementara un mayor número de éstas para poder abastecer convenientemente a la población.

### 2.2.2. Historia y sociedad

La población que habita en el interior del ACR Vilacota Maure es, casi en su totalidad, de origen aymara, con fuertes influencias culturales españolas, propias de la conquista (Gobierno Regional de Tacna, 2012). El origen de las poblaciones sitas en la gran mayoría del altiplano peruano y boliviano corresponde al Pleistoceno, puesto que muchas pinturas rupestres ilustran animales que, al día de hoy, están extintos. Sin embargo, el poder situar una fecha concreta para el arribo de los primeros pobladores es sumamente complicado. Las culturas desarrolladas corresponderían a los periodos arcaico, formativo, intermedio tardío y horizonte tardío, así como la época colonia (Yaresi, 2017).

El Plan Maestro del ACR Vilacota Maure (Gobierno Regional de Tacna, 2012) menciona que las dos culturas que tuvieron lugar en esta zona fueron la Tiahuanaco y la Lupaca. La primera se originó en el altiplano peruano-boliviano, extendiéndose, en el lado peruano, entre Puno, Tacna y Moquegua, entre los años 1600 a.C. y 1000 d.C. (Browman, 1978). El segundo pueblo se origina a partir de la reorganización de la sociedad Tiahuanaco posterior a su declive y decadencia. Murra (2002) menciona que existía una sociedad bastante bien organizada en castas, de acuerdo a las funciones sociales. Además, se sabe que eran reinos sumamente prósperos que realizaban intercambio con otras culturas. Los pueblos sitos en el ACR, según el mismo plan maestro, son descendientes de esta cultura que prosperó hasta poco después de la conquista (Gobierno Regional de Tacna, 2012; Murra, 2002).

Tras la instauración de la Religión Católica y las políticas de catecismo y conversión del Virreinato, en el siglo XVI, se ha podido percibir un fuerte sincretismo religioso en muchos espacios del Perú (Leopold & Jensen, 2004). Este sincretismo se puede describir como una serie de amalgama de la cultura originaria y una segunda cultura que se busca sobreponer a la primera. En entrevistas no estructuradas en la visita al ACR Vilacota Maure, pudo comprobarse que hay un fuerte sincretismo puesto que, como se mencionó en líneas anteriores, es el cristianismo (Catolicismo Romano) el credo mayoritario en esta zona, pero que se tiñe de muchas prácticas heredadas de la cultura pagana anterior a éste, cuyas tradiciones religiosas han ido pasando de generación en generación. Un claro ejemplo de ello es la instalación de ermitas y pequeñas capillas, elaboradas por los mismos pobladores para pedir una gracia divina. Este singular origen de las suprascritas capillas, que se pudo conocer en la salida de campo, podría ser análogo a la práctica pagana descrita por Browman (1978) y Murra (2002), de realizar ofrendas a los dioses en aras de poder conseguir sus favores. Otra muestra de sincretismo que pudo, de igual modo, recabarse en entrevistas no estructuradas que estas capillas y todo lugar de culto deben edificarse en los cerros, en la cima, para poder estar más cerca de Dios y tener mayor contacto con Él.

Este curioso sincretismo también puede evidenciarse en el fervor popular con el que se llevan a cabo las fiestas populares. Si bien las parroquias más próximas se encuentran en los distritos de Candarave (Parroquia “San Juan Bautista”) y Tarata (Parroquia “San Benedicto”), siendo esta última la que provee la atención pastoral para las capillas de los distritos de Ticaco y Susapaya, los pobladores describieron que la única misa era la dominical, con espacio de cada quince días. Con todo, las fiestas populares de carácter religioso son vividas con mucho ahínco por los pobladores, donde, lejos del consejo de los presbíteros, es ocasión de juerga y descontrol. La fiesta patronal de la Diócesis de Puno, la Virgen de la Candelaria, celebrada el 2 de febrero, Solemnidad Religiosa de la Presentación del Señor, evoca mucho a la población a romerías, procesiones y similares, en las que se bebe la chicha de jora, un brebaje etílico realizado de maíz fermentado. Esta fiesta, si bien no proviene de Tacna, sino de Puno, expresa un claro sentido de unidad con los pueblos que formaban las culturas ancestrales. Esto también se pudo ver al conversar con pobladores en entrevista no estructurada. Los pobladores parecieran ser conscientes de su condición de descendientes de una única cultura ancestral, puesto que más de un poblador manifestó tener familiares en las regiones de Puno y Moquegua, a quienes reconocen como miembros de la misma cultura y población.

En lo referente a lo vivido por las poblaciones sitas en los años posteriores a la Conquista, puede mencionarse que fueron agrupadas en comunidades indígenas, aunque no haya mayor catastro de cuáles eran los distritos donde se ocuparían, puesto que éstos serían implementados después. Matos Mar (1976) menciona la obligatoriedad del tributo hasta finales del siglo XIX. Menciona el sistema de organización que se siguió para Puno y cita la falta de modernidad en lo referente a la representatividad y organización política de estas comunidades indígenas, conformadas por campesinos. Luego de la Reforma Agraria durante el Gobierno Revolucionario de la Fuerzas Armadas, en 1969, la pérdida de organización vertical para los asuntos de las tierras, ya adjudicadas a las recientemente reorganizadas comunidades campesinas, produjo un resaltante desequilibrio regional (Matos Mar & Mejía, 1980). Se menciona que Tacna tenía un nivel productivo muy por debajo del promedio nacional, atribuible a la falta de conocimientos por parte de los campesinos para poder realizar una incursión al mercado con sus productos. De la misma forma, la presencia de un único rubro productivo (fibra de alpaca) y el nivel de producción (eminentemente artesanal) ahondó el problema de las comunidades campesinas altiplánicas, lo cual puede ser el motivo por el cual se percibe semejante atraso económico en lo que ahora conforma la población al interior de ACR Vilacota Maure. De la misma forma, es pertinente resaltar que se instalaron para toda la Región Tacna un total de 27 cooperativas campesinas

Una gran cantidad de comunidades campesinas al interior del ACR Vilacota Maure fueron creadas en los años posteriores a la Ley de Reforma Agraria del año 1969. De las que se tiene dato (SICCAM,

2016), se sabe que, luego del fin del Gobierno Revolucionario de las Fuerzas Armadas (1975), el cual curiosamente tuvo como escenario protagónico a la Región Tacna (el “Tacnazo”, a fines de agosto del año 1975), se reconocieron formalmente no menos de 10 comunidades campesinas en lo que hoy es el ACR Vilacota Maure. En la actualidad, se tiene conocimiento de que hay un total de 2,386 predios, que ocupan un total de 1,249.79 hectáreas en el distrito de Tarata; y un total de 4,343 predios que ocupan un total de 3,464.85 hectáreas en el distrito de Candarave. Sin embargo, no se tiene data alguna de los predios y las hectáreas que estos ocupan para los distritos Susapaya, Ticaco y Palca, que también están al interior del ACR Vilacota Maure (Gobierno Regional de Tacna, 2009). El problema de la exigua data aportada por el Gobierno Regional se ahonda con el hecho de que ningún distrito está comprendido en su totalidad por el ACR Vilacota Maure, con lo que no se puede saber a ciencia cierta cuántos y cuáles de estas comunidades campesinas poseen los predios sitios al interior del área de estudios; tampoco se sabe con seguridad cuáles de estos predios calzan totalmente al interior del ACR, ni se sabe la extensión de los mismos. De igual modo, tampoco se tiene registro de la tenencia de dichos terrenos.

La evidente falta de presencia del Estado Peruano para la fiscalización de los terrenos y de las actividades que se realizan al interior de los mismos puede suponer una desarticulación completa en la población al interior del ACR Vilacota Maure (así como en la población de buena parte del altiplano). Según lo antes expuesto, se puede concluir que, históricamente, no ha habido un cuidado de parte del Gobierno Central de proponer a los locales un sistema que les permita organizarse de una forma más adecuada, en la que posean representatividad, en la que puedan ingresar a las dinámicas modernas, entre otros. Esta suerte de falta de interés y ocupación histórica ha generado un cierto recelo en la población. Esto también pudo comprobarse en la salida de campo en conversaciones con los pobladores.

El recelo nace, según lo conversado en entrevistas no estructuradas, de dicha falta de presencia, que ha forzado a los locales a aferrarse a sus costumbres (sociales, culturales y económicas) y a tratar con mucha hostilidad a los foráneos. Esta hostilidad tiene un fuerte arraigo por la dureza de las relaciones entre los locales y las diferentes instituciones y personalidades que han tratado con éstos (Gade, 1999). Desde los hacendados hasta los conquistadores, pasando por la oferta de un mejor futuro sin abusos ofrecido por la Reforma Agraria, por la violencia ejercida por el terrorismo y la falta de presencia del Estado, la sociedad del altiplano sita en el ACR Vilacota Maure no percibe con buenos ojos los actuales esfuerzos del Gobierno Regional de Tacna por integrar las dinámicas de dichos asentamientos humanos y centros poblados y comunidades campesinas. Es lamentable que, pese al esfuerzo, sea muy poco el interés de la población local por la causa de la conservación de *Rhea pennata*.

Entender la historia de la población y su cultura y sociedad ha permitido poder conocer un poco más al factor humano, tan importante en lo que refiere a la especie estudiada. Es solo tras entender las históricas relaciones entre las poblaciones locales y las demás personas e instituciones con las que se han llegado a vincular que se puede entender un poco más la situación que enfrentan las poblaciones locales. La históricamente difícil relación con el Estado Peruano, expuesta por la falta de representatividad, ha generado un clima difícil para la conservación de *Rhea pennata*. Los pobladores, como se pudo conocer en la salida de campo, tienen un muy bajo interés en la conservación de esta especie. Además, se han dado situaciones en las que algunos pobladores se han mostrado particularmente hostiles con investigadores y dependientes del Gobierno Regional. El poder entablar una buena relación con los pobladores debería poder ayudar a conservar a *R. pennata*, puesto que sería ideal hacerles ver lo importante de su participación en este fin.

Conocer con exactitud la variación de la población al interior del ACR Vilacota Maure es sumamente complicado, aun cuando se empleen datos del Instituto Nacional de Estadística e Información (“INEI”, INEI, 2017). Sucede que, pese a que se han censado todos los distritos que se encuentran en la región Tacna, no se tienen ningún distrito que se comprenda en su totalidad al interior del ACR Vilacota Maure. Sin embargo, las variaciones poblacionales de los distritos ahí comprendidos sí se tienen registradas, lo que podría permitir dilucidar, aunque no con plena certeza, cómo ha ido evolucionando la población local en el lapso de la década que se comprende entre el 2007 y el 2017.

*Cuadro 10: Población en los distritos del ACR según censo del 2017*

<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Pob. Total</b>	<b>Pob. Urb.</b>	<b>Pob. Rural</b>
Candarave	Candarave	2,354	0	2,354
Tarata	Tarata	3,642	2,802	840
	Ticaco	581	0	581
	Susapaya	518	0	518
Tacna	Palca	1,980	0	1,980

*Fuente: Elaboración propia con data del INEI, 2007*

*Cuadro 11: Población en los distritos del ACR según censo del 2007*

<b>Provincia</b>	<b>Distrito</b>	<b>Pob. Total</b>	<b>Pob. Urb.</b>	<b>Pob. Rural</b>
Candarave	Candarave	3,174	1,931	1,243
Tarata	Tarata	3,626	2,882	744
	Ticaco	815	741	74
	Susapaya	848	658	190
Tacna	Palca	1,510	189	1,321

*Fuente: Elaboración propia con data del INEI, 2017*

Como se puede ver, hay una variación poblacional en lo que respecta a la mayoría de las provincias. Sorprende mucho el caso del distrito de Ticaco, que ha experimentado una disminución poblacional cuantiosa, pasando de 741 a cero personas en su espacio urbano; lo que se contrasta con una disminución poblacional general en el distrito. Lo mismo sucede en el caso del distrito de Susapaya, que ha experimentado una disminución a cero de su población urbana, manteniendo una población rural mayor a la anterior. El distrito de Candarave ha percibido un incremento en su población rural, pero una disminución dramática en el ambiente urbano, que se ha reducido a cero; sin embargo, la población rural, que al 2017 representaba la totalidad de la población del distrito se ha duplicado, pese a seguir siendo menor a la registrada diez años atrás. El único distrito de los que se tienen al interior del ACR Vilacota Maure que ha experimentado una disminución ligera -no a cero- de su población urbana ha sido el distrito de Tarata.

Habiendo conocido el Área de Conservación Regional Vilacota Maure, se puede entender esta curiosa variación poblacional a la luz de que el único espacio urbano que cuenta con prestación de servicios de luz, agua, desagüe y cobertura celular es Tarata. Es posible que la implementación de estos servicios haya disuadido a la población de migrar, lo cual se habría podido ver en una disminución cuantiosa como la que se ha podido apreciar en los otros espacios. La disminución de las poblaciones se puede atribuir a una migración hacia la Ciudad de Tacna, la cual ha experimentado una variación poblacional que ha crecido entre el 2007 y el 2017 (INEI, 2017). Con todo, la población del ACR Vilacota Maure ha seguido desarrollando dinámicas que han influido en el espacio (Gobierno Regional de Tacna, 2012), de modo que poder conocer la variación de la misma permite entender cómo puede verse modificada la población de *Rhea pennata*. Sin embargo, sería de provecho que las mismas autoridades regionales del ACR Vilacota Maure realizaran un censo regional para que se pueda conocer con exactitud la población en el ACR. De la misma manera, sería provechoso que se diera algún seguimiento a las poblaciones, para identificar qué localidades son las más propensas a experimentar una variación poblacional estacional.

### 2.2.3. Actividades económicas

Como se ha expuesto, la población humana al interior del ACR Vilacota Maure realiza, casi exclusivamente, una única actividad económica: la pecuaria. Además de esta actividad, suelen darse, aunque en menor medida, procesos agrícolas, aunque sean de subsistencia (Gobierno Regional de Tacna, 2012). La tenencia de ganado auquénido para las provincias de Tarata y Candarave, sitas casi totalmente en la sierra de la región de Tacna, mencionan la relevancia que tienen los auquénidos en lo referente al total de especies que comprende el ganado. Para la provincia de Tarata, se tienen más de 19,000 cabezas de ganado auquénido, lo que representa un 54.2% de la totalidad del ganado. Para la provincia de Candarave, se tienen casi 16,000 cabezas de ganado auquénido, lo que representa el 39.1% del ganado criado. Luego del ganado auquénido, el ganado más representativo es el ovino, con un 28.6% para Tarata y un 35.5% para Candarave. Es pertinente mencionar que casi no se vieron ejemplares de oveja en los rebaños avistados al interior del ACR Vilacota Maure de modo que, atendiendo a que ningún distrito ni provincia calza a la perfección dentro de los límites del ACR, es posible que esta data, aportada por el Gobierno Regional de Tacna (2009), solo permita ilustrar parcialmente este punto.

De cualquier forma, el Plan Maestro del ACR Vilacota Maure (Gobierno Regional de Tacna, 2012) reconoce a la actividad pecuaria como la más resaltante al interior del área de estudios. La misma fuente menciona la importancia de esta actividad porque, si bien se da en proporciones bastante pequeñas, permite la incursión en el mercado. La fibra de alpaca y de llama es esquilada, limpiada, ovillada y trabajada, y se expende a comerciantes o a otros pobladores que elaboran, usualmente, en los pueblos más grandes o en la misma Ciudad de Tacna, chompas, gorros, bufandas, entre otros accesorios. Sin embargo, no es extraño que la obtención de fibra de alpaca y llama, así como la carne de estos animales sean objeto de trueque con otras familias vecinas.

Sobre este punto, que también pudo conocerse en la salida de campo, se obtuvo el testimonio de una local que indicaba que prefería intercambiar los bienes que podía obtener de su ganado por otros bienes que pudieran ofrecerle sus amigos y conocidos. Esta tendencia es común en los andes, y puede responder a la ubicación marginal que las poblaciones poseen respecto de la economía nacional, así como a las tradiciones ancestrales, que consideraban al trueque como la forma más adecuada de intercambio de bienes (Lehman, 2007).

Otra actividad mencionada por el Plan Estratégico Regional del Sector Agrario es la agricultura. Ciertamente es el ACR Vilacota Maure un espacio donde la agricultura puede desarrollarse con especies sumamente bien adaptadas a las durísimas condiciones meteorológicas. Se menciona para esta actividad cultivos de papa y otros tubérculos andinos. Con todo, en el cauce del río Calientes (Candarave), se desarrollan cultivos de cereales andinos. En las zonas más bajas, fuera de los límites del ACR, se pueden ver cultivos de orégano. En las provincias de Tarata y Candarave, que son exclusivamente de altura, el cultivo más practicado es el de la alfalfa. Se trata de un cultivo semipermanente que, además de poder consumirse, puede alimentar al ganado. Para toda la provincia de Tarata se tiene un total de 1,710 hectáreas. Para Candarave, se tiene un asombroso total de 6,78 hectáreas destinadas al cultivo de esta planta.

Con todo, el trueque llega a proponerse como una medida de comercio bastante empleada. Se tiene el conocimiento de que, en lo referente a la historia económica. La presencia del trueque como herramienta económica (Pease, 1981). Las culturas prehispánicas, como se pudo mencionar en el acápite anterior, fueron reinos muy prósperos que comerciaban sus productos agrícolas y ganaderos con las poblaciones de la costa (Murra, 2002; Pease, 1981). Como se ha podido ver en la salida de campo, las estructuras del trueque se mantienen, sobre todo para intercambiar productos cultivados y generados de la ganadería. No obstante, de lo que se puede vender, se puede percibir una actividad económica de mercado, especialmente para los pequeños negocios de abarrotes que se dan al interior. Algunos de los pueblos al interior del ACR Vilacota Maure cuentan con pequeñas bodegas. Estas bodegas expenden productos de primera necesidad, lácteos, huevos, queso, pan, entre otros abarrotes. Sin embargo, no suelen ser una actividad económica representativa de la población al interior de dicha área.

Estas pequeñas bodegas, usualmente sitas cerca de los colegios o del ayuntamiento (*i.e.*, la plaza principal del pueblo) no suelen emitir boleta, ni suelen tener una amplia gama de productos en su stock. Con todo, presentan un atisbo de lo que puede ser una incursión al mercado desde el interior de esta población (Gobierno Regional de Tacna, 2012). En conversaciones con una bodeguera al interior del distrito de Tarata, se supo que, pese a que ella era la dueña del pequeño negocio, también poseía un aprisco de llamas, de las que se encargaba su marido. Además, ella no se rehusaba a aceptar otros bienes en calidad de trueque por los productos obtenidos de su ganado; sin embargo, prefería el dinero en efectivo para lo referente a su negocio, siendo ella consciente de que necesitaba el efectivo para que, volviendo a la Ciudad de Tacna, pudiera reabastecer la oferta de productos. Manifestó salir en colectivo una vez cada tres semanas para la Ciudad de Tacna y comprar sus productos, pernoctar y regresar a primera hora del día siguiente.

#### **2.2.4. El sobrepastoreo: el principal causante del efecto sobre las poblaciones de *Rhea pennata***

El plan maestro del ACR Vilacota Maure (Gobierno Regional de Tacna, 2012) menciona como principal conflicto del uso del suelo el sobrepastoreo. Como se ha mencionado ya en esta investigación, los pobladores tienen al pastoreo auquénido como principal actividad económica. Becerra Bustamante (2008) menciona que el pastoreo en los andes conserva elementos ancestrales, tales como la presencia de terrenos comunales, los cuales son compartidos por los animales de distintos rebaños. De la misma manera, menciona que hay todavía rebaños comunales, aunque esta metodología está casi extinta. De la misma manera, menciona que el pastoreo andino se da de una forma nómada, en la cual se aprovechan los pastizales en función de la temporada de lluvias. Un aspecto interesante lo menciona Postigo, Young y Crews (2008): la llama suele preferir pastos secos, propios de los pajonales, mientras que la alpaca suele preferir pastos más tiernos, propios de los bofedales. En ambos casos, menciona Becerra Bustamante (2008), es muy frecuente que se dé una traslación de los animales de tierras bajas en temporadas lluviosas y a tierras altas en temporadas secas.

Este mismo autor señala que, entre las especies vegetales ingeridas por el ganado auquénido, resaltan las familias *Poaceae* y *Asteraceae*, con una contribución respectiva del 24.19% y el 17.71%. Considerando la intensidad con la que estos animales pastan, así como el hecho de que estas especies son conducidas por seres humanos, es entendible que, como menciona el estudio de Echaccaya, Arana y Salinas (2017) haya una competencia entre el animal estudiado y el ganado auquénido, dado que, como ya se ha mencionado, se alimentan esencialmente de lo mismo. Al tema del excesivo pastoreo que se da en estos espacios, se suma el hecho de que éste no se puede cuantificar, puesto que no existen, en la mayoría de los casos, un registro adecuado de la propiedad de dichos terrenos. Según el Gobierno Regional de Tacna (2015), pese a que haya un traspase de propiedad por distintos métodos, no se tiene un registro correspondiente de estos procesos, ya que la presencia del Estado en el ACR Vilacota Maure solo se da en la forma del Gobierno Regional. Con todo, pese a que se den casos de tenencia comunal, la mayoría de estos espacios de pastoreo, diseminados indistintamente y carentes de una organización logística a lo largo de toda la región, son empleados por miembros de distintas comunidades.

Al acceder al área de estudios se ha podido conocer la precariedad de la demarcación de dichos espacios de pastoreo. Los pobladores consultados en la salida de campo acotaron conocer espacios de pastoreo idóneos para su ganado, aunque declararon no conocer si eran de uso propio de la comunidad a la que pertenecían. En otros casos, los pobladores se han mostrado muy hostiles a la presencia de cualquier forastero (investigador o miembro del Gobierno Regional de Tacna), y han delimitado sus predios con cercos de alambre. Esto, como ya se ha mencionado, ha supuesto otra dificultad para la conservación de *Rhea pennata*. La percepción que tienen muchos pobladores de esta ave es sumamente

desinformada. En salida de campo se ha podido conocer que estos pobladores no tienen reparo en eliminar a ejemplares que se encuentran dentro de sus predios, so pretexto de que compiten con su ganado. Adicionalmente, hay un bulo en circulación que sostiene que un parásito presente en las heces del suri puede infectar el hígado de las llamas y alpacas, enfermarlas y hacer que éstas mueran. El Plan Nacional para la Conservación del Suri menciona esta variable, carente de un absoluto sustento científico (Gobierno Regional de Tacna, 2012).

Baied y Wheeler (1993) mencionan un cambio sustancial en la mentalidad y la concepción de la naturaleza que lo rodea. El cambio de las sociedades en lo referente a la percepción de los recursos naturales, sumado a la falta de educación -recordando que hay solo cinco escuelas, de las cuales solo dos tienen secundaria (Gobierno Regional de Tacna, 2012)-, ha complicado también la comunicación con los pobladores, de modo que ha sumado otra dificultad a la conservación. El pastoreo supone la cría de ganado para la subsistencia y, en algunos casos, venta menor de los productos derivados de la fibra de la alpaca. El tamaño del ganado es variable, lo cual también se pudo comprobar en la salida de campo, llegando a rebaños bastante grandes de un centenar de ejemplares. Este ganado versátil provee lana para la ropa de los pobladores, teñida, procesada e hilada con tecnologías y técnicas ancestrales (Baied & Wheeler, 1993). La obtención de carne de estos animales también es significativa (Bustamante Becerra, 2008), al punto que estos animales proveen de proteína animal a los pobladores, aunque esto se lleva a cabo más como un consumo y práctica ancestral. Existen casos en los que se complementa la alimentación con los productos obtenidos en los pequeños negocios de venta de abarrotes. En la salida de campo se pudo comprobar que, además de consumir la carne del ganado, consumen también los pobladores carne procesada de pollo, que se expende en las bodegas locales: el consumo de la carne del ganado ya no es la única fuente de alimento.

En las zonas altas de Tacna, el ganado sale a pacer a primeras horas de la mañana. Al amanecer, el pastor se dirige hacia el redil, usualmente ubicado próximo a su vivienda. Arrea a los animales hacia los pastos y bofedales para que coman y beban con las primeras luces del día. Debe ser destacada la presencia de estos humedales, vitales para la supervivencia y el desarrollo del ganado (Baied & Wheeler, 1993; Postigo, Young & Keller, 2008). El problema que deviene de esto es que *Rhea pennata* suele acudir a estos espacios también a esas horas para poder alimentarse y beber agua. Ahí podría surgir un primer conflicto entre el ser humano y el suri, puesto que estos últimos podrían verse desplazados de un espacio en el que encuentran alimento, especialmente en la temporada seca (Barry, Martella & Navarro, 2008).

Un problema muy serio que ocurre en torno a la mencionada actividad parte del hecho de que no se cuenta con un registro de posesión de las tierras que detalle qué espacios se utilizan para el pastoreo. Así, determinar a ciencia cierta en qué espacios se llevan a cabo las actividades de pastoreo es sumamente complicado. El traspase de posesión de las tierras es irregular y casi nunca es supervisado por un ente estatal que corrobore el proceso (Gobierno Regional de Tacna, 2012). En entrevistas no estructuradas durante la salida de campo se pudo comprobar la irregularidad de la tenencia de estos espacios. Tierras que, otrora fueron comunitarias, pudieron haber sido compradas, revendidas, cedidas, heredadas, etc., sin que mediara la institución correspondiente. Otro aspecto a tener en cuenta es la irregularidad con la que se demarcan los diferentes predios. En la salida de campo se pudo constatar que hay gente que varía los hitos de sus propiedades, usualmente porque cede una porción o la vende a otro propietario. Como se mencionó ya, la demarcación de los predios –cuando se incorpora– se da de forma precaria, con verjas con alambre de púas, que representa un riesgo para la fauna local.

Si bien no se tiene un registro actualizado, minucioso y completo de la tenencia de la tierra que sea cien por ciento fiable, se tiene registro únicamente de las extensiones que, *de facto*, se emplean para el pastoreo, aunque no se sepa a ciencia cierta si son, efectivamente, comunitarias o personales, familiares o de qué tipo. Una gran cantidad del área total del ACR Vilacota Maure se emplea fácticamente para el pastoreo del ganado. Esto es comprensible por la presencia de pocos pastos a lo largo del pajonal andino: tratándose de un espacio en el que solo pueden sobrevivir ciertas especies vegetales, es natural que éstas solamente prosperen en zonas determinadas. Esto, consecuentemente, obliga a los pastores a tener que desplazarse para poder proveer de alimento a sus animales. Así, el área destinada al pastoreo se extiende por casi todo el espacio correspondiente a los pajonales andinos y a la zona de vida correspondiente al “*Matorral Desértico Subalpino Templado Cálido*” y a la “*Tundra Húmeda Alpina Templada Cálida*”. Sin embargo, esta tipificación excluye categóricamente los espacios tipificados como “*No aptos para uso agrícola*”, quizás porque sean éstos los espacios más áridos y carentes de vegetación. Los espacios circundantes a esta tipificación, que corresponden a las zonas de mayor elevación, tampoco son empleadas como espacios de pastoreo, quizás por su altitud y la dificultad de acceso, puesto que se encuentran próximas a la Cordillera del Barroso.

La estacionalidad de la precipitación, abordada en acápite anteriores, también influye en la presencia y ausencia de la vegetación. En tal caso, la estación lluviosa, en la que la vegetación se encontraría más vigorosa, la competencia podría ser menor. En esos casos, sería posible que los pastores no excedieran la capacidad de carga de los pastos de los que se alimenta el ganado auquénido. Sin embargo, es posible que, durante los meses de sequía, el pastoreo se centre en las zonas más próximas a los bofedales que, para cualquier caso, se encuentran comprendidos en zonas donde se lleva a cabo el pastoreo.

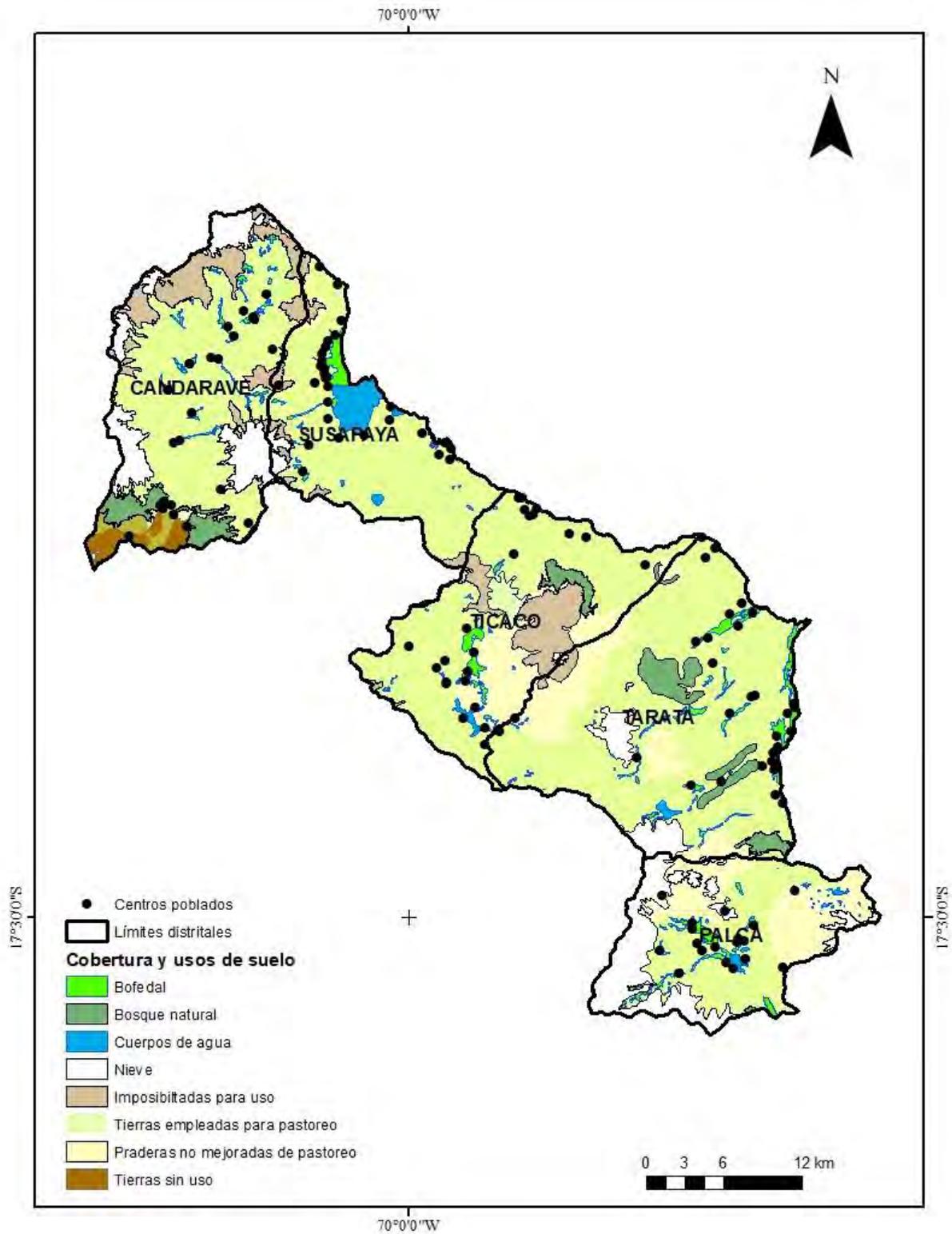
Entender la extensión de las zonas que se prestan al pastoreo pone en evidencia cuánto queda por avanzar en lo referente a la conservación de *Rhea pennata*. Dado que muchos son los espacios al interior del ACR Vilacota Maure que se emplean para satisfacer la demanda de alimento del ganado local, es entendible que esta especie esté en el riesgo de extinción en el que se encuentra actualmente. El conocer, así no sea con la precisión que se desearía, la realidad del sobrepastoreo en el ACR Vilacota Maure permite conocer en qué aspectos se tiene que trabajar para poder conciliar las necesidades de la población local respecto de los pastos, así como las necesidades de la especie estudiada en lo referente a espacio y a alimento. Pese a que no se cuente con el conocimiento de a quién pertenecen puntualmente los predios al interior del ACR Vilacota Maure, con lo aportado en este acápite se puede ir conociendo en qué espacios hace falta la presencia del Estado, que permita regularizar la situación de posesión predial, de modo que las políticas de conservación que se tomen con *Rhea pennata* puedan tener mayor tasa de éxito.

*Foto 8: Detalle de un pajonal, donde también se pueden apreciar las yaretas. Estos espacios pueden ser aprovechados por el ganado auquénido y por Rhea pennata, sobre todo en la temporada seca, cuando la comida no es abundante.*



*Fuente: Toma fotográfica personal*

Mapa 6: Capacidad de usos de suelo al interior del ACR Vilacota Maure, considerando la cobertura vegetal y los centros poblados (Mapa 4)



Fuente: Elaboración propia con data del Minam, Geoservidor; Ministerio de Vivienda.

En lo referente a la posesión de los terrenos al interior del ACR Vilacota Maure por parte de las comunidades campesinas, cabe mencionar el hecho de que solo se encuentra adjudicado a la comunidad campesina de Talabaya. Este espacio se encuentra en el distrito de Talca, Provincia de Tacna. La falta de un catastro que lleve el registro de los terrenos adjudicados a las comunidades es, cuanto menos, desconcertante. Esta ausencia dificulta la presente investigación, así como muchas otras en temas de conservación, puesto que, atendiendo que el sobrepastoreo incide en la desaparición de *Rhea pennata* al interior del ACR Vilacota Maure, es importante que se cuenten con las suficientes herramientas de identificación de las parcelas adjudicadas a los distintos grupos humanos sitios al interior del área de estudios. Al no tener un catastro completo de los distintos espacios adjudicados a las comunidades campesinas, es muy difícil que se pueda conocer en qué espacios se dan más fuertemente las dinámicas de sobrepastoreo.

El *Mapa 6* ilustra la ubicación de un único terreno adjudicado a la comunidad campesina de Talabaya, que ocupa una considerable cantidad del distrito de Talca (provincia de Tacna). Este terreno se circunscribe, en buena cuenta, al límite del ACR Vilacota Maure. Sin embargo, al contrastar con lo expuesto en el *Mapa 5*, puede comprobarse que una gran cantidad de este espacio adjudicado a comunidad campesina se emplea para el pastoreo. Con todo, se considera que es necesario e imperioso que se ahonde en el registro de tenencia de las tierras al interior del ACR Vilacota Maure, para poder llevar conocer qué políticas de conservación pueden llevarse a cabo y ser viables para ayudar a evitar la extinción de la especie estudiada.

La presencia de un registro adecuado y fidedigno de los diferentes tipos de posesión del terreno podrían ayudar no solo a la conservación del suri, sino que podría ayudar a integrar a los distintos especialistas con la población local, de modo que se pueda establecer un diálogo adecuado con la persona que es posesionaria de dicho espacio. En lo referente a la conservación de *Rhea pennata*, además, podría permitir establecer dónde podrían haber sido instalados cercados de forma que no corresponde a la posesión real y legal de dicho terreno (*i.e.*, cercos instalados de forma arbitraria por pobladores). De la misma manera, podría ayudar a facilitar el tránsito de los especialistas por zonas que no pertenecen a un único propietario, lo que podría ayudar a los investigadores a legitimar su derecho al tránsito frente a las no extrañas hostilidades de los pobladores en contra de los foráneos.

Mapa 7. Terreno adjudicado a la comunidad campesina de Talabaya, único al interior del ACR Vilacota Maure; y ubicación de centros poblados



Fuente: Elaboración propia con data del Minam, Geoservidor, Ministerio de Vivienda.

## **CAPÍTULO TERCERO:**

### **De la metodología empleada**

El presente trabajo de investigación ha buscado seguir una metodología que se ha realizado en trabajo de gabinete y trabajo de campo. Siendo esta una investigación geográfica de la distribución ecológica de *Rhea pennata*, se ha buscado seguir una metodología afin a estudios geográficos. En suma, las labores de gabinete y de campo han ido muy de la mano, de modo que se ha podido validar la teoría con la práctica.

Buzai (2013) y Valera Bernal (2013) mencionan, cada uno, una serie de aproximaciones metodológicas de la investigación en el campo de la geografía (ver *Anexo 4*). Es conveniente iniciar la investigación con una fase investigativa, en la que se logra establecer el tema a investigar, que debe ser concreto y que debe ser oportuno y de carácter actual (Buzai *et al.*, 2013). Además, coinciden en que las investigaciones, a fin de que se desarrollen con mayor prontitud, deben realizarse en formas similares a otras investigaciones, pudiendo obtener inspiración en la metodología de éstas, su objeto de estudios, su área de interés, etc. De la misma manera toda investigación debe validar su trabajo realizado de forma teórica (recopilación de fuentes, formulación de teorías, manejo de datos de terceros) en una aplicación práctica (Valera Bernal, 2013).

Las ventajas del trabajo de gabinete incluyen la posibilidad de ordenar y procesar la data recolectada en el campo, así como la planificación de las sucesivas excursiones al área de estudio. El poder realizar trabajo de gabinete buscó lograr la construcción de mapas de distribución para la distribución de la especie a la luz de la data que se recopile en el campo. Por otro lado, la realización de una fase de campo se planteó para contrastar en la misma área de estudio los resultados del manejo de data provista por la literatura y analizada en el gabinete, así como la obtención de data de primera mano sobre la distribución de las poblaciones de *Rhea pennata*.

El trabajo de gabinete se realizó de forma exhaustiva durante el 2017 y durante los primeros meses del 2018. La investigación permitió delimitar el tema de investigación. Pese a esto, se intentó determinar la distribución específica de las poblaciones al interior del Área de Conservación Regional Vilacota Maure, en base a la data obtenida en los censos poblacionales dirigidos por el Serfor en los años 2008 y 2016. Con todo, ha resultado relativamente difícil la obtención de dichos datos. Otra parte del trabajo investigativo teórico ha sido la búsqueda de información pertinente de la especie en cuestión. Para eso, se buscó literatura sobre las características biológicas y ecológicas de *Rhea pennata*, lo cual permitió conocer mejor las dinámicas de la misma en el hábitat.

Las dinámicas que realiza *R. pennata* pudieron ser observadas en una salida de campo realizada en abril del 2017. Se pudieron ver un total de treinta ejemplares diseminados en el interior del ACR Vilacota Maure. Durante cuatro días (martes 25, miércoles 26, jueves 27 y viernes 28 de abril del 2017) se realizó una salida de campo al área de estudios. Con la compañía de los especialistas, que acudieron para poder informar a los pobladores de una campaña de vacunación para el ganado auquénido local. El día martes 25, en las inmediaciones de la carretera se pudieron ver cerca de quince ejemplares de *R. pennata* a unos 120 metros de distancia de los observadores. Los ejemplares estaban cerca de un rebaño de vicuñas (*Vicugna vicugna*), lo que pudo comprobar lo expuesto por Ivory (1999) respecto de que suelen coexistir de forma pacífica con otras comunidades. Se pudo, además, observar fecas de estos ejemplares. Al día siguiente, se pudieron observar ejemplares juveniles a una distancia menor (aproximadamente, 60 metros), se resolvió que eran juveniles por la coloración que presentaban y por tener menor tamaño. Estos ejemplares subadultos sumaban un total de treinta individuos. Finalmente, se observaron otros veinte ejemplares en las inmediaciones de un bofedal, el día miércoles 26 de abril. El día jueves 27 de abril se procedió al descenso del ACR Vilacota Maure a inicios de la tarde, donde pudo verse un conjunto de huellas y fecas de *R. pennata*, lo que contaría como registro indirecto. El día viernes se vieron tres grupos de aves, y un grupo de 6 suris, en las proximidades de la Laguna Vilacota. Conforme se fue dando el descenso, se accedió a la parte sur del Distrito de Ticaco, donde se vio otro grupo de once ejemplares, primero; y otro grupo de nueve ejemplares. A finales de la tarde, se arribó al pueblo de Tarata, donde se pernoctó, para volver a la ciudad de Tacna al día siguiente.

*Foto 9: Investigador y especialistas con un grupo de campesinos en el ACR Vilacota Maure, el día viernes 28 de abril*



*Fuente: ACR Vilacota Maure*

### 3.1. Fase de gabinete

La data que se obtuvo fue provista por el Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Serfor) a mediados del año 2018. Se consultó por los puntos georreferenciados de los avistamientos de *Rhea pennata*, obtenidos de los censos del 2008 y del 2016. Los puntos permitirían conocer el hábitat real de *R. pennata* al interior del Área de Conservación Regional Vilacota Maure. De igualmente, se consultó la plataforma virtual *GBIF*, para obtener más puntos de avistamiento. Esto se realizó para poder complementar la data aportada por Serfor, que solo consignaba avistamientos al interior del ACR Vilacota Maure. La incorporación de puntos de avistamiento y registros fuera y dentro del área de estudios permitirían obtener resultados más precisos a la hora de estimar el hábitat potencial de *R. pennata*. Para poder manejar la data y obtener la información de la distribución de las poblaciones de *R. pennata* se hizo uso de la metodología *MaxEnt*. La metodología *MaxEnt* (Berger, A; Della Pietra, S.; & Della Pietra V., 1996), del nombre en inglés *Maximum Entropy Methodology* (Metodología de la máxima entropía), ha resultado ser una aproximación metodológica interesante y sumamente precisa que permite una alta predictibilidad en la distribución espacial de especies de animales o plantas; así como bacterias y otros agentes patógenos.

Este sistema hace uso del principio de máxima entropía en la presencia de la data, a fin de alcanzar estimaciones que relacionan las variables ambientales y la calidad del hábitat, de modo que se puede predecir de forma aproximada el espacio ecológico en el que podría existir la presencia de una especie determinada y su potencial distribución geográfica (Warren & Seifert 2011). Así, aporta un estimado de la distribución esperada, y selecciona la forma de distribución que sea la más aproximada a lo uniforme; a ésta se le conoce como “máxima entropía” (Phillips, Dudík & Schafire, 2004). Ésta se obtiene en función de la confluencia de los puntos de avistamiento o de registro con los limitantes de las condiciones ambientales que el investigador desee incluir.

Esta metodología ha probado ser útil para los estudios y las aplicaciones prácticas en el rubro de la ecología, especialmente en el aspecto de la conservación (Phillips & Dudík, 2004). Así, ésta es una metodología que puede permitir la estimación de la distribución de una población, haciendo uso de los datos que permiten identificar las condiciones, usualmente abióticas, que son agradables al espécimen estudiado; así como, principalmente, de avistamientos o registros datados (Phillips & Dudík, 2004; Berger, A; Della Pietra, S.; & Della Pietra V., 1996). Algunos autores, como Martínez-Méndez, Aguirre-Planter, Eguiarte y Jaramillo-Correa (2016), han hecho uso de esta metodología, puesto que permite la generación de un modelo de hábitat potencial en función de la data provista, que considera lo antes mencionado. El resultado permitirá conocer el hábitat potencial del ave, para poderlo contrastar con el hábitat real. El resultado final, tras registrar en el programa *MaxEnt* los puntos de avistamiento

e ir restringiendo los factores ambientales (clima, topografía, etc.), es una capa que arroja en forma de mosaico las posibilidades de encontrar en determinado espacio a la especie estudiada, donde un extremo de la línea cromática del mosaico sería nula posibilidad (0) y el otro extremo de la línea cromática (100) del mosaico equivaldría a una elevada posibilidad de encontrar, puesto que se consideran avistamientos y características del área que son agradables a dicha especie.

Esta metodología también ha sido empleada en investigaciones académicas. Molina (2014), en su tesis “Modelamiento del comportamiento de especies vegetales seleccionadas del páramo del Parque Nacional *Podocarpus* ante potenciales cambios climáticos” hace uso de la metodología y el programa *MaxEnt*. Molina (2014) empleó calculó la máxima entropía para calcular la distribución de distintas especies. Para ello, se seleccionó una serie de variables climáticas (temperatura, precipitación, calidad del suelo, composición del suelo, entre otras), los datos topográficos y los puntos de avistamiento y se procedió correr el modelo del programa *MaxEnt*. Con esto, se obtuvieron una serie de pixeles con un rango de colores, empleando intervalos para medir la idoneidad del hábitat: menos de 20% (muy baja), 20 a 40% (baja), 40 a 60% (media), 60 a 80% (alta) y 80 a 100% (muy alta).

Para llegar a que se pueda conocer la distribución potencial de una especie, debe descargarse el programa *MaxEnt*, el cual trabajará de forma simultánea con un programa que realiza mapas, como, por ejemplo, *ArcMap*. El programa *MaxEnt* reconoce los archivos en formato “.csv” y los archivos en formato “.asc”. El primer formato, los archivos “.csv”, incluye la data que compone la distribución de la especie que se desea estudiar y cuya distribución se desea obtener. El segundo formato, los archivos “.asc”, son las variables ambientales (precipitación, altitud, entre otras). En el espacio de “muestras”, se colocan los archivos “.csv”, y en el espacio de las variables ambientales, se colocan los archivos “.asc”. Respecto de estos últimos, hay que precisar si es que la variable es categórica (vegetación, usos del suelo) o continua (temperatura, precipitación). Además, se indica que se desea crear curvas de respuesta, que muestran los resultados de forma más gráfica, y se selecciona uno de los tres tipos de presentación de modelo: “cumulative”, “raw” o “logistic”. Finalmente, se selecciona uno de los formatos de salida (“.asc”, “.mxe”, “.grd” o “.bil”). Para la obtención de los datos, será necesario indicar la carpeta en la que serán colocados los resultados obtenidos.

El programa *MaxEnt* arroja, tras seleccionar la data y hacerla correr, una serie de documentos en distintos formatos. Destacan el mapa, en formato “ASCII”, y el documento en formato “.html”. El formato “.html” incluye una serie de cuadros y gráficos que explican la posibilidad de incidencia de cada especie en función de cada variable ambiental de forma independiente. Será necesario, para que

el programa de mapas pueda leer y procesar el mapa en formato “.asc”, que éste sea convertido a formato *ráster*.

### 3.1.1. Limitaciones de la data obtenida

La data poblacional de *Rhea pennata* obtenida por el Serfor los censos de 2008 y de 2016 ha permitido la elaboración de mapas que coadyuvan al objetivo de tener conocimiento de dónde se encuentran las poblaciones de *Rhea pennata*. Ésta, así como la data provista por *GBIF* (*Global Biodiversity Information Facility*, o “Facilitador internacional de la biodiversidad global”) han permitido que se lleve a cabo el proceso metodológico cuantificado del *MaxEnt*. Con todo, la ausencia de esta data no habría permitido que se concluyera la presente investigación. Sin embargo, la data obtenida cuenta con una serie de limitaciones, generada en el proceso de la obtención de la misma. Se ha considerado oportuno mencionar las limitaciones que la data presenta, de modo tal que se puedan implementar mejoras para obtención de datos de *R. pennata* en el futuro.

En primer lugar, es pertinente mencionar la situación y condición de la data obtenida del Serfor. Se supo que los censos de *Rhea pennata* (Inrena, 2008; Serfor, 2016) emplearon la metodología de “conteo total”. Esta metodología se emplea para especies que pueden ser detectadas con facilidad y que presentan una distribución agregada. La metodología del presente censo comprendió cuatro etapas: definición de sitio de censo, elaboración de mapas con unidades censales, conformación de la brigada y ejecución del censo. Los sitios de censo fueron definidos en función de dónde se tenía conocimiento de que se encontrarían poblaciones de *Rhea pennata*, con lo que se obtuvo primero una base de datos de sitios referenciales y espacios en los que se habían realizado los avistamientos. Con esto se obtuvo una serie de áreas en las que las poblaciones de *R. pennata* podrían ubicarse y otra serie de áreas en las cuales éstas podrían desplazarse. Con esta información, se procedió a realizar un mapa con unidades censales. Éstas tuvieron una extensión de 6,000 a 10,000 hectáreas, y se consideraron las características topográficas importantes para la realización de los polígonos. Esta metodología permite únicamente obtener un dato censal y una cantidad de observaciones en función de los avistamientos.

Una de las limitaciones más resaltantes que tuvo este censo es la que se colige de la topografía tan abrupta que tiene el altiplano: la presencia de colinas y quebradas dificulta el campo de visión del observador. A saber, el conteo se realizó al recorrer una línea lo más recta posible en el medio del transecto, teniendo el observador un par binoculares de un kilómetro de alcance en su poder, de modo que pudiera detectar a las aves en su recorrido, a la izquierda y a la derecha. La limitante de esta metodología es que no se consideró la posibilidad de elementos que pudieran bloquear el campo de visión. Quebradas y colinas podrían haber dificultado el avistamiento de las aves durante el censo. Otra

limitación es que la altura a la cual se realiza el censo tuvo un gran impacto en los avistadores, fue muy difícil realizar todo el recorrido del transecto. Otra limitación a la hora de la obtención de la data fue el tiempo en el cual se realizó el censo: fue imperioso concluir con la labor y dejar áreas sin censar, pese a que éstas podrían tener ejemplares, por la alta posibilidad de incurrir en un recuento de ejemplares previamente censados. Bajo estas circunstancias, en conversaciones con especialistas de la Dirección General de Información y Ordenamiento Forestal y de Fauna Silvestre, se supo que, pese a que la cifra es de 350 ejemplares, de forma oficial, existe una posibilidad de que haya más ejemplares que no fueron registrados, en su momento, en el censo.

Otra limitación de la data a estudiar es que se tomaron puntos desde donde se encontraba el observador, con lo cual, puede haber un pequeño desliz en lo referente a la ubicación del punto. De la misma manera, el punto considera que se ha avistado uno o más ejemplares: cada punto indica un avistamiento, independientemente del número de ejemplares avistados. En este caso, se entiende que hay menos puntos que ejemplares registrados. Para el caso de la ubicación desde donde se toman los puntos *GPS* en los avistamientos de *Rhea pennata*, se ha intentado realizar una corrección por medio de una triangulación, a fin de obtener las coordenadas más precisas posibles.

Las limitaciones propias de la data obtenida de *GBIF* no son menores. La *Global Biodiversity Information Facility* es una plataforma virtual en la cual los investigadores de cualquier nación pueden publicar información real sobre el sitio y la situación de una especie en concreto. Esta plataforma virtual ofrece, entre otros elementos, datos virtuales en forma de puntos *GPS* de la especie que el investigador desee consultar. Para efectos de la presente investigación, se realizó la consulta sobre la especie *Rhea pennata*, sin reparar en la engorrosa situación taxonómica de las subespecies que ésta incluye. El resultado inicial se da en un mapa global, en el cual se consignan los registros. Esto, a su vez, abre una ligera problemática: en primer lugar, dado que cualquier persona puede registrar avistamientos, es posible que más de uno sean ilusorios, o que se trate de una especie de características similares. De la misma manera, es posible que, al igual que con la data obtenida por Serfor, un punto registre uno o más ejemplares, con lo cual no permite emplearse como herramienta de conteo total. En segundo lugar, consigna avistamientos estrambóticos por su ubicación: ejemplares en zonas donde, evidentemente, *R. pennata* no podría distribuirse nunca de forma natural consignan avistamientos, probablemente, en zoológicos, colecciones privadas, zocriaderos, entre otros. Para este caso, es necesario que se cuente con un juicio adecuado a fin de poder interpretar cualquier dato que, errado en su naturaleza, pueda producir resultados aberrantes que induzcan a la desinformación.

### 3.1.2. Manejo de la data obtenida

Tras solicitar en Serfor los datos de avistamiento (tanto directo como indirecto) de *Rhea pennata*, se consiguieron los datos. Estos datos se encontraban en coordenadas tipo UTM, WGS 1984, en la zona 19 Sur. La data provista se encontraba en una matriz en *Excel*, y constaba de varios puntos con coordenadas en los ejes “X” y “Y”, registrados en los dos censos nacionales del suri. Esta data contenía, además de las coordenadas, la fecha y la hora del avistamiento, el tipo de ejemplar avistado (adulto, polluelo, juvenil), la fuente, entre otros (*Foto 15*). Fue necesario incluir una columna nueva que permitiera colocarle un código de identificación a cada punto, siguiendo el formato de “Número-De-Censo\_Censo-Nacional-Suri\_Número”, por ejemplo, “I\_CNS\_I”, donde el primer dígito del código, en caracteres romanos, indica si el punto corresponde al primero a al segundo censo; el código “CNS”, que indica el censo nacional del suri; y el tercer dígito, un número en caracteres arábigos, que indica el número de puntos correspondiente al censo: a saber, siete en el primer censo (2008), y treinta y cuatro en el segundo censo (2016).

Foto 10: Matriz de datos aportada por Serfor

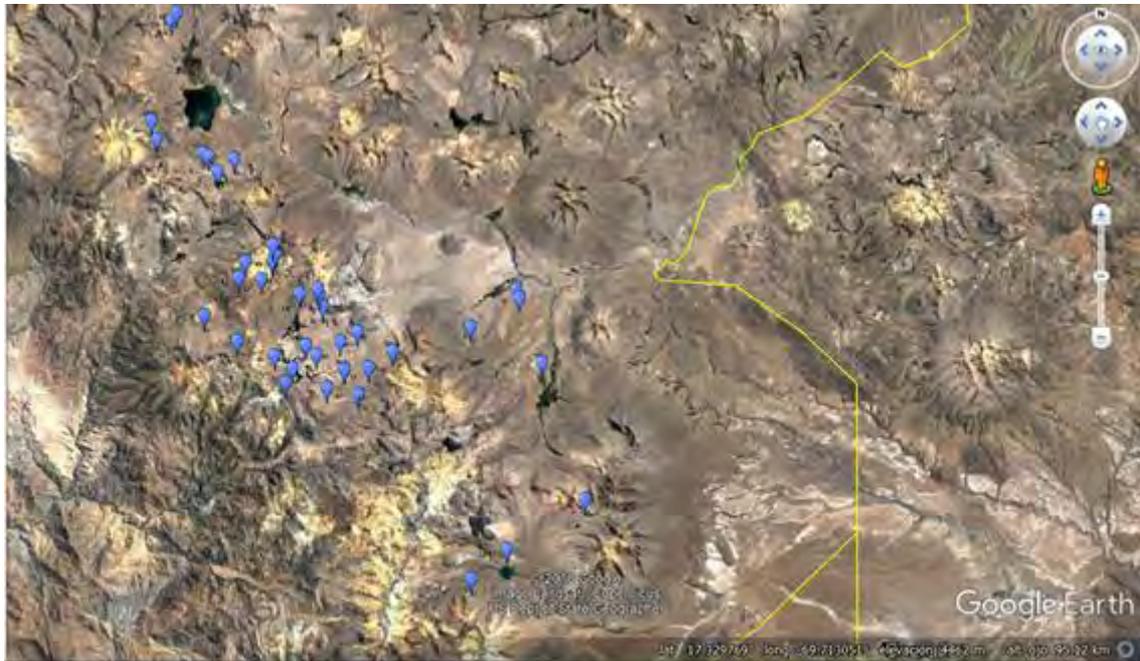
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	X	Y	Fuente	Núm	Fórmula	ID	Fecha	Hora	Registro	Total_de_ind	Adultos	Juveniles	polluelos	No_difere
2	390504	8098269	LCNS	1	I_CNS_1	I_CNS_1	30/6/2007	12:00	Avistamiento	0	0			
3	392828	8098124	LCNS	2	I_CNS_2	I_CNS_2	30/6/2007	13:00	Avistamiento	0	0			
4	391300	8096307	LCNS	3	I_CNS_3	I_CNS_3	30/6/2007	14:00	Avistamiento	0	0			
5	404380	8078439	LCNS	4	I_CNS_4	I_CNS_4	30/6/2007	15:00	Avistamiento	0	0			
6	414567	8062759	LCNS	5	I_CNS_5	I_CNS_5	30/6/2007	16:00	Avistamiento	0	0			
7	421144	8073446	LCNS	6	I_CNS_6	I_CNS_6	30/6/2007	17:00	Avistamiento	0	0			
8	414779	8059625	LCNS	7	I_CNS_7	I_CNS_7	30/6/2007	18:00	Avistamiento	0	0			
9	400600	8086144	II_CN	1	II_CN_1	II_CN_1	9/6/2016	11:00	Huellas	0	0			
10	400721	8086607	II_CN	2	II_CN_2	II_CN_2	9/6/2016	12:00	Huellas	0	0			
11	401047	8084524	II_CN	3	II_CN_3	II_CN_3	9/6/2016	12:30	Avistamiento	1	1			
12	401429	8077025	II_CN	4	II_CN_4	II_CN_4	9/6/2016	14:00	Avistamiento	2	2			
13	399465	8080956	II_CN	5	II_CN_5	II_CN_5	9/6/2016	16:30	Avistamiento	4	4			
14	396454	8088759	II_CN	6	II_CN_6	II_CN_6	9/6/2016	12:15	Avistamiento	4	4			
15	398969	8085727	II_CN	7	II_CN_7	II_CN_7	9/6/2016	16:00	Avistamiento	11	1		10	
16	404264	8082219	II_CN	8	II_CN_8	II_CN_8	10/6/2016	10:00	Huellas	0	0			
17	402636	8081306	II_CN	9	II_CN_9	II_CN_9	10/6/2016	13:00	Avistamiento	3	3			
18	400427	8080027	II_CN	10	II_CN_10	II_CN_10	10/6/2016		Avistamiento	2	2			
19	407478	8080452	II_CN	11	II_CN_11	II_CN_11	10/6/2016	11:20	Avistamiento	3	3			
20	405255	8078914	II_CN	12	II_CN_12	II_CN_12	10/6/2016	12:15	Avistamiento	14	1		13	
21	403030	8078720	II_CN	13	II_CN_13	II_CN_13	10/6/2016	15:10	Avistamiento	7	7			
22	403030	8078715	II_CN	14	II_CN_14	II_CN_14	10/6/2016	15:10	Heces	0	0			
23	396601	8079968	II_CN	15	II_CN_15	II_CN_15	11/6/2016	11:30	Avistamiento	3	3			
24	398287	8078831	II_CN	16	II_CN_16	II_CN_16	11/6/2016	15:30	Huellas	0	0			
25	397658	8077520	II_CN	17	II_CN_17	II_CN_17	11/6/2016	15:00	Avistamiento	10	10			
26	390229	8083652	II_CN	18	II_CN_18	II_CN_18	11/6/2016	12:00	Huellas	0	0			
27	393271	8081328	II_CN	19	II_CN_19	II_CN_19	11/6/2016	14:00	Huellas	0	0			
28	393960	8089618	II_CN	20	II_CN_20	II_CN_20	11/6/2016	12:00	Huellas	0	0			
29	393241	8087132	II_CN	21	II_CN_21	II_CN_21	11/6/2016	12:30	Avistamiento	3	3			
30	396444	8090167	II_CN	22	II_CN_22	II_CN_22	12/6/2016	10:50	Avistamiento	4	4			
31	396622	8089315	II_CN	23	II_CN_23	II_CN_23	12/6/2016	11:05	Huellas	0	0			
32	396407	8088507	II_CN	24	II_CN_24	II_CN_24	12/6/2016	12:00	Avistamiento	6	6			
33	395374	8088959	II_CN	25	II_CN_25	II_CN_25	12/6/2016	13:45	Heces	0	0			
34	418016	8062273	II_CN	26	II_CN_26	II_CN_26	13/6/2016	10:50	Avistamiento	4	0		4	
35	425114	8066341	II_CN	27	II_CN_27	II_CN_27	13/6/2016	16:20	Avistamiento	5	5			
36	419005	8085419	II_CN	28	II_CN_28	II_CN_28	10/6/2016	08:00	Avistamiento	1	0		1	
37	390012	8098590	II_CN	29	II_CN_29	II_CN_29	12/6/2016	16:00	Avistamiento	4	0		4	
38	385304	8101524	II_CN	30	II_CN_30	II_CN_30	13/6/2016	09:40	Avistamiento	1	1			
39	385730	8099860	II_CN	31	II_CN_31	II_CN_31	13/6/2016	12:10	Avistamiento	11	11			

Fuente: Captura de pantalla.

De esta matriz de datos, solo se seleccionaron las coordenadas y los códigos de identificación de los puntos. Los datos seleccionados de esta matriz fueron copiados en una planilla de *Excel* que convierte los datos en formato “.xls” a formato “.kml”. Este documento en *Excel* permitiría la exportación de datos de la matriz a *Google Earth*. Fue necesario que se considerara la zona geográfica en la cual se encontraban los datos para que no hubiera una distorsión en éstos. Además, fue necesario indicar que se necesitaba que el producto se obtuviera en el tipo geométrico de puntos (en la opción de

“Geometría”, se escogió la opción “Puntos”). Se le indicó una ruta para que se obtuviera el resultado en una carpeta de datos determinada. Al seleccionar la opción “Guardar”, se obtuvo un documento en formato “.klm”, al que se le denominó “PUNTOS\_SURI”. Este documento pudo abrirse en el programa *Google Earth*.

Foto 11: Extrapolación de datos de avistamiento vistos en *Google Earth*, en formato “.klm”



Fuente: Captura de pantalla

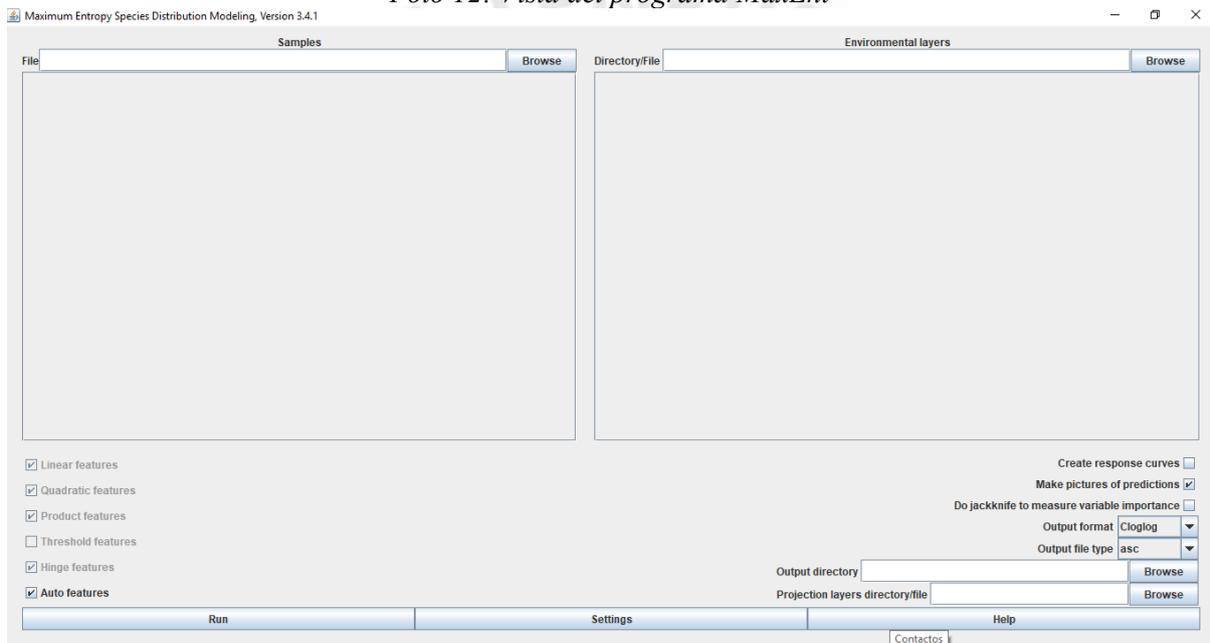
Posteriormente, se abrieron los puntos obtenidos en el programa *DNR-GPS*. Antes de ingresar los datos, se debió configurar la proyección a la zona 19 Sur, en el Datum WGS84. Luego de esto, se cargaron los datos, y se guardaron como “*Archivo de Texto Delimitado por Coma*”. Esto produjo un archivo de texto, en formato “.txt”, los cuales se exportaron a *Excel* una vez más.

Esta matriz en formato de texto se volvió a abrir en *Excel*. Para esto, se abrió como cualquier documento, aunque, por tratarse de un archivo de texto, se debió usar el “*Asistente para importar texto*”; y, en la primera y en la tercera opción, se dejaron los valores por defecto; mientras que, en la segunda opción, se indicó que el formato debía separarse por tabulaciones y por comas. El resultado (*Imagen 9*) fue una nueva tabla de *Excel* que consignaba las coordenadas. Finalmente, para su correcto manejo, se copiaron las columnas de las coordenadas deseadas en un nuevo *Excel*. En éste se añadiría la columna correspondiente al nombre de la especie: *Rhea pennata*. Luego de esta acción, se procedió a darle el formato que requiere el *MaxEnt*. Para ello, se concatenaron las celdas. Se introdujo el comando “=CONCATENAR” y se seleccionaron las celdas, empleando el siguiente comando:

=CONCATENAR(A1;”,”;B1;”:”);C1). El resultado fue una nueva columna, con todos los datos concatenados en cada una de las celdas de ésta. Esta nueva columna fue copiada en otro documento de *Excel*, pegando solamente los valores (opción “Pegar valores”, en “Pegado especial”) para poder ingresarla al programa *MaxEnt*. De la misma manera, al guardarse como una capa de puntos, pudieron elaborarse los mapas en *ArcGIS*.

Para la correcta instalación del *MaxEnt* fue necesario descargarse el servidor *Java*. Luego, de Internet se descargó el programa *MaxEnt*, de la página web “[https://biodiversityinformatics.amnh.org/open\\_source/maxent/](https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/)”. El programa estuvo incluido en una carpeta que debió ser descomprimida. Al ser descomprimida, se selecciona el programa.

Foto 12: Vista del programa *MaxEnt*



Fuente: Captura de pantalla

Luego de esto, se optó por conseguir nuevos puntos, además de los provistos por Serfor, a fin de tener una mayor precisión en los resultados. Esta precisión parte del hecho de que, sabiendo en qué partes fuera del área de estudios se encuentra distribuida una especie, puede calcularse con mayor precisión las zonas que podrían presentar una idoneidad y una potencialidad del hábitat. Así, pueden influir importantemente en el resultado, por el hecho de pueden, por proximidad, mostrar una idoneidad. Por ejemplo, si es que solo se consideran los puntos que se circunscriben a los límites políticos del Área de Conservación Regional Vilacota Maure, podría desestimarse un punto de ocurrencia que se registra a doscientos metros del hito divisorio fronterizo, y, en caso de no presentarse puntos de ocurrencia

circunscritos al límite en un radio menor a 4 kilómetros, la zona en cuestión podría ser interpretada como menos idónea, pese a que haya las mencionadas ocurrencias.

Atendiendo esta cuestión, se incorporaron más puntos de avistamiento de otras fuentes. *GBIF* aportó una serie de datos en zonas cercanas al ACR. Al consultar por la especie estudiada, aportó una serie de puntos de registro en todo el continente sudamericano -además de datos aberrantes en América del Norte y Europa, evidentemente ejemplares en colecciones y/o museos-. Se colectó un total de siete datos extra para en territorio nacional. Estos datos de avistamiento se registraron lejos del ACR Vilacota Maure. Esta distancia fue de utilidad, puesto que permitió conocer zonas donde se encontrarían ejemplares y que, partiendo de las similitudes con las condiciones ambientales del ACR Vilacota Maure, podría afinar los resultados al aportar información climática y de altitud de la zona donde *Rhea pennata* fue avistada.

El programa *MaxEnt*, como ya se mencionó, funciona ingresando en el espacio de muestras “*Samples*”, el documento en *Excel*. Inmediatamente deben cargarse una sola capa de muestra, con el nombre de la especie, en este caso, *Rhea pennata*. En el segundo espacio, se ingresan las variables ambientales. Éstas son de distinto tipo: bioclimáticas, de cobertura vegetal, entre otras.

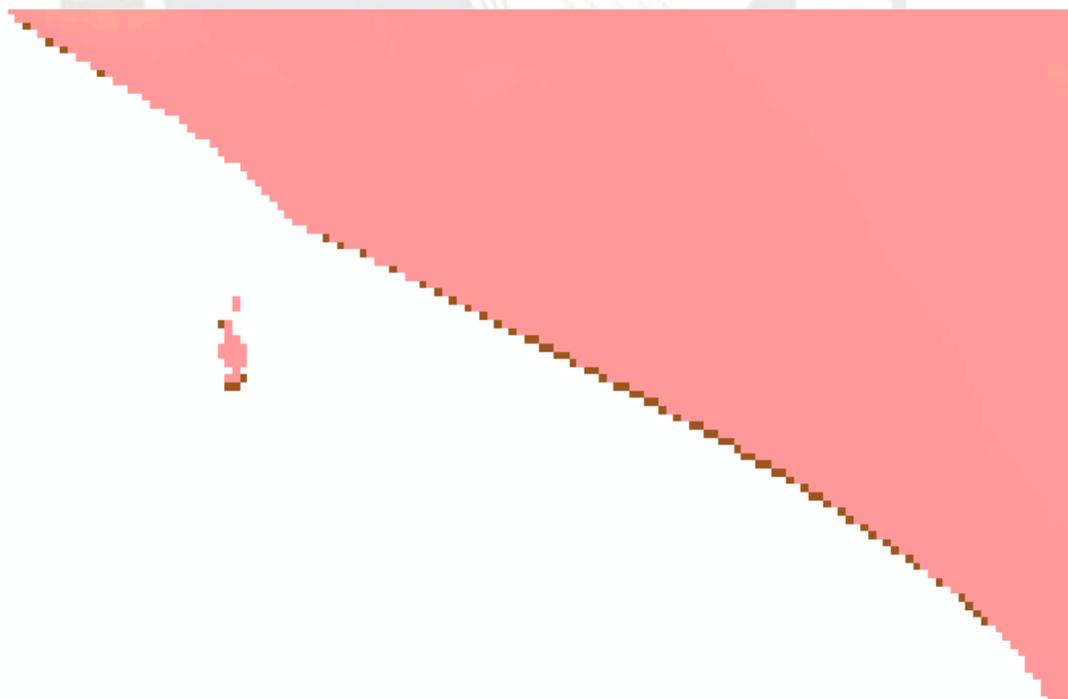
En función de lo que se pudo investigar de *Rhea pennata* y su situación de conservación, su ecología, etc., así como en las conversaciones con los especialistas en esta especie, se pudo concluir que las variables ambientales más adecuadas para dicho fin. Las variables bioclimáticas que más podrían haberse ajustado a lo deseado para esta investigación fueron las de temperatura y precipitación promedio. Se eligieron estas variables puesto que *R. pennata*, según lo conversado con los especialistas en la salida de campo, prefieren evitar zonas excesivamente lluviosas y zonas con heladas, y la altitud es un limitante para las condiciones que inciden en su distribución. Estas variables fueron extraídas de *WorldClim*, y se trabajó con los datos del mes de junio, puesto que fue en esta fecha fueron colectados los datos. Esto es entendible puesto que la obtención de datos estuvo sujeta a una serie de dificultades que se explicaron con anterioridad. Sin embargo, se optó por elegir las diecinueve variables bioclimáticas. Si bien se teorizó que podrían ser las suprascritas las variables que cobrarían más peso, eventualmente, se optó volver a correr el *MaxEnt* con las diecinueve variables bioclimáticas que aportaba *WorldClim*.

La página web de *WorldClim* proveyó la data requerida. Esta plataforma provee data climática expresada en una serie de variables bioclimáticas, que pueden tener una diferente resolución espacial - expresada en arcos segundos y representada por píxeles- y que representan los promedios de tiempos

pasados y tiempos presentes, y que predicen un futuro en base a los datos anteriores. Para esta investigación, por las pequeñas dimensiones de la población de *Rhea pennata*, prefirió descargarse la que tiene la resolución más fina, en la que cada píxel tiene una resolución de, aproximadamente, 1 kilómetro, 30 arco segundos. El archivo obtenido fue un *ZIP* que contenía doce archivos en formato *TIFF* (“*.tif*”), uno para cada mes del año. Éstos fueron descargados y descomprimidos. De la misma forma, se obtuvo un archivo con el Modelo Digital de Elevación (*DEM*, por sus siglas en inglés), el cual también vino comprimido y fue necesario descomprimir. Finalmente, de la página web *DivaGIS*, se obtuvieron los *shapes* de Perú, tanto los hitos limítrofes nacionales como provinciales; y, de la base de datos del Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas (*Sernanp*), se obtuvo el *shape* del ACR Vilacota Maure. Con el *shape* del Perú se cortó el *ráster* de la variable bioclimática, para poder tener el *ráster* de las dimensiones nacionales.

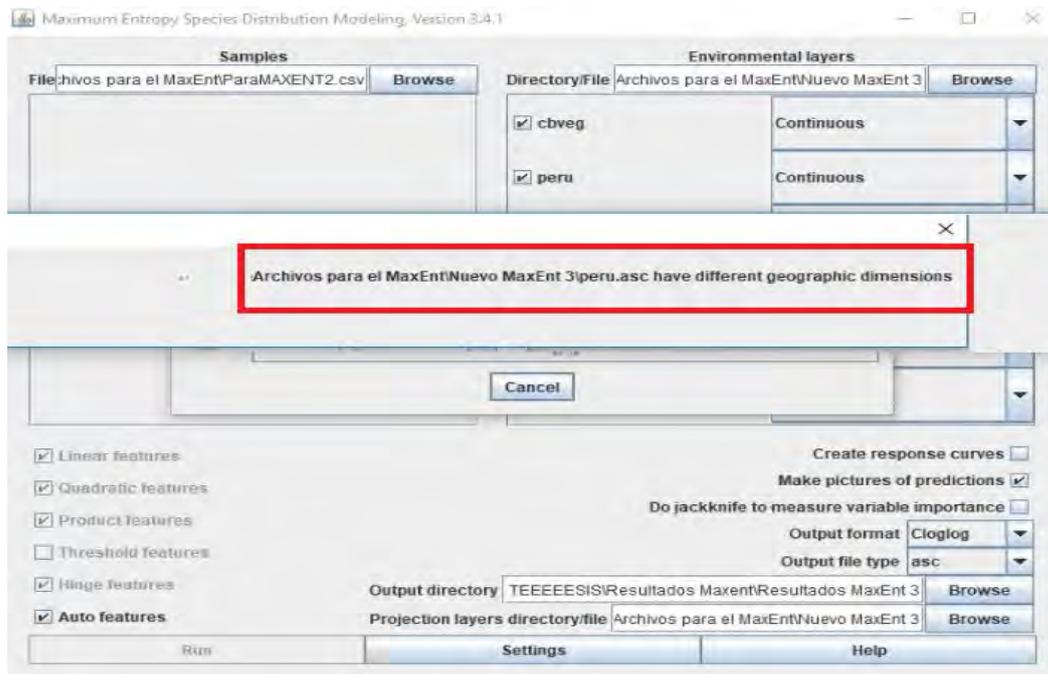
Por ser datos obtenidos de fuentes distintas, el *DEM* y las variables bioclimáticas no tenían el mismo tamaño. Por tener diferente tamaño, inicialmente, *MaxEnt* no pudo correr el modelo. Para evitar esto, fue necesario extraer por máscara (herramienta “*Extract by Mask*”) en el *ArcMap*.

*Foto 13: Contraste de los dos ráster, DEM y variable bioclimática, que muestra su diferencia de tamaño. La variable bioclimática de Precipitación está debajo del modelo digital de elevación, que es de dimensiones distintas. Este descalce imposibilita el desarrollo del MaxEnt, que anuncia en una ventana que, por tener “diferentes dimensiones geográficas”.*



*Fuente: Captura de pantalla.*

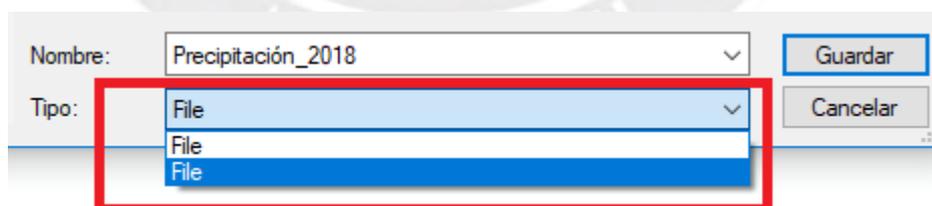
Foto 14: Detalle del error por tener capas ambientales con diferentes tamaños, como en la imagen anterior



Fuente: Captura de pantalla

Con la herramienta “Extraer por máscara”, pudo dársele a todas las capas ambientales una misma dimensión. Con esta nueva dimensión, se pudieron convertir los *ráster* al formato *ASCII* (“.asc”). Esto se realizó, también, en *ArcMap*, por medio de la herramienta de conversión “*Ráster a ASCII*”. Se debe tener un cuidado especial de que se guarde como una imagen *ASCII* y no como un archivo de texto de ese formato. Para eso, se selecciona la segunda opción al momento de guardar.

Foto 15: Detalle del formato en el que debe guardarse el formato *ASCII*

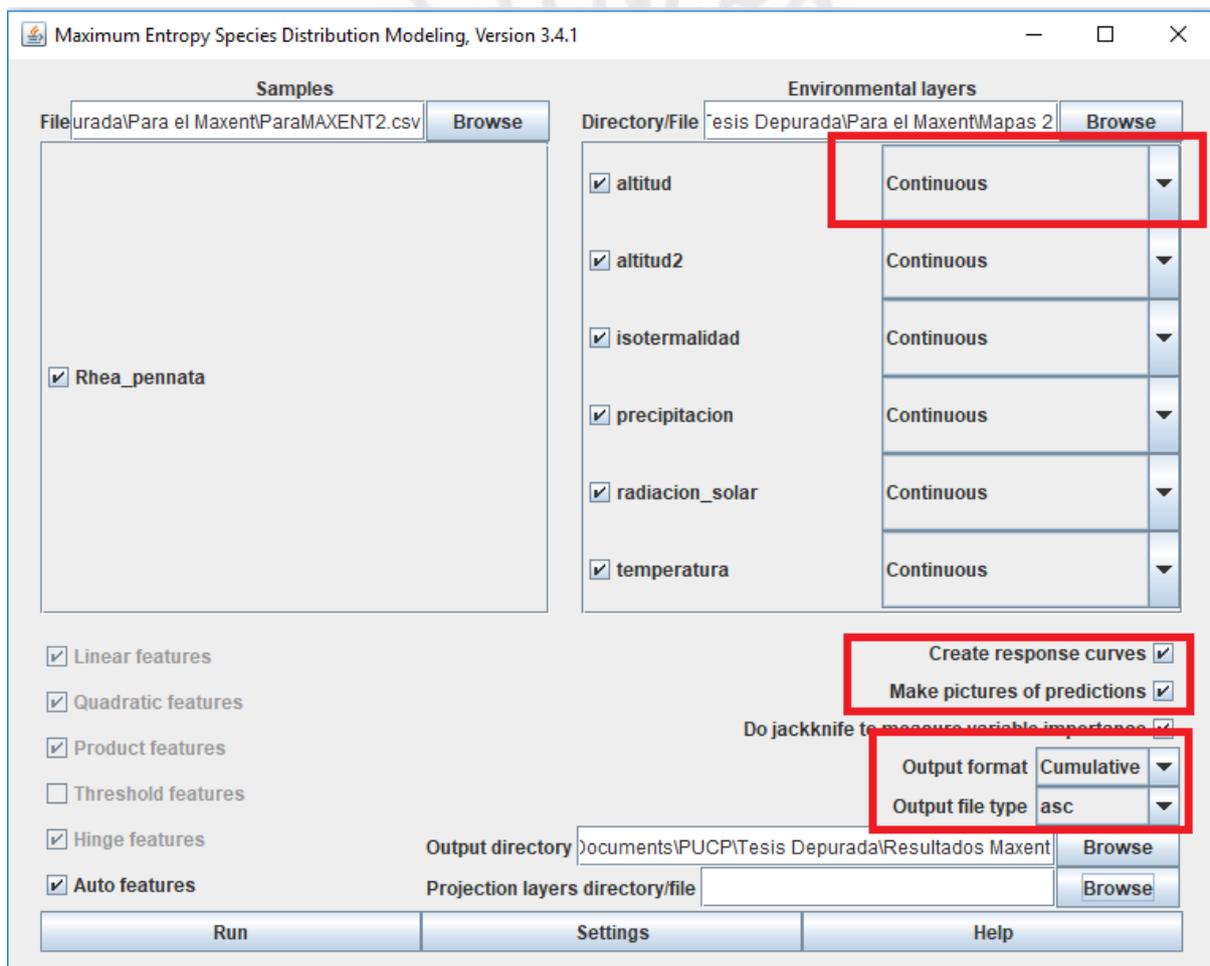


Fuente: Captura de pantalla.

Una vez realizado esto, los archivos resultantes pueden emplearse en el programa MaxEnt. Este, a su vez, debe configurarse de forma tal que puedan obtenerse los resultados en la forma deseada. Debe repararse en el tipo de variable que se emplea, pudiendo éste ser continuo o categórico. En el caso de

la presente investigación, se usaron datos climáticos, de tipo continuo. Se debe indicar que se desea obtener las curvas de respuesta, para que el resultado tenga gráficos y mapas, que ilustren la distribución potencial. De la misma forma, se seleccionará la opción que crea figuras de predicción, a fin de obtener el modelo deseado. Finalmente, se configura una carpeta en la que se guarden los resultados; se selecciona que los archivos resultantes se den en un formato cumulativo, que arroja los resultados en los píxeles con una gradiente cromática que va del 0 al 100, siendo 100 el máximo de posibilidades de encontrar en ese espacio a la especie estudiada; y se selecciona la extensión en la que debe presentarse el resultado final, para este caso, *ASCII*. Una vez configurados estos parámetros, se acciona el programa.

Foto 16: Detalle de la configuración de parámetros colocada en el MaxEnt



Fuente: Captura de pantalla

Finalmente, para poder identificar en qué medida el sobrepastoreo influía en la distribución de *Rhea pennata*, se optó por realizar el cálculo del Índice de la vegetación de diferencia normalizada (*NDVI*, por las siglas en inglés). Éste se obtiene de calcular la diferencia de dos bandas cromáticas de la imagen satelital (Banda 5 - Banda 4) y dividirlo entre la suma de las mismas bandas (Banda 5 + Banda 4). La Banda 4 corresponde al espectro de la luz infrarrojo cercano, y la Banda 5 corresponde al espectro de la luz de color rojo. Se emplean estas bandas por el hecho de que son las bandas más reflejadas por la superficie de las hojas de las plantas. Por el hecho de que las plantas absorben otros espectros de la luz, y reflejan las bandas ya mencionadas, son visibles en dicho índice. De esa forma, se puede conocer, por ejemplo, el estado de una determinada cobertura vegetal, en función de cuánto se reflejan las bandas del infrarrojo cercano y del rojo en una superficie. En este estudio, se decidió considerar esta variable para poder identificar la calidad de la vegetación en las zonas donde el programa *MaxEnt* arrojara una mayor idoneidad de hábitat, para identificar que se prestaran para el pastoreo del ganado auquénido de los pobladores.

Una consideración para este caso es el hecho de que era necesario considerar la estacionalidad de la vegetación, mayor en la temporada de lluvias. Era de esperarse que la cobertura vegetal variara de forma significativamente entre la temporada de lluvias y la temporada seca. Para ello se consiguieron desde *Earth Explorer* dos imágenes del satélite *Landsat 7*, una correspondiente al mes de junio, en plena época seca, en la cual se obtuvieron los datos, y otra del mes de febrero, en plena temporada lluviosa. El cálculo del *NDVI* se realizó, para ambos casos, con la herramienta *Calculadora Ráster*, de *ArcMap*, con los comandos siguientes:

$$\text{Float (Banda 5 - Banda 4) / Float (Banda 5 + Banda 4) = NDVI}$$

Las dos imágenes obtenidas abarcaban un espacio bastante mayor al ACR Vilacota Maure, motivo por el cual fue necesario cortarlas con la herramienta “*Clip*” de *ArcMap*.

### 3.2. Trabajo de campo

La presente investigación contó con un trabajo de campo que, pese a ser corto, aportó cuantiosamente al entendimiento y a la comprensión de la situación revisada en la fase de gabinete. De la misma forma, aportó conocimientos nuevos en calidad de puntos de vista y opiniones, tanto de pobladores como de especialistas, gente que acude al ACR por trabajo (profesores de los centros educativos), entre otros. La visita del investigador al Área de Conservación Regional Vilacota Maure ha aportado a la investigación un vital elemento para la constatación de la realidad geográfica tanto física como humana. Estos últimos elementos son, de igual modo, muy importantes puesto que sientan los parámetros de una investigación geográfica, dado que aportan y corroboran la información recabada de la bibliografía.

El día martes 25 de abril del 2017, antes de amanecer, se emprendió la ruta desde la Ciudad Heroica de Tacna hasta los confines del ACR Vilacota Maure. Se optó por tomar la ruta Tacna-Tarata-Livine. Esta ruta, que se lleva a cabo por la parte central. El trayecto tomó cerca de cinco horas, y concluyó con el arribo a la localidad de Coracorani, en el Distrito de Tarata. Esta salida de campo se realizó en el marco de la incursión de los especialistas del Área de Conservación Regional Vilacota Maure para informar a los campesinos de una campaña de vacunación pecuaria rutinaria. En esta localidad, se pudo conocer a un grupo de campesinos que se encontraban paciando a su ganado. Un aspecto interesante fue la cantidad de cabezas que tenía este primer hato. En entrevista no estructurada con los pastores, se supo que era un ganado compartido con familiar, que tenía unas cuarenta cabezas. El ganado pacía tranquilamente, esparciéndose por el pajonal, a unos 10 kilómetros del centro poblado, sin que se le arreara.

Se supo, en esa primera conversación con los pastores, que estaban enterados de la situación de conservación de la especie estudiada. Los pastores mencionaban que se veían en la necesidad de rotar los espacios de pastoreo puesto que su ganado no debía de acabar con toda la vegetación, porque, en ese caso, no podrían emplear a futuro dicho espacio. De la misma manera, se mencionó la necesidad de rotar los espacios de pastoreo en aras de proveer a los animales de vegetación fresca y nueva (Pfister, *et al.*, 1989). Luego de esto, se emprendió un recorrido por las rutas trazadas al interior del ACR. Al llegar a los bofedales del norte y nordeste del mismo distrito, se pudo ver otro grupo de alpacas y llamas paciando. Según se supo, se disponían a retirarse, puesto que era ya casi mediodía. Luego de ello, la expedición se dirigió en rumbo hacia el Noroeste. Se avistó, a unos ciento veinte metros de donde el vehículo se detuvo, a un grupo de vicuñas (*Vicugna vicugna*), de unos veinte ejemplares. Junto a este grupo de vicuñas, se avistó un total de 15 ejemplares de suri.

Este primer hallazgo fue alentador, puesto que pudo verse que se trataba de un grupo de ejemplares adultos. Los ejemplares avistados se encontraban, aproximadamente, a unos 20 a 30 metros de distancia, unos de otros. No obstante, al aproximarse para tomar una fotografía, éstos fueron aproximándose recíprocamente, para huir luego en una misma dirección.

*Foto 17: Ejemplares de suri huyendo del investigador*



*Fuente: Toma fotográfica personal.*

Una vez se alejaron los ejemplares, el equipo pudo aproximarse al espacio que había ocupado este grupo. Se registró la presencia de especies vegetales arbustivas y herbáceas, así como yaretas. Se reparó en la presencia de algunas plantas con hojas arrancadas, presumiblemente por el grupo al alimentarse. De la misma manera, pudo colectarse una muestra fecal, para su análisis en el ACR Vilacota Maure. Al acabar el día, la expedición retornó a la Localidad de Coracorani, para descansar.

Al día siguiente, miércoles 26 de abril, pudo verse un grupo de 30 individuos, que se ha identificado como un parvulario. La presencia de un grupo numeroso podría sugerir que se trataba de ejemplares subadultos (Ivory, 1999), que son más proclives a agruparse en mayores cantidades. Estos ejemplares se encontraban muy próximos a la localidad de Mamuta, en el Distrito de Susapaya. Un problema con este grupo es que se encontraba muy próximo a un cerco de alambre de púas. El equipo avistó un ave (probablemente una “choca”, *Fulica ardesiaca*) enredada en el alambrado y muerta. Esto constató el riesgo real que suponen los cercos de alambrado para la fauna local. Luego de que se retornara a la localidad de Mamuta, la expedición se alojó en el centro educativo, donde pudo registrar una entrevista no estructurada con el personal docente de dicha localidad.

El personal docente explicó cómo se ha buscado incorporar los conceptos de educación ambiental en las dinámicas de aprendizaje de los alumnos. Se supo, también, que se trata de una localidad pequeña, donde un solo profesor suele acompañar a un grupo de estudiantes. Con todo, resaltaron los logros en referencia a la conservación, especialmente de *Rhea pennata*: expresaron el alivio de haber enseñado a los más pequeños que no se debe matar a esta especie, sino que se debe conservar para que pueda seguir presente en el altiplano peruano.

El día jueves 26 de abril, se emprendió el descenso. Previo a ello, se realizó una visita a la Laguna Vilacota. Al dejar las inmediaciones de la Laguna Vilacota se observaron huellas de *Rhea pennata*, correspondientes a un único ejemplar. Las huellas estaban en las proximidades de un bofedal, muy próximo a la Laguna. La presencia de un único rastro de huellas incidía en un espacio que se encontraba muy próximo, además, a un grupo de centros poblados y anexos. La presencia de huellas es importante para obtener una noción clara de la cantidad de especímenes. En estos casos, no cuenta como un registro directo, sino como un registro indirecto. Con todo, la estructura de la huella estaba bastante fresca, lo cual sugería que el ejemplar había pasado hacía unas pocas horas por ese espacio. La expedición continuó el trayecto a la localidad de Susapaya, donde pernoctaría. A la mañana siguiente, el último día, viernes 27 de abril, se pudo tener una conversación con los pobladores que pacían a sus llamas. En dicha conversación, se corroboró el avistamiento de un único ejemplar de *Rhea pennata* en las inmediaciones de dicha localidad. El testimonio de una pobladora, de avanzada edad, permitió conocer que había, en el pasado, muchos ejemplares de *R. pennata* en la zona. Lamentablemente, según dicho testimonio, la gente dio muerte a muchos ejemplares, lo cual devino en la progresiva desaparición del suri en el altiplano peruano. La pobladora mencionaba que no era raro que se mezclaran con el ganado local, pero que, con el incremento de la caza, esta especie fue disminuyendo. Mencionó ser consciente de que el aumento del tamaño en el ganado generaba que no solo el suri, sino también las vicuñas, fueran cada vez más difíciles de avistar. Este último testimonio permite conocer, de forma extraacadémica, cómo ha ido decreciendo la población estudiada; además, permite entender cómo esta población, al parecer, ha tomado cierto grado de conciencia sobre la situación de dicha especie. Antes de alejarse de dichos centros poblados y de la Laguna Vilacota, se pudieron ver poblaciones de flamencos (*Phoenicopterus chilensis*) y de huallatas o gansos andinos (*Chloephaga melanoleuca*). Siendo éstas dos especies que frecuentan los lagos, era de esperarse y era comprensible su proximidad a dichos espacios antropizados. Al alejarse de estos espacios, y luego de recorrer la ruta rumbo al sudoeste, con ruta al Pueblo de Tarata, se pudo ver un último grupo pequeño de ejemplares muy cerca de la carretera, nuevamente, cerca de un grupo de vicuñas.

En suma, la incorporación de esta fase de trabajo de campo ha sido de vital importancia para poder conocer la situación real de *Rhea pennata* al interior de su hábitat. Con todo, es pertinente mencionar que ha permitido conocer cómo es que esta especie se distribuye en dos escenarios concretos: en las proximidades de los centros poblados y a mayor distancia de los centros poblados. Para los casos de los avistamientos de los días 25 y 26 de abril, es pertinente mencionar que la expedición los avistó a distancias aproximadas de 5 kilómetros del centro poblado más cercano. Estos avistamientos de ejemplares en grupo se registraron en zonas donde no estaban muy próximos los seres humanos. Para el caso de ese único ejemplar avistado en las inmediaciones de la Laguna Vilacota, el registro indirecto del suprascrito se realizó a 1 kilómetro del centro poblado más cercano. Esto permite corroborar, de primera mano, la relación que existe entre el suri y el ser humano y cómo la distribución de la población del primero es afectada por la actividad humana: ahí donde el ser humano realiza sus actividades de forma más intensiva, *Rhea pennata* se distribuye en menor cantidad. En efecto, el único ejemplar registrado solo -así haya sido de forma indirecta- se encontraba próximo a un espacio donde los seres humanos han acaparado el espacio, ubicándose muy cerca los centros poblados unos de otros y ocupado una gran extensión cerca de la Laguna Vilacota y al bofedal adyacente.

*Foto 18: Investigador y parte del equipo del ACR Vilacota Maure frente a la Laguna Vilacota*



*Fuente: Área de Conservación Regional Vilacota Maure, 2017*

## CAPÍTULO CUARTO

### Del análisis de los datos, y de los resultados y su discusión

#### **4.1. Distribución poblacional de *Rhea pennata* en función de las características ambientales y su relación con la población humana**

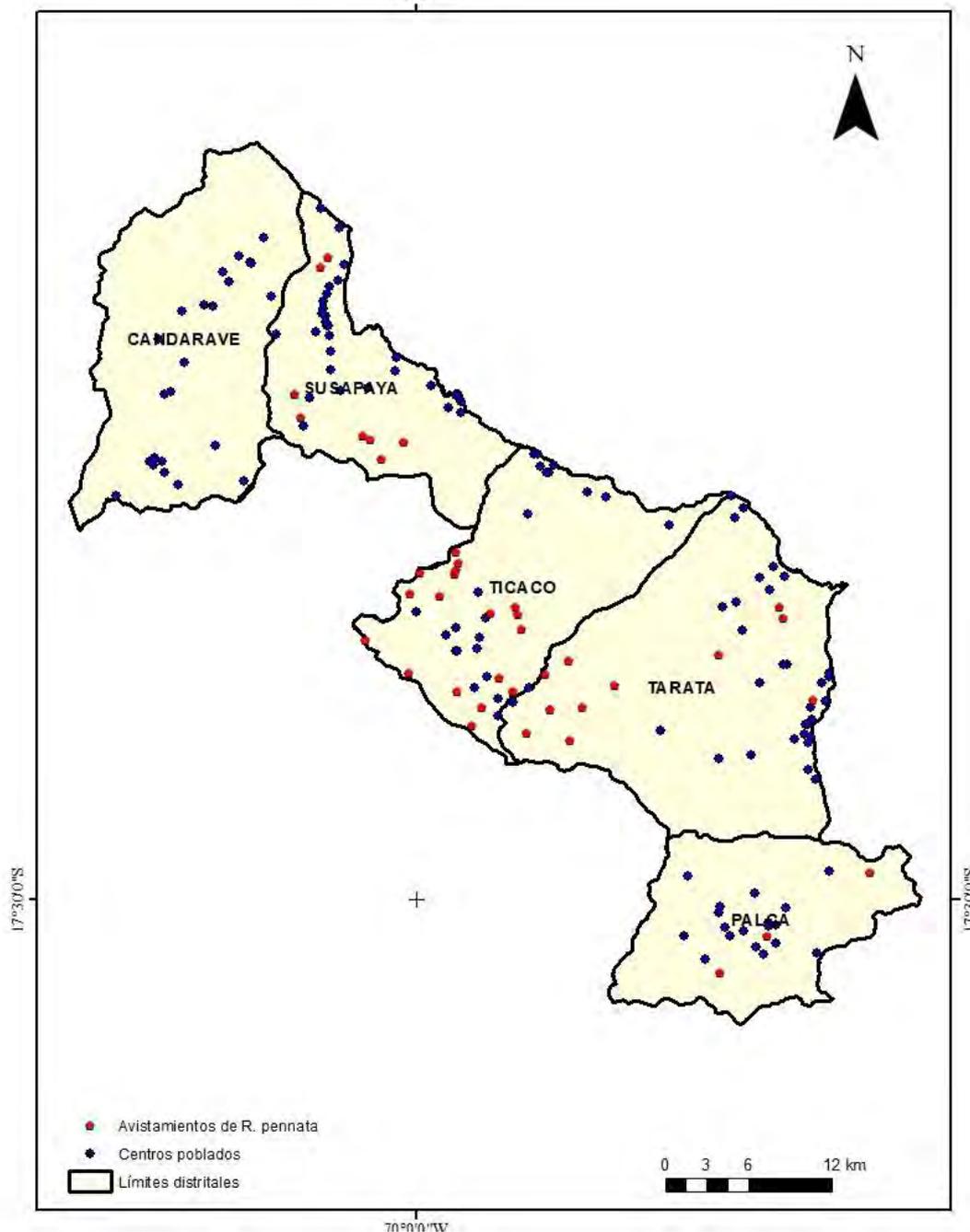
De los datos obtenidos, se pudo obtener un primer mapa (*Mapa 8*). Éste cruza los datos obtenidos por Serfor, y aportados para la investigación, con los datos descargados del servidor del Ministerio de Vivienda (consulta realizada en enero del 2018, con datos de los censos poblacionales de 2017) de los centros poblados en el ACR Vilacota Maure (*Mapa 4*). Este mapa permite identificar la relación que existe entre la distribución de *Rhea pennata*, en función de los puntos de avistamiento de ambos censos (Serfor, 2008; Serfor 2016, con las limitantes ya conocidas); y los centros poblados en el interior del ACR Vilacota Maure. A primera vista, se puede comprobar que *R. pennata* no parece circunscribir su distribución a la presencia de centros poblados. La provincia de Candarave, ubicada al norte y noroeste del ACR Vilacota Maure no presenta ningún avistamiento registrado de la especie estudiada, precisamente en un espacio donde hay una gran concentración de centros poblados. Por el contrario, la provincia de Tarata, en los distritos de Ticaco y Tarata, que compone la mayor porción del área de estudios, presenta la mayor cantidad de avistamientos.

La mayoría de los avistamientos sitios en la provincia de Tarata se ubican al sur de ésta, en el distrito de Susapaya. Es en esta zona en la cual se ubica una porción considerable de los centros poblados registrados. Estos centros poblados, que suman un total de dieciséis, se encuentran relativamente cerca unos de otros. Ahí, los registros de avistamientos demuestran que *R. pennata* mantiene una cierta distancia de los centros poblados, con puntuales excepciones. Con todo, en zonas donde hay una mayor distancia entre centros poblados (hacia el este de dicho espacio, distrito de Ticaco, con gran cantidad de avistamientos), los registros se aprecian más homogéneamente repartidos en un área mayor. Esto puede correlacionarse con la distribución de los centros poblados, dado que también estos se aprecian más dispersos, aunque esto no se cumple en las zonas más septentrionales, donde hay avistamientos próximos a centros poblados. Finalmente, con el área correspondiente a la provincia de Tacna, la que se ubica más al sur, se han registrado solamente tres avistamientos, bastante espaciados el uno del otro. Dos de estos avistamientos se encuentran relativamente cerca de los centros poblados, y uno de ellos a una distancia proporcionalmente mayor.

Esta aparente falta de correlación podría explicarse al constatar los mapas de distribución de *Rhea pennata* en función de la temperatura promedio (*mapa 9*) y de la precipitación (*mapa 10*). Estos

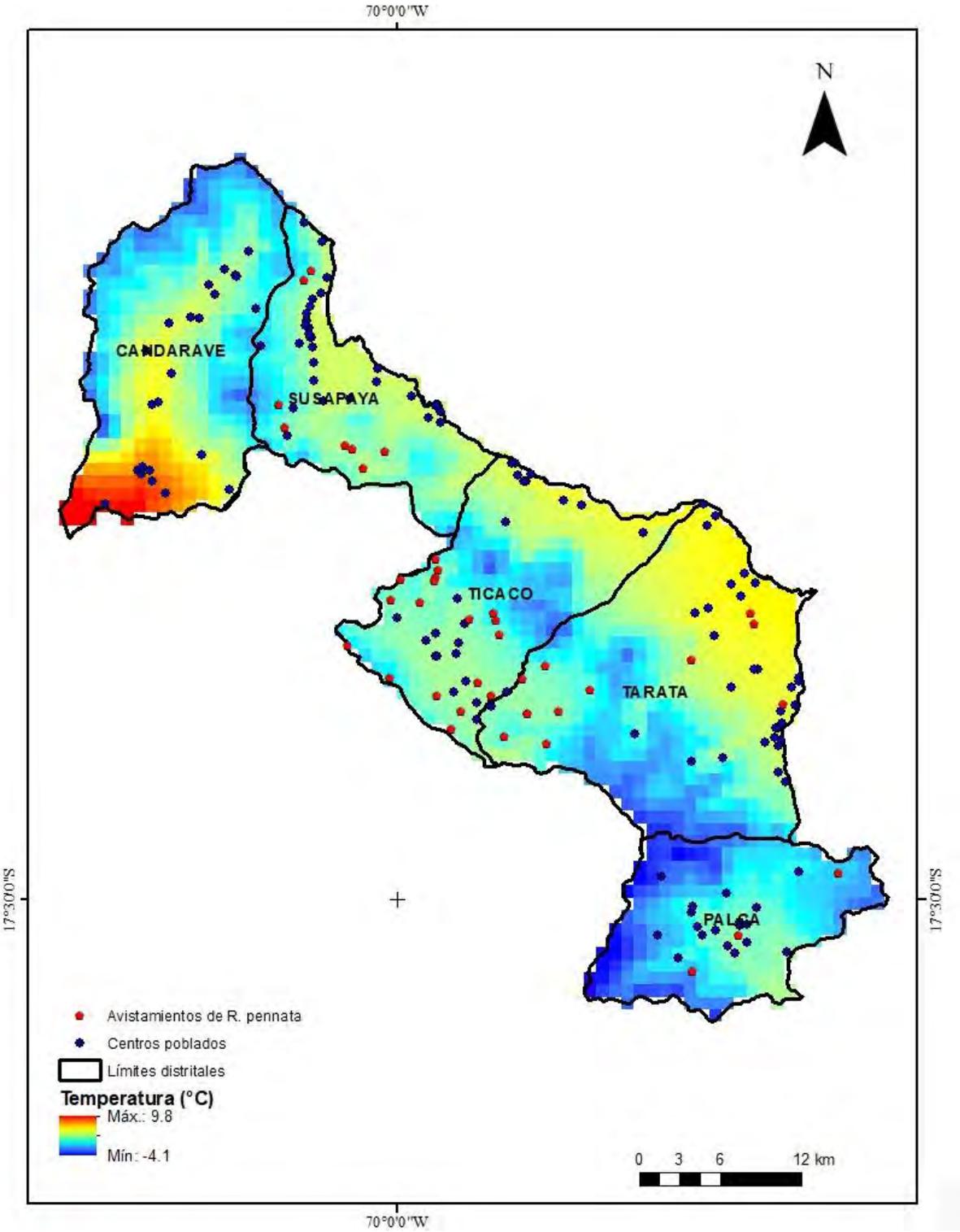
permiten ilustrar un poco más sobre los motivos por los cuales *R. pennata* adopta dicha distribución. Ambos mapas han sido realizados al cruzar la data facilitada por Serfor, además de data obtenida en los geoservidores de Minam, Minedu, Ministerio de Vivienda, entre otros; además de la data aportada por *WorldClim*. Para este último caso, se consideraron los datos de precipitación y temperatura promedio del mes de junio, por ser la fecha en que se obtuvieron los datos de avistamiento, cuando Serfor realizó dicho censo, tanto en 2007 como en 2016.

Mapa 8. Avistamientos de *R. pennata* en el ACR Vilacota Maure y centros poblados al interior de dicha ACR



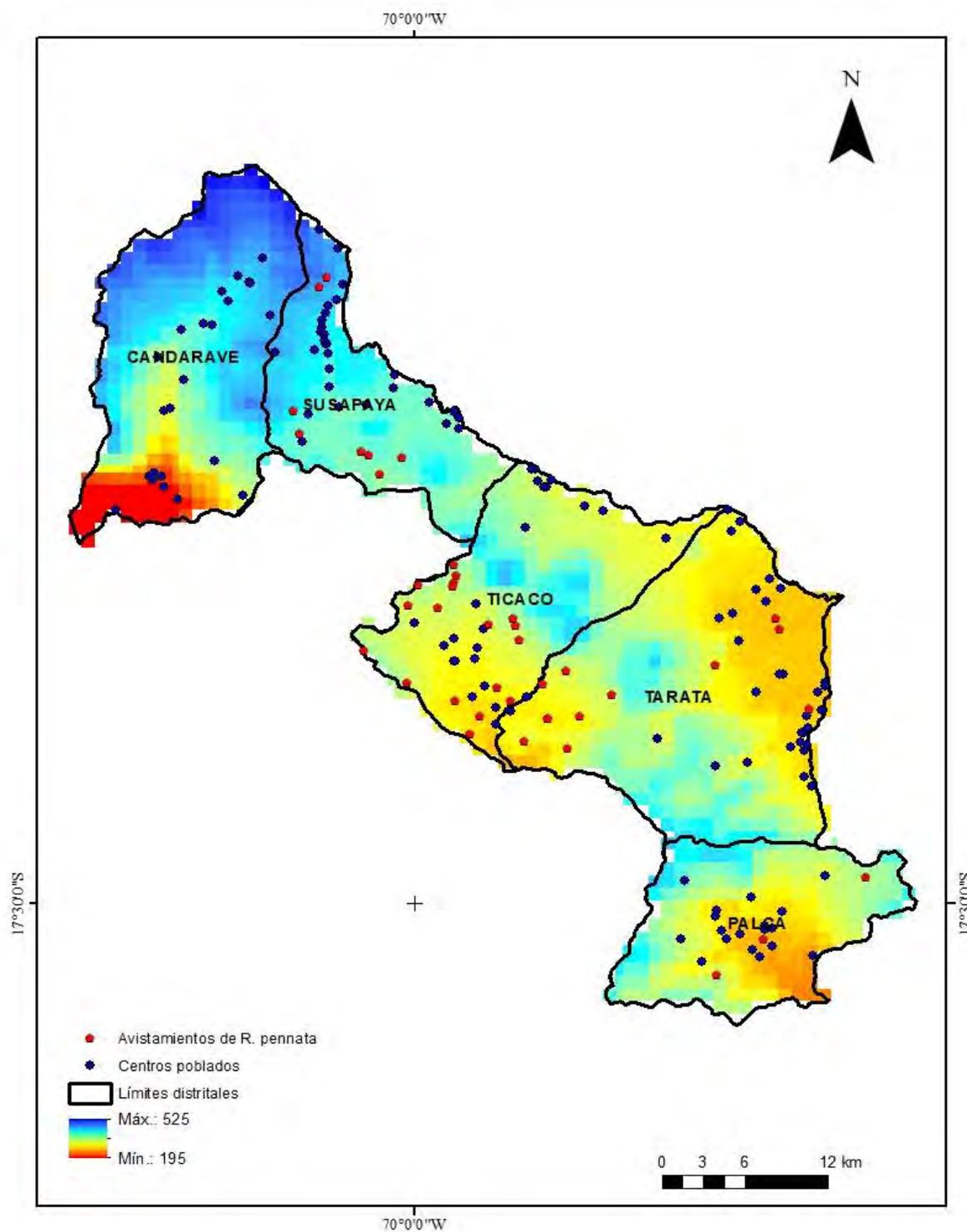
Fuente: Elaboración propia con datos de Minam, Geoservidor, Serfor, Ministerio de Vivienda

Mapa 9. Distribución de *R. pennata* en función de la temperatura promedio del ACR Vilacota Maure



Fuente: Elaboración propia con data de WorldClim, Serfor, Ministerio de Vivienda.

Mapa 10. Distribución de *R. pennata* en función de la precipitación promedio del ACR Vilacota Maure.



Fuente: Elaboración propia con data de WorldClim, Serfor, Ministerio de Vivienda.

Con estos mapas, es posible explicar el porqué de dicha distribución. En función de la temperatura, esta especie prolifera mejor en los espacios más templados, de alrededor de los 7°C. Hay que recordar que los datos y la temperatura corresponden al mes de junio, temporada fría y seca. En tal sentido, la data climatológica corresponde a ese mes, y registra las temperaturas para el año 2016. Así, en la parte central de la provincia de Tarata, entre los distritos de Ticaco y Tarata, en la parte sur del hito límite distrital, se encuentra el mayor número de registros de *Rhea pennata*. De la misma forma, en la zona de dicha provincia, se han registrado otros cuatro puntos de avistamiento, precisamente, en las zonas más templadas de esta región, correspondientes al distrito de Tarata, aunque en la zona este. Al noroeste de la misma provincia también se han registrado avistamientos, presumiblemente por el hecho de que prefieren los ambientes más templados sobre los más fríos, éstos se sitúan en el distrito de Susapaya, puesto que están en zonas ligeramente más calurosas. De igual modo, en referencia a los avistamientos de *R. pennata* registrados en la parte sudeste del ACR Vilacota Maure, se podría explicar el por qué se encuentran tan distanciados al contrastar que en esta parte se percibe un clima más templado.

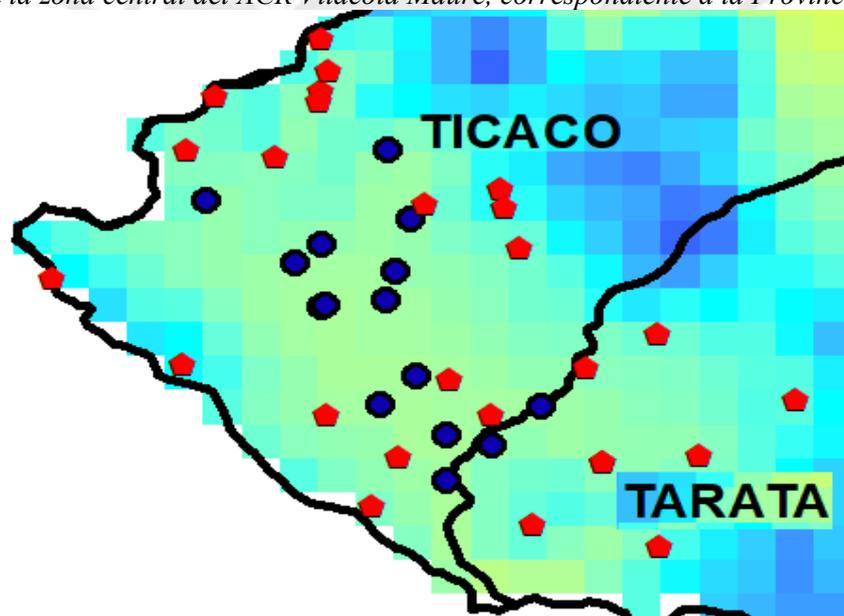
En lo que refiere a la precipitación, pareciera que un alto índice de precipitación pareciera no importunar a las aves. Así, las aves parecen distribuirse homogéneamente en zonas donde el nivel de precipitación es de moderado a alto. El hecho de que no amplíen su distribución a las zonas donde la precipitación es muy baja podría explicar un poco de la ecología de esta especie, dado que prefiere zonas donde haya bofedales, que son importantes para su desarrollo al ofrecer vegetación siempreverde, especialmente en la temporada de sequía. En todo caso, la ausencia moderada de precipitaciones, expresadas en zonas con un menor índice de dicha variable, pareciera no incomodar a las aves, dado que el número de ejemplares sito en la zona oeste del distrito de Tarata y sudeste del distrito de Ticaco es bastante representativo. Con todo, hay que recalcar que el máximo ofrecido para el mes de junio es de poco más de 500 mm de lluvia. Tratándose de una temporada seca, es previsible que no sea muy influyente la precipitación. Con todo, llega a ser importante puesto que no inciden en zonas de muy baja precipitación (aproximadamente 190 milímetros), en la parte sudoeste del distrito de Candarave, donde no se registra ningún avistamiento, pese a ofrecer las temperaturas más cálidas en el ACR.

Las zonas correspondientes al límite sur de los distritos de Ticaco y Tarata presentan un índice de precipitación medio a moderadamente alto, y a moderadamente bajo. Sin embargo, también se encuentran ejemplares en las zonas donde el promedio anual de precipitación es considerablemente más alto. Quizás esto pueda explicarse por la presencia de los bofedales y cuerpos de agua, tan importantes en la ecología de *R. pennata*, donde los ejemplares acuden a beber agua (Echaccaya, M.; Arana, C.; & Salinas, L., 2017). De la misma forma, se puede entender dicha distribución por el hecho de que los datos han sido registrados en la época seca, con lo que se puede explicar que, en el momento

de la obtención de los datos, los ejemplares no se encontraban en una zona donde se llevara a cabo un temporal, ya que solo se registran 52 centímetros de lluvia en todo el mes. En estos dos mapas se puede ver que el grupo de puntos de avistamiento que se halla más al Este; en el centro de la Provincia de Tarata, hacia el este del distrito homónimo, se ubica en un espacio templado, con una temperatura moderada, y con poca precipitación. Estas podrían ser condiciones más favorables para el desarrollo de la especie estudiada, aunque también podría ser influido por la mayor distancia que hay entre los centros poblados. Se trata de un espacio que presenta una mayor distancia entre una agrupación de centros poblados y otra y, al quedar en medio, podría suponer un espacio para el desarrollo más adecuado de *Rhea pennata*.

En la zona central del área correspondiente a la provincia de Tarata, como ya se dijo, tienen un mayor índice de avistamientos de ejemplares. Esto puede deberse a la confluencia de los factores ambientales adecuados que prefiere la especie estudiada en la presente investigación. Es interesante ver cómo en ese espacio pareciera haber un sector donde las temperaturas son mayores.

*Detalle del Mapa 10, en la zona donde se percibe una distribución agrupada de las poblaciones de R. pennata, en la zona central del ACR Vilacota Maure, correspondiente a la Provincia de Tarata*



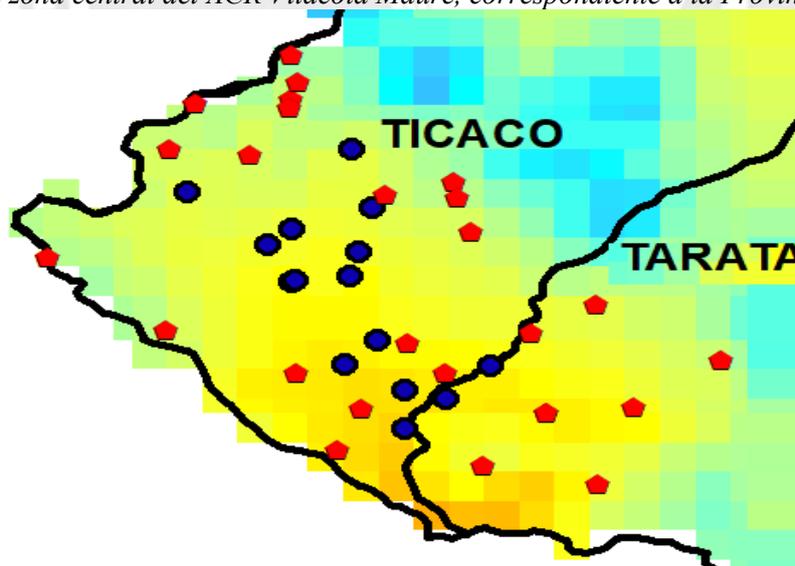
*Fuente: Captura de pantalla.*

El detalle del *Mapa 10* permite ver cómo esta distribución agrupada prolifera mejor en un espacio donde hay mayor rango de temperatura; éste se ubica en el oeste del Área de Conservación Regional. Al ver dicha imagen y contrastar con el *Mapa 10*, puede verse que hay un espacio donde la temperatura es menor que este sector que se menciona. Sin embargo, la temperatura vuelve a incrementarse hacia el este. En este caso, se puede ver que la temperatura es mucho más elevada, y roza los límites máximos del rango. Curiosamente, en este espacio hay menos incidencia de avistamiento de *Rhea pennata*.

Quizás podría darse esta situación por el hecho de que los centros poblados están menos concentrados. Esta razón se puede sustentar en el hecho de que los centros poblados en el centro de la provincia de Tarata del lado oeste, distrito de Tarata, se encuentran más concentrados.

El siguiente detalle del *Mapa 11* permite identificar que la distribución también se da de forma más intensa y más agrupada en espacios donde el índice de precipitación es menor. De la misma manera, se puede ver cómo hay un espacio en la zona central oeste de la provincia de Tarata en la que hay un gran número de incidencia de avistamientos de *Rhea pennata*. En la zona en cuestión, se puede ver que los centros poblados se encuentran más cercanos unos de otros, ocupando un área menor; esto se refleja en la población de *R. pennata* por el hecho de que la distribución es más pareja. Hacia el centro de esta área, hay un espacio donde incrementa considerablemente la precipitación, y no se aprecia ni un avistamiento de la especie estudiada, pero sí dos centros poblados. Nuevamente, igualmente que en la *Foto 21*, se puede ver cómo incrementa la presencia de centros poblados, al disminuir considerablemente la precipitación. Este hecho podría explicar por qué los centros poblados se encuentran distribuidos de una forma menos agrupada. Esta forma de distribución más esparcida de los centros poblados podría ser un disuasor para *R. pennata* para extender su distribución a dicha zona, ubicada en el centro este de la provincia de Tarata.

*Detalle del Mapa 11, en la zona donde se percibe una distribución agrupada de las poblaciones de R. pennata, en la zona central del ACR Vilacota Maure, correspondiente a la Provincia de Tarata.*



*Fuente: Captura de pantalla.*

No obstante, es pertinente mencionar que esta toma de datos, como ya se explicó, se realizó solamente en la estación seca, con lo cual es posible que eso haya llegado a influir en el patrón de la distribución. Cabe recordar que los datos sólo pertenecen al mes de junio. Sería importante poder realizar eventuales estudios de distribución circunscritos al interior del ACR Vilacota Maure con una mayor frecuencia

(mensual, bimensual, etc.) para poder estimar mejor la distribución de la especie estudiada y determinar si estos mismos patrones se repiten en la estación lluviosa.

Si se contrasta la distribución de *Rhea pennata* con la cobertura vegetal (*Mapa 11*), se puede ver que esta especie prolifera en los dos tipos de cobertura vegetal predominante en el ACR. Podemos ver que *R. pennata* se distribuye en zonas de escasa o nula vegetación, y también se distribuye muy bien en las zonas donde predomina el pajonal andino. Podría sorprender que muy pocos puntos han sido registrados considerablemente cerca de los cuerpos de agua. Solo tres avistamientos se han registrado considerablemente cerca de las lagunas. En la zona central, correspondiente a la provincia de Tarata, se puede entender por qué la distribución es más uniforme y por qué hay más avistamientos. Tal parece ser que la presencia de cuerpos de agua, como los bofedales en la zona central de la provincia de Tarata, en el *Mapa 10*, son importantes para la distribución de *R. pennata*.

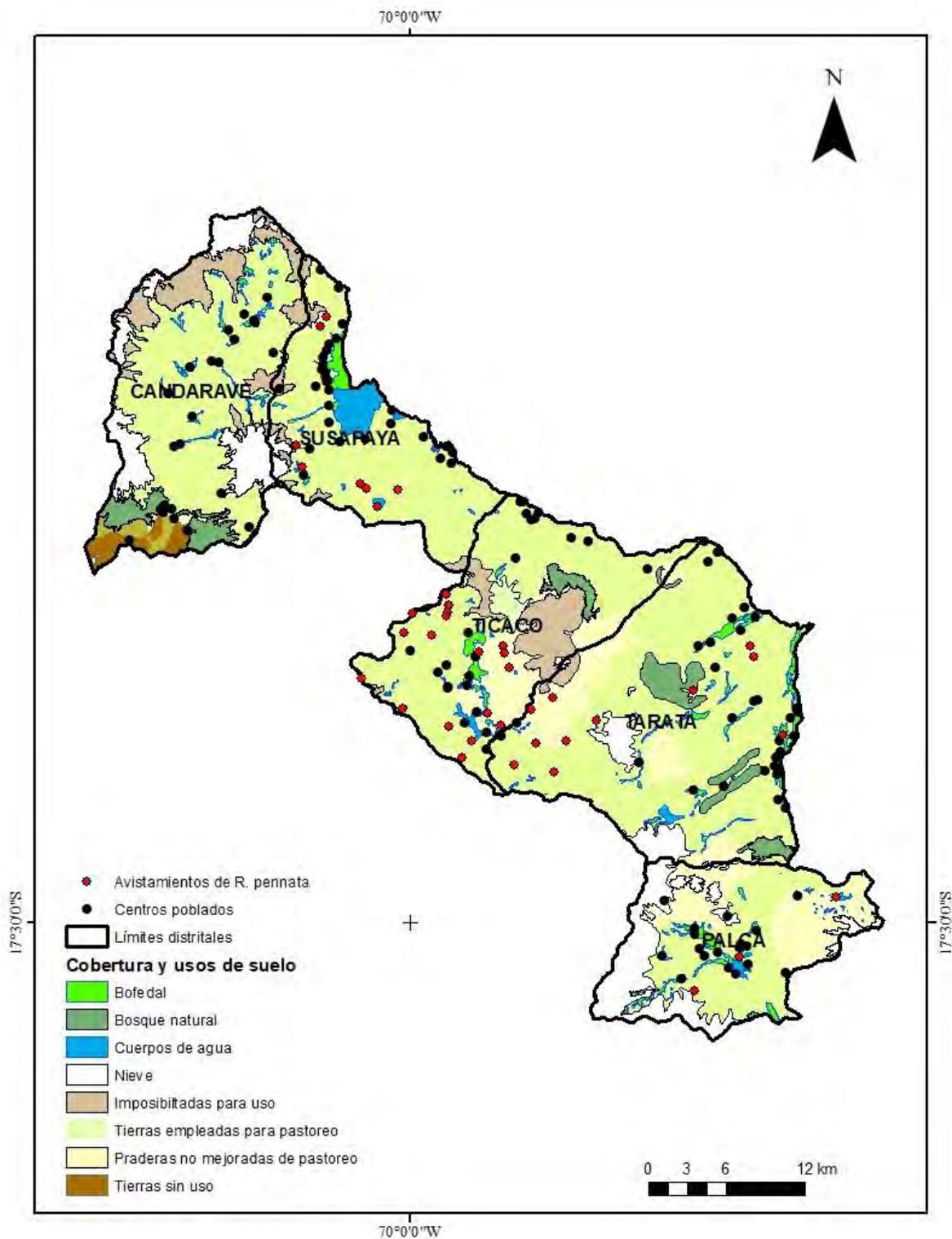
Es posible, con este mapa, explicar la distribución de *Rhea pennata* al interior del ACR, atendiendo los centros poblados. La presencia de *R. pennata* en espacios donde las temperaturas no son tan elevadas se puede explicar por la presencia de los bofedales y los cuerpos de agua. Al ver el *Mapa 11* y el *Mapa 12*, es posible entender que en las zonas donde se han registrado avistamientos inciden una baja elevación (aproximadamente, 3000 msnm) y la presencia de bofedales. Estos ecosistemas de humedal ya han sido descritos como espacios que resultan importantes para *R. pennata* debido a la vegetación que soportan. Sin embargo, la presencia de seres humanos muy próximos a éstos puede ser la causa que explique por qué no se presentan más cerca de dichos humedales. La presencia de avistamientos cerca a cochas y pequeñas lagunas alejadas a centros poblados, como la que se encuentra en la parte sudoeste del distrito de Susapaya permiten corroborar que esta especie requiere de estos espacios para encontrar el alimento que necesita. No obstante, siendo estos datos registros que se han realizado en la temporada seca, dado que se encuentran registrados en el mes de junio, es probable que la especie estudiada se encuentre muy próxima a estos espacios al ser éstos las zonas donde la vegetación se encuentra más vigorosa.

El *Mapa 11* ilustra la distribución de *Rhea pennata* y la ubicación de los centros poblados contrastada con la cobertura vegetal. Eso ha permitido corroborar que *R. pennata* es una especie que se desarrolla de forma constante en los ecosistemas de pajonal y de zonas de escasa vegetación. No obstante, la extensa distribución de estos dos ecosistemas permite corroborar las condiciones ambientales mencionadas con anterioridad en las cuales viven tanto la especie estudiada como el ser humano. De la misma manera, se puede inferir que es una especie que se ha especializado y adaptado al ecosistema en el cual vive, puesto que no se ha realizado ni un avistamiento en los restos de bosque relicto. De la

misma manera, puede verse cómo los glaciares podrían ser factores limitantes de esta distribución, puesto que esta especie no se observa cerca de éstos. La presencia de la Cordillera del Barroso, que no presenta avistamientos, podría actuar como una barrera que limita la distribución de esta especie, de modo tal que no haya otra opción para esta ave no voladora que tener que cruzarla solamente por la parte más baja, que se encuentra en la zona noroeste del distrito de Tarata. Con todo, la aplicación del programa *MaxEnt* podría esclarecer el principal motivo por el cual no se han registrado avistamientos. De tal forma, podría dilucidar si es que no se registran avistamientos porque es una zona en la que no confluyen las características ambientales adecuadas o, porque, por la presencia de una cordillera donde la altitud supera los 4,000 metros de altitud, el trabajo de conteo de ejemplares haya sido difícil, al contar con espacios de complicada accesibilidad que, aun conteniendo ejemplares de *R. pennata*, no pudieron ser registrados.

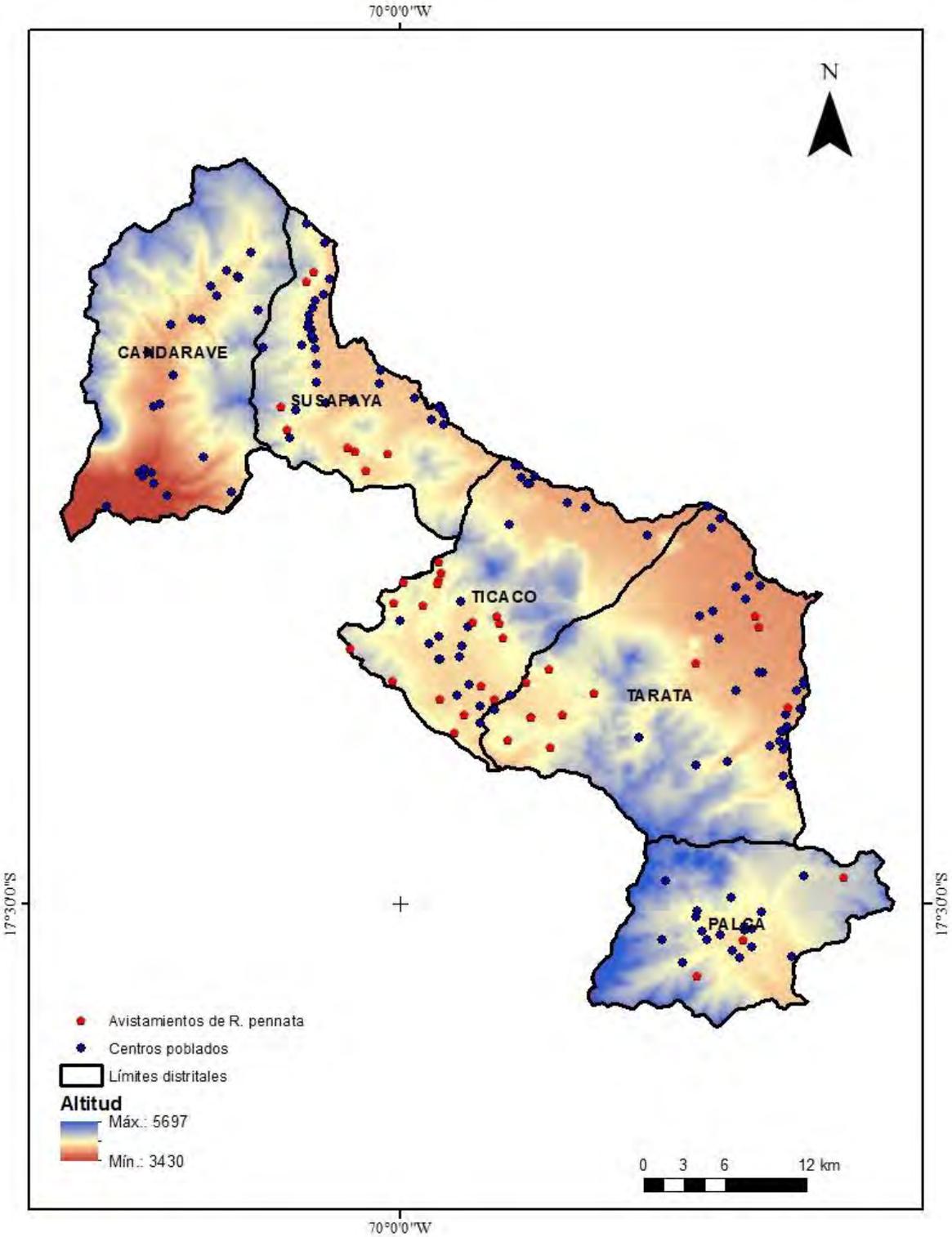
La distribución de *R. pennata* en función de la cobertura vegetal puede también verse en función de la presencia de cuerpos de agua que, una vez más prueban ser de gran importancia para esta especie, porque los avistamientos se registran de forma mayor en las zonas más próximas a los cuerpos de agua, lagunas y bofedales, especialmente durante la temporada seca. Este mapa también permite comprobar que esta especie estudiada se mantiene cerca, pero no lo suficiente, puesto que, en las inmediaciones de la laguna más grande, la Laguna Vilacota, donde están ubicados muchos centros poblados, no se han registrado avistamientos; pero en la zona noroeste de dicha laguna, próximos a los bofedales, sí se encuentran registrados dos avistamientos. Con todo, el testimonio de los pobladores de haber avistado un único ejemplar, comparado con los grupos avistados por el investigador lejos de los centros poblados, podría soportar la idea de que sean avistamientos de menos ejemplares, tal y como se dio en las inmediaciones de la Laguna Vilacota. La distribución de los centros poblados, circundando la Laguna Vilacota y los bofedales anexos puede haber obrado como un disuasor para *R. pennata* para mantenerse apartada de los espacios con presencia antrópica cuantiosa. Nuevamente, se ha probado que la presencia de centros poblados, y, en consecuencia, de actividades humanas, es un factor limitante para la distribución de *Rhea pennata*.

Mapa 11: Distribución de *R. pennata* y centros poblados en el ACR Vilacota Maure en función de la cobertura vegetal y los usos del suelo.



Fuente: Elaboración propia con data del Minam, Geoservidor, Serfor, Ministerio de Vivienda.

Mapa 12. Distribución de *Rhea pennata* y centros poblados en el ACR Vilacota Maure en función de la altitud.



Fuente: Elaboración propia con data del Minam, Geoservidor, Serfor, Ministerio de Vivienda.

El *Mapa 12* ilustra la elevación del ACR Vilacota Maure y la distribución de la especie estudiada, así como los centros poblados ahí sitios. Se puede entender el porqué del incremento de la temperatura en las zonas mencionadas en la *Foto 21*. Las zonas donde hay mayor temperatura y menor precipitación, que son áreas donde se desarrollan las poblaciones humanas y de *Rhea pennata*, son justamente las áreas de menor elevación. Puede decirse, pues, que existe una relación inversamente proporcional entre la altitud y la temperatura, porque la segunda disminuye a medida que aumenta la primera. Además, existe otra relación inversamente proporcional, aunque menos marcada, entre la altitud y la precipitación, siguiendo la misma línea anteriormente mencionada. Es por esta razón que la relación entre altitud e incidencia de avistamientos de *R. pennata* y ubicación de centros poblados es inversamente proporcional: la mayoría de avistamientos se dan en zonas de una altitud -para los estándares tan elevados del ACR Vilacota Maure- moderada a baja. Sin embargo, podría haber especímenes en zonas más elevadas que, por la dificultad de la topografía no se han podido registrar. De cualquier forma, por el hecho de que es una zona con pendiente moderada a baja (Gobierno Regional de Tacna, 2012), es posible que haya ejemplares que, en el censo del 2016, no hayan podido ser registrados.

Así, la presencia de los centros poblados y la distribución de *Rhea pennata* puede explicarse por las diferentes características ecoambientales. Es entendible que los seres humanos prefieran espacios más cálidos y más secos para la realización de sus actividades y el asentamiento de sus viviendas. En función de lo experimentado en la salida de campo al ACR, el clima es sumamente duro. Para el mes de junio, pese a que se han tomado para la presente las temperaturas promedio, existen registros de *WorldClim* que mencionan un descenso de la temperatura hasta los -15 grados centígrados, en las áreas donde el *Mapa 9* indica menores temperaturas. Partiendo, según el *Mapa 9*, de que la temperatura máxima ronda los 8 a 10 grados centígrados, es entendible que las poblaciones de animales proliferen mejor en espacios más templados. La presencia de las actividades humanas, pues, se da en mayor número en estas áreas.

La ubicación de los centros poblados también se ve directamente influida por la presencia de los cuerpos de agua. Así, las poblaciones humanas sitas en la zona correspondiente a la provincia de Candarave se encuentran siguiendo el cauce de un río (el Río Calientes). El cauce del río en cuestión, como se ve en el *Mapa 12*, puede explicar por qué hay una menor elevación; y, según lo mencionado en el *Mapa 9*, explicar por qué en este espacio hay mayor temperatura, que resalta significativamente en el entorno, donde existen registros de una temperatura mucho más baja. Puede verse que existe una relación directa entre la presencia de un cauce fluvial, la elevación y un incremento de la temperatura. De la misma forma, puede verse que las poblaciones humanas suelen asentarse en las inmediaciones de los

bofedales, ya que, como ya se mencionó, éstos aportan una importancia muy grande para el ganado auquénido, en vista de que pueden ser empleados como abrevaderos. Así, la presencia de los seres humanos, expresada en la presente investigación, se puede limitar por la ausencia de estos factores, o bien facilitar por su presencia. Con todo, el hecho de que la dieta del suri no incluya enormes cantidades de agua explicaría por qué no se registran mayores avistamientos en zonas cercanas a los bofedales, sino que a una cierta distancia; y también que no haya avistamiento o registro de ejemplares agolpándose en las inmediaciones de dichos humedales andinos.

A todos estos factores ambientales responden también las poblaciones de *Rhea pennata*. Se puede concluir que esta especie prefiere los espacios más templados y moderadamente lluviosos, y con mayor presencia de cuerpos de agua, especialmente bofedales, que revisten importancia para la especie por servir de fuente de alimento. No obstante, se puede ver un patrón muy claro. Ahí donde las poblaciones humanas se han establecido de forma tal que acaparan los recursos hídricos y las condiciones ambientales más benignas de la época seca, *Rhea pennata* no amplía el rango de distribución. De la misma manera, donde las poblaciones humanas se encuentran distribuidas más agrupadas y próximas las unas de las otras, la población de *R. pennata* se distribuye de una forma más homogénea. Ahí donde la ubicación de los centros poblados es menos agrupada y más diseminada, la incidencia de avistamientos ha sido menor. Esto puede comprobarse al ver las *Fotos 21* y *22*. Puede llegarse a la conclusión de que la presencia y la distribución de *R. pennata* se ven bastante influidas por la presencia y la distribución de los seres humanos. La relación entre la distribución y presencia de ambas especies es inversamente proporcional.

No obstante, puede considerarse que esta relación está supeditada bastante a las características ambientales tan duras que enfrentan ambas poblaciones. Es posible que la distribución de ambas especies fuera diferente si es que, acaso, fueran otras las condiciones ambientales. Es posible que *Rhea pennata* presente otra distribución en los meses de la temporada de lluvias. De la misma manera, se ve un espacio elevado, que no excede los 4,900 msnm, en la parte del sudeste de la provincia de Tarata, donde no se registran avistamientos, pese a que sea una zona en la que, por la altura, la especie estudiada pueda prosperar (Serfor, 2015; Gobierno Regional de Tacna, 2012).

#### 4.2. Predicciones poblacionales de *Rhea pennata* con base en lo proporcionado por el programa *MaxEnt*

Habiéndose obtenido los puntos de ocurrencia, tanto la data provista por *Serfor* como por *GBIF*, se procedió a calcular la idoneidad distribución potencial en base a la idoneidad del hábitat de *Rhea pennata* con el programa *MaxEnt*. Para ello, si bien de forma inicial se eligieron tres variables en base a supuestos, se optó por correr todas las diecinueve variables bioclimáticas. En función de esto, *MaxEnt* consideró el porcentaje de importancia de las variables bioclimáticas y la altitud de la siguiente manera. A cada una de las diecinueve variables bioclimáticas se le asignó un código, el mismo que emplea *WorldClim* para codificar sus variables:

Cuadro 12: Variables provistas por *WorldClim* para ser empleadas en *MaxEnt*

Variable	Descripción
Bio1	Temperatura media anual
Bio2	Rango de temperatura promedio diaria
Bio3	Isotermalidad $((\text{Bio2}/\text{Bio7}) \times 100)$
Bio4	Estacionalidad de la temperatura (Desviación estándar $\times 100$ )
Bio5	Temperatura máxima del mes más cálido
Bio6	Temperatura mínima del mes más frío
Bio7	Rango anual de la temperatura (Bio5 - Bio6)
Bio8	Temperatura promedio del trimestre más húmedo
Bio9	Temperatura promedio del trimestre más seco
Bio10	Temperatura promedio del trimestre más cálido
Bio11	Temperatura promedio del trimestre más frío
Bio12	Precipitación anual
Bio13	Precipitación del mes más húmedo
Bio14	Precipitación del mes más seco
Bio15	Estacionalidad de la precipitación
Bio16	Precipitación del trimestre más húmedo
Bio17	Precipitación del trimestre más seco
Bio18	Precipitación del trimestre más cálido
Bio19	Precipitación del trimestre más frío

Fuente: Elaboración propia con data de *WorldClim*

Se calculó, por medio de *MaxEnt*, el coeficiente de aporte de cada variable. El resultado obtenido de considerar las diecinueve variables bioclimáticas y la altitud fue el siguiente:

Cuadro 13: Porcentaje de contribución de variables tras primer modelamiento con MaxEnt

Variable	Porcentaje de contribución	Importancia de la permutación
Bio7	67.4	0.5
Bio17	10.6	0
Bio19	9.7	0.5
Bio11	4.6	0
Bio10	1.8	0
Altitud	1.1	85.9
Bio14	1	0.1
Bio15	0.9	0.3
Bio18	0.9	0.1
Bio9	0.6	12.4
Bio4	0.6	0.1
Bio2	0.5	0.1
Bio8	0.4	0
Bio16	0.1	0
Bio12	0	0
Bio3	0	0
Bio6	0	0
Bio5	0	0
Bio1	0	0
Bio13	0	0

Fuente: Resultados de corrida de MaxEnt efectuada por investigador

Las variables ingresadas que cobraron un mayor porcentaje de importancia fueron las de *Rango anual de la temperatura*, *Precipitación del trimestre más seco*, *Precipitación del trimestre más frío*, *Temperatura promedio del trimestre más frío*, *Temperatura promedio del trimestre más cálido*, *Altitud* y *Precipitación del mes más seco*. Estas variables se han considerado por tener un porcentaje de contribución mayor a 1. La decisión de permitir que *MaxEnt* calculara el porcentaje de contribución permitió que se comprobara que siempre es mejor que se ingresen todas las variables. Es mejor realizar esto que elegir a priori las variables bioclimáticas. Variables como la “Precipitación anual promedio” (*Bio12*) probaron no ser tan importantes -con un cero de porcentaje de contribución-, pese a que se consideró esta variable como muy importante en un inicio.

Inicialmente, pese a que se había elegido *a priori* dos variables bioclimáticas, *Temperatura promedio anual* y *Precipitación anual promedio*, que se combinarían con la variable altitudinal, se optó por descartar ese primer modelamiento para la presente investigación. Al considerar e ingresar las tres variables al *MaxEnt*, se obtuvieron los porcentajes de contribución de 45.3%, 37.3% y 17.4%, para temperatura, precipitación y altitud, respectivamente. Se ha podido descubrir, por medio del método de prueba y error que el elegir variables de forma aleatoria, pese a que uno pueda considerar que son pertinentes aun con la bibliografía correspondiente, puede inducir al error de forma garrafal, dado que cada estudio realiza este modelamiento con diferentes puntos de avistamiento.

Partiendo de lo realizado, y teniendo en cuenta lo descrito en líneas anteriores, se procedió a correr el programa *MaxEnt* con un resultado previsible (*Mapa 14*). Para todos los mapas que se obtuvieron, fue necesario reclasificar los intervalos. De esa forma, se establecieron los siguientes parámetros, con su codificación correspondiente:

- Intervalos de entre el 0 y el 20% → Índice de idoneidad de hábitat MUY BAJO
- Intervalos de entre el 20 y el 40% → Índice de idoneidad de hábitat BAJO
- Intervalos de entre el 40 y el 60% → Índice de idoneidad de hábitat MEDIO
- Intervalos de entre el 60 y el 80% → Índice de idoneidad de hábitat ALTO
- Intervalos de entre el 80 y el 100% → Índice de idoneidad de hábitat MUY ALTO

El ACR Vilacota Maure es un espacio donde confluyen una enorme cantidad de posibilidades de ocurrencia de *Rhea pennata*, especialmente en la zona que, coincidentemente, cuenta con un elevado índice de registros. Resulta estar ubicado en un área donde la posibilidad de encuentro de dicha especie es considerablemente alta. Se pueden ver en distintas partes del área de estudios porcentajes mayores al 60% en el área de la parte central de la provincia de Tarata. En las partes más al sur del ACR Vilacota Maure se tienen zonas que presentan más de un 40 y hasta más de un 60 por ciento de idoneidad, aunque las zonas que presentan un coeficiente que fluctúa entre el 80 y el 100 por ciento son, lamentablemente, menores en ocurrencia fuera del área mencionada, donde el número de ocurrencias es mucho mayor.

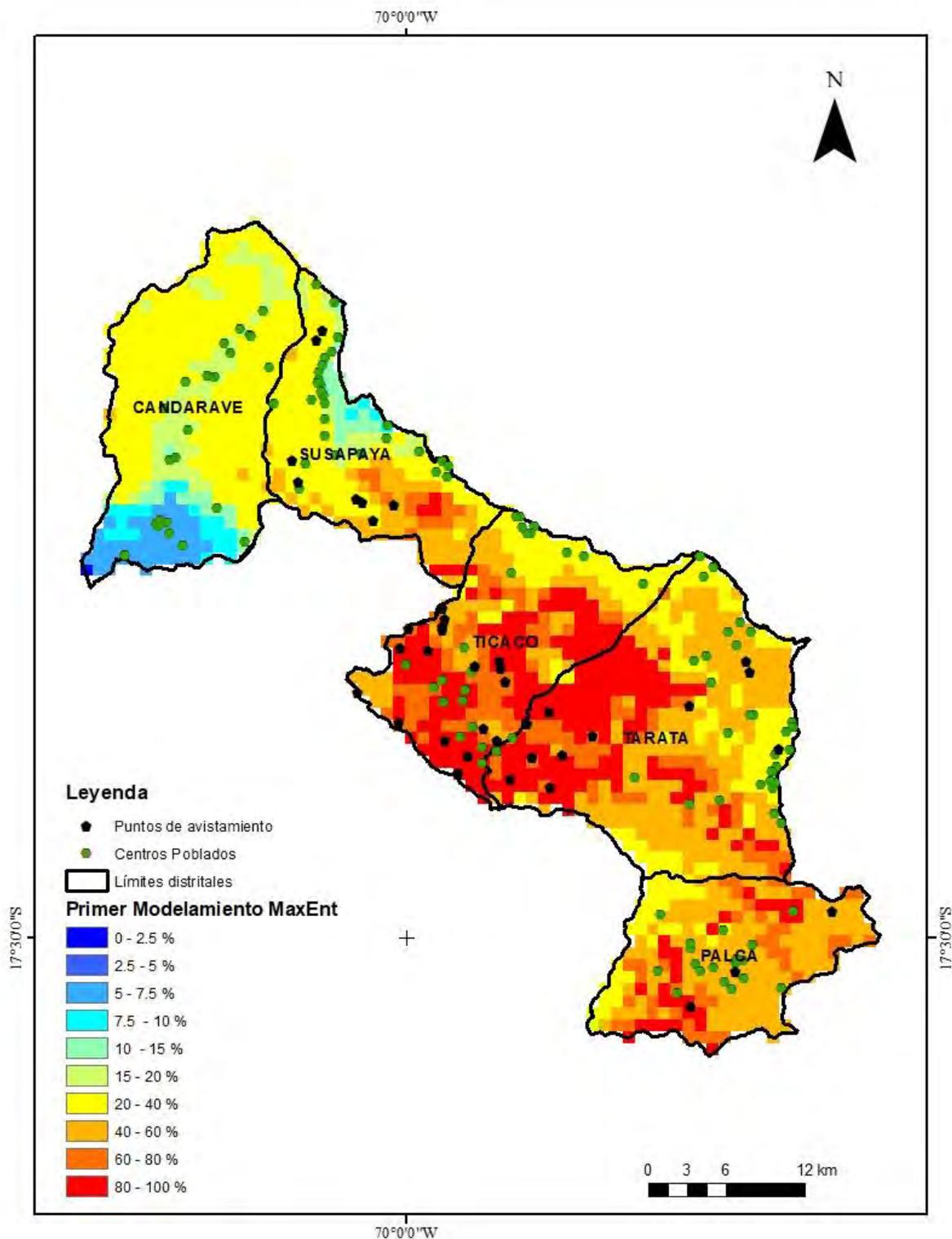
En el espacio central de la provincia de Tarata, donde limitan los distritos de Ticaco y Tarata, se ve que coinciden las condiciones bioclimáticas y la altitud. Es en esta parte donde se tienen más avistamientos; sin embargo, existe una zona en la que hay una gran cantidad de píxeles que muestran una muy alta idoneidad de hábitat, con una posibilidad de distribución sumamente alta. En esta zona no se han realizado avistamientos.

Es posible que esta zona aparezca desprovista de avistamientos por el hecho de que haya habido una mayor dificultad a la hora de realizar el censo. Si se contrasta con el modelo digital de elevación (*DEM*, ver *Mapa 12*), puede verse que esa zona es una zona en la que hay muchísima altitud, más de 4,000 msnm. Es posible que, si no se registran datos para esa zona, es por la dificultad de acceso. Lo que sí puede comprobarse es que existe una mayor propensión a la alta idoneidad en las zonas ubicadas más al oeste. También puede recalcar el hecho de que existen avistamientos en zonas donde el hábitat resulta menos idóneo. Resaltan los puntos registrados en las zonas de norte, el este y el sur. En concreto, en la zona norte, el coeficiente de idoneidad del hábitat es relativamente baja, de entre el 20 y el 40%.

Existe, además, una gran cantidad de puntos, fuera de esta área central, que se encuentran en zonas donde la idoneidad del hábitat no supera el 60%. Esto podría deberse al hecho de que en la zona donde hay una mayor idoneidad, el área central, existe una aglomeración de centros poblados. También puede apreciarse que los puntos que inciden en las zonas donde la idoneidad es menor, en la parte más septentrional de la provincia de Tarata, se aprecian más juntos y, casualmente, muy próximos también a zonas pequeñas donde la idoneidad es relativamente mayor (“Bajo”, respecto de una zona donde prima un índice “Muy Bajo”).



Mapa 13. Resultado primero del MaxEnt, contrastado con los avistamientos de *Rhea pennata* y los centros poblados.



Fuente: Elaboración propia con data del Serfor, Ministerio de Vivienda, WorldClim.

Es posible, también, que la dinámica de la relación interespecífica de *Rhea pennata* y el ser humano en ese espacio no permita que haya más ejemplares y que éstos se vean obligados a desplazarse a otros espacios. Esto podría explicar la presencia en espacios menos idóneos. La disposición de los ejemplares avistados en una zona donde existen condiciones idóneas en un rango del 80 al 100%, como se ve en la zona sur, correspondiente a la provincia de Tacna, distritos de Tarata y Ticaco, permite dar una idea sobre las relaciones entre *R. pennata* y el ser humano. En esta zona existen zonas donde las condiciones idóneas suprascritas ocupan un área considerablemente menor, además de no formar un continuo, sino un patrón disperso. Esta fragmentación de espacios de alta idoneidad, adicionada al hecho de que coexisten con poblaciones humanas podría explicar por qué los avistamientos de *R. pennata* en dichas zonas están más distanciados: el hecho de ser un hábitat de una idoneidad promedio de entre un 20 y un 60%, sumado a la presencia de seres humanos limita que la distribución se dé en los pocos espacios donde hay una más alta idoneidad; eso puede verse en dicha área, en los pocos espacios donde confluyen las condiciones para crear una muy alta idoneidad existen poblaciones humanas en la mayoría de los casos. Justamente, en esos espacios, *R. pennata* no ha sido avistado.

Luego de esto, se volvió a correr el programa *MaxEnt*, para calcular la idoneidad del hábitat solamente con las variables que aportaron más de un 1% al modelo. Éstas fueron las variables *Rango anual de la temperatura*, *Precipitación del trimestre más seco*, *Precipitación del trimestre más frío*, *Temperatura promedio del trimestre más frío*, *Temperatura promedio del trimestre más cálido*, *Altitud* y *Precipitación del mes más seco*. En base a esto, se obtuvo una nueva tabla de porcentaje de contribución:

*Cuadro 14: Porcentaje de contribución de variables tras segundo modelamiento de MaxEnt*

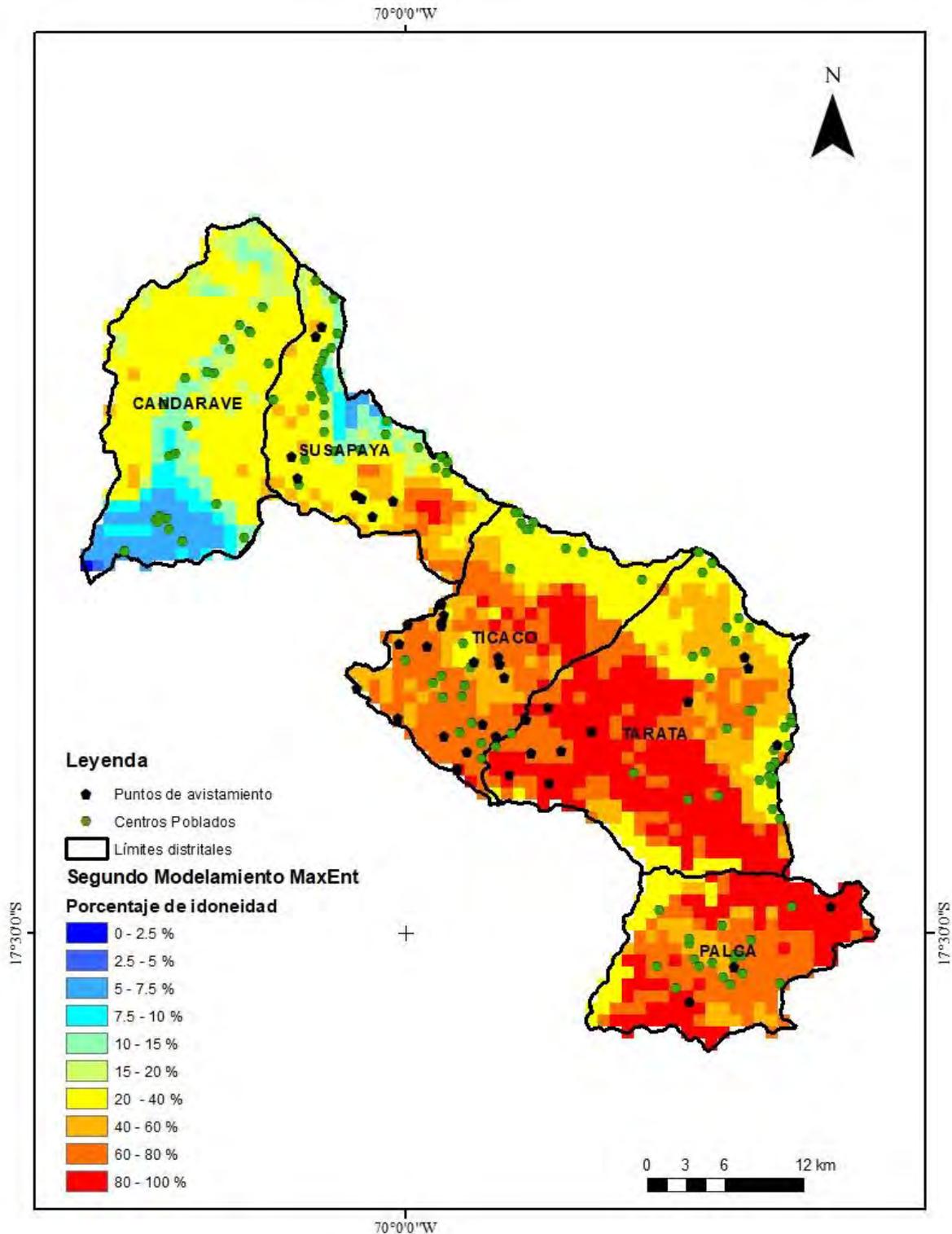
<b>Variable</b>	<b>Porcentaje de contribución</b>	<b>Importancia de permutación</b>
Bio7	55.8	0.5
Bio11	17.6	0
Bio17	13.6	0.2
Bio19	9.4	0.5
Altitud	1.7	84.9
Bio14	1.4	0.1
Bio10	0.6	13.9

*Fuente: Resultados de corrida de MaxEnt efectuada por investigador*

El *Mapa 14*, producido por esta segunda aplicación del *MaxEnt*, aportó resultados incluso más interesantes. Para este caso, los resultados predecían un área en la que la idoneidad era de hasta un 100%, la cual, pese a ser más extensa, se encontraba en dirección sur y sudeste. En este caso, el área donde limitan los distritos de Tarata y Ticaco (provincia de Tarata) tenía una idoneidad menor, no obstante, era mayor a la media (rango de 60 a 80%, alto). La zona que presenta la más alta idoneidad se encuentra, como ya se dijo, más al sur y sudeste, ocupando buena parte del sector sur del distrito de Palca, en la provincia de Tacna. En contraste con el *Mapa 14*, el presente mapa arroja una idoneidad alta y muy alta en este espacio. Sin embargo, la presencia de *Rhea pennata* no se expresa en esa zona con ningún avistamiento. La presencia de centros poblados en un espacio donde la idoneidad es menor coincide con un menor número de avistamientos. En el espacio que presenta una idoneidad de entre el 40 y el 60% y el 60 y el 80% solo se presenta un avistamiento; mientras que, en los espacios donde hay una idoneidad muy alta (del 80 al 100%), se registra un solo avistamiento por cuadrante, uno al sudeste y otro al noroeste.

De igual modo que en el *Mapa 14*, en el *Mapa 15* se puede ver que hay una gran zona en la que la idoneidad es muy alta. Sin embargo, ahí no se registran avistamientos. Una situación que salta a la vista es el patrón que adoptan los puntos en la zona central de la provincia de Tarata, especialmente en los distritos de Tarata y Ticaco. Pese a que los puntos son los mismos en todos los mapas, se puede ver una relación peculiar entre los avistamientos y el valor de los píxeles: en dicha zona, pareciera que los avistamientos se vuelven más frecuentes en relación al sudeste. Además de eso, se encuentran más espaciados y separados, mientras que en las zonas más orientadas al oeste y el norte presentan una mayor cercanía. Es posible que la distribución haya cambiado por la presencia de centros poblados: en zonas de una idoneidad media a alta (40-60% a 60-80%), la presencia de centros poblados provocaría que los ejemplares se encuentren más juntos; y en las zonas donde existen condiciones de mayor idoneidad en un área mayor, sin la presencia de muchos centros poblados, los avistamientos de *R. pennata* suelen verse más separados. Esto se ve al contrastar la zona norte, el distrito de Susapaya, sito en la misma provincia, de lo percibido en los distritos de Tarata y Ticaco. Resalta, por ello, la presencia de dos avistamientos muy próximos entre sí en un área donde la idoneidad llega hasta un 40% en un espacio donde la idoneidad no pasa el 20%.

Mapa 14. Resultado segundo del MaxEnt considerando las variables bioclimáticas que aportaron en un porcentaje mayor al 1% para todo el Perú y extrayendo por máscara la data circunscripta al ACR Vilacota Maure, contrastado con los avistamientos de *Rhea pennata* y los centros poblados.



Fuente: Elaboración propia con data del Serfor, Ministerio de Vivienda, WorldClim.

Se volvió a correr el programa *MaxEnt* una tercera vez. Esta vez se consideraron catorce variables, las que, en el modelamiento inicial aportaron más de cero. Es decir, aquellas que aportaron, incluso en el intervalo decimal de 0 y 1. Además de las variables *Rango anual de la temperatura*, *Precipitación del trimestre más seco*, *Precipitación del trimestre más frío*, *Temperatura promedio del trimestre más frío*, *Temperatura promedio del trimestre más cálido*, *Altitud* y *Precipitación del mes más seco*; se consideraron las variables *Estacionalidad de la precipitación*, *Precipitación en el trimestre más frío*, *Precipitación promedio del trimestre más seco*, *Estacionalidad de la temperatura*, *Rango promedio diario de temperatura*, *Temperatura del trimestre más húmedo*, *Precipitación del trimestre más húmedo*. Se decidió incluir este tercer modelo por el hecho de que, al contrastar los dos primeros se vio una variación significativa; se previó que podría haber una variación importante en el patrón de idoneidad en este modelamiento.

El tercer modelamiento arrojó resultados muy similares al primero, con la ligera diferencia de incremento en importancia de algunas pocas variables. De igual forma que ocurriera en el primer y segundo modelamiento, en éste se puede apreciar la importancia absoluta de la variable *Rango anual de la temperatura*, y la importancia de las variables *Bio17* y *Bio19*, que remiten a las precipitaciones en los trimestres más secos y más fríos, respectivamente.

*Cuadro 13 Porcentaje de contribución de variables tras tercer modelamiento con MaxEnt*

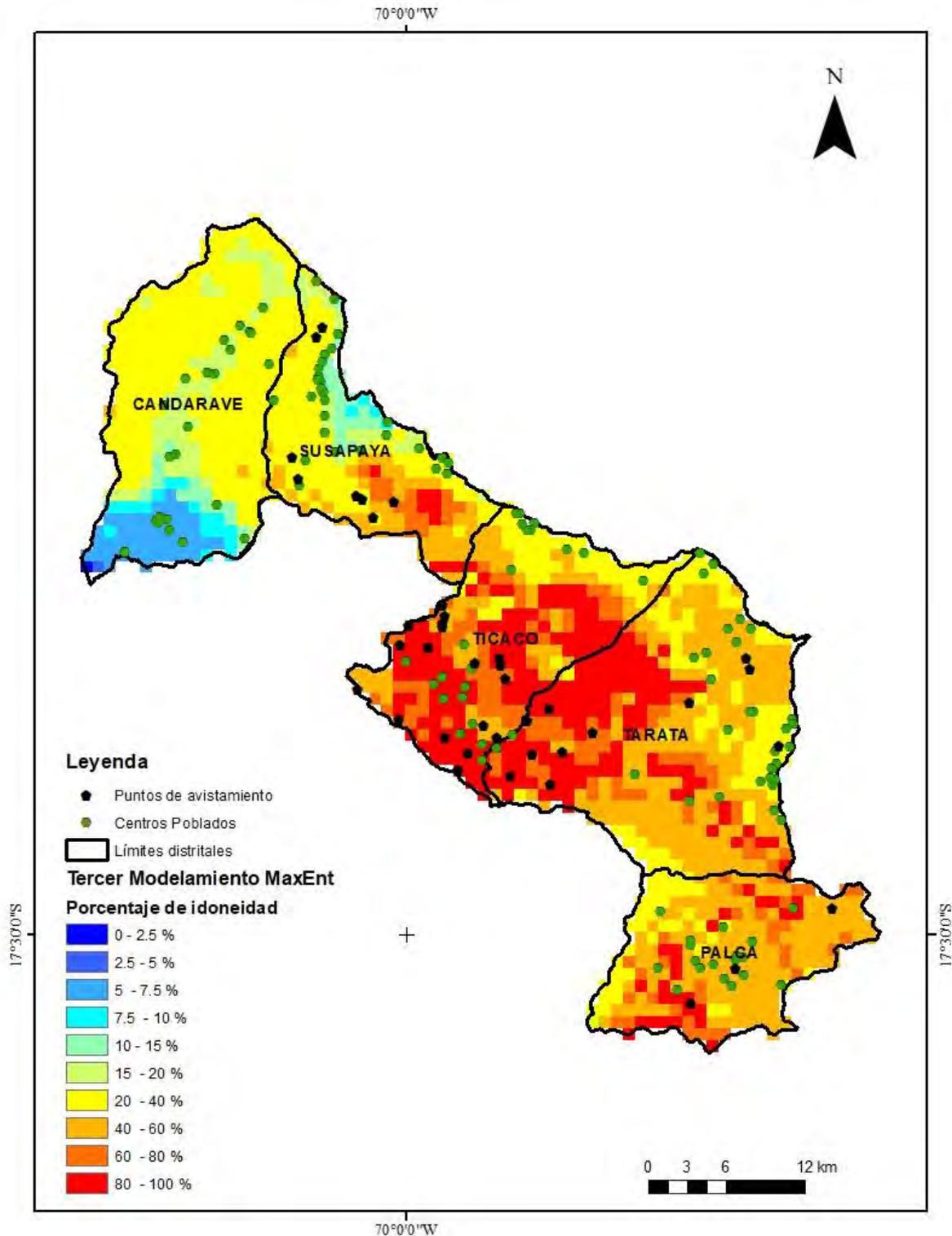
<b>Variable</b>	<b>Porcentaje de contribución</b>	<b>Importancia de la permutación</b>
Bio7	59.7	0.5
Bio17	11.9	0
Bio19	8.9	0.5
Bio10	7	0
Bio11	5.9	0
Bio4	1.4	85.9
Bio14	1.2	0.1
Altitud	1.2	0.3
Bio15	0.8	0.1
Bio9	0.8	12.4
Bio18	0.5	0.1
Bio2	0.4	0.1
Bio8	0.3	0
Bio16	0.1	0

*Fuente: Resultados de corrida de MaxEnt efectuada por investigador*

Los resultados del *Mapa 15* han sido muy similares al *Mapa 13*. Los resultados parecieran ser idénticos. Sin embargo, las variaciones, pese a ser mínimas, existen. Se aprecian algunas variaciones en el patrón que representa el intervalo del 80 al 100% (muy alto), al considerar algunos puntos en la zona más al norte y noreste. De igual manera, algunos píxeles con valores de entre 40 y 60% (media), y de entre 60 y 80% (alta) son considerados en el máximo intervalo de idoneidad, de 80 a 100%. De la misma manera, áreas que tenían un estimado de idoneidad entre el 40 y el 60% incrementan la idoneidad hasta el intervalo inmediatamente superior. Esta diferencia sutil podría emplearse para incrementar la precisión. Podría ser que el *Mapa 16* sea, incluso, más preciso que el *Mapa 14* y pueda contrastarse con el *Mapa 15* por medio de la herramienta “Calculadora Ráster”, en *ArcMap*. Esto se hizo a imitación del estudio de Molina (2014), que también promedió dos modelamientos.

En los *Mapas 13, 14 y 15* se aprecian espacios donde *Rhea pennata* podría distribuirse, pero en las cuales no presenta puntos de ocurrencia. Es posible que la ausencia de *R. pennata* en este espacio se deba a una competencia con el ganado auquénido local. Es sabido (Serfor, 2015; Gobierno Regional de Tacna, 2012; MMA de Chile, 2007) que esta especie suele competir con el ganado auquénido por alimentación y es esta competencia interespecífica la que parece estar afectando tanto a las poblaciones de *R. pennata*. En la salida de campo de 2017, pudo verse cómo los lugareños trasladan a sus rebaños de alpacas y llamas por varios kilómetros. Al contrastar la data provista por el *Mapa 12* puede verse que el área en cuestión coincide con zonas donde predomina una escasa vegetación y zonas donde predominan pajonales andinos. Es posible que en dichas zonas pasten las llamas y alpacas de los pobladores. Sin embargo, esta podría no ser la única razón por la cual no se haya avistado ejemplares de *R. pennata*. Al contrastar la data aportada por *MaxEnt* y la data provista por el *Mapa 12*, puede verse que esta es la zona de mayor elevación.

Mapa 15. Resultado tercero del MaxEnt considerando las variables bioclimáticas que aportaron en un porcentaje mayor al 0% para todo el Perú y extrayendo por máscara la data circunscripta al ACR Vilacota Maure, contrastado con los avistamientos de *Rhea pennata* y los centros poblados.



Fuente: Elaboración propia con data del Serfor, Ministerio de Vivienda, WorldClim

Como ya se dijo en líneas anteriores, así como en el acápite de las limitaciones de la data obtenida, la dificultad que radica en el acceso a ciertos espacios, por las pendientes abruptas, la topografía accidentada, la baja temperatura y la altitud, podría haber hecho a estos espacios muy poco accesibles. Dado este caso, es importante que se realicen estudios correspondientes limitados a dicha área, en la cual se pueda comprobar la presencia o ausencia de *R. pennata*. En el *Mapa 15* se incluye también un espacio donde no se han registrado avistamientos, pese a ser una zona donde la idoneidad sea muy alta. Esto podría deberse a lo mencionado en el citado acápite, motivo por el cual podría ser imperioso realizar nuevos estudios de la distribución de *R. pennata* al interior del ACR Vilacota Maure, con una mayor frecuencia.

El *Mapa 16* considera el promedio calculado por la *Calculadora Ráster* en *ArcMap*, empleando la data del *Mapa 14* y el *Mapa 15*. Así, se puede ver un resultado interesante. El espacio central de la Provincia de Tarata, donde había una muy alta idoneidad (*Mapa 13*, *Mapa 15*), ha perdido relevancia. Solo en la parte de más al sur de esta se conservan espacios donde la idoneidad fluctúa entre el 80 y el 100%. A diferencia de lo expuesto en el *Mapa 14*, la zona que presentaba una mayor idoneidad, en dirección al sudeste, es considerablemente menor. Sin embargo, muestra un espacio considerable en tamaño en donde no se registran puntos de avistamiento. Otro aspecto que es relevante mencionar es el hecho de que las poblaciones de *Rhea pennata* que ocurren en la zona central sur de la Provincia de Tarata se encuentran en espacios que ofrecen una menor cantidad de idoneidad, de entre un 60 a 80%. Esto podría explicar que los avistamientos en la parte más al norte del espacio ya mencionado se dieran a una mayor proximidad; de la misma forma podría explicar el hecho de que en la zona más al sur de dicho espacio ocurran avistamientos más distanciados: pueden ocupar un área mayor y a una distancia más homogénea por asentarse en un área de muy alta idoneidad (80 a 100%). Esto también se esclarece al comprobar que los puntos en la zona norte del área descrita se ubican muy próximos entre sí, en un espacio donde las condiciones de idoneidad fluctúan entre el 20 y el 40% (baja).

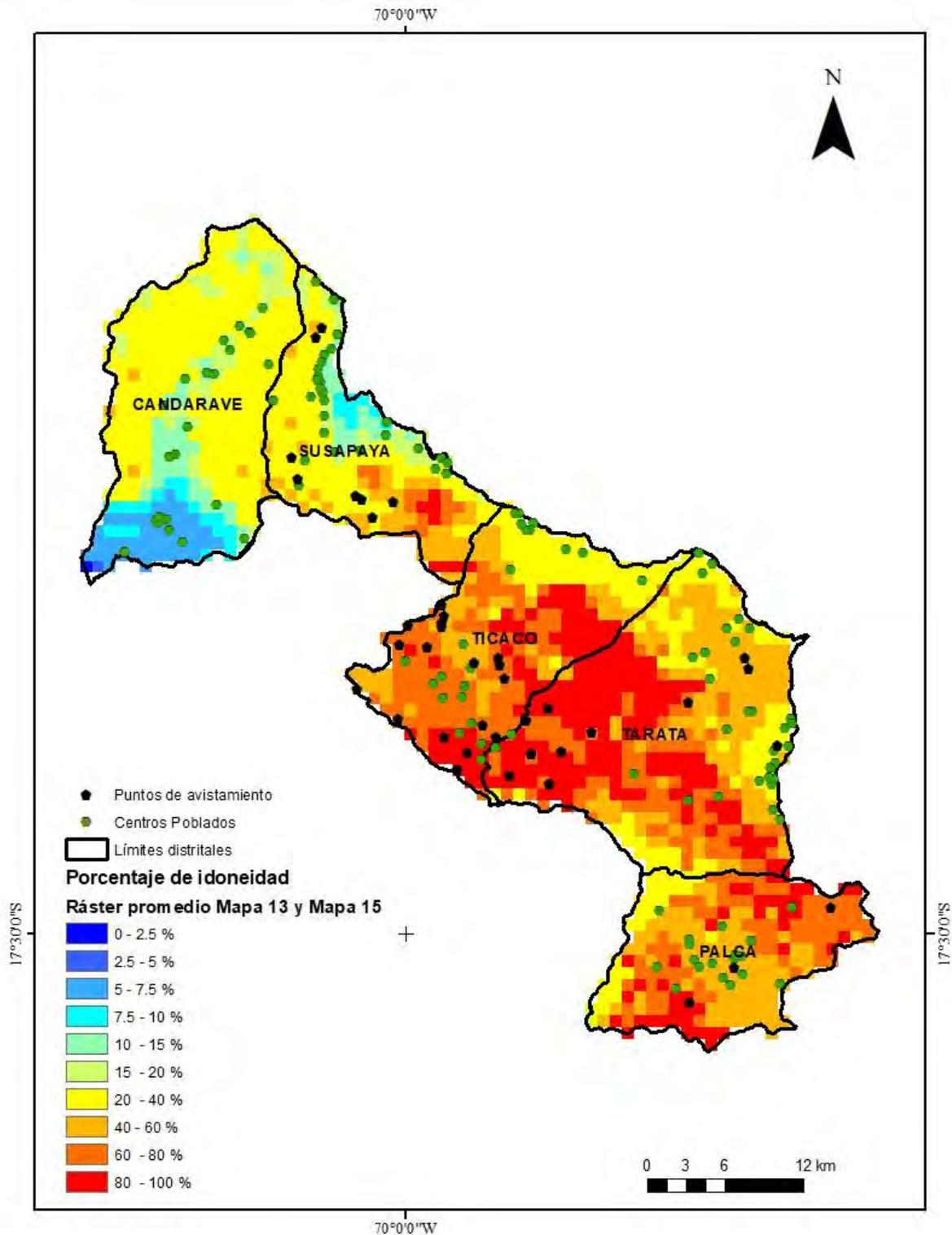
De la misma manera, se puede apreciar un patrón interesante, respecto de la distribución, considerando el nuevo formato de la distribución de idoneidad de hábitat, los puntos de avistamiento y los centros poblados. Los centros poblados en la provincia de Tarata se encuentran distribuidos en un patrón que flanquea por el este y el oeste al espacio suprascrito. Sin embargo, como ya se dijo, la población avistada y registrada se concentra hacia el oeste. Una de las razones por las cuales se considera que este espacio no se encuentra poblado por ejemplares de *Rhea pennata* se sostiene por el hecho de la presencia del ganado auquénido perteneciente a los pobladores. Así, podría explicarse que en la zona donde, según el *Mapa 16*, la idoneidad de hábitat es muy alta, no se registran avistamientos. Es posible que, por el hecho de que esta zona esté flanqueada por centros poblados, este espacio sea una zona que

se emplee como zona de pastoreo para las llamas y alpacas. Esto podría coincidir con el *Mapa 11*, que muestra la cobertura vegetal, donde se muestra que en ese espacio predominan espacios con poca cobertura vegetal (o sin ella, en algunos casos) y pastizales andinos. La presencia de zonas donde se excede la capacidad de carga (máximo ambiental tolerable de una variable) por el sobrepastoreo es una variable que se ha considerado para los tres últimos mapas, porque se sabe ya (Inrena, 2008; Serfor, 2015) que el sobrepastoreo ha generado una competencia muy fuerte entre las poblaciones de *R. pennata* y las de ganado auquénido, criado por los seres humanos.

La competencia interespecífica entre el ser humano y *R. pennata* podría llevar a la especie estudiada a la extinción local si es que no se toman las medidas pertinentes para su conservación. En tal sentido, queda comprobado el hecho de que la presencia de seres humanos es un factor sumamente limitante para la distribución de *Rhea pennata* al interior del ACR Vilacota Maure, puesto que esta especie ha ampliado su rango de distribución a zonas con un bajo índice de potencialidad (de hasta el 40%, en las zonas más septentrionales del ACR Vilacota Maure). De la misma manera, en respuesta a la presencia de actividades humanas, *R. pennata* ha sido desplazada a zonas donde las condiciones ambientales están lejos de ser las mejores y más ideales para su correcto desarrollo. Tanto la presencia de los seres humanos, a los que este singular animal rehúye, como el ganado auquénido, que al pastar consume el mismo alimento, suponen verdaderos obstáculos para el correcto desarrollo de la especie, que se traduce en una dramática reducción de los ejemplares.

Sin embargo, cabe resaltar que la especie estudiada no amplía su distribución a espacios donde la idoneidad es muy baja (rango calculado a todos los píxeles que muestran menos de un 20%). Si bien se encuentran presentes en zonas de baja idoneidad, no se encuentran en la zona correspondiente a la cuenca baja del Río Calientes, con un rango de 5 a 15%. La presencia, no obstante, de ejemplares en la zona norte de la Provincia de Tarata, permite inferir que, conforme los avistamientos se van registrando en la zona de menor idoneidad, la proximidad entre éstos es mayor. La ausencia de *Rhea pennata* en espacios donde la idoneidad es menor al 20% (muy bajo) no se registra de momento. Esto podría indicar que la especie estudiada es una criatura muy especializada que no puede sobrevivir en espacios donde no confluyen las características ecológicas necesarias. El hecho de que sea un animal tan especializado supone un riesgo para su conservación, puesto que no puede extenderse a todo confín del territorio comprendido en los límites del ACR Vilacota Maure. Las dinámicas de los centros poblados, tales como el sobrepastoreo, parecieran poder vulnerar significativamente las ya mermadas poblaciones de *R. pennata* en Perú, lo que incrementa los riesgos que se ciernen sobre su conservación y que acrecientan su dificultad, pero que, además, dan un carácter de urgencia a todos los intentos por salvar de la extinción a esta singular ave no voladora.

Mapa 16. Resultado de promediar los resultados del MaxEnt obtenidos del Mapa 13 y el Mapa 15, por medio de la “Calculadora Ráster”, contrastado con los avistamientos de *Rhea pennata* y los centros poblados



Fuente: Elaboración propia con data del Serfor, Ministerio de Vivienda, WorldClim.

Para poder comprobar el punto expuesto, que la zona que se aprecia con un mayor coeficiente de idoneidad se encuentra impactada por el sobrepastoreo, se procedió a realizar un mapa con el índice diferenciado de la vegetación normalizada (*NDVI*, por sus siglas en inglés). El *NDVI* se obtiene de combinar dos bandas de una imagen satelital y realizando un cálculo aritmético por medio de la *Calculadora Ráster*, en *ArcMap*. El resultado es un *ráster* con un valor que oscila entre -1 y 1. Los valores más cercanos al 1 indican una mayor reflectancia de la vegetación fotografiada. Los resultados (*Mapa 17*) muestran una zona en la cual hay un índice de reflectancia de la radiación por parte de la vegetación muy bajo. En este caso, se está empleando este *NDVI* para ver cómo la vegetación refleja la radiación y, así, identificar el estado de la cobertura vegetal (similar al *Mapa 11*). Este resultado resulta importante por el hecho de que se sabe que la vegetación, de por sí, es escasa. Con un índice que oscila entre -0.34 y 0.46, se ve que las zonas en las cuales se presenta una mayor idoneidad cuentan con un valor ligeramente más elevado de la media. De la misma forma, se ve que este espacio más idóneo coincide con una zona en la que hay un índice de reflectancia mayor a la media.

Es posible que esta zona sea un espacio en el que haya algo más de vegetación que en áreas circundantes. Esto se puede ver mejor en el *Mapa 18*. Éste ilustra el *NDVI* de una imagen obtenida en el mes de febrero, que corresponde a la estación lluviosa. En este mapa se puede apreciar que la vegetación es más vigorosa en este mes, respecto del mes de junio, que se empleó para elaborar el *Mapa 17*. Con un aumento de la vegetación, puede verse que se prestan más zonas para el pastoreo y que, igualmente, la zona que corresponde a la zona de mayor idoneidad mostrada en el *Mapa 17* presenta un vigor mayor en la vegetación. Por el hecho de que la totalidad del ACR Vilacota Maure se presta al pastoreo en la temporada lluviosa (*Mapa 18*) se asume que este espacio se está empleando para el pastoreo de ganado auquénido, dado que presenta una mayor cantidad de hierbas que sirven de alimento a los rebaños de alpacas y llamas, pero que también sirven de alimento a *Rhea pennata*. Por esa razón, también es posible que la distribución se haya presentado siguiendo el patrón por el hecho de que, estando en la época seca, se hayan desplazado a espacios donde haya más presencia de bofedales, donde, aun en esta temporada, hay zonas siempre verdes, dado que los datos han sido obtenidos en el mes de junio, a la mitad de la época seca. Por esa razón, también, sería interesante realizar un estudio en la distribución de estas aves en el ACR Vilacota Maure solamente durante la temporada lluviosa.

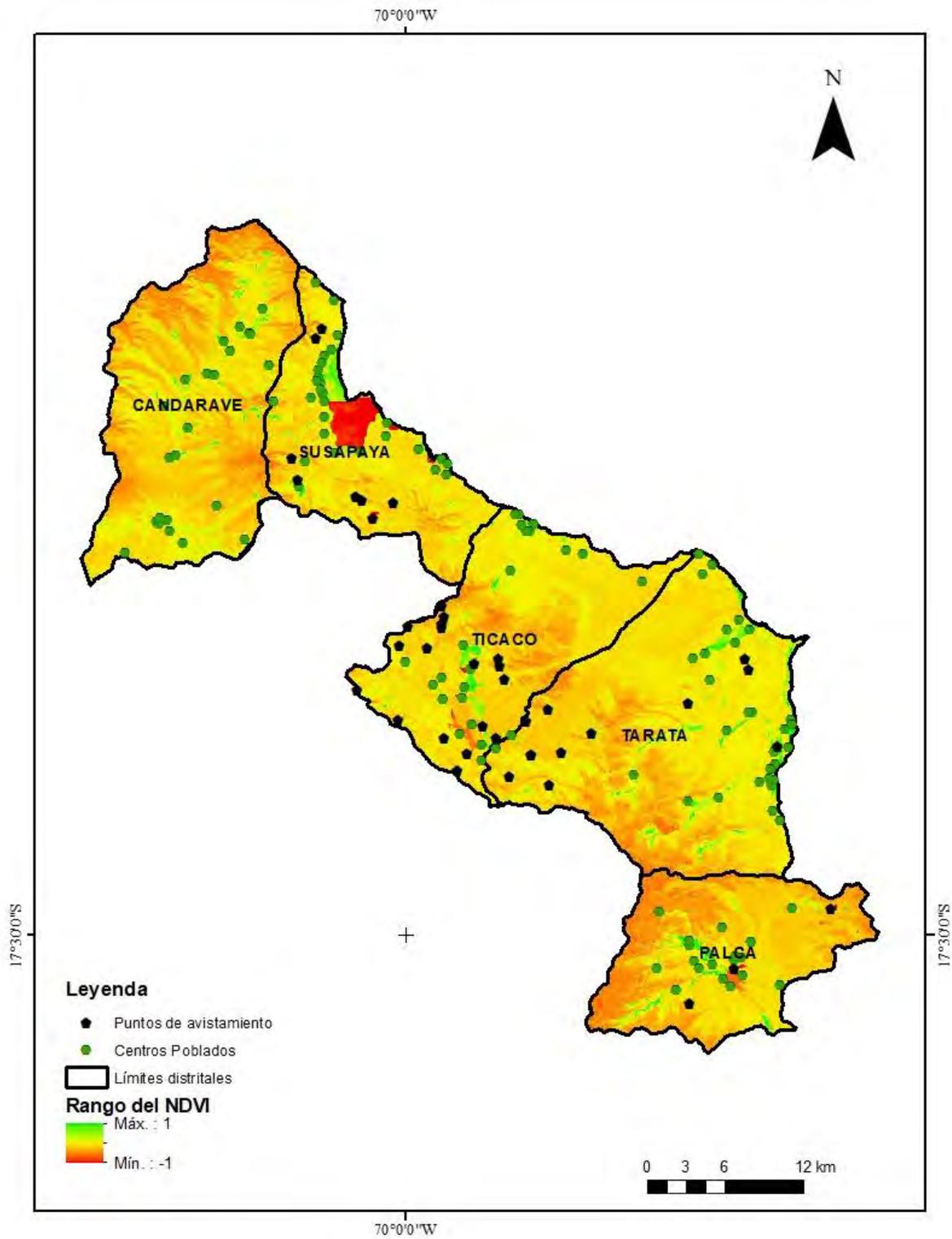
El no considerar la vegetación como variable a la hora de realizar el modelamiento *MaxEnt* ha permitido conocer cómo es que las dinámicas de sobrepastoreo inciden en la distribución de la especie estudiada: *Rhea pennata* cuenta con un hábitat potencial en la zona que presenta la idoneidad en un valor muy alto (80-100%), pero no presenta la distribución en dicha zona; o bien, al menos, no la registra en los avistamientos consignados por los censos del 2008 y 2016. Si bien cabe la posibilidad de que ocupe

estos espacios, es posible que sean las dinámicas de sobrepastoreo las que generen que no esté ocupando este espacio como debería, porque la competencia que ejercen los rebaños de llamas y alpacas lo fuerce a alejarse de dichos espacios. Con todo, no puede comprobarse que éstos sean, efectivamente, espacios donde se padece al ganado, porque no se cuenta con datos puntuales de zonas dedicadas a la mencionada actividad. Aun así, la aplicación de un *NDVI* ha permitido conocer un poco el estado de la cobertura vegetal y, de esa forma, permite entender hasta cierto punto por qué no se distribuye en dicho espacio. Cabe la posibilidad de que, durante la temporada lluviosa la distribución sea diferente.

Partiendo de los análisis de los modelamientos con el programa *MaxEnt*, las variables de precipitación en los trimestres más secos y más fríos (variables *Bio17* y *Bio19*) cobran una importancia. La importancia que presenta la precipitación en estos trimestres puede explicar la estacionalidad y la presencia o ausencia de la vegetación. La disponibilidad de alimento sería un factor importante en la distribución de *Rhea pennata*, y eso podría explicar la proximidad de los avistamientos en zonas donde la idoneidad es muy baja, que se da en torno a espacios donde la idoneidad es ligeramente mayor, aunque no lo suficiente. La presencia de los bofedales podría, en ese caso, explicar la distribución: en la época seca, éstos aportan vegetación de la cual la especie estudiada se alimenta. Sin embargo, estos espacios también son empleados de forma constante por los ganaderos. Con todo, en las zonas que se han prestado a ser un hábitat más idóneo, se puede ver un índice ligeramente más alto de la reflexión de la radiación por parte de la vegetación (*Mapa 18*), respecto de las zonas más elevadas contrastadas con el *DEM*, e iguales a la zona donde sí se registran avistamientos.

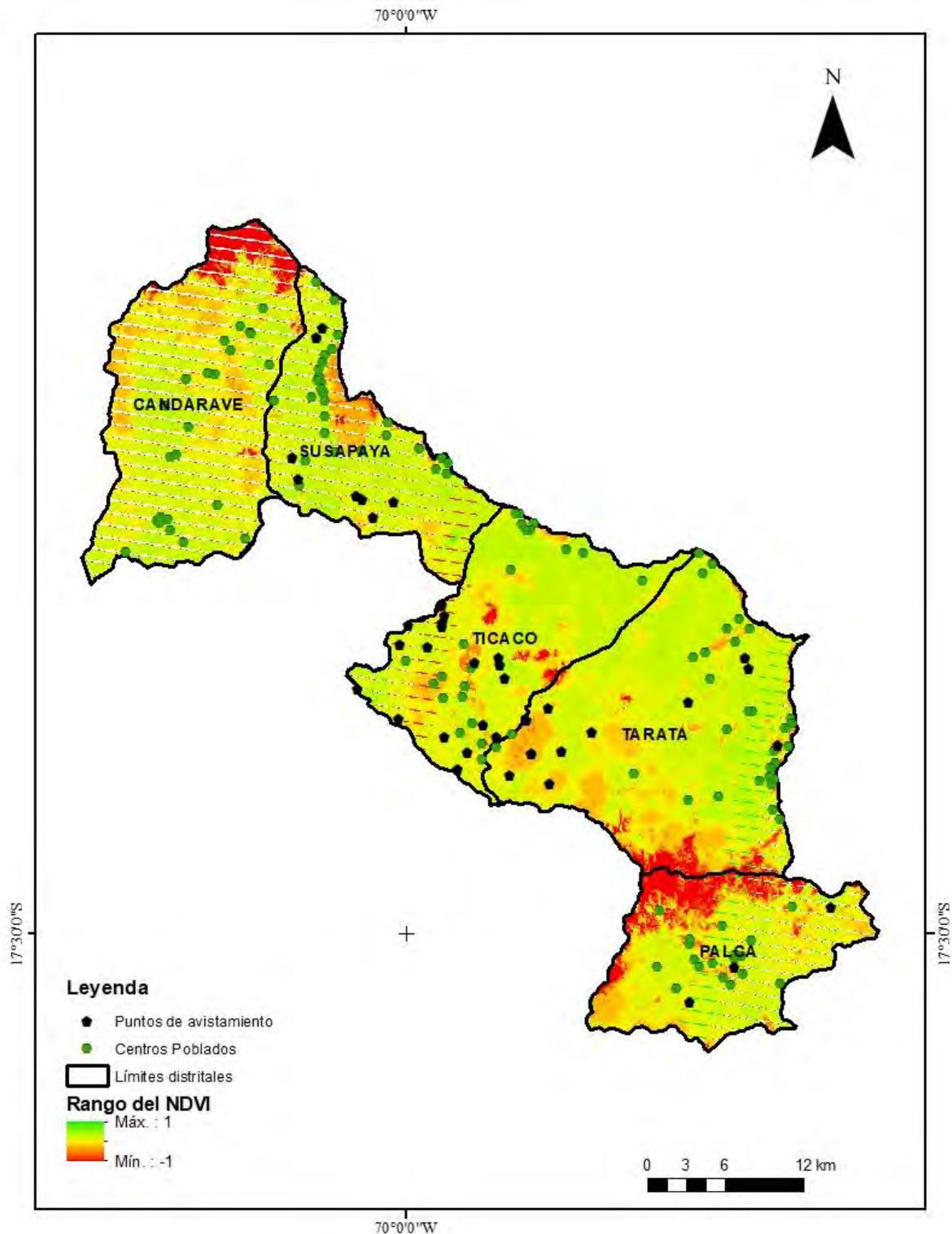
Con todo, la falta de adecuado registro de zonas de pastoreo y parcelación en el área de estudios dificulta enormemente el poder identificar en qué medida el sobrepastoreo está impactando de forma que contribuye a la desaparición de *Rhea pennata* en el territorio peruano. Lo que sí se puede saber es que las zonas que se prestan al pastoreo son muy pocas en la estación seca están muy próximas a los bofedales. En este sentido, la presencia de *R. pennata* en las inmediaciones debería ser mayor, partiendo de que estos espacios ofrecen una mayor cantidad de alimento. Sin embargo, dada la presencia de algunas especies de pastos andinos a lo largo de todo el año, es preocupante que no se haya registrado ningún avistamiento en la zona central este de los distritos de Tarata y Ticaco, partiendo del supuesto de que esta zona representa un espacio de muy alta idoneidad. Por esta razón es que sería pertinente realizar esfuerzos en dicho espacio. Sería pertinente que se realizara un censo solamente al interior del ACR Vilacota Maure, reparando especialmente en las zonas más idóneas, a fin de descartar la presencia del suri en estos espacios.

Mapa 17. Cálculo del NDVI con imagen Landsat 7, para el mes de junio (estación seca), al interior del ACR Vilacota Maure y distribución de *Rhea pennata* y ubicación de centros poblados



Fuente: Elaboración propia. con data del Serfor, Ministerio de Vivienda, Sernanp y Earth Explorer.

Mapa 18. Cálculo del NDVI con imagen Landsat 7, para el mes de febrero (estación lluviosa), al interior del ACR Vilacota Maure y distribución de *Rhea pennata* y ubicación de centros poblados.



Fuente: Elaboración propia con data del Serfor, Ministerio de Vivienda, Sernanp y Earth Explorer

## CAPÍTULO QUINTO

### De las conclusiones y apreciaciones

La primera conclusión a la que se ha llegado con la presente investigación es que *Rhea pennata*, estando en peligro crítico de extinción, compite con el ser humano y sus dinámicas pecuarias -ganado de llamas y alpacas-, y que se encuentra en una clara desventaja ante el avance de éste. De esto, puede deducirse una serie de puntos:

1. Las dinámicas humanas generan una modificación en los patrones de distribución. Esto se ha podido ver al entender la relación entre el hábitat potencial y el patrón de la distribución que *Rhea pennata* presenta al interior del ACR Vilacota Maure. Ahí donde el hábitat, por las condiciones bioclimáticas, es más idóneo, suele no siempre concentrarse la distribución de la especie estudiada. *R. pennata* es una especie que prefiere espacios que no presenten heladas extremas y con una precipitación de tendencia moderada; con presencia de bofedales, de donde obtiene el agua y el alimento, principalmente en la época seca. Es por eso que, al contrastar su ausencia en espacios más idóneos con la presencia de asentamientos de seres humanos, se puede concluir que, por la celeridad y eficacia con la que los seres humanos se apropian del espacio, la especie estudiada no se desarrolla en estos espacios. Preocupa ligeramente que no se haya avistado a la especie estudiada en los espacios de más alta idoneidad, en la parte central de la Provincia de Tarata, y sería importante realizar un nuevo censo exclusivamente circunscrito al ACR Vilacota Maure, en el que se preste especial atención a las zonas indicadas en los modelamientos con el programa *MaxEnt*.
2. No obstante, lo expuesto en el punto anterior, pareciera ser que *Rhea pennata* se ve en la necesidad de aprovechar todo lo posible el hábitat que le resulta más idóneo. En la zona donde se han registrado la mayor cantidad de avistamiento puede concluirse que la forma en la que el ser humano se apropia del espacio también influye en los patrones de distribución ecológica de *R. pennata*. Así, donde las poblaciones humanas se encuentran más separadas una de otras y ocupan un área menor en un hábitat con mayor índice de idoneidad, *R. pennata* podrá presentar una distribución más desagregada, manteniendo un patrón aleatorio, esto corresponde al área central-sur de la Provincia de Tarata, donde se encuentra un área bastante significativa donde el hábitat es idóneo en un rango del 80 al 100%. No obstante, en las zonas donde el área correspondiente hábitat ideal es menor, y donde las poblaciones humanas se encuentran bastante más próximas -con lo que se puede inferir un mayor dinamismo entre unas y otras-, se registran menos avistamientos. Esto refiere a la parte sur de la provincia de Tacna, distrito

de Palca, donde la idoneidad del hábitat también se sitúa en el rango del 80 al 100%, pero ocupando un área considerablemente menor, aunque netamente en ese rango de idoneidad. En las zonas donde la idoneidad es menor, *Rhea pennata* presenta una distribución más agregada, como puede verse en los espacios donde la idoneidad es baja. Finalmente, en zonas donde el hábitat es menos idóneo (índice de idoneidad muy bajo, menor al 20%), simplemente *R. pennata* no se distribuye en dicho espacio, independientemente de la presencia de seres humanos. Este último caso se puede comprobar al ver el área circundante al cauce del Río Calientes, donde la idoneidad del hábitat y su potencialidad no excede el 20%.

3. La variable bioclimática que más peso ha tenido y que más ha logrado aportar ha sido, para la corrida del *MaxEnt* que consigna las variables que tienen porcentajes de contribución mayores a cero, de *Rango anual de la temperatura (Bio7)*. Luego de esto, siguen las variables de precipitación y temperatura según los distintos trimestres. En la corrida del *MaxEnt* que consigna las variables con un porcentaje de contribución mayor de uno por ciento, curiosamente, se puede ver que *Rango anual de la temperatura* es la variable que más contribuye. No obstante, la segunda que más contribuye presenta una variación respecto del primer modelamiento. En el primero, se aprecia en el segundo lugar a la variable de *Precipitación en el trimestre más seco (Bio17)*. En el segundo modelamiento, en cambio, el segundo lugar lo ocupa *Temperatura promedio en el trimestre más frío (Bio11)*. En este segundo modelamiento, de igual manera, la variable *Temperatura promedio en el trimestre más cálido* se muestra con un porcentaje de contribución considerablemente menor, ya que aparece en el último lugar, mientras que en el primer modelamiento ocupa el cuarto lugar. En cualquier caso, el rango de la temperatura percibida en el año es la que más peso aporta a la hora de definir el hábitat potencial de *Rhea pennata*. La importancia de las precipitaciones durante los trimestres más fríos y más secos aportan por incidir de forma directa en la disposición de la vegetación, dado que incide en la presencia de alimento para la especie estudiada. En el trimestre más frío, curiosamente, es donde menores precipitaciones se presenta, dado que este coincide con los meses de junio, julio y agosto; mientras que los meses más húmedos son los meses más cálidos son entre octubre y diciembre (Gobierno Regional de Tacna, 2012). La presencia de lluvias en temporada ligeramente más cálida puede explicar la estacionalidad de la vegetación en la temporada lluviosa (febrero) (*Mapa 19*), con lo que permitiría explicar por qué estas variables cobran una importancia significativa, aunque no excede el 15%.

4. El trabajar con los tres modelos de *MaxEnt*, el primero considerando todas las variables bioclimáticas, el segundo considerando las que aportan más de 1%, y el tercero considerando las que aportan más de 0% permite establecer varios modelos con resultados a considerar, a fin de pensar mejor a la especie y realizar mejores investigaciones. Esto trae a colación lo expuesto en el apartado “Limitaciones de la data obtenida”, donde se expuso que, por cuestiones de la geografía y del tiempo, fue muy complicado acceder a diferentes espacios, y que se obviaron por tratar de evitar un recuento de ejemplares. De esa manera, permite conocer más de un espacio en el que puede haberse no realizado una labor de censo tan cuidadosa -principalmente por tratarse de una zona de mucha altitud y una topografía muy abrupta-, a fin de que puedan ser considerados como zonas en las que haya más posibilidades de avistar a esta especie. De la misma manera, se puede ver que ambos mapas, uno obtenido tras considerar todas las variables de *WorldClim* y otro tras obviar las que aportaban menos de un 1%, aportan diferentes áreas donde ocurre un mayor índice de idoneidad. Todo esto permite inferir que, al considerar ambos tipos de variables (todas y solo las que superan un 1% de contribución), ha permitido obtener datos disímiles que, al ser comparados, permiten entender la verdadera relación entre el ave estudiada y el ser humano, en el marco de un hábitat por el que las dos especies compiten tan frecuente e incesantemente.
5. El promediar los rásteres obtenidos en el *Mapa 13* y el *Mapa 15* ha permitido obtener un patrón más claro que ha revelado cómo la presencia de *Rhea pennata* ha sido empujada a espacios, como los descritos en la zona norte de la Provincia de Tarata. En estas zonas, la baja idoneidad podría no prestarse a que se encontraran ejemplares que, sin embargo, han sido registrados. Los límites del ACR Vilacota Maure consideran una porción en la Provincia de Candarave, donde se registran las mínimas condiciones de idoneidad (índices “muy bajo” y “bajo” correspondientes a todas las 19 variables y al DEM), y no considera zonas más al Sudeste donde podrían existir condiciones más idóneas para propiciar el hábitat de la especie. Esto se expone por el patrón calculado en el *Mapa 16*, donde la idoneidad toma un rumbo en esa dirección.
6. Se ha comprobado que la hipótesis inicial era certera: la distribución se ve afectada por la presencia de las actividades humanas. La forma en la que *Rhea pennata* basa su distribución en las zonas donde están muy próximos los centros poblados corresponde a la previsión de la hipótesis: en las zonas donde hay centros poblados asentados en forma más cohesionada, *R. pennata* se mantiene más alejada, y es posible ver cómo donde se encuentran poblaciones humanas los ejemplares están más próximos entre sí. Ahí donde la cohesión entre los centros

poblados y las distancias entre éstos son mayores, *R. pennata* no se ve forzado a ocupar un área menor: los ejemplares se ven más desagregados. En cualquier caso, por tratarse de una especie sin un sistema social organizado y jerarquizado (Del Hoyo, 1992; Ivory, 1999), no se aprecia otra distribución que la aleatoria. No se observa una uniformidad en los avistamientos, aunque sí cambian en número y distancia.

7. Es posible que el incremento de la distribución hacia espacios que no resultan un hábitat ideal pueda darse fuera del ACR Vilacota Maure. El hecho de que haya poblaciones que se han comenzado a ubicar fuera de las zonas que reúnen las condiciones para ser un hábitat potencial (ver *Mapa 15*, donde hay avistamientos en zonas que tienen una idoneidad de entre el 20 y el 40%) puede repetirse en el resto de provincias y regiones (Departamentos de Moquegua y Puno) donde se sabe que existen o han existido poblaciones de la especie estudiada (Serfor 2015, Inrena 2008).

Lo expuesto en el último punto, a su vez, conlleva una serie de retos para la conservación de *Rhea pennata*. Es muy difícil poder estimar la eficacia de políticas de conservación con el conflicto interespecífico que genera la competencia entre seres humanos y *Rhea pennata*. Los seres humanos se encuentran asentados en el ACR Vilacota Maure desde antes de la implementación de dicha área protegida (Gobierno Regional de Tacna, 2012). En la salida de campo al ACR Vilacota Maure, se pudo ver que las personas muestran un mínimo interés en la conservación de la especie estudiada. También pudo conocerse que existe un clima hostil de parte de muchos pobladores hacia las autoridades del Gobierno Regional. Se supo, en la misma salida de campo, que hay casos en los que el ser humano da caza a *Rhea pennata*, para evitar que aproveche los pastos que el ganado puede aprovechar.

La presencia de un espacio que se presta a ser un hábitat potencial para *Rhea pennata*, pero que no presenta avistamientos, permite proponer que se realicen esfuerzos nuevos en lo concerniente al recuento de ejemplares exclusivamente dentro del Área de Conservación Regional Vilacota Maure. Sabiendo que esta zona en cuestión corresponde a la Cordillera del Barroso, en zonas que tienen una pendiente no muy elevada, sería posible realizar más esfuerzos, con mayor personal, para poder registrar estos espacios. En un eventual censo, sería prudente redoblar esfuerzos en las zonas que presentan una elevada idoneidad, a fin de poder identificar si es que, verdaderamente existen poblaciones que no han sido registradas. De la misma manera, y de forma más puntual, podría restringirse a recorrer solamente la zona donde se sabe que hay mayor idoneidad.

Como se expone en el Plan Maestro del ACR Vilacota Maure, la realización de un catastro de régimen de tenencia de tierras es imperioso. La presencia del Estado, sea por la Autoridad Regional, también es necesaria. La clarificación del régimen de propiedad de los espacios que se emplean como áreas de pastoreo también es necesaria, a fin de poder identificar cuáles son los espacios que se emplean de forma intensiva para el pastoreo de ganado auquénido, sabiendo que el impacto de éste incide de forma directa en la desaparición progresiva de *Rhea pennata*. Es necesario que se emprendan, de igual modo, campañas de concientización que permitan educar a los pobladores en temas de conservación, a fin de que entiendan que son ellos, también, actores en la política de conservación de *R. pennata*. Si bien, como se sabe por los censos de suri, esta especie ha incrementado su población al interior del ACR Vilacota Maure, con lo cual sería de mucho provecho poder incorporar nuevos espacios de conservación (parques nacionales, áreas de conservación regional, áreas de conservación privadas, reservas comunales, etc.) para que se pueda ofrecer a *R. pennata* un espacio seguro donde poder vivir.



## ANEXOS

### Anexo 1.

#### Objetivos de las Áreas naturales protegidas

- <<a. Asegurar la continuidad de los procesos ecológicos y evolutivos, dentro de áreas suficientemente extensas y representativas de cada una de las unidades ecológicas del país.
- b. Mantener muestras de los distintos tipos de comunidad natural, paisajes y formas fisiográficas, en especial de aquellos que representan la diversidad única y distintiva del país.
- c. Evitar la extinción de especies de flora y fauna silvestre, en especial aquellas de distribución restringida o amenazadas.
- d. Evitar la pérdida de la diversidad genética.
- e. Mantener y manejar los recursos de la flora silvestre, de modo que aseguren una producción estable y sostenible.
- f. Mantener y manejar los recursos de la fauna silvestre, incluidos los recursos hidrobiológicos, para la producción de alimentos y como base de actividades económicas, incluyendo las recreativas y deportivas.
- g. Mantener la base de recursos, incluyendo los genéticos, que permitan desarrollar opciones para mejorar los sistemas productivos, encontrar adaptaciones frente a eventuales cambios climáticos perniciosos y servir de sustento para investigaciones científicas, tecnológicas e industriales.
- h. Mantener y manejar las condiciones funcionales de las cuencas hidrográficas de modo que se aseguren la captación, flujo y calidad de agua, y se controle la erosión y sedimentación.
- i. Proporcionar medios y oportunidades para actividades educativas, así como para el desarrollo de la investigación científica.
- j. Proporcionar oportunidades para el monitoreo del estado del medio ambiente.
- k. Proporcionar oportunidades para la recreación y el esparcimiento al aire libre, así como para el desarrollo turístico basado en las características naturales y culturales del país.
- l. Mantener el entorno natural de los recursos culturales, arqueológicos e históricos ubicados en su interior.
- m. Restaurar ecosistemas deteriorados.
- n. Proteger, cuidar o mejorar sitios de reproducción o de refugio, rutas de migración, fuentes de agua o de alimento en épocas críticas;
- o. Proteger sitios frágiles
- p. Proteger monumentos y sitios históricos en coordinación con las autoridades competentes;
- q. Conservar formaciones geológicas y geomorfológicas; y,

r. Asegurar la continuidad de los servicios ambientales que prestan.>>

Reglamento de la Ley de ANP (D.S. N° 038-2001-AG)

Documento de Trabajo de Áreas Naturales Protegidas por el Estado  
Sernanp, 2013

*Anexo 2: Categorías de conservación dadas por la UICN (2014)*

- i. Menor preocupación: Especies que no se encuentran en peligro de extinción. Todo lo contrario, son poblaciones sumamente saludables y sin problemas de disminución.
- ii. Casi amenazada: Especies que no satisfacen los criterios para que se le categorice como “Amenazada”, pero que, por disminuciones en su población, diversidad o rango de distribución, se espera que entre en esta categoría en los próximos años, si no se realizan esfuerzos para evitar este escenario.
- iii. Amenazada Vulnerable: Especies que, tras ser evaluadas, están sumamente próximas a considerarse “En peligro de extinción”.
- iv. Amenazada de Peligro de Extinción: Especies que corren un riesgo de desaparecer, que han perdido entre el 20 y 50 por ciento de los ejemplares que conforman su población, o bien que presenten una disminución del 70% en menos de diez años, o que hayan disminuido el 80% de su población adulta en tres generaciones. Además, se considera “En peligro de extinción” si es que el número fluctúa entre 250 ejemplares y 2,500 ejemplares en estado silvestre.
- v. Amenazada en Peligro Crítico de Extinción: Especies que se encuentran en la mayor preocupación, puesto que se han perdido entre el 80 y el 90 por ciento de los ejemplares adultos en menos de 10 años o en tres generaciones; o si es que presenta un número inferior a 250 ejemplares adultos en estado silvestre.
- vi. Extinta en estado salvaje: Se trata de especies que presentan cero ejemplares en su hábitat natural, pudiendo ser conservada en cautividad. La cría en cautividad de especies catalogadas en este estado de conservación puede permitir la recuperación de poblaciones extintas en su hábitat natural.
- vii. Extinción: Desaparición de la especie tanto en su medio natural como en cautiverio. Si no se realizan avistamientos de esta especie en el lapso de 50 años, se considera extinta.

*Anexo 3: Límites del ACR Vilacota Maure, según su Plan Maestro (Gobierno Regional de Tacna, 2012)*

<<Noreste: Partiendo del punto N° 1 ubicado en la cima del nevado Iscaillarjanco, el límite continúa en dirección sureste, por la divisoria de aguas, coincidiendo con el

límite suroeste de la Zona Reservada Aymara Lupaca (D.S. N° 003-2006-AG) antes de su desafectación, hasta la confluencia de los ríos Kallapuma y Maure.

Este: Desde el último punto descrito el límite continúa por el río Kallapuma aguas arriba hasta una de sus nacientes ubicada en el punto N° 2 ; desde donde se continua en dirección este por la divisoria de aguas que separa a la quebrada Palcuma de la quebrada Picanani, hasta la cima del cerro Quiquisana, el límite continúa por divisoria de aguas en dirección sureste, hasta alcanzar las nacientes de una quebrada sin nombre, tributaria del río Uchusuma por su margen izquierda, continuando por esta quebrada aguas abajo hasta su desembocadura en el río Uchusuma, en el punto N° 3, continuando aguas abajo del río antes mencionado hasta el punto N° 4 , ubicado en una quebrada sin nombre, también tributaria al río Uchusuma por su margen derecha. Sur Desde este punto el límite continúa por esta quebrada sin nombre aguas arriba, hasta sus nacientes en el cerro Ancochaullane, prosiguiendo por la divisoria de aguas en dirección noroeste, hasta alcanzar la cordillera del Barroso.

Sudoeste: Desde el último punto descrito el límite continúa en dirección noreste por la divisoria de aguas de la cordillera del Barroso prosiguiendo por la cima del nevado Chontacollo, en dirección noroeste hasta alcanzar las nacientes de una quebrada sin nombre, tributaria al río Ticalaco en su margen izquierda, continuando por esta aguas abajo hasta su desembocadura en el río antes mencionado, para luego continuar desde la margen opuesta a la desembocadura, en dirección a la divisoria de aguas hasta la cima del cerro Negro, continuando por la divisoria de aguas en dirección noroeste, hasta alcanzar las cumbres del cerro Yanacachi, continuando por divisoria de aguas en dirección noreste, hasta alcanzar la cima del cerro Iscampu, para luego continuar en dirección noroeste siempre por divisoria de aguas, hasta alcanzar la cima del cerro Señoraca, continuando luego en dirección suroeste por divisoria de aguas, hasta alcanzar las cumbres del cerro Ichicollo, continuando en dirección oeste siempre por divisoria de aguas, hasta alcanzar al río Calientes en el punto N° 5. Se prosigue por la desembocadura de una quebrada sin nombre aguas arriba, hasta el punto n° 6 ubicado en la intersección en la cota de nivel de los 3600 de altitud, continuando luego por esta misma cota en dirección oeste, hasta la intersección de una quebrada sin nombre en el punto N° 7; desde este punto el límite prosigue aguas abajo por una quebrada sin nombre hasta el punto N° 8, para luego continuar en línea recta con dirección noroeste hasta llegar al punto N° 9; desde este punto el límite continua por otra quebrada sin nombre aguas arriba en dirección noreste por divisoria de aguas hasta alcanzar el punto N° 1 (descrita al inicio de la presente memoria descriptiva).>>

Citado del Plan Maestro de ACR  
Gobierno Regional de Tacna

*Anexo 4: Aproximaciones metodológicas en el campo de la geografía según los autores:*

- Valera Bernal (2013)

***1. Conceptual:*** *Esta primera fase de una investigación se sustenta en que se determinen los conceptos sobre los cuales se plantea la investigación. Es ésta la fase en la cual quien realiza*

la investigación formula el tema, identifica el problema a investigar, y plantea una pregunta de investigación y una hipótesis que la responda. También es la fase en la cual el tema es delimitado.

**2. Conceptual-metodológica:** Esta segunda fase se cimienta en que se pueda delimitar lo que se conoce como el “estado de la cuestión”, lo cual remite a todos los estudios previos sobre este tema y sobre otros temas afines. Tras conocer las bases teóricas previas sobre la investigación que se busca realizar, se concreta el aspecto de la hipótesis y, además, el método por el cual va a realizarse una investigación puntual.

**3. Metodológica-técnica:** En esta fase, que se basa la recolección y manejo de los datos obtenidos; después de ello, se prosigue con el procesamiento de los datos y el posterior manejo de éstos; finalmente, se llega a una obtención de resultados que corresponden a la distribución espacial de las relaciones y problemáticas analizadas

**4. Validación y elaboración teórica:** Tras concluir con el análisis de los datos, en la investigación se procede a analizar los resultados y validar la hipótesis planteada en los pasos anteriores.

**5. Transferencia:** Habiendo descubierto la validación del estudio, se comienza la fase de transferencia que remite a la fase por la cual se redacta todo lo concluido en los cinco pasos previos.

- Buzai (2013)

**1. Localización y distribución:** Puesto que la geografía maneja datos en un espacio determinado, con elementos que se distribuyen en éste. No es posible, pues, estudiar desde la perspectiva de la geografía si no se conocen la localización y la distribución. Este proceso, además de localizar los fenómenos a estudiar, se ocupa de identificarlos.

**2. Descripción y explicación:** Es necesario que los procesos que han sido identificados y localizados sean descritos y explicados, a fin de que se dé a conocer el conjunto de características del fenómeno dado. Si no se describe un proceso, no se podrá explicar.

**3. Comparación de fenómenos semejantes:** Esta fase se sustenta en que es necesario establecer una comparación adecuada entre las fases a estudiar, en función a la semejanza o diferencia entre éstos. Esta comparación permite individualizar los fenómenos.

**4. Conexión y coordinación:** Menciona que se debe establecer una conexión e interrelación entre los fenómenos a estudiar.

**5. Evolución y dinamismo:** Los fenómenos geográficos tienden a cambiar a lo largo del tiempo, y el estudio de este cambio es sumamente pertinente.

## **BIBLIOGRAFÍA**

1. Alvar Esquerro, M. (1997) Vocabulario de indigenismos en las crónicas de indias. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Madrid, España
2. Arcos, F. (2016). Caracterización petrográfica-geoquímica del grupo barroso relacionada a la mineralización entre los paralelos 16°30' y 17°30' latitud sur - Perú, Tesis para optar el grado de Bachiller, Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, Perú
3. Baena, M. L. *et al.* (2008). Extinción de especies, en Capital natural de México, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México
4. Baied, C. & Wheeler, J. (1993). *Evolution of high andean ecosystem: environment, climate and culture change in the las 12,000 years in the Central Andes*. Mountain Research and Development, USA.
5. Balmford, A. (1992). Poliginandría y cuidado uniparental de machos en el ñandú petiso. Informe para la Corporación Nacional Forestal XII Región de Chile, Servicio Agrícola y Ganadero.
6. Barri, F.; Martella, M.; & Navarro, J. (2008). *Effects of hunting, egg harvest and livestock grazing intensities on density and reproductive success of lesser rhea Rhea pennata pennata in Patagonia: implications for conservation*. Fauna & Flora International, Cambridge, R.U.
7. Begon, M.; Townsend, C.R.; & Harper, J.L. (2006). *Ecology: From Individuals to Ecosystems*. Blackwell Publishing, Malden, Massachusetts, EE.UU.
8. Berger, A.; Della Pietra, S.; & Della Pietra, V. (1996). *A Maximum-Entropy Approach to Natural Language Processing*. Washington, EE.UU.
9. Brack Egg, A. & Mendiola, C. (2000). Ecología del Perú: Inrena. Lima, Perú.
10. Buzai, G.D., Baxendale, C., & Cruz, M. del R. (2013). Fases de un proyecto de investigación en geografía aplicada basados en el uso de sistemas de información geográfica
11. Bustamante Becerra, J. A. (2006). Grazing intensity, plant diversity, and rangeland conditions in the Southeastern Andes of Peru (Palccoyo, Cusco). In Spehn, E., Liberman, M., and Korner, C. (eds.), *Land Use Change and Mountain Biodiversity*. CRC, Boca Raton, FL
12. Browman, D. (1978). *Toward the Development of Tiahuanaco Culture*. Advances in Andean Archaeology. Chicago, IL.
13. Cereceda, I.; Cerpa, L.; & Mamani, M. (2010). Características geoquímicas del volcanismo cenozoico del sur del Perú en el sector Condoroma-Ocuviri: Implicancias en la estratigrafía volcánica y mineralización. Congreso Peruano de Geología, 15, Cusco, PE, 27 septiembre - 1 octubre 2010, Resúmenes extendidos. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 2010, p. 911-915. Publicación Especial
14. Chébez, J. C. (2008). Los que se van - Tomo 2: Aves. Fauna argentina amenazada (1ª edición). Buenos Aires, Argentina.
15. Clements, J. (2007). *The Clements Checklist of the Birds of the World* (6 ed.). Cornell Lab of Ornithology. Ithaca, NY: Cornell University Press.

16. Coronel Flores, N. (2007). Potencial acuícola de los recursos hídricos continentales de la Región Tacna. *Ciencia y Desarrollo*, N° 11
17. Cossíos, D. (2004). La liebre europea, *Lepus europaeus* (Mammalia, Leporidae), especie invasora en el sur del Perú. *Revista Peruana de Biología*. Lima
18. Del Hoyo *et al.* (1992) *Handbook of the Birds of the World* (Manual de las Aves del Mundo)/BirdLife International Illustrated Checklist of the Birds of the World, Volumen 1: No paseriformes
19. Echaccaya, M.; Arana, C.; & Salinas, L. (2017) Dieta del Suri, *Rhea pennata* (Orbigny, 1834) (Aves: *Rheidae*), en ecosistemas altoandinos de Moquegua, Perú. *Revista Peruana de Biología*, vol.24 no.2 Lima mayo/agos. 2017
20. El Peruano, Diario (2009). Decreto Supremo que establece el Área de Conservación Regional Vilacota Maure y desafecta la Zona Reservada Aymara Lupaca. Ejemplar fechado el 28 de agosto de 2009, consulta el 10 de enero de 2018. Lima.
21. Feld, A.; Silvestro, C. A.; Huguet, M. J.; Miquel, M. C.; Sarasqueta, D. V.; Iglesias, G. M. (2011). Conocimientos actuales sobre la genética del ñandú (*Rhea americana*) y el choique (*Rhea pennata*). Área de Genética, Facultad de Ciencias Veterinarias de la UBA, Chorroarín 280, Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina.
22. Figueroa, A. (1987). "La economía campesina de la sierra sur del Perú," Libros PUCP / PUCP Books, Fondo Editorial - Pontificia Universidad Católica del Perú
23. Frutos, L. (1982). Los métodos actuales en la investigación geográfica. [Badajoz]: Instituto de Ciencias de la Educación, Departamento de Geografía de la Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Extremadura.
24. Folch, A., *et al.* (2014). *Lesser Rhea (Rhea pennata)*. En: del Hoyo, J., Elliott, A., Sargatal, J., Christie, D.A. & de Juana, E. (eds.) (2014). *Handbook of the Birds of the World Alive*. Lynx Edicions, Barcelona.
25. Gade, D. (1999). *Nature and Culture in the Andes*. *University of Wisconsin Press*. Wisconsin, EE.UU.
26. Gallina-Tessaro, S. & López, C. (2014). Manual de técnicas para el estudio de la fauna. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (Semarnat) Instituto Nacional de Ecología y Cambio Climático (INECC) Instituto de Ecología, A.C. Universidad Autónoma de Querétaro, Mex.
27. Gobierno Regional de Tacna 2012
  - a. (2012). Plan maestro – Área de Conservación Regional Vilacota Maure ACRVM. Gerencia de recursos naturales y gestión del ambiente. Tacna, Perú.
  - b. (2009). Plan estratégico Regional del Sector Agropecuario 2008-2015. Dirección regional sectorial de agricultura de Tacna. Tacna, Perú.
28. Groom, M.; Meffe, G.; Carroll, C. (2006). *Principles of Conservation Biology*. Sunderland, Massachusetts, EEUU.
29. Guissan, A.; Thulier, W.; Zimmerman, N. (2017) *Habitat sustainability and distribution models with applications in R*. Cambridge University Press, UK.

30. Holdridge, L. R. (1967). «Life Zone Ecology». Tropical Science Center. San José, Costa Rica. (Traducción del inglés por Humberto Jiménez Saa: «Ecología Basada en Zonas de Vida», 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA, 1982)
31. Illoldi-Rangel, P. & Escalante, T. (2008). De los modelos de nicho ecológico a las áreas de distribución geográfica. *Revista de Biogeografía*. México DF, México
32. Instituto Nacional de Estadística e Información (INEI). Censo Nacional y de Vivienda, 2017.
33. Inrena, Instituto Nacional de Recursos Naturales
  - a. (1995). Mapa Ecológico del Perú: guía explicativa. Instituto nacional de recursos naturales - Inrena. Lima, Perú
  - b. (2008). Resultados de la evaluación poblacional de suri en los ecosistemas andinos (Perú-Chile). Instituto nacional de recursos naturales, Lima
  - c. (2008). Primer Censo Nacional del Suri. Instituto nacional de recursos naturales, Lima, en cooperación con el Gobierno Regional de Tacna.
34. Ivory, A. (1999) "Pterocnemis pennata" (On-line), Animal Diversity Web. Accessed February 28, 2018 en [http://animaldiversity.org/accounts/Pterocnemis\\_pennata/](http://animaldiversity.org/accounts/Pterocnemis_pennata/)
35. Iverson, L. R., Prasad, A. M., Matthews, S. N., & Peters, M. (2008). Estimating potential habitat for 134 eastern US tree species under six climate scenarios. *Forest ecology and management*, 254(3)
36. Koepcke, H. & M. Koepcke. (1963). Las aves silvestres de importancia económica del Perú. Vol. I. Ministerio de Agricultura. Lima, Perú.
37. Lehman, D. (2007). *Economy and exchange in the Andes*. Cambridge University, Cambridge, Reino Unido.
38. López Tarabochia, M. (2016). Perú: ¿Qué especies tienen planes de conservación a nivel nacional y cuáles están en la lista de espera? Mongabay, Periodismo Ambiental Independiente. Consultado en septiembre 2018, <https://es.mongabay.com/2016/11/plan-conservacion-nacional-especies-amenazadas/>
39. Marshall, M. (2015). ¿Cuál es la importancia de salvar las especies? Trad. por Andy Johnson. BBC. Consultado en noviembre, 2018, <https://janegoodall.org.ar/sentido-salvar-especies-peligro-extincion/>
40. McFlanagan, J. (2010). Conservación de las aves del Perú. Lima. Perú.
41. McNeeley, J. (1998). Riqueza natural: servicios ecológicos, biodiversidad y bienestar humano.
42. Manzanares Cáceres, D. (2017) Gestión integrada del recurso hídrico en la cuenca Maure Uchusuma-Caplina de la región Tacna; y el desarrollo de una minería sostenible en la zona. *Revista Ciencia y Desarrollo*, Tacna.
43. Martella, M.; Trumper, E.; Bellis, L. M.; Renison, D.; Giordano, P.; Bazzano, G.; & Gleiser, R. M. (2005). Manual de Ecología Poblacional: Introducción a las técnicas para el estudio de las poblaciones silvestres. Cátedra de Ecología. Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

44. Matos Mar, J. (1976). Hacienda, comunidad y campesinado en el Perú. Instituto de Estudios Peruanos, Lima. Perú.
45. Mendivil Echevarría, S. (1965). Geología de los cuadrángulos de Maure y Antajave. INGEMMET. Boletín, Serie A: Carta Geológica Nacional; nº 10, Lima. Lima
46. Meneses R., & Beck, S. (2005). Especies amenazadas de la flora boliviana. Santa Cruz, Bolivia.
47. Ministerio de Agricultura y Riego (2017). Conservación del suri (*Rhea pennata*), avances y logros. Proyecto Especial Binacional Lago Titicaca, PEBLT, Lima, Perú.
48. Ministerio de Medio Ambiente de Chile
  - a. 2005. Ficha de especie clasificada. Boletín MMA. Consultado en: [http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas7proceso/fichas\\_pac/Rhea\\_pennata\\_tarapacensis\\_P07.pdf](http://www.mma.gob.cl/clasificacionespecies/fichas7proceso/fichas_pac/Rhea_pennata_tarapacensis_P07.pdf)
  - b. 2007. Plan nacional de conservación del Suri (*Pterocnemia pennata tarapacensis*, Chubb, 1913) en Chile. Organización de la Red Internacional de Conservación del Suri en la Puna Americana.
49. Monkhouse, F. J. (1978). Altiplanicie intermontana, Diccionario de términos geográficos. Barcelona: Oikos-Tau - Ediciones. p. 22
50. Murra, J.V. (2002). Un Reino Aymara en 1567. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
51. Navarro, J. & Martella, M. (2002). Reproduktion und Aufzucht von Großen Nandus (*Rhea americana*) und Kleinen Nandus (*Pterocnemia pennata*) — eine bersicht. Arch. Geflügelk. Stuttgart.
52. Odum, E. (1966). Ecología. Bologna: Zanichelli.
53. Pease G.Y., F. (1981). Las relaciones entre las tierras altas y la costa del sur del Perú: fuentes documentales. En: Estudios etnográficos del Perú meridional. Ed.: Shozo Masuda. Universidad de Tokio, Imperio del Japón.
54. Pedrana, J. *et al.* (2011). *Environmental factors influencing the distribution of the Lesser Rhea (Rhea pennata pennata) in southern Patagonia*. Emu - Austral Ornithology, 111:4, 350-359, DOI: 10.1071/MU11007
55. Pérez, M. (2016). Revista Geográfica Digital. Instituto Geográfico de la Universidad Nacional del Noroeste. Retrieved 29 April 2016, from <http://hum.unne.edu.ar/revistas/geoweb/Geo15/archivos/perezg15.pdf>
56. Pfister, J.A.; San Martin, F; Rosales, L.; Sisson, D.; Flores, E.; & Bryant, F.C. (1989). *Grazing behaviour of llamas, alpacas and sheep in the Andes of Peru*. *Applied Animal Behaviour Science*. Volumen 23, Issue 3, Junio 1989, Páginas 237-246
57. Phillips, S.; Dudík, M. & Schapire, R. (2004). *A Maximum Entropy Approach to Species Distribution Modeling*. Twenty-First International Conference on Machine Learning, NJ, EE.UU.
58. Phillips, S; Anderson, R; & Schapire, R. (2006). *Maximum entropy modeling of species geographic distributions*. *Ecological Modelling*, Vol 190/3-4 pp 231-259, 2006.

59. Postigo, J.C., Young, K., Crews, K. (2008) *Change and Continuity in a Pastoralist Community in the High Peruvian Andes*. Human Ecology 36: 535. <https://doi.org/10.1007/s10745-008-9186-1>
60. Pulgar Vidal, J. (1987). Geografía del Perú. Lima, Perú: PEISA.
61. Sabogal, A. (2014). Ecosistemas del Páramo peruano. Lima, Perú. CONCYTEC
62. Sahney, S., Benton, M.J. and Ferry, P.A. (2010). *Links between global taxonomic diversity, ecological diversity and the expansion of vertebrates on land* . Biology Letters. Pensilvania. EE.UU.
63. Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado (Sernanp) (2013). Documento de Trabajo, Áreas de Conservación Regional. Sernanp, Lima, Perú.
64. Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (Serfor) (2015). Plan nacional para la conservación del suri (*Rhea pennata*). Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre. Lima, Perú.
65. Sistema de Información sobre Comunidades Campesinas del Perú (SICCAM) (2016). Directorio 2016 de Comunidades Campesinas en el Perú. Instituto del Bien Común (IBC) & Centro Peruano de Estudios Sociales (CEPES). Lima, Perú.
66. Simberloff, D. (1988). The contribution of population and community biology to conservation science. Ann. Rev. Ecol. Syst, Massachusetts, EE.UU.
67. Smith, R. & Smith, R. (1986). Elements of ecology. New York: Harper & Row.
68. Tosi, J. (1960). Zonas de Vida Naturales en el Perú. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, OEA
69. Turner, M., *et al.* (2015). Landscape Ecology in Theory and Practice. Pattern and Process, 2da Edición. Springer.
70. Unión Internacional para la conservación de la naturaleza (UICN) (2008). Lista roja de especies en peligro. UICN
71. Valera Bernal, J. (2013): Principios del método geográfico. Barcelona
72. Villanueva, J. (2005). Distribución actual del *Pterocnemia pennata tarapacensis* a nivel nacional. Lima: Universidad Nacional Agraria de la Molina; Escuela Universitaria de Post Grado.
73. Warren, D. & Seifert, S. (2011) Ecological niche modeling in Maxent: the importance of model complexity and the performance of model selection criteria. Ecological Society of America
74. Yaresi, Y. (2017) Interpretación de las figuras icónicas de las pinturas rupestres del abrigo rocoso de Ituata, Provincia de Carabaya, Puno, 2015. Tesis para optar el grado de Licenciado en Educación con Ciencias Sociales. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.