UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CENTRO DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES Y DEL AMBIENTE

TESIS

"MODELADO DEL NICHO ECOLÓGICO DE DIABLO FUERTE, (*Prumnopitys harmsiana*), ULCUMANO (*Retrophyllum rospigliosii*), Y NOGAL (*Juglans neotropica*) EN LAS REGIONES DE HUÁNUCO, PASCO Y JUNÍN"

PRESENTADA POR EL BACHILLER

ARIAS QUISPE DAVID

PARA OPTAR EL TÌTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

HUANCAYO PERU

2016

ASESORA:

Ing. ZUÑIGA LOPEZ, DOMINGA GLADYS

CON CARIÑO Y GRATITUD

Mis padres Alipio y Catalina por su invalorable apoyo, quienes me alentaron día a día, para así ser buena persona y un integro profesional, mi eterna gratitud.

AGRADECIMIENTOS

Expreso mi más sincero agradecimiento:

A la Ing., Zúñiga López, Dominga Gladys Catedrática de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente de la Universidad Nacional Del Centro del Perú, Asesora de la presente tesis, por sus valiosos consejos y enseñanzas que posibilitaron la culminación de la tesis.

.A los Docentes de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente de la UNCP quienes estuvieron siempre pendientes y atentos para la culminación de la presente investigación.

A el personal del Herbario Mol-Fo, Sr. Daza, Herbario Mol, Mg.Sc. Mercedes Flores, Herbario USM de la Facultad de Biología de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Dra. Haydee Montoya, Herbario Hoxa, del Missouri Garden, Ing. Rodolfo Vásquez, por las facilidades prestadas, en la obtención de datos de las exicatas de las especies en estudio.

A las personas, profesores, colegas, amigos y familiares, a quienes expreso mi especial gratitud y reconocimiento por sus consejos, información, sugerencias y apoyo desinteresado.

INDICE

		Pag.
	Resumen	IX
I.	**INTRODUCCIÓN**	XI
II.	**REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA**	1
2.1.	ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN	1
2.1.1.	A nivel internacional	1
2.1.2.	A nivel nacional	4
2.2.	BASES TEÓRICAS	7
2.2.1.	Fitogeografía	7
2.2.2.	Nicho ecológico	13
2.2.3.	Modelado del nicho ecológico	16
2.2.4.	Validación de modelos de nicho ecológico.	20
2.2.5.	Principales algoritmos para modelado de nichos ecológicos	21
2.2.6.	Sistemas de información geográfica (SIG).	28
2.2.7.	Capas ambientales	28
2.2.8.	Situación de los bosques en el Perú	29
2.2.9.	Flora amenazada	32
2.2.10.	Información morfológica y distribución de las especies en estudio	33
2.3.	MARCO CONCEPTUAL	37
2.3.1.	Modelado	37
2.3.2.	Nicho ecológico	37
2.3.3.	Especies amenazados	38
III.	**MATERIALES Y MÉTODO**	39
3.1.	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	39
3.1.1.	Lugar de Obtención de muestras.	39
3.1.2.	Lugar de ejecución.	40
3.2.	MATERIALES Y EQUIPOS	41
3.3.	METODOLOGÍA	42

3.3.1.	Aspectos metodológicos	42
3.3.2.	Población y muestra	43
3.3.3.	Procedimiento	43
IV.	**RESULTADOS**	51
4.1.	OBTENCION DEL NICHO ACTUAL DE LAS ESPECIES EN ESTUDIOS (SEGÚN DATOS DE HERBARIOS)	51
4.1.1	Obtencion de datos de recolección de es especimenes de herbarios de las especies estudiadas	51
4.1.2.	Datos utilizados para la obtecion del nicho actual	52
4.2.	MODELO DEL NICHO REALIZADO SEGÚN EL PROGRAMA MaxEnt	60
4.2.1.	*Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Diablo fuerte)	60
4.2.2.	*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. (Ulcumano)	65
4.2.3.	*Juglans neotropica* Diels. (Nogal)	71
V.	**DISCUSIONES**	76
5.1.	NICHO ACTUAL DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS	76
5.2.	NICHO REALIZADO DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO	78
VI.	**CONCLUSIONES**	.
VII.	**RECOMENDACIONES**	.
VIII.	**BIBLIOGRAFÍA**	.

INDICE DE TABLAS

		Pag.
Tabla 1:	Matriz de confusión usada en la validación de modelos.	**20**
Tabla 2:	Especies seleccionadas para el estudio	44
Tabla 3:	Número de Accesiones y Distribución por Especie Según Herbarios	51
Tabla 4:	Número de Accesiones utilizadas según herbarios para el presente estudio	52
Tabla 5:	Datos de colección de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub según herbarios	52
Tabla 6:	Datos de colección de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. según herbarios	55
Tabla 7:	Datos de colección de *Juglans neotropica* Diels. según herbarios	57
Tabla 8:	Distribución de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. Con 75 a 100% de probabilidad	60
Tabla 9:	Puntos de referencia de presencia de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.	64
Tabla 10:	Datos obtenidos de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. con 75 a 100% de probabilidad	65
Tabla 11:	Datos de presencia obtenidos de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.	70
Tabla 12:	Datos obtenidos de *Juglans neotropica* Diels. de 75 a 100% de probabilidad	71
Tabla 13:	Datos de presencia de *Juglans neotropica* Diels.	75

INDICE DE FIGURAS

		Pag.
Figura 1:	Espacio ecológico	15
Figura 2:	Esquema del Nicho Fundamental	15
Figura 3:	Nicho Ecológico	16
Figura 4:	Modelado de Nichos Ecológicos y distribuciones geográficas	18
Figura 5:	Interfaz Software MaxEnt	24
Figura 6:	Curvas de Omisión	25
Figura 7:	Curvas ROC	26
Figura 8:	Ubicación de área de estudio	40
Figura 9:	Situación de las estaciones climáticas en el mundo	47
Figura 10:	Mapa de distribución actual de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.	54
Figura 11:	Mapa de distribución actual de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page	56
Figura 12:	Mapa de distribución actual de *Juglans neotropica* Diels.	59
Figura 13:	Distribución potencial de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub	62
Figura 14	Curva ROC para el modelo obtenido	63
Figura 15:	Resultados de la prueba de Jackknife para determinando la importancia de variables ambientales en la construcción del modelo	63
Figura 16:	Distribución potencial de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page	68
Figura 17:	Curva ROC para el modelo obtenido.	69
Figura 18:	Resultados de la prueba de Jackknife para determinar la importancia de variables ambientales en la construcción del modelo.	69
Figura 19:	Distribución potencial de *Juglans neotropica* Diels.	73
Figura 20:	Curva ROC para el modelo obtenido.	74
Figura 21:	Resultados de la prueba de Jackknife para determinar la importancia de variables ambientales en la construcción del modelo.	74

Resumen

El presente trabajo de investigación se realizó en los bosques de neblina de la ceja de selva que comprenden las regiones de Huánuco, Pasco y Junín. El objetivo fue generar un modelo del nicho actual y realizado de *Prumnopitys harmsiana* (diablo fuerte), *Retrophyllum rospigliosii* (ulcumano) y *Juglans neotropica* (nogal), con distribución en la ecorregión yunga del Perú. La metodología utilizada es de tipo aplicativo no experimental de corte longitudinal. El procedimiento se realizó sobre la propuesta metodológica de Martínez, 2012. Inicialmente se recolecto los datos geográficos de los especímenes encontrados de las especies estudiadas de los principales herbarios del país, Herbario San Marcos (USM), Herbario la Molina - Forestales (MOL-FO), Herbario la Molina – Biología (MOL), Herbario Oxapampa (HOXA), Herbario del Centro – Forestales (HCEN-FO), donde se obtuvo los puntos de presencia real, coordenadas, localidades de colecta, con estos datos obtenidos y con el fin de validar los registros encontrados en los herbarios, se georeferenciaron las distintas localidades, posteriormente se obtuvo 19 variables bioclimáticas de Worldclim con una resolución de 1 km^2, estos dos datos se procesaron por medio del programa MaxEnt , con lo que se estimó el modelo de distribución probable para cada especie, procediéndose a analizar los datos y construir los mapas, con aplicación de las herramientas de sistemas de información geográfica, estos mapas cartográficos fueron verificados, para lo cual se escogió al azar las zonas probables de presencia de las especie, los resultados obtenidos para el nicho actual son: una distribución de 1800 a 2900 msnm para *Prumnopitys harmsiana*, de 1500 a 2500 msnm para *Retrophyllum rospigliosii,* y de 1500 a 2500 msnm para *Juglans neotropica*. Obteniendo una probabilidad de distribución potencial de 75 -100 % de 2366.43 km^2 para *Prumnopitys harmsiana,* 5329.14 km^2 para *Retrophyllum rospigliosii, y 3314.68 km^2* para *Juglans neotropica.*

Palabras claves: Modelado, nicho ecológico, *Prumnopitys harmsiana, Retrophyllum rospigliosii, Juglans neotropica,*

Abstract

The present research it was held in the cloud forests of the jungle comprising in the regions of Huánuco, Pasco and Junín, was conducted with the aim of generating model of the current and potential niche of *Prumnopitys harmsiana* (diablo fuerte), *Retrophyllum rospigliosii* (ulcumano) and *Juglans neotropica* (nogal), with distribution in the yunga's peruvian ecoregion. The methodology used is applicative, not experimental, slitting. The procedure was performed on the methodological proposal of Martinez, 2012. Initially, the geographic data of the found specimens of the studied species of the main herbaria in the country, Herbarium San Marcos (USM), Herbarium Molina - Forest, (MOL-FO), Herbarium Molina - Biology (MOL), Herbarium Oxapampa (HOXA), Herbarium Center - Forest – (HCEN-FO) were collected, where the points of real presence, coordinates, and collection locations were obtained, with the obtained data and in order to validate the found records in different herbarium locations, different localities were georeferenced, subsequently,19 bioclimatic variables of Worldclim were obtained with a resolution of 1 km2 . These two data were processed by the MaxEnt program. The probable distribution model for each species was estimated, then it proceeded to analyzing the data and building maps. The likely areas of species presence were chosen at random, the results obtained for the current niche are: a distribution of 1800 to 2900 meters for *Prumnopitys harmsiana*, 1500 to 2500 meters for *Retrophyllum rospigliosii*, and 1500 to 2500 meters for *Juglans neotropica*. Getting a probability potential distribution of -100% 75 km2 for prumnopitys harmsiana 2366.43, 5329.14 km2 for *Retrophyllum rospigliosii*, and 3314.68 km2 for *Juglans neotropica*.

Key words: Modeling, ecological niche, *Prumnopitys Harmsiana, Retrophyllum rospigliosii, Juglans neotropica.*

I. INTRODUCCIÓN

El hombre está ejerciendo una presión y perturbación sobre el medio natural. En la actualidad las actividades humanas están provocando uno de los conflictos ambientales más graves a los que ha tenido que enfrentarse la humanidad (Hoekstra et al., 2005; Loreau et al., 2006 citado en García, 2008). Estas últimas décadas hemos elevado la velocidad de desaparición de especies de una forma exponencial. Lo cual implica una disminución en la variedad y variabilidad de los seres vivos y de los ecosistemas. (Crisci et al. 1996, citado en Estrada, 2010).

El Perú, país forestal con 73294.958 has de superficie boscosa y biodiverso, no ha escapado a la problemática de pérdida de ecosistemas boscosos. En especial los bosques de yunga, donde reinan las podocarpáceas (únicas coníferas nativas en los andes del Perú), su hábitat se extiende en más de 220 mil hectáreas a lo largo de los flancos montañosos y donde aún podemos encontrarlos junto a otras especies como los cedros y nogales, donde los niveles de endemismo se encuentran entre los más altos en el territorio del país (MINAN, 2013).

En los últimos años, con la aparición y desarrollo de técnicas estadísticas y los sistemas de información geográfica (SIG), han progresado rápidamente nuevas herramientas para el mejor entendimiento de la distribución de la biodiversidad. Uno de los modelos es el (modelo de nicho ecológico) (Guisan y Zimmermann, 2000)), predicen

lo adecuado de un área para el desarrollo de una determinada especie en relación con las condiciones ambientales (p. ej. clima, suelo, topografía, etc.). Estos modelos se han convertido en una herramienta muy potente, siendo una de sus principales aplicaciones los trabajos relacionados con los patrones de biodiversidad y la biología de la conservación. (Miguel, 2013).

En el país tenemos 404 especies de árboles amenazados tal es el caso de la J*uglans neotropica* (nogal), *Prumnopitys harmsiana* (diablo fuerte), y *Retrophyllum rospligiosii* (ulcumano). En tal sentido es necesario este estudio de modelado nicho ecológico, para generar nuevos estrategias de conservación, con el fin de mantener vivas estas especies, los objetivos del presente trabajo son:

- Generar el modelo de nicho actual de diablo fuerte (*Prumnopitys harmsiana)*, ulcumano (*Retrophyllum rospigliosii*) y nogal (*Juglans neotropica*) en las regiones de Huánuco, Pasco y Junín.

- Generar el modelo de nicho ecológico realizado de diablo fuerte, (*Prumnopitys harmsiana*), ulcumano (*Retrophyllum rospigliosii*), y nogal (*Juglans neotropica*) en las regiones de Huánuco, Pasco y Junín.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

2.1.1. A nivel internacional.

Las primeras ideas acerca de los parámetros que determinan la distribución de las especies fueron desarrolladas por Grinnell (1917) en dos publicaciones donde considera que los animales ocupan áreas definidas con rangos de variables acorde a las características corporales. Analizó el ambiente donde se desarrolla el "cuitlacoche californiano" o California (*Toxostoma redivivum*) y argumentó que el nicho ocupado se basa en el comportamiento de este y la dependencia a tipos específicos de vegetación. Posteriormente Hutchinson (1957) describió el espacio donde se distribuye una especie al cual llamó nicho fundamental (NF) y lo formuló matemáticamente como el hipervolúmen multidimensional que considera "n" variables (físicas y biológicas). Dedujo que los componentes del hipervolúmen definen las propiedades ecológicas que permiten a las especie existir "indefinidamente".

Soberón y Nakamura, (2009); en su publicación “niches and distributional áreas: conceptos, methods, y and assunptions” definen dos tipos de nicho: Eltoniano y Grinnelliano. Estos autores proyectaron el nicho Grinnelliano en dos perspectivas, ambiental (A) y geográfica (B), y se apoyaron en la definición de Hutchinson sobre el NF. Aquí se encuentra un subconjunto de combinaciones ambientales que Jackson y Overpeck denominaron nicho potencial (NP), el cual es la intersección de las variables ambientales y el nicho fundamental (A∩NF). Como parte del NP, el nicho realizado (NR) representa los sitios que las especies ocupan actualmente. (Arreola, 2013).

Phillips et al, (2006); en su publicación “Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling” donde el MaxEnt tiene la estadística Operating Characteristic (ROC) el cual caracteriza el desarrollo del modelo por medio del Área Bajo la Curva (AUC), el cual indica que una clasificación al azar tiene un promedio en la AUC de 0.5, una clasificación perfecta logrará un mejor de 1.0. Los modelos con valores arriba de 0.75 son considerados potencialmente útiles. Además adiciona la prueba de Jackknife, rastrea las variables ambientales que contribuyen en mayor medida al modelo. Cada paso del algoritmo de MaxEnt incrementa la ganancia del modelo mediante la modificación del coeficiente para una única característica; el programa asigna el incremento en la ganancia a la(s) variable(s) ambiental(es) de las cuales depende dicha característica. Haciendo una conversión a porcentajes al final del proceso de entrenamiento.

Mezaour, (2005); en la publicación “Filtering Web Documents for a thematic warehouse case Sstudy: edot a food risk data warehouse (extended) en: Intelligent information processing and web mining” para la evaluación del modelo emplea el estadístico AUC (Area Under Curve), es el área bajo la curva ROC (Receiver Operating Characteristic), toma valores entre 0 y 1, donde los valores menores a 0,7 indica que la calidad del modelo es pobre, 0,7 - 0,8 la calidad del modelo es bueno, 0,8 - 0,9 la calidad del modelo es muy bueno y valores mayores a 0.9 indican una calidad de modelo excelente.

Gómez, (2010); en el trabajo de investigación “Aplicación de técnicas de análisis espacial, reducción de datos y modelado predictivo al estudio de la distribución espacial de especies” en Ecuador, realizo la construcción de modelos de distribución potencial de 250 especies de plantas en una zona clave de biodiversidad mundial. La combinación de estos modelos individuales es utilizada como indicador de riqueza específica que se representa cartográficamente. En la construcción de los modelos se ha utilizado información de la base de datos TROPICOS (Missouri Botanical Garden), con decenas de miles de registros de plantas en Centro y Sudamérica. Se han analizado 5 familias bien representadas en la zona. Como datos se han utilizado 19 variables bioclimáticas y varios cientos de imágenes de NDVI (índice diferencial de vegetación normalizado). Se desarrolla y propone el uso de la técnica conocida como Análisis de Componentes Independientes (Independent Component Analysis, ICA). se ha realizado primero un modelo individual para cada una de las especies, para una vez obtenidos los

modelos de todas las especies sumarlos y obtener por un lado un modelo específico para cada familia y posteriormente un mapa de riqueza específica o “mapa de síntesis” con la combinación los modelos obtenidos para cada familia. Se obtuvo un mapa de riqueza específica con información completamente nueva para el país.

2.1.2. A nivel nacional

Young, (2007); en su trabajo “Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia”. Realizo la distribución de plantas y animales endémicos en un área de estudio que comprende, a grandes rasgos, en laderas de los andes que están por debajo de la línea de bosque en Perú y Bolivia. Utilizaron MaxEnt como método inductivo para hacer los modelos predictivos de la distribución. Los datos ambientales que formaron la base de los modelos incluyeron variables climáticas, datos topográficos y de elevación, e índices de vegetación derivados de imágenes satelitales MODIS (Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer). Los datos de más de 7.150 localidades únicas contribuyeron a producir mapas de distribución de 782 especies endémicas en el área de estudio. Las especies abarcan todos los miembros de 15 familias o géneros de plantas vasculares y todos los anfibios, mamíferos y aves endémicos en el área de estudio. Los resultados muestran áreas claras de endemismo de cada uno de los 18 grupos taxonómicos estudiados. Las áreas protegidas nacionales cubren al menos porciones de nueve de las doce áreas de endemismo.

Sin embargo, grandes segmentos de las áreas de endemismo identificadas en nuestro análisis, en la actualidad, están desprotegidas a nivel nacional.

Aponte, (2011); en el trabajo Variación de la cobertura natural en la provincia de Huancavelica periodo 1985 - 2010" Realizo la determinación de tipos de cobertura natural de tipo I y clasifico de acuerdo a la UNESCO aplicando la percepción remota, determino 6 tipos de cobertura naturales para la vegetación considero 3 tipos. La mayor variación anual de naturales que durante los años 1985-1998 donde , los arbustos enanos se redujo su área en -7.02%, la cobertura de roca y/o suelo desnudo tuvo una variación de 5.00% y 2.56, los humedales en -394.86 (ha/año), los cuerpos de agua dulce tuvieron una variación de -11.26 (ha/año). Del Año 1998-2010, la vegetación herbácea redujo su área en -0.70%, los nevados tienen una variación de -29.38% y 3.26%, los humedales tuvieron una variación de -3.47% y 3.41%, los cuerpos de agua ha variado de 0.43% y 0.76%. Todos estos datos están con una precisión global de 75.85%. El aprovechamiento insostenible de recurso, como la actividad antrópica trajo la extinción de muchas especies, paralelo a ello de nuevos ecosistemas.

Reynel C., Pennington R., Pennington T., Flores C. y Daza A., (2003); en el Libro "Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos" menciona la distribución de las tres especies en estudio con una distribución y hábitat en las ecorregión de ceja de selva en bosques nublados húmedos, premontano, *Prumnopitys harmsiana* está entre los 1500 – 3500 msnm, se reporta en los departamentos de Cajamarca, San Martin, Pasco y Junín; *Retrophyllum rospigliosii* en esta

ecoregión está entre los1500 - 3500 msnm, reportados en los departamentos de Cajamarca, Pasco y Junín; y por ultimo *Juglans neotropica* se distribuye entre los 1000 – 3500 msnm, a lo largo del ande peruano.

Zevallos, (1998); en la investigación “Aportes sobre la dendrologia: distribución geográfica y el status de Podocarpus en el Perú” menciona las distribuciones de *Prumnopitys harmsiana* que se distribuye desde Venezuela hasta el centro del Perú, en los Departamentos de Cajamarca, Piura, San Martin, Pasco, Junín, Ayacucho, Apurímac y Cusco entre los 1000 – 3275 msnm y *Retrophyllum rospigliosii* se desarrolla desde Venezuela hasta el centro del Perú en los Departamentos de Cajamarca, Pasco y Junín entre 1650 y 2150 msnm.

Aguirre, Armando y Fassbender, (2013); en su trabajo “Selección de árboles plus de siete especies forestales nativas de importancia ecológica y económica en la selva central del Perú”, menciona la distribución de *Juglans neotropica* nativo de Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia, entre los 1000 a 3000 msnm.

Word Wildlife Fund, (2010); en la publicación “Conociendo el santuario nacional Tabaconas Namballe” menciona la distribución de las tres especies que se encuentran en los bosques maduros montanos húmedos de la ceja de selva, *Prumnopitys harmsiana* está entre 1500 – 3500 msnm, en las Departamentos de Cajamarca, San Martin, Pasco y Junín, *Retrophyllum rospigliosii* está entre los 2000 a 3500 msnm, en los Departamentos de Huánuco, Junín, Apurímac y Cusco.

Weberbauer, (1945); en el libro “El mundo vegetal de los andes peruanos” menciona que la distribución de *Podocarpus sp.* en los montes de la ceja de la vertiente oriental de los andes, presentes en el norte del país y en el valle de Chanchamayo, *Juglans neotropica, t*iene una distribución en los valles de Apurímac, Utcubamba, Pozuzo, entre los 1600 a 2000 msnm.

2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. Fitogeografía.

Es la parte de la botánica que estudia la distribución geográfica de las plantas en reinos subreinos (weberbauer 1945), está referido a un espacio geográfico donde habitan los seres vivos, aquellos patrones que intentan comprender las distintas distribuciones de las plantas como modificaciones, morfología, etc (Antezano y Antezano, 2003). La fitogeografía al reunir datos referentes a la flora u vegetación proporciona los materiales y presenta los problemas que la geografía botánica interpretativa intenta aclarar, y busca las causas tanto modernas como históricas, de fenómenos de la distribución encuentra la explicación atrás de otras ciencias como fisiología, citología, taxonomía paleontología, geología, etc. (Stanley, 1951 citado en Antezano y Antezano, 2003).

La fitogeografía se le ha dividido en dos ramas, la conocida como la biogeografía histórica y la biogeografía ecológica. La biogeografía ecológica estudia la biodiversidad en el tiempo y el espacio, la biogeografía histórica se enfoca más en el tiempo, buscando como se fueron dando las distribuciones de especies hasta su estado actual (Zunino & Zullini, 2003).

2.2.1.1. *Distribución de especies.*

Más conocida como biogeografía ecológica, se basa más en la distribución espacial de los seres vivos en el momento actual. La distribución de los seres vivos en la superficie terrestre no es uniforme ni en el tiempo ni en el espacio y cada especie, género, familia, orden (cada taxón) ocupa de modo espontáneo una superficie determinada, continua o discontinua que constituye su territorio, su "área de distribución". La biogeografía no estudia sólo la distribución de especies y taxones de categoría superior, sus áreas de lo que se ocupa la especialidad llamada corología, sino también la distribución de ecosistemas y biomas (Biogeografía Ecológica). Las áreas de distribución no son casuales y evolucionan a lo largo del tiempo a medida que lo hacen los distintos factores del medio (relieve, suelo, clima, relaciones interespecíficas, presencia humana) o en función de la propia evolución biológica de las especies (García, 2010). Estas áreas, más o menos idealizadas, son susceptibles de ser presentadas cartográficamente. Así,

los mapas de distribución de las especies son una de las principales evidencias empíricas para las inferencias biogeográficas. Cada taxón tiene su área de distribución particular.

2.2.1.2. *Aerografía.*

Pretende hallar áreas de distribución de especies. Dicha área se delimita utilizando los sitios donde se ha recolectado la especie y un método particular de extrapolación o generalización (Young 2007). A continuación se presentaran algunos criterios que se utilizan para determinar el área de distribución de una especie:

A. Criterios por métodos manuales.

a. Criterio de un biogeografía; Se puede determinar el área de distribución de una especie según su experiencia, el problema es que no habrá dos biogeografos, con el mismo criterio. Entre los tipos de áreas de distribución más habituales merecen citarse la coincidencia en sus figuras, porque sus experiencias, conocimientos y criterios son distintos (Rapoport y Monjeau 2001).

b. Polígono mínimo: Convexo, dibuja un polígono con los puntos externos, tiene el problema de que no admite la existencia de penínsulas o bahías (Rapoport y Monjeau 2001).

c. Cuadricula: Se trata de un reticulado cuadrangular que es objetivo y sencillo, pero tiene sus problemas: el tamaño del retículo es arbitrario y por lo tanto, la forma que tendrá el área geográfica a delimitar variará de acuerdo con las dimensiones elegidas. Si la grilla es muy gruesa, es probable que toda o la mayor parte del área aparezca como ocupada por la especie elegida, Si la grilla es muy fina, lo único que se lograra será reemplazar los puntos de las localidades por pequeños cuadrados (Rapoport y Monjeau 2001).

d. Proximidad mínima: Significa cercano o próximo, el método está basado en el concepto de distancia con el vecino más cercano. El primer paso es el trazado de un árbol de distancias mínimas entre las localidades donde se ha verificado la existencia de la especie. Una vez medidas las distancias, se halla la media aritmética, mediante un compás se determina el área de distribución (Rapoport y Monjeau 2001).

B. Criterios por métodos computarizados.

En los últimos años, con el desarrollo de potentes técnicas estadísticas y los sistemas de información geográfica (SIG), ha progresado rápidamente una nueva herramienta: los modelos de distribución de especies. Los modelos no son subjetivos y predicen lo adecuada que es un área para el potencial desarrollo de una determinada especie en relación con las condiciones ambientales (clima, suelo, topografía, etc.). Estos modelos se han convertido en una herramienta muy potente y cada vez más usado, siendo una de sus

principales aplicaciones los trabajos relacionados con patrones de biodiversidad y la biología de la conservación (García 2008).

2.2.1.3. *Tipos de áreas.*

A. Áreas Cosmopolitas.

Llamamos cosmopolitas a los taxones que ocupan los hábitats que les son favorables en todos (o en la mayoría) de los continentes y océanos del mundo.

El fenómeno es muy raro al nivel de la especie aunque más habitual a nivel de taxas superiores como: género, familia y orden (de hecho, en sentido estricto, no existen especies absolutamente cosmopolitas con la excepción actual del ser humano por lo que la consideración de cosmopolita se extiende a aquellas que aparecen muy extendidas por varios continentes u océanos (García, 2008).

Por otra parte, existe un cosmopolitismo cultural que incluye a todos los organismos que han sido dispersadas artificialmente por el su valor como plantas ornamentales o animales de compañía (perro, gato, numerosas plantas de jardinería), por su interés agrario (ganado, plantas cultivadas) o que han acompañado espontáneamente a los grupos humanos por beneficiarse de su actividad (gorrión, rata, piojo, ortiga, diversas "malas hierbas", etc.), (García, 2010)

B. Áreas Zonales o Circunterrestres.

Son las de aquellos taxones que se extienden formando un anillo alrededor del planeta coincidiendo con una franja climática precisa (García, 2010).

C. Áreas regionales.

De superficie más reducida que las anteriores, son las de aquellos taxones que ocupan una región determinada del mundo (normalmente entre algunas decenas de miles y algunos millones de km2). En virtud de ello, se dice que una especie puede tener una distribución “mediterránea”, “europea”, “andina”, patagónica”, etc. (García, 2010).

D. Áreas endémicas y residuales.

Son las de aquellos taxones que aparecen estrictamente localizados en un territorio reducido no encontrándose de forma natural en ninguna otra parte del mundo. No obstante, en la práctica, la expresión se aplica a taxones que ocupan superficies muy diversas, desde un simple emplazamiento hasta un país. La presencia de endemismos es uno de los indicadores que se utilizan para valorar la calidad ambiental de una región y, frecuentemente, justifican la adopción de medidas de protección. (García, 2010).

2.2.2. Nicho ecológico

Es la unidad de distribución final, en la que cada especie está condicionada por sus limitaciones instintivas y estructurales. Es decir, cada especie tiene sus características fisiológicas, morfológicas y de comportamiento, lo que hace posible que ocupen determinados espacios ofrecidos por la naturaleza (el nicho es una característica del medio no de los organismos (Grinnell, 1917).

El nicho describe el estatus de un animal en su comunidad, indicando que hace y no solamente como se ve" "El nicho de un animal es el lugar que ocupa en el ambiente biótico y su relación con la comida y sus enemigos (naturales)" (Elton en OSINFOR, 2013).

El nicho ecológico:

Es el hipervolumen en el espacio multivariado de variables ambientales el espacio ecológico donde una especie puede persistir. Esta definición hace hincapié en la gama de condiciones ambientales necesarias para la persistencia de la especie, llamado también nicho Grineliano. En este contexto, el nicho ecológico representa la posición de la especie en la gama de condiciones ambientales, de manera que cada dimensión del nicho corresponde a un subconjunto de este rango potencial o realmente importante para la especie (Hutchinson, 1957). Se conoce también:

A. Nicho fundamental:

Son todos los aspectos (variables) del espacio o hipervolumen en donde se desarrolla una especie, en la ausencia de otras especies. En decir, es el ambiente donde la especie puede vivir. (Hutchinson, 1957).

B. Nicho realizado/efectivo

Es un subconjunto del nicho fundamental en el cual las especies están restringidas debido a sus interacciones interespecíficas. De manera menos compleja, es el espacio ecológico y geográfico donde la especie vive (Hutchinson, 1957).

El Nicho realizado (RN) es la parte del nicho Potencial que las especies realmente usarían, después de tomar en cuenta los efectos de competidores y depredadores" (Soberón y Nakamura, 2009).

Bajo este modelo el nicho ecológico comprende:

- Una propiedad de la especie y no del medio ambiente.
- Un espacio que evoluciona.
- Su estructura se constituye por el desempeño de una especie medido en términos de adecuación.

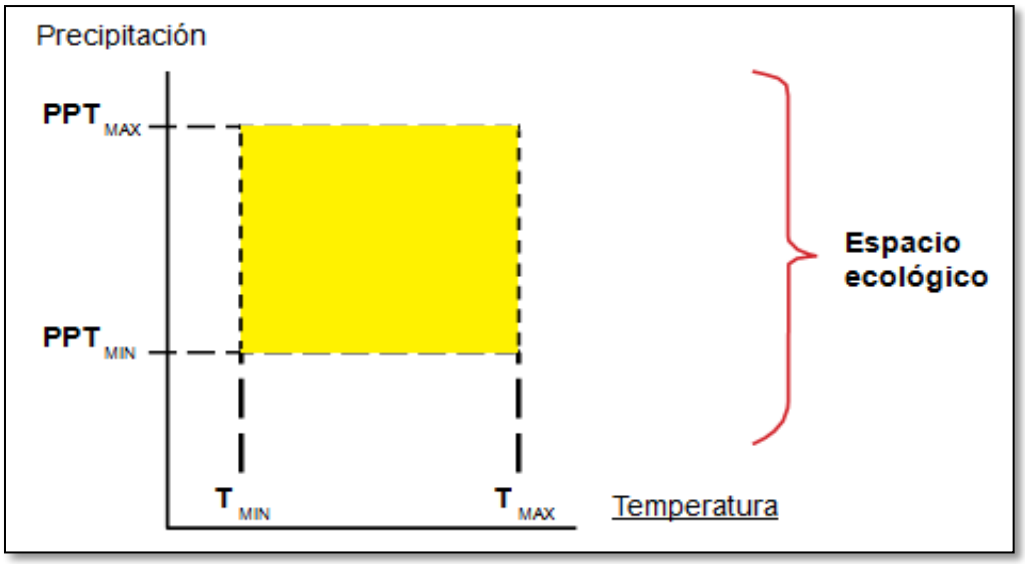

Figura 1: Espacio ecológico

Fuente: OSINFOR, 2013

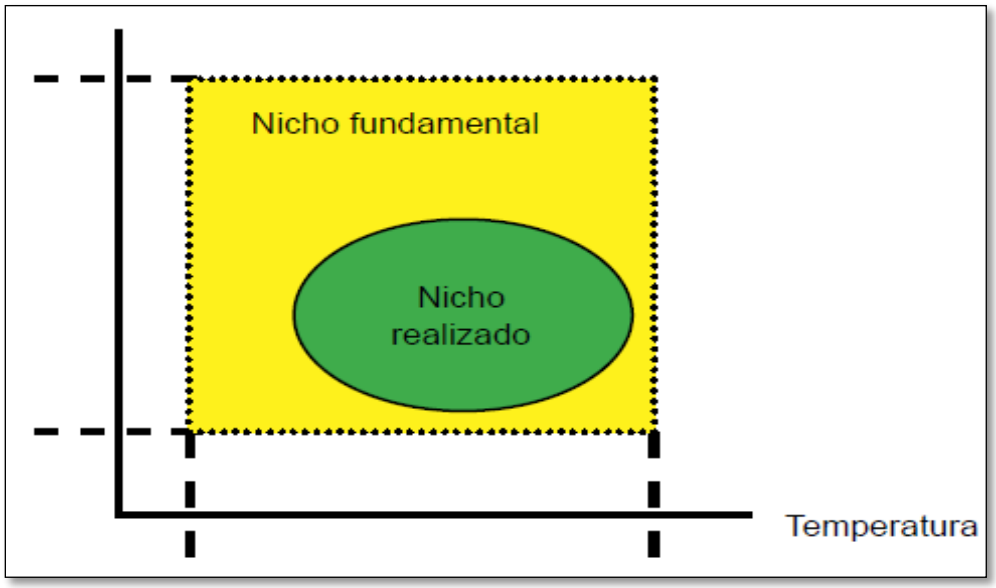

Figura 2: Esquema del Nicho Fundamental

Fuente: OSINFOR, 2013

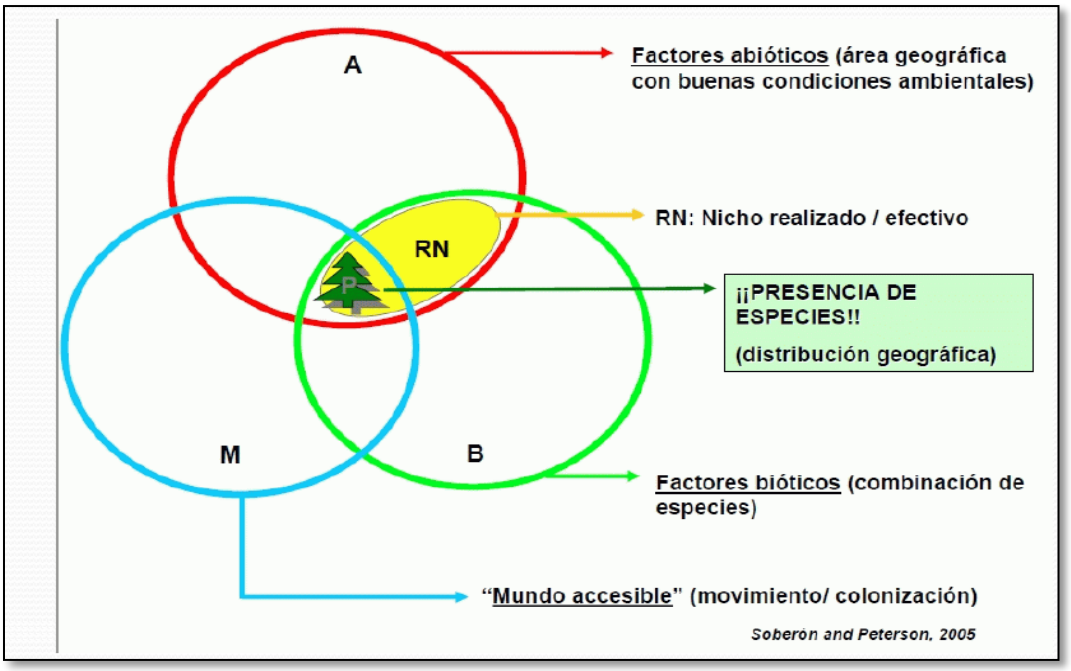

Figura 3: Nicho Ecológico

Fuente: Soberon y Nakamura 2009

Críticas al concepto de Nicho (por Martínez, 2012)

- Falta de una adecuada hipótesis nula y rigor estadístico.
- La competencia no es necesariamente el proceso clave en ecología (complementando esto, creo que en general es difícil demostrar competencia realmente pero esto es algo que los demógrafos saben mejor).
- Uso ambiguo y confuso del término nicho.

2.2.3. Modelado del nicho ecológico

Los factores implícitos en los modelados de nichos ecológicos son aquellos que operan con diferentes intensidades y a diferentes escalas. El primer grupo

incluye a los factores abióticos (factores climáticos, topográficos, edáficos), que imponen limitantes fisiológicas a la capacidad de persistencia de la especie en un área. El segundo grupo incluye a los factores bióticos, referidos al conjunto de interacciones con otras especies que influyen sobre la capacidad de la especie de mantener sus poblaciones en un área determinada, las cuales pueden ser positivas (mutualismo) o negativas (competencia, depredación, enfermedades). El tercer grupo incluye factores históricos relacionados con la existencia de barreras físicas que limitan la capacidad de la especie a acceder a nuevas áreas aptas para mantener sus poblaciones. Un cuarto grupo de factores, usualmente no considerados, se refieren a la capacidad evolutiva de las especies de adaptarse a nuevas condiciones, aunque sus efectos en pequeños periodos de tiempo evolutivo parecen ser menores (Soberón; Peterson, 2005).

En el sentido estricto lo que estamos modelando es el nicho efectivo o realizado y el resultado del análisis nos indica con cierto valor de probabilidad, el espacio geográfico adecuado por lo que las especies no podrían estar en el espacio predicho, ya sea por efecto de:

A. Interacciones bióticas con otros organismos (competencia, depredación, escases de alimento).
B. Dificultad para dispersarse en esos lugares (por tiempo o barreras geográficas y ecológicas).
C. Ha sido removida o se ha extinguido.

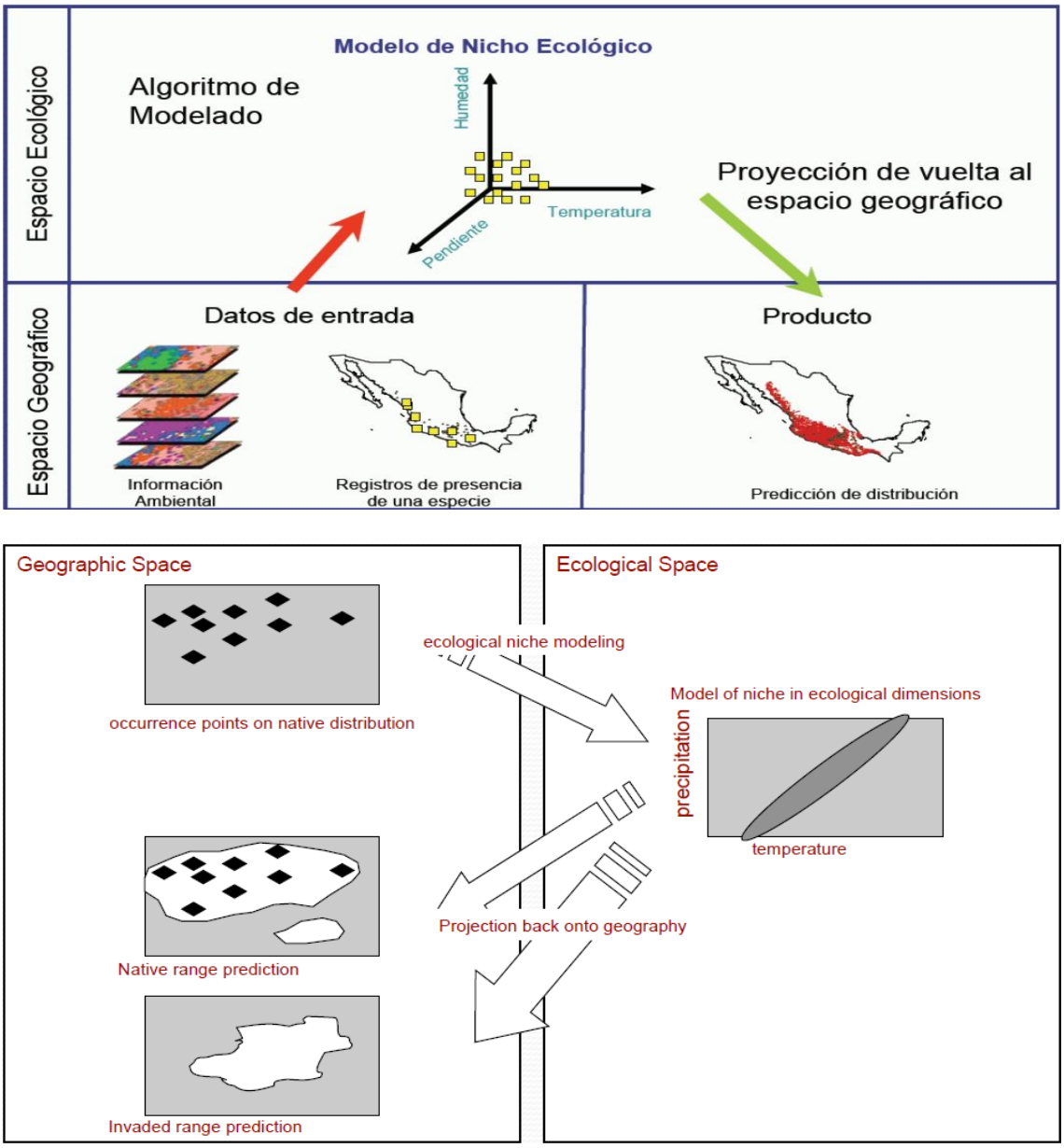

Figura 4: Modelado de Nichos Ecológicos y distribuciones geográficas.

Fuente: OSINFOR, 2013

De lo anterior se deriva que:

1. Las especies responden a reglas ecológicas que determinan su distribución en el espacio geográfico.

2. Estas reglas ecológicas son independientes del espacio geográfico, por lo que la especie puede ser predicha en lugares donde nunca ha sido registrada (nicho potencial). Esto es importante ya que este aspecto nos puede llevar a encontrar espacios geográficos en donde existen especies nuevas, que suelen ser especies hermanas de la que ha sido modelada, lo que nos indica que el nicho ecológico tiende a ser evolutivamente estable (conservadurismo del nicho).
3. Del párrafo anterior también se deriva que cada punto geográfico se corresponde con sólo un punto en el espacio ecológico, pero cada punto en el espacio ecológico se puede corresponder con más de un punto en el espacio geográfico.

2.2.3.1. *Limitaciones del modelo de nicho.*

- Asociadas a la incertidumbre de las capas y envolturas bioclimáticas utilizadas (errores arrastrados desde la toma de datos e incertidumbre asociada a la escala utilizada) (Longoria, 2008).
- La incertidumbre asociada a los algoritmos utilizados (Longoria, 2008).
- Dificultad para modelar las distintas interacciones bióticas de las especies o su capacidad de dispersión (Longoria, 2008).

2.2.4. Validación de modelos de nicho ecológico.

La validación de los modelos se refiere a la efectividad en la predicción de la distribución realizada en términos de significancia estadística. En la distribución potencial basada en modelos de nicho ecológico, los errores son comúnmente utilizados para generar métodos de validación y se establecen de acuerdo a la condición predicha por los modelos, ya sea en presencia o ausencia de la especie (Peterson et al., 2011, citado en Arreola, 2013).

Tabla 1: Matriz de confusión usada en la validación de modelos.

		condición actual	
		presente	ausente
condición	presente	a	b
predicha	ausente	c	d

Fuente: Peterson et al. 2011

Donde:

a = Localidades donde se encuentra a la especie y el modelo predice presencia (verdaderos positivos)

d = Localidades donde la especie no se encuentra y el modelo predice ausencia (verdaderos negativos)

b = Localidades donde la especie no se encuentra y el modelo predice presencia (falsos positivos)

c = Localidades donde la especie se encuentra y el modelo predice ausencia (falsos negativos)

El empleo de estos errores, es posible de acuerdo con la cantidad de localidades de presencia disponibles que no se incluyen en el modelaje y se utilizan en dos categorías de mediciones, aquellas que se basan en predicciones binarias (“umbral - dependiente”) y las que presentan múltiples valores (umbral - independiente”).

Las pruebas umbral - dependiente utilizan dos únicos valores, presencia o ausencia y hacen uso del error de omisión como una medida de la validez del modelo mediante el cálculo con base en la matriz de confusión como .

$$\frac{c}{a + c}$$

Otro tipo de error se presenta cuando se clasifican erróneamente los positivos, es decir, cuando el modelo predice presencia de la especie y se sabe que está ausente. A este se le conoce como error de omisión y se representa como b en la matriz de confusión (Anderson et al., 2003; Peterson et al., 2011 citado por Arreola, 2013).

2.2.5. Principales algoritmos para modelado de nichos ecológicos

Los algoritmos más utilizados para la modelación de nichos ecológicos y que han demostrado un buen desempeño y poder de predictibilidad y que utilizan algunos sólo datos de muestreo eliminando los inconvenientes de los métodos de

presencia-ausencia en especial para determinar con exactitud la no presencia de una especie en un área (Garcia, 2008).

- GARP: Generic algorithm for rules set prediction.
- (DMG, Domain): Distancia métrica de Gower.
- BIOCLIM: Envuelta medioambiental.
- MaxEnt: (maximum entropy).
- (RLM): Regresión logística múltiple.
- CART: Árboles de clasificación y regresión (classification and regression trees).
- MARS: (multivariate adaptive regression splines).

2.2.5.1. *MaxEnt: modelo de máxima entropía (Programa aplicado a la investigación)*

Es un método de inteligencia artificial que se basa en el principio estadístico de máxima entropía. Los modelos tienen como únicas limitaciones las realmente conocidas, en nuestro caso hablamos de un universo delimitado por los valores de las variables entre las que se desarrolla la especie problema. Así por ejemplo, el valor esperado (valor medio predicho por el modelo) de cada variable independiente debe coincidir con su media empírica (valor medio observado al muestrear las variables independientes con los datos de presencia de partida). MaxEnt calcula la probabilidad de distribución de máxima entropía (es decir, la distribución más próxima a la uniforme) sujeta a estas condiciones, aplicando de

manera práctica este concepto, se buscaría encontrar aquella distribución de probabilidades que maximice la entropía, dado ciertas restricciones que representan la información disponible (información incompleta) sobre el fenómeno o tema estudiado. (Phillips et al., 2006; Phillips y Dudík, 2008).

El principio de máxima entropía, MaxEnt necesita de un algoritmo que le permita encontrar las distribuciones con mayor entropía. Este algoritmo (sequential update algorithm). Utiliza interaciones en donde va dando distintos pesos a las variables utilizadas y va ajustándolas. Es un algoritmo determinístico que según los autores y distintas pruebas empíricas garantiza que convergerá en la distribución de probabilidades. Al terminar el proceso de iteración MaxEnt asigna una probabilidad negativa a cada pixel del área total de estudio, que al final deben sumar 1, por lo que se aplica un valor de corrección para hacerlos positivos y que sumen entre todos 100%. Pero como cada pixel presenta valores muy pequeños. MaxEnt los presenta con un valor que es el resultado de la suma del valor de ese pixel y de todos los demás píxeles con un valor de probabilidad igual. Esos valores pueden ir de 0 a 100 e indican probabilidad de ocurrencia de la especie (OSINFOR, 2013).

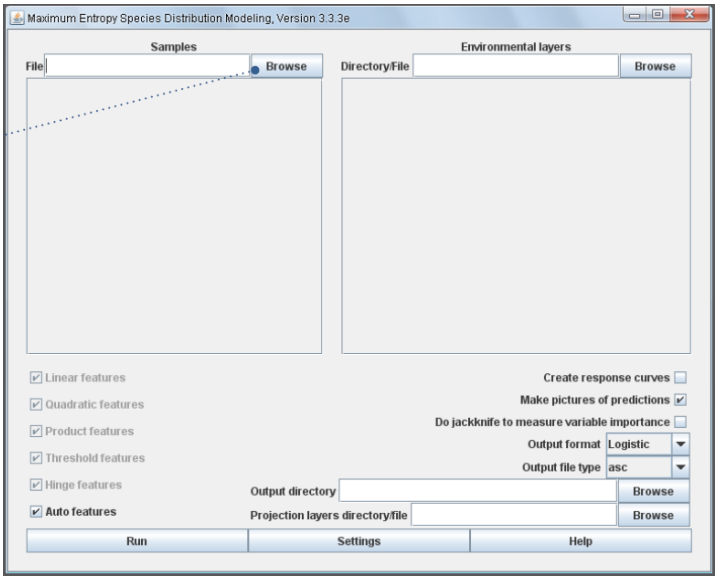

Figura 5: Interfaz Software MaxEnt.

Fuente: Scheldeman y Van Zonneveld, 2011

A. Umbral de decisión.

Para decidir la validación de un modelo y su interpretación es deseable distinguir entre áreas adecuadas (para la especie) de las inadecuadas, para establecer un umbral de decisión, por arriba del cual el modelo resultante es considerado como una predicción de presencia. Para el caso de modelos de sólo presencia como MaxEnt, el umbral se encuentra en (Scheldeman y Van Zonneveld, 2011).

La aproximación más liberal, consiste en aplicar un umbral fijo que refute sólo el 10% más bajo de los posibles valores predichos. Para MaxEnt se usa un umbral de 10 (T10). Estos umbrales son pruebas preliminares que dan valores de más altos que los umbrales fijados.

B. Prueba de Jackknife (Jackknife Model Testing).

Para esta prueba se excluyen las localidades observadas una en cada caso (o corrida). Para cada predicción un umbral se aplica basado en localidades de entrenamiento (I) y se prueba la habilidad de predecir las localidades excluidas. Entonces se calcula un valor de probabilidad P, para cada especie a través del set de todas las predicciones de Jackknife. También por medio de un procedimiento de Jackknife se hace un análisis en MaxEnt para estimar que variables son más importantes para la presencia de la especie (Scheldeman y Van Zonneveld, 2011).

C. Curvas de omisión (omission).

MaxEnt presenta una curva de omisión de datos de prueba (un 25% de puntos aleatorios) contra omisión de datos de entrenamiento. En estás gráficas se observa cómo el área predicha varía con la elección de un umbral acumulativo (OSINFOR, 2013).

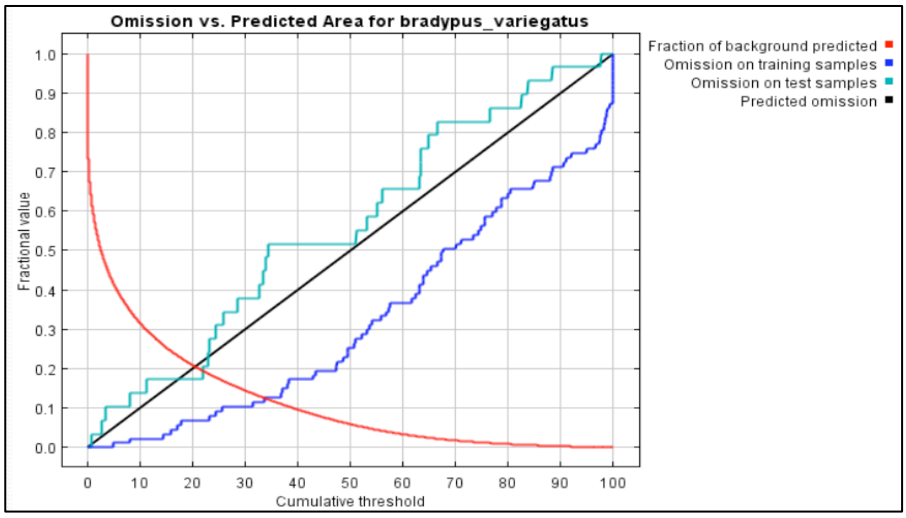

Figura 6: Curvas de Omisión

Fuente: Scheldeman y Van Zonneveld, 2011

D. Curvas ROC (receiver operating caracteristic analysis)

La curva ROC, caracteriza el rendimiento de un modelo en todos los posibles umbrales simplemente con un número: el área bajo la curva o AUC. Las curvas nos permiten comparar también el rendimiento entre distintos tratamientos y algoritmos (se han comparado modelos de MaxEnt y otros con esta aproximación, resultando mejor MaxEnt en la mayoría de las pruebas). Su utilización primaria fue la de encontrar el punto de corte óptimo y son curvas en las que se presenta la sensibilidad (omisión cero = 100% de sensibilidad) en función de los falsos positivos (error de comisión) para distintos puntos de corte (umbrales) (OSINFOR, 2013).

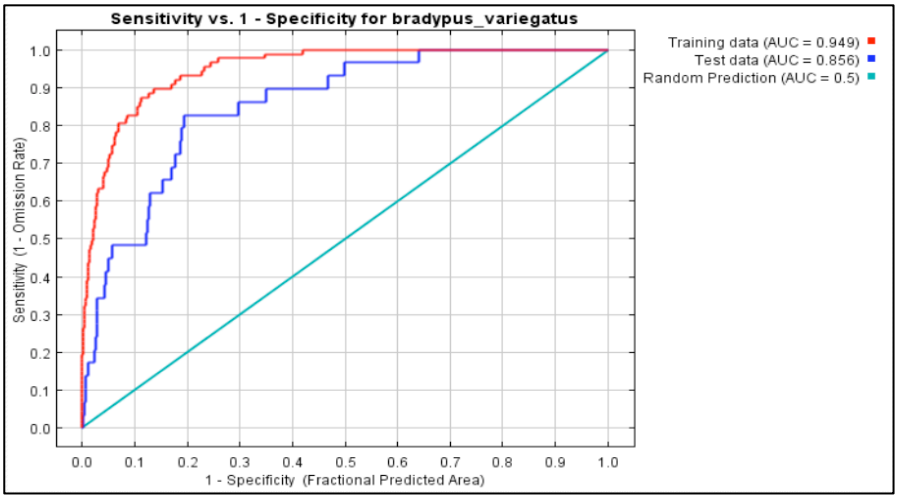

Figura 7: Curvas ROC

Fuente: Scheldeman y Van Zonneveld, 2011

Asimismo, algunos autores han tratado de desarrollar métodos para medir que tan parecidos son los nichos entre especies y tratar de probar hipótesis

acerca del concepto del nicho fundamental, por ejemplo Peterson et al (1999) que desarrollan una prueba de similitud de nicho.

E. Ventajas y limitantes del modelo de máxima entropía (MaxEnt).

- Sólo requiere datos de presencia
- Puede utilizar datos continuos y categóricos
- Tiene Algoritmos (deterministas) eficientes que garantizan que se converja en la distribución de probabilidades propia (máxima entropía).
- El sobre ajuste se evita.
- El resultado es continuo, permitiendo distinguir sutiles cambios en la adecuación (suitability) modelada (para cada especie) en diferentes áreas.

Existen dos supuestos básicos en los cuales reposan los modelos predictivos: 1) que la variable respuesta es independiente entre localidades y 2) que todas las variables predictores importantes se incluyen en el modelo (Lennon, 1999 citado en Longoria, 2008), indica que uno de los retos para la aplicación de estos modelos es identificar los factores bióticos y abióticos que influyen en la distribución de las diferentes especies.

Algunos modelos asumen implícitamente que todos los hábitats adecuados para la especie estarán ocupados por ella, sin embargo, en la realidad una especie puede no haber colonizado ciertas áreas o haberse extinguido por causas naturales u ocasionadas por el hombre; además existen las relaciones

ínterespecifica e intraespecifica (predación y competencia) que pueden provocar que un hábitat este o no ocupado por determinada especie (Lawton y Woodroffe, 1991 citado en Longoria, 2008).

2.2.6. Sistemas de información geográfica (SIG).

Es un sistema de hardware, software y procedimientos diseñados para auxiliar en la captura, administración, manipulación, análisis y presentación de datos u objetos referenciados espacialmente, llamados comúnmente datos u objetos espaciales, que implica generalmente procesos de adquisición de datos, almacenamiento, mantenimiento, análisis y salida. Durante muchos años, se ha hecho esto, utilizando orígenes y datos análogos al manual, que procesan la introducción a la tecnología, mediante utilización de ordenadores e información en todos los aspectos de manejo de datos espaciales. La tecnología de software utilizada en este dominio es el Sistema de Información Geográfica (SIG.) Las diferentes disciplinas están utilizando SIG como herramienta para manejo de datos espaciales en un entorno geográfico, (World Meteorological Organisation, 2004).

2.2.7. Capas ambientales

Las variables bioclimáticas se han obtenido de la base de datos Worldclim 1.47 (Hijmans et al., 2005). Esta base de datos contiene información a nivel global (excepto de la Antártida) de la precipitación total, temperaturas medias, media de las máximas y media de las mínimas mensuales y de 19 variables que han

denominado “bioclimáticas” y que son combinaciones de las anteriores. Los datos disponibles tienen una resolución de 30’’ (equivalente a 1 km2 en aproximadamente).

2.2.8. Situación de los bosques en el Perú

El desarrollo socioeconómico y el proceso de deforestación de la zona de los bosques amazónica han sido por periodos marcados, cuyas causas han sido principalmente las políticas orientadas hacia la explotación de recursos naturales. Hasta antes de 1542, la ocupación primaria de los nativos de la selva amazónica fue la caza y la pesca. En las últimas décadas del siglo XIX, la población de la región amazónica creció rápidamente debido a las actividades del caucho; pero especialmente en las tres últimas décadas del siglo XX se presenta un desborde económico y demográfico en la región amazónica peruana. La apertura de redes viales terrestres y la ausencia de una correlación política de ocupación urbana y rural de los espacios han sido parte de las causantes de la deforestación de amplias extensiones de bosques tropicales en la Amazonía peruana (FAO, 2001 citado en MINAM, 2009).

2.2.8.1. *Principales amenazas a los bosques*

A. Deforestación.

El desarrollo socioeconómico y el proceso de deforestación en la selva amazónica del Perú, se caracteriza por presentar periodos marcados en los

últimos años, cuyas causas han sido principalmente las políticas orientadas hacia la explotación de recursos naturales. Actualmente, las actividades antrópicas y entre otras, están originando cada año la pérdida de grandes superficies de bosque, de biomasa vegetal en sus diferentes formas de vida (árboles, arbustos, herbáceas, cañas, epifitas, trepadoras, suculentas, palmeras, etc.), la pérdida de recursos genéticos, el aumento de plagas, la disminución en la polinización de cultivos comerciales o la alteración de los procesos de formación y mantenimiento de los suelos (erosión). Asimismo, impide la recarga de los acuíferos y altera los ciclos biogeoquímicos. Poniendo en peligro a la biodiversidad y refugios de la fauna silvestre. (MINAM, 2009).

B. Ganadería extensiva

En la actualidad los bosques tropicales están sufriendo una amenaza de distintas actividades. La ganadería extensiva, como todo proceso tiene sus consecuencias. Entre ellas está la degradación de suelos, la nueva apertura de bosque para el cultivo de pastos. (MINAM, 2009). Las tierras destinadas para pastura, se degradan rápidamente por el bajo nivel de nutrientes que naturalmente posee el suelo Amazónico y la sobrecarga de cabezas de ganado por hectárea. Ocasionando así la búsqueda de nuevos lugares para la crianza de animales. (Dammert, 2014).

C. Cambio de uso de suelo.

Las amenazas que sufren los bosques es el cambio de uso del suelo como consecuencia del desarrollo de monocultivos extensivos, cultivos ilícitos o por agricultura migratoria, estos últimos agravados por la práctica de tala y quema de bosques, que están afectando de manera acelerada y grave los ecosistemas amazónicos y su biodiversidad. (MINAM 2014). La destrucción de hábitats terrestres está vinculada directamente a factores y una tendencia constante en la región de parte de colonos andinos por ocupar los territorios selváticos, aunada a la creciente extracción forestal ilegal, son factores claros que motivan el cambio en el uso de las tierras que, en la práctica, pasan de ser tierras de protección o forestal a ser agrícolas y en algunos pocos casos a pecuarias (SERNANP, 2010).

D. Expansión demográfica

La concentración de la población en una sección del territorio, así como el grado de urbanización y la profundización de un modelo de desarrollo que promueve el desarrollo social y económico, trae consigo la ampliación de mayor territorio para las nuevas actividades. Estos explican el cambio de uso de territorio y por ende los impactos negativos al medio natural. En el Perú, desde 1832 se han expedido diversas normas para alentar la colonización de los territorios selváticos mediante actividades fundamentalmente agropecuarias, para cuyo desarrollo se otorgaba la propiedad de la tierra de forma gratuita. Posteriormente, hacia mediados del siglo XX, comenzó un proceso masivo de colonización de la Amazonía (Tovar et al, 2010).

2.2.9. Flora amenazada

El estado a través del Decreto Supremo N^0 043-2006-AG, aprueba la categorización de especies amenazadas de flora silvestre, dentro de las cuales se encuentran especies maderables de la selva como: *Prumnopitys harmsiana* (diablo fuerte), *Retrophyllum rospigliosii* (ulcumano), y *Juglans neotropica* (nogal) el cual es utilizado como madera fina.

A. Situación de las especies maderables en selva alta.

Estos bosques ocupan la llanura aluvial amazónica y abarcan los departamentos de Amazonas, Loreto, San Martín, Ucayali, Huánuco, Pasco y Junín. Son los bosques donde reinan las podocarpáceas (las únicas coníferas nativas del Perú, que se extienden en más de 220 mil hectáreas a lo largo de los flancos montañosos de los andes peruanos) y donde aún podemos encontrar el árbol nacional del Perú: la quina (*Cinchona sp*.), junto a otras especies como los nogales.

Su alta diversidad es comparable a la de la llanura amazónica aluvial, dados sus altos niveles de humedad; y sus niveles de endemismo se encuentran entre los más altos en el territorio del país (MINAN, 2013).

A pesar de su copiosa biodiversidad, el nivel de conocimiento del contenido biológico de estos bosques depredados y fragmentados desde la época colonial es aún muy precario. Estos bosques ofrecen maderas finas como

(cedros andinos, podocarpus y nogal). Todas estas especies sufren una grave amenaza por su sobre explotación desde tiempos de la Colonia, cuando fueron usadas para abastecer los grandes centros poblados en algunos puntos de la Sierra del Perú (MINAN, 2013).

2.2.10. Taxonómica morfológica y distribución de las especies en estudio

A. Familia Podocarpaceae

A.1. Prumnopitys harmsiana (Pilg.) de Laub.(Diablo fuerte)

- Sinonimia: *podocarpus utilior* pilg. *podocarpus harmisianus* pilg.
- Nombre común: romerillo hembra (Gaén, San Ignacio), diablo fuerte (Pasco).

Distribución.

Se distribuye desde Venezuela hasta el centro del Perú, en este último en los departamentos de Cajamarca, Piura, San Martín, Pasco, Junín, Ayacucho, Apurímac y Cusco (Zevallos, 1998).

Descripción botánica.

Árbol: dominante de fuste cónico, alcanza de 30 - 40 m de altura y 60 - 120 cm de diámetro, altura comercial 16-18 m debido a la tendencia de ramificarse, copa globosa e irregular. Corteza externa, formado por un ritidoma que se desprende en placas irregulares, de consistencia leñosa de color ladrillo a cenizo. Corteza interna con textura fibrosa, al contacto con el

aire se torna anaranjado, saviosa, olor a sauce, sabor insípido dulce, el espesor de la corteza es de 8 -14 mm. Hojas: simples de consistencia coriácea, sub - opuestas, enteras, ápice obtuso, base falcada, lineal lanceolada, semi -sésil con nervio central conspicuo, verde oscuro brillante en el haz, envés ligeramente pulverulento, pubescente, de 2 - 5 mm de ancho y 8 -12 mm de largo. Flores: masculinas en amentos pequeños de 8 -10 mm de largo y 2 - 5 mm de ancho, se desarrollan en axilas de las hojas, están dispuestas en ramas cortas de 3 - 5 mm de longitud; la hoja polínica tiene una dimensión promedio de 10-12mm. Fruto: drupáceo y redondo de 4-8 mm de diámetro, un apículo conspicuo y obtuso, cada fruto contiene una sola semilla de color naranja a oscuro (Reynel. et al, 2003).

Nicho ecológico.

Clima: el diablo fuerte habita en condiciones ambientales de temperatura media anual de 18 - 22 °C, precipitación anual entre 1500 y 2500 mm, y humedad ambiental alta.

Suelos: Se desarrollan en suelos de colina húmedos ricos en arcilla y abundante materia orgánica, Ph ligeramente ácido. (Zevallos, 1998).

A.2. Retrophyllum rospigliosii (Pilg.) C.N. Page. (Ulcumano)

- Sinónimos: *Podocarpus rospigliosii Pilger, Decussocarpus rospigliosii (Pilger*) Laubenfels, *Nageia rospigliosii* (Pilger) Laubenfels
- Nombre común: ‘‘Ulcumano’’ ‘‘Romerillo macho’’

Distribución

Desde Venezuela hasta el centro del Perú, con distribución relativamente amplia en los departamentos de Cajamarca Pasco y Junín (Reynel. et al, 2003).

Descripción botánica.

Árbol grande y dominante (30 - 45 m de altura total y diámetro de hasta 1.80 m), con fuste recto y cilíndrico, sin modificaciones en la base, ramificaciones en el último tercio, corteza externa agrietada color castaño con presencia de ritidoma caedizo leñoso. Su corteza interna es fibrosa, de color blanco. Hojas simples, enteras, coriáceas y glabras, sésiles, insertadas en espiral con peciolos torcidos en dos direcciones y sobre cada lado de la ramita. Dioica con flores diminutas, los frutos son drupáceos, carnosos y globosos (Reynel.et al, 2003).

Nicho ecológico.

Clima: el romerillo se desarrolla en ambientes húmedos o muy húmedos, con temperatura promedio anual de 10º a 18º C, altas precipitaciones mayores a 2000 mm.

Suelo: crece eficientemente en suelos ligeramente ácidos y con alta humedad. (Reynel.et al, 2003).

B. Familia Juglandaceae

B.1. Juglans neotropica Diels. (Nogal)

- Sinónimos: *Juglans columbiensis, Juglans honorei, Juglans andina*
- Nombre común: ‘‘Nogal’’

Distribución.

Nativo de Ecuador, Colombia, Perú y Bolivia. En el Perú se encuentra en los departamentos de Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Lambayeque, Lima y Pasco (Aguirre y Fassbender, 2013; Reynel.et al, 2003).

Descripción botánica.

Árbol de porte mediano a grande (20 – 35 m de altura), con un diámetro de entre 30 y 120 cm. fuste cilíndrico, raíces redondas y semitablares. Su corteza externa es agrietada, de color marrón, ritidoma que se desprende en placas rectangulares, hojas compuestas paripinnadas, dispuestas en espiral, glabras, lanceoladas, ápice acuminado, base redonda o asimétrica y borde aserrado. Flores unisexuales y pequeñas, fruto drupa de superficie glabra, mesocarpo carnoso, endocarpo muy duro y lignificado (Reynel et al, 2003).

Nicho ecológico.

Clima: el nogal habita condiciones ambientales con precipitaciones anuales de 800 a 2000 mm y temperaturas de 12 a 18 °C.

Suelo: Prefiere suelos profundos, de textura franca a franca arenosa, bien drenados y pH de neutro a ácido; no tolera suelos calcáreos, fríos intensos ni heladas. Es una especie de bosques deciduos y semideciduos, donde forma parte del dosel superior (Reynel.et al, 2003).

2.3. MARCO CONCEPTUAL

2.3.1. Modelado

Se conceptualiza como la generalización, mediante simulación o formulación matemática, de una realidad que sólo conocemos parcialmente (García, 2008).

2.3.2. Nicho ecológico

En el espacio multivariado de variables ambientales, donde una especie puede persistir. Esta definición hace hincapié en la gama de condiciones ambientales necesarias para la persistencia de la especie, de manera que cada dimensión del nicho corresponde a un subconjunto de este rango potencial o realmente importante para la especie (Hutchinson, 1957).

2.3.3. Especies amenazados

Un taxón es amenazado cuando la mejor evidencia disponible indica que se está enfrentando a un riesgo, pudiendo ser amenazado, en peligro y peligro crítico cuando la amenaza es muy alta de extinción en estado silvestre. (FAO, 2004).

III. MATERIALES Y MÉTODO

3.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1.1. Lugar de Obtención de muestras.

El estudio se inició con la visita a los principales herbarios de las regiones de Lima, Huánuco, Pasco y Junín.

- Universidad Nacional Agraria La Molina – Herbario MOL-FO de la Facultad de Ciencias Forestales y Herbario MOL de la Facultad de Biología ubicado en el Distrito de La Molina a 240 msnm.
- Universidad Nacional Mayor de San Marcos – Herbario USM de la Facultad de Biología ubicado en avenida Arenales cuadra 2 en el Distrito de Jesús María a 120 msnm.
- Herbario. HOXA en el Distrito y Provincia de Oxapampa a 1800 msnm.
- Universidad Nacional Agraria La Selva –Herbario de la Facultad de Biología ubicado en el Distrito de Rupa Rupa,(Tingo María), provincia de Leoncio Prado Región de Huánuco a 830 msnm.

- Universidad Nacional del Centro del Perú – HCEN-FO Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente – Huancayo a 3275 msnm.

3.1.2. Lugar de ejecución.

El trabajo de investigación se realizó en las regiones de Huánuco, Pasco y Junín en los bosques de neblina, de ceja de selva en la ecorregión llamada yunga.

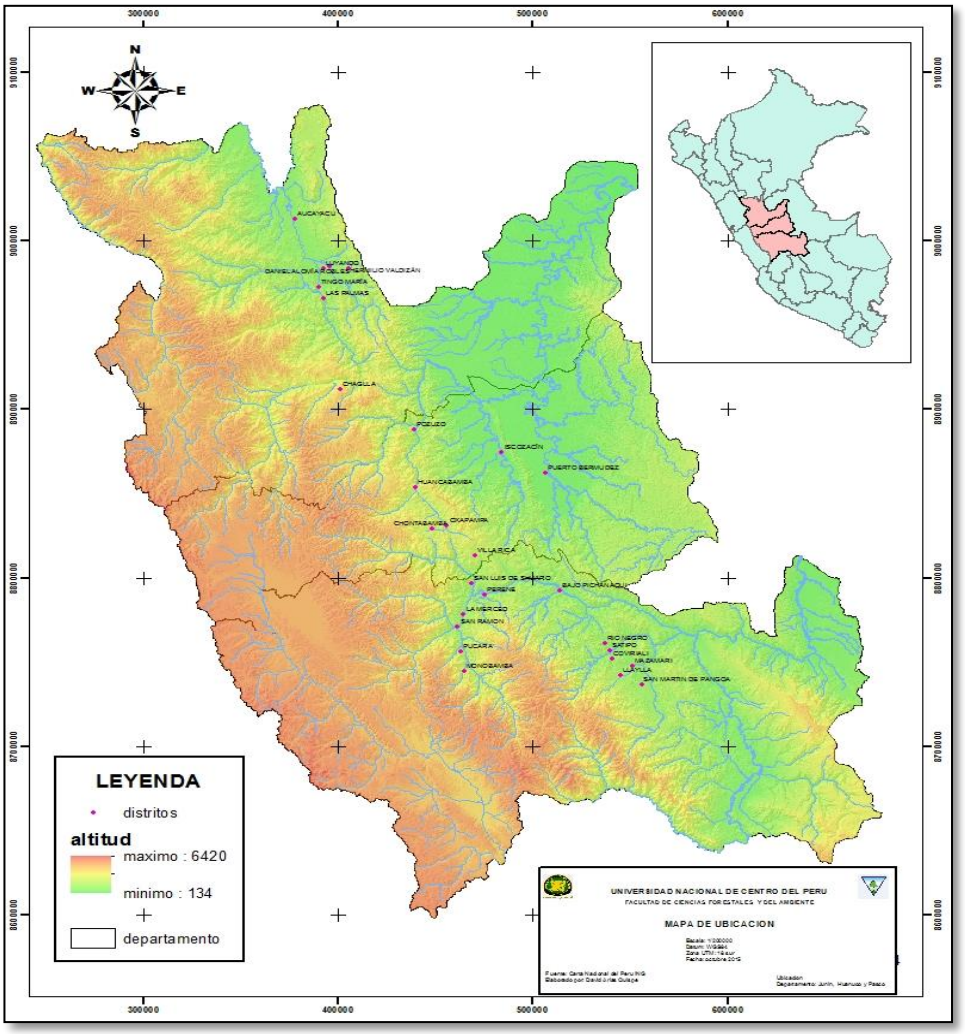

Figura 8: Ubicación de área de estudio

Fuente: elaboración propia

3.2. MATERIALES Y EQUIPOS

A. Materiales

- Ficha de recolección de datos
- Información digital de las capas climáticas de 1 km de pixeles.
- Información digital de la carta nacional del Perú.
- Materiales de escritorio
- Bibliografía de consulta

B. Equipos.

- Sistema de Posicionamiento Global Gps.
- Cámara fotográfica digital

C. Software y Programas

- Arcgis “Desktop”.
- MaxEnt versión 3.3.3.
- Diva GIS 7.5.0
- Programa Google Earth

3.3. METODOLOGÍA

3.3.1. Aspectos metodológicos

El tipo de investigación fue aplicada, de nivel descriptivo, con diseño no experimental, porque no se manipulo variables, solo se consideró los atributos, fue de corte longitudinal.

Para el presente trabajo se utilizó la metodología recomendada por Martínez Meyer, 2012 consistente en:

A. Reunir y procesar datos biológicos (Obtener la georeferenciacion de la presencia y ausencia cuando existe de las especies a estudiar), si es necesario estandarizar o manipular los datos para reducir el sesgo del muestreo
B. Reunir y procesar datos ambientales (Capas) para generar las variables predictoras (Seleccionar el área de estudio, analizar los datos climáticos disponibles, reduciendo el número de variables ambientales a usar)
C. Decidir el modelo de algoritmo de Modelación (GARP, GAM, MaxEnt, Bioclim. Etc) según el tipo de datos biológicos disponibles
D. Graduar y configurar el algoritmo del modelado elegido (Establecer los parámetros de modelación, determinar la importancia de las variables predictoras mediante pruebas)
E. Validar el modelo resultante (mediante la colecta de nuevos datos, usando métodos estadísticos).

F. Proyectar el modelo en el espacio geográfico (Proyección al escenario geográfico, ajustar el mapa de distribución potencial para aproximarlo a la distribución actual o histórica).

3.3.2. Población y Muestra

A. Población: Constituyen todas las accesiones de exicatas, de *Prumnopitys, harmsiana, Retrophyllum rospigliosii y Juglans neotropica,* en los herbarios visitados (MOL, MOL-FO; USM, Lima; HOXA, Pasco, HCEN-FO; Junín).

B. Muestra: Está formada por 92 registros de puntos de presencia de *Prumnopitys harmsiana (33), Retrophyllum rospigliosii (21) y Juglans neotropica* (38) distribuidos en las regiones de Huánuco, Pasco y Junín. Y que presentan datos geo referenciados de los lugares de colecta en estas regiones.

3.3.3. Procedimiento

3.3.3.1. *Obtención de datos de recolección de especímenes de las especies estudiadas.*

Se obtuvieron los datos de georeferenciacion, lugar (distrito, zona, caserío) de colecta, con énfasis en las regiones de Junín, Pasco y Huánuco, de las especies en estudio de las accesiones existentes en los herbarios de la

Universidad Agraria La Molina Herbario MOL, de Ciencias Biológicas , Herbario MOL-FO d Ciencias Forestales , Herbario USM de la Universidad Nacional de San Marcos Facultad de Biología, en la ciudad de Lima, herbario HOXA, del Missouri Garden en la ciudad de Oxapampa, Herbario HCEN-FO, de la Facultad de Ciencias Forestales y del Ambiente de la UNCP en la Ciudad de Huancayo y Herbario de la Facultad de Recursos Naturales Renovables en la ciudad de Tingo María.

Tabla 2: Especies seleccionadas para el estudio

Familia	Especie	Nombre común	Categoría de riesgo
Podocarpaceae	*Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.	Diablo fuerte, romerillo hembra	En peligro crítico C.R
Podocarpaceae	*Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page	Ulcumano, romerillo macho	Casi amenazado N.T
Juglandaceae	*Juglans neotropica* Diels	nogal	Casi amenazado N.T

Fuente: elaboración propia

3.3.3.2. *Estandarización de datos.*

Para utilizar y generar el modelo MaxEnt se estandarizo los datos de georeferenciación a datos de coordenadas geográficas (latitud y longitud), verificando la relación entre la localidad descrita textualmente y las coordenadas geográficas asignadas a cada ejemplar, los registros se agruparon por regiones y por especies para generar un mapa a través del sistema de información geográfica (Arcgis 10), utilizando las coordenadas asignadas a cada una de los 92 ejemplares. Las contradicciones halladas se resolvieron georeferenciando

nuevamente, los registros en función de la descripción textual e información disponible de la localidad existente en las exicatas, utilizando los mapas existentes del área de estudio, carta nacional y google earth.

3.3.3.3. *Obtención de variables bioclimáticas.*

Fueron obtenido de la base de datos Worldclim (Hijmans et al, 2005), que contiene información a nivel global (excepto de la Antártida) datos de precipitación total, temperaturas medias, media de las temperaturas máximas y media de las temperaturas mínimas mensuales y otras 19 variables denominadas "bioclimáticas". Los datos disponibles tienen una resolución de 30'' (equivalente a 1 km^2 aproximadamente) habiéndose generado mediante la interpolación de promedio mensual, de estaciones meteorológicas repartidas a nivel global.

Los datos utilizados corresponden al período 1960-1990, ampliándose en algunas circunstancias dicho período de 1950 a 2000, como es el caso de la Amazonía (Gómez, 2010).

Se utilizó los siguientes datos:

- BIO1= Temperatura media anual
- BIO2= Rango de temperatura media diurna
- BIO3= Isotermalidad
- BIO4= Temperatura estacional
- BIO5= Temperatura máxima del mes más cálido

- BIO6= Temperatura mínima del mes más frío
- BIO7= Rango de temperatura anual
- BIO8= Temperatura media del trimestre más húmedo
- BIO9= Temperatura media del trimestre más seco
- BIO10= Temperatura media del trimestre más caluroso
- BIO11= Temperatura media del trimestre más frio
- BIO12= Precipitación anual
- BIO13= Precipitación del mes más húmedo
- BIO14= Precipitación del mes más seco
- BIO15= Precipitación estacional
- BIO16= Precipitación del trimestre más húmedo
- BIO17= Precipitación del trimestre más seco
- BIO18= Precipitación del trimestre más caluroso
- BIO19= Precipitación del trimestre más frío

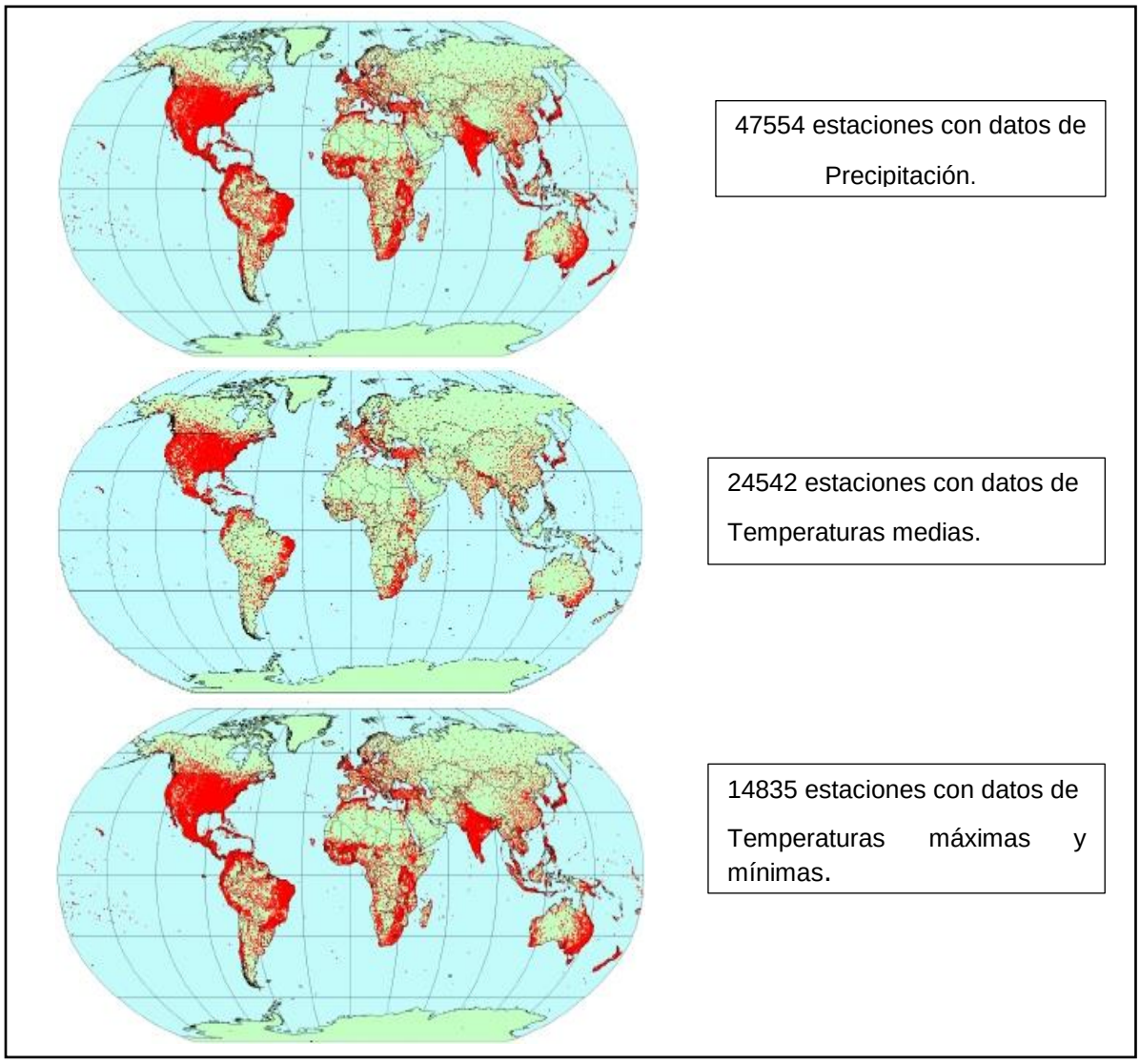

Figura 9: Situación de las estaciones climáticas en el mundo

Fuente: http://www.worldclim.org/

3.3.3.4. *Ejecución del modelo.*

Se estimó la distribución probable para cada especie, por medio del programa MaxEnt 3.3.3 mediante los registros georreferenciados disponibles de

las especies *Prumnopitys harmsiana, Retrophyllum rospigliosii Juglans neotropica. y* las 19 capas de variables ambientales.

Cada una de las variables ambientales al aplicarles los algoritmos seleccionados por el número de muestra, se convierten en restricciones para la especie, lo que permite que MaxEnt elija la distribución de mayor entropía (probabilidad) (Phillips et al. 2006). Asignando valores a cada una de las variables (restricciones) de acuerdo a los datos que obtuvo de los sitios georreferenciados, crea combinaciones entre todas las variables (restricciones), hasta encontrar las distribuciones de mayor probabilidad, obteniendo así los mapas de distribución en formato ASCII.

3.3.3.5. *Visualización de los mapas.*

Se aplicaron las herramientas SIG seleccionadas para la presente investigación, utilizando, DIVA GIS 7.3 para la visualización del mapa de distribución transformando del formato ASCII en formato ESRI ASCII, y por último el formato ESRI es visualizado en Arcgis 10 para el tratamiento de las capas SIG generadas y confección de la cartografía.

3.3.3.6. *Evaluación del modelo.*

En esta etapa se evalúa los resultados, mediante la Estadística del propio modelo MaxEnt. Uno de los parámetros utilizados para evaluar la capacidad de

predecir de los modelos generados por MaxEnt, es el Área por Debajo de la Curva, (Area Under Curve) **AUC,** y la curva de Característica Operativa Relativa (Relative Operating Characteristic) **ROC**. La fracción del área predicha (Fractional predicted area) se encuentra en el **eje-x** referido a la fracción del área total de estudio donde se está modelando la especie, mientras que la sensibilidad (Sensitivity) se encuentra en el **eje-y,** referido a la proporción de puntos de presencia dentro del área de ocurrencia predicha, en relación con el número total de puntos de presencia (Phillips et al. 2006).

La Prueba de "Jackknife" correspondiente al AUC. Determina la importancia de variables ambientales en la construcción del modelo. Las barras verde claro sugieren que ninguna variable contiene la cantidad suficiente de información útil que no esté contenida en las otras variables, el color azul significa que se corre el modelo con solo la variable que se quiere analizar y el color rojo significa que se corre el modelo con todas las variables (Phillips et al. 2006).

3.3.3.7. *Verificación de campo del mapa cartográfico generado.*

Después de obtener las probables distribuciones de cada especie, se seleccionaron algunos sitios accesibles, con el fin de validar los modelos de distribución obtenidos, Se tomaron de referencia, fotos de las especies, estos sitios fueron:

* Satipo: Calabaza, San Antonio y Mariposa

* Oxapampa: Palmazu, San Alberto, Chacos y Salsipuedes,
* Chanchamayo: Pucará.
* Jauja: Monobamba: Parco Pampa y Uchubamba.

IV. RESULTADOS

4.1. OBTENCIÓN DEL NICHO ACTUAL DE LAS ESPECIES EN ESTUDIOS (SEGÚN DATOS DE HERBARIOS)

4.1.1. Obtención de datos de recolección de especímenes de herbarios de las especies estudiadas

Tabla N° 3: Número de Accesiones y Distribución por Especie Según Herbarios

Especie	**Número de Accesiones**							**Distribución en Perú**
	USM	MOL	MOL-FO	HOXA	HCEN-FO	Tingo María	Total	
Prumnopitys harmsiana	24	1	20	18	5	0	68	Ayacucho, Cajamarca, Cuzco, Pasco y Junín, San Martín
Retrophyllum rospigliosii	35	3	27	23	3	0	101	Cajamarca, Ayacucho, Apurímac, Cusco, Piura, Pasco y Junín
Juglans neotropica	45	3	35	30	3	2	108	Amazonas, Ayacucho, Cajamarca, Cusco, Huancavelica, Junín, La Libertad, Lima, Lambayeque, Pasco, Puno
TOTAL							277	

Elaboración propia

Tabla N° 4: Número de Accesiones Utilizadas Según Herbarios para el presente estudio

Especie	Número de Accesiones							Distribución
	USM	MOL	MOL-FO	HOXA	HCEN-FO	TINGO MARIA	Total	
Prumnopitys harmsiana	11	1	10	10	1	0	33	Pasco y Junín
Retrophyllum rospigliosii	6	1	4	9	0	0	21	Pasco y Junín
Juglans neotropica	14	3	7	11	3	0	38	Junín, Huánuco Pasco,
TOTAL							92	

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Datos utilizados para la obtención del nicho actual

A. Nicho actual de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Diablo fuerte)

Tabla 5: Datos de colección de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. según herbarios

Herbarios	Altitud msnm.	Coordenadas		Lugar	Distrito	Provincia	Región
		Este	Norte				
MOL	2100 a 2200			Cerro Yanango Huacapistana,	Huasahuasi	Tarma	Junín
MOL-FO	1580			Los cedros de Pampa Hermosa a 300 m del agua derecha rio Ulcumano, puente Ulcumano			Junín
MOL-FO		458129	8778465	rio Garu	Chanchamayo	Chanchamayo	Junín
MOL-FO	1950	456314	8774777	Mina Pichita	Chanchamayo	Chanchamayo	Junín
MOL-FO		439825	8833723	Rio Garu	Chanchamayo	Chanchamayo	Junín
MOL-FO		434564	8773450	Pichita, arriba quebrada Mellizo vivero Inca entrada Naranjal	Monobamba	Jauja	Junín
USM		463626	8747142	Bosque Primario Dominante de *Podocarpus* Rondayacu a 45 km de San Ramón	San Ramón	Chanchamayo	Junín
HCEN-FO				Sector Pamay en el puente	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
USM		463697	8748670		Monobamba	Jauja	Junín

MOL-FO	1850			En el cementerio	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
MOL-FO				En el Oyon Bosque húmedo bajo tropical	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
MOL-FO		456314	8774777	Cultivado en jardín en los alrededores de Oxapampa	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
MOL-FO	1490	458130	8778004	En un bosque húmedo pre montano tropical	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
USM	1830	441614	8853998	En el cementerio de Huancabamba	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
USM	2620	453596	8831011	Cerro frente a Oxapampa mirador	Chontabamba	Oxapampa	Pasco
USM		450814	8834895	Por Palmazu	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
USM		443526	8844048	En Prosayacu	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
USM	2200	446729	8850382		Oxapampa	Oxapampa	Pasco
HOXA		463104	8834985	En el Parque Nacional Yanachaga Chemillen	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
HOXA	2900	448126	8851551	Sector quebrada Yanachaga, trocha abra Yanachaga	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2200	431038	8859845	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA		435390	8858323	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA		446729	8850382	Prosoya inmediaciones de huerta Quillasu, proyecto plantas Mieliferas	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA		453596	8831011	Cerro mirador Oxapampa	Chontabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA		434090	8860511	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2370	448035	8851213	Parque Nacional Yanachaga en la quebrada Yanachaga	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2265	447245	8850782	Parque Nacional Yanachaga en la quebrada Yanachaga	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2240	461705	8835597	Parque Nacional Yanachaga cercanías del refugio El Cedro	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
HOXA	2200	434456	8862466	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	1950	446547	8850074	Sector quebrada Yanachaga camino a la quebrada Yanachaga	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2900	448126	8851551	Sector quebrada Yanachaga trocha abra Yanachaga	Huancabamba	Oxapampa	Pasco

*MOL: Herbario la Universidad Agraria la Molina Facultad de Biología
* MOL-FO: Herbario Universidad Agraria la Molina Facultad de Ciencias Forestales
*USM: Herbario Universidad Nacional de San Marcos
*HOXA: Herbario Oxapampa.
*HCEN-FO Herbario de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

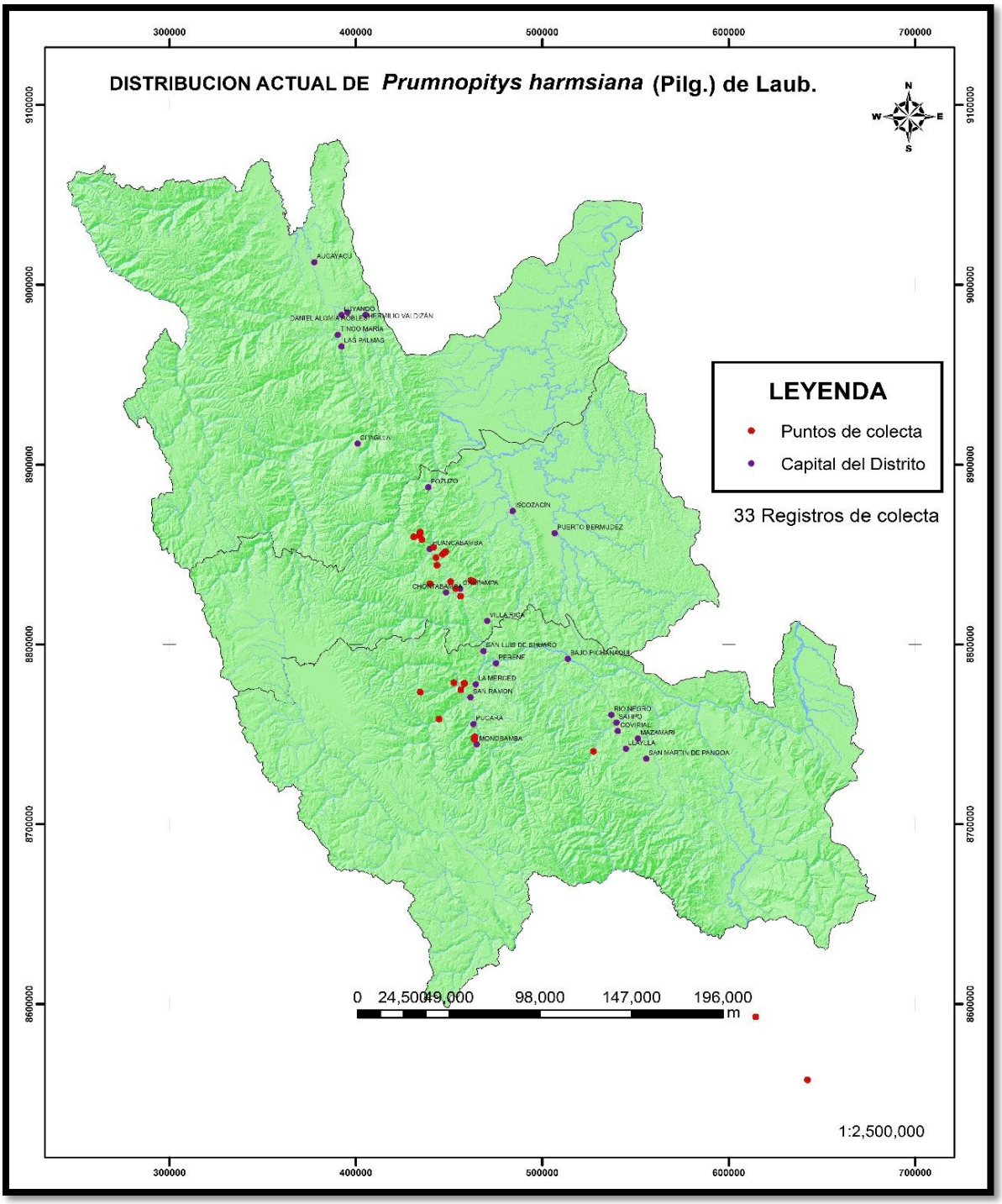

Figura 10: Mapa de distribución actual de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.

* Los 33 puntos rojos muestran los lugares de presencia de la especie.

B. Nicho actual de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page, (Ulcumano)

Tabla 6: Datos de colección de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. según herbarios

Herbarios	Altitud msnm.	Coordenadas		Lugar	Distrito	Provincia	Región
		Este	Norte				
USM	2500	430424	8860433	En la Pampa Raimondi			Junín
HOXA		435413	8863633	Comunidad nativa Rio Blanco	Pangoa	Satipo	Junín
MOL-FO		442582	8849786		Huancabamba	Oxapampa	Pasco
MOL-FO	1500	470840	8815335	En las chacras alrededor de Villa Rica		Oxapampa	Pasco
MOL-FO	1814	439661	8787923				Pasco
USM	1900	461705	8835597	En San Alberto	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
USM		448948	8830052	Alrededores de Chontabamba	Chontabamba	Oxapampa	Pasco
USM		462506	8825463	Pajonal Villa Rica	Villa Rica	Oxapampa	Pasco
USM		433238	8861416		Huancabamba	Oxapampa	Pasco
USM				Cercanías a Oxapampa	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
USM		472237	9594713	Proyecto Amazonas Madre en Comandancia a 110m.		Oxapampa	Pasco
HOXA	2200	430424	8860433	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2200	435727	8860769	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	1900			Parque Nacional Yanachaga, parte baja de la quebrada Yanachaga	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA		435413	8863633	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	1590	479067	8823174	Localidad Centro Bocaz camino y trocha a Purus	Villa Rica	Oxapampa	Pasco
HOXA		432110	8860242	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2200	432196	8862534	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA		494467	8845139	CC.NN. Santa Rosa de Palcazu al borde de carretera	Palcazu	Oxapampa	Pasco
HOXA	2220	465758	8824791	Zona de amortiguamiento Parque Nacional Yanachaga sector Chacos	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
HOXA		433183	8859207	Parque Nacional Yanachaga sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco

* MOL: Herbario la Universidad Agraria la Molina Facultad de Biología
* MOL-FO: Herbario Universidad Agraria la Molina Facultad de Ciencias Forestales
*USM: Herbario Universidad Nacional de San Marcos
*HOXA: Herbario Oxapampa.

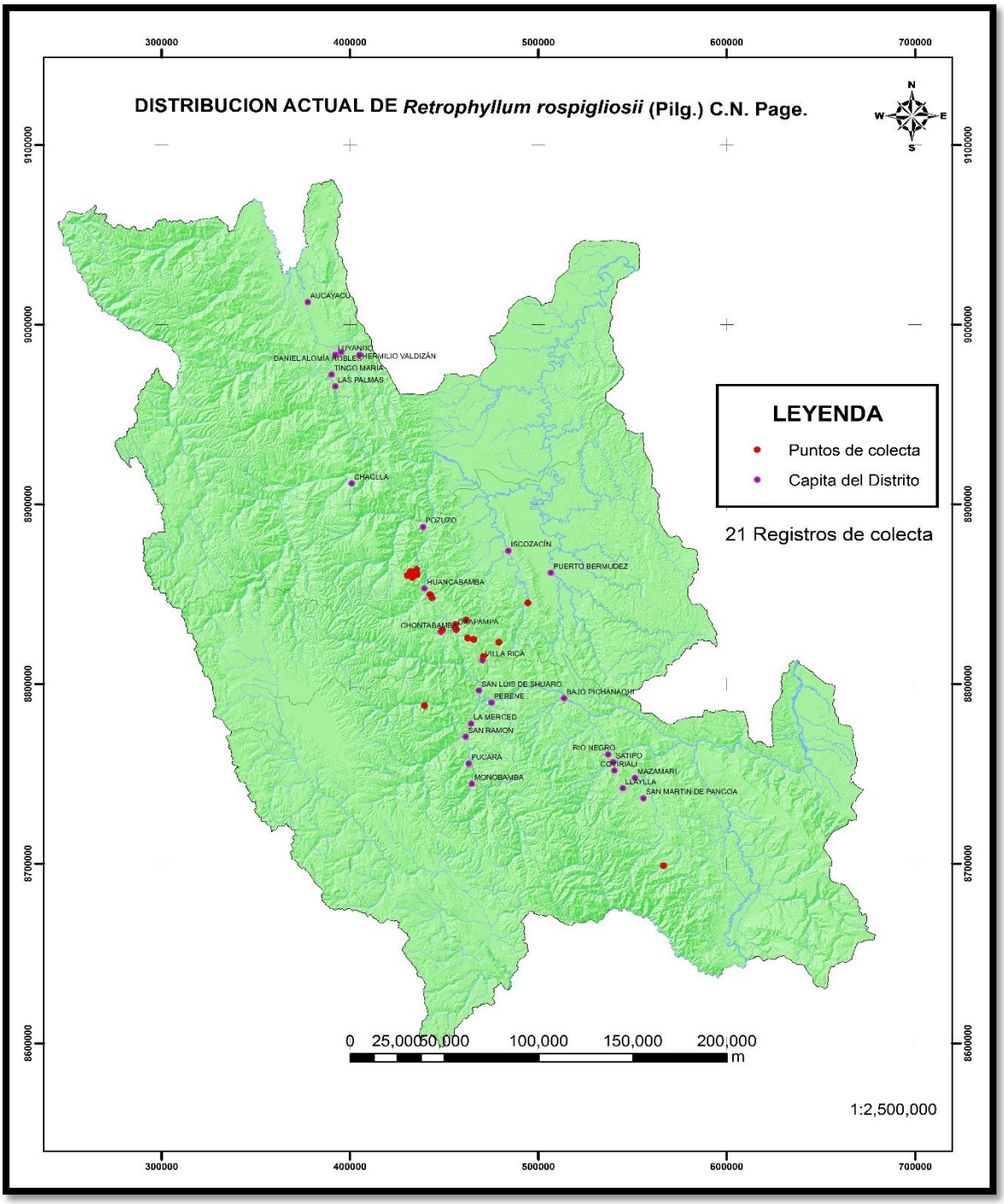

Figura 11: Mapa de distribución actual de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.

* Los 21 puntos rojos muestran los lugares donde han sido colectados.

C. Nicho Actual de *Juglans neotropica* Diels. (Nogal)

Tabla 7: Datos de colección de *Juglans neotropica* Diels. según herbarios

Herbarios	Altitud msnm.	Coordenadas		Lugar	Distrito	Provincia	Región
		Este	Norte				
MOL-FO	1455			En el km.198, Carretera para Huánuco.			Huánuco
USM	3400			Punchao Pacsag en borde de caminos		Huamalies	Huánuco
MOL-FO				Fundo Intimo	Herminio Valdizan	Huánuco	Huánuco
MOL-FO	1200	456307	8780305	Pampa Hermosa	San Ramón	Chanchamayo	Junín
MOL-FO	800	443515	8757967	Lugar Huacapistana	Huasahuasi	Tarma	Junín
MOL-FO		438080	8791333	Pampa Raimondi		Junín	Junín
USM		465467	8743932	Cercanías de Monobamba	Monobamba	Jauja	Junín
MOL-FO				Pampa Raimondi lugar Ulcumano			Junín
MOL-FO				En las cercanías de San Ramón	San Ramón	Chanchamayo	Junín
MOL-FO				Alrededor de Puerto Ocopa		Satipo	Junín
HOXA	980	436377	8860088	Comunidad Shimapango	Tres Unidos	Satipo	Junín
HCEN-FO				En la parta alta del cerro de Satipo	Satipo	Satipo	Junín
HCEN-FO				En el borde de la carretera Satipo Pichanaki	Rio Negro	Satipo	Junín
USM	1850	445290	8837418	En el valle Chontabamba 2 a 8 km de Oxapampa	Chontabamba	Oxapampa	Pasco
USM		476272	8866938	Cercanías de Pozuzo	Pozuzo	Oxapampa	Pasco
USM				Cercanías de Villa Rica	Villa Rica	Oxapampa	Pasco
USM				En la abra Villa Rica	Villa Rica	Oxapampa	Pasco
USM		447245	8850782		Huancabamba	Oxapampa	Pasco
USM		461705	8835597			Oxapampa	Pasco
MOL				Cercanías de Pozuzo	Pozuzo	Oxapampa	Pasco
USM		461705	8835751	Parque Nacional Yanachaga Chemillen parte baja, quebrada San Alberto	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
HOXA	2220	671534	8582816	Parque Nacional Yanachaga Chemillen sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA		431467	8859743	Estación biológica Huampal en el Parque	Pozuzo	Oxapampa	Pasco

				Nacional Yanachaga trocha pan de azúcar a1056 m.			
HOXA	2200	435595	8872959	Parque Nacional Yanachaga Chemillen sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA		433982	8862334	Parque Nacional Yanachaga Chemillen sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2265	584557	8701000	Carretera a Oxapampa, hacia el abra Villa Rica Z. A. parque Yanachaga	Villa Rica	Oxapampa	Pasco
HOXA	495	464091	8821042	Iscozacin Azulis margen derecha de rio Azulis	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
HOXA	1160	490880	8842270	Puesto de vigilancia Huampal	Pozuzo	Oxapampa	Pasco
HOXA	2150			Parque Nacional Yanachaga Chemillen en la parte baja quebrada San Alberto	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
HOXA		457408	8831859				
HOXA	2710	482408	8824588	Localidad de Machicura, remanente de bosque	Chontabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2200	462226	8832066	Parque Nacional Yanachaga parte alta de la quebrada San Luis 2 microcuencas a 2440 m.		Oxapampa	Pasco
HOXA		432276	8861578	Parque Nacional Yanachaga Chemillen sector Oso Playa	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2347	447823	8850660	Zona de amortiguamiento Parque Nacional Yanachaga quebrada Yanachaga	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	1100	437717	8874017	Puesto de control Huampal remanente de bosque	Pozuzo	Oxapampa	Pasco
HOXA	2265	447245	8850782	Parque Nacional Yanachaga ,sector quebrada Yanachaga		Oxapampa	Pasco
HOXA	2282	433177	8861446	Parque Nacional Yanachaga RAINFOR-moore parcela PNY-02	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	2360	451589	8819478	Carretera desde Tambo María a la Suiza Nueva	Chontabamba	Oxapampa	Pasco
HOXA	1100	476272	8866938	Parque Nacional Yanachaga, sector Pan de Azúcar zona de recuperación	Pozuzo	Oxapampa	Pasco

*MOL: Herbario la Universidad Agraria la Molina Facultad de Biología
* MOL-FO: Herbario Universidad Agraria la Molina Facultad de Ciencias Forestales
*USM: Herbario Universidad Nacional de San Marcos
*HOXA: Herbario Oxapampa
*HCEN-FO Herbario de la Universidad Nacional del Centro del Perú.

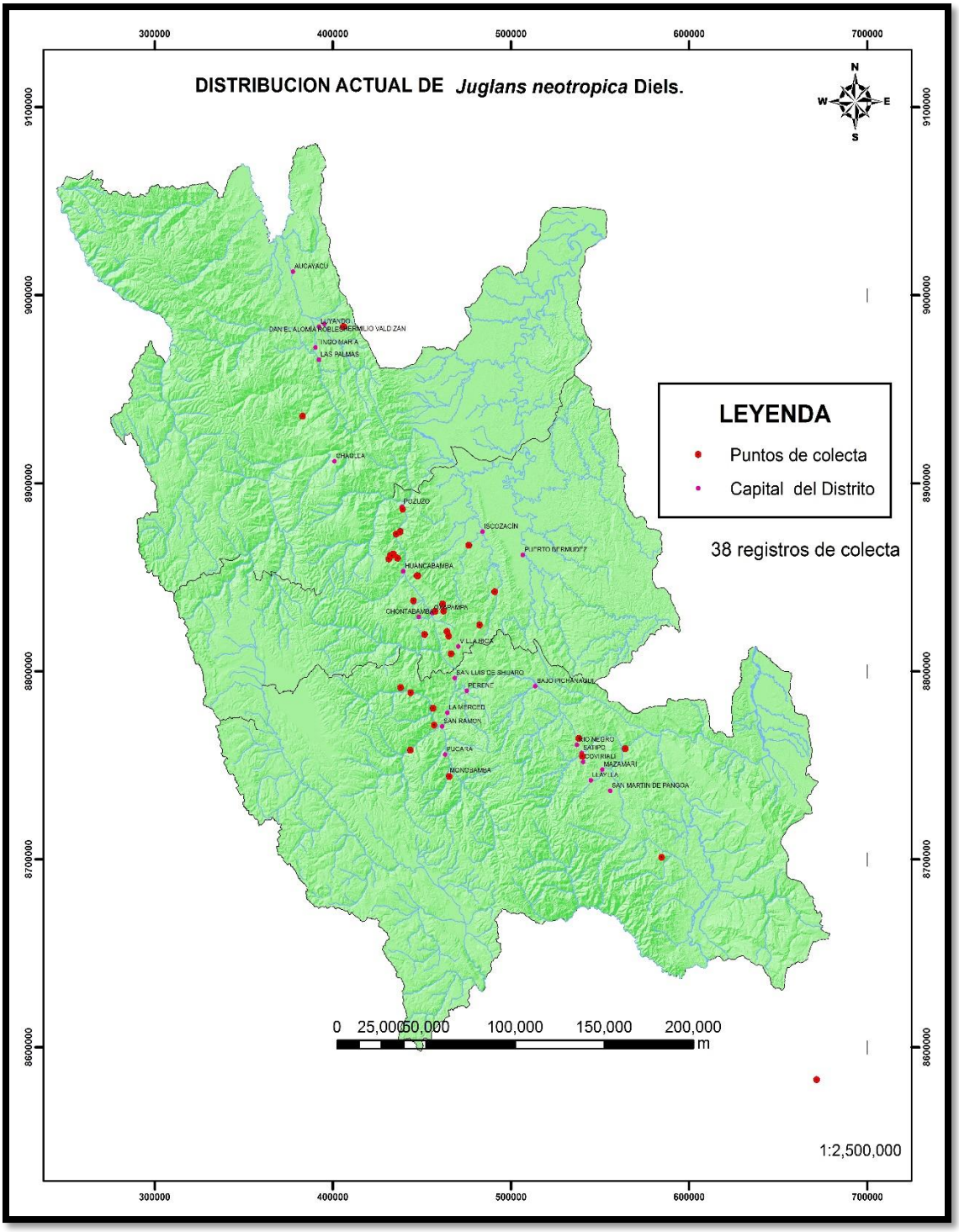

Figura 12: Mapa de distribución actual de *Juglans neotropica* Diels.

* Los 38 puntos rojos muestran los lugares de colecta.

4.2. MODELO DEL NICHO REALIZADO SEGÚN EL PROGRAMA MaxEnt

4.2.1. *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. (Diablo fuerte)

Tabla 8: Distribución de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. Con 75 a 100% de probabilidad

Localidades de presencia	Altitud msnm.	Área km²	Distrito	Provincia	Región
Al sur y al sureste del distrito Daniel Alomias Robles en las parte altas, en los límites con el distrito Codo del Pozuzo	2400 - 2800	26.36	Daniel Alomias Robles	Leoncio Prado	Huánuco
En el sector este del distrito Chinchao en los límites con el distrito de Daniel Alomalias Robles	2600 - 2800	8.59	Chinchao	Huánuco	Huánuco
Al lado oeste del distrito Codo del Pozuzo en los límites con los distritos Chaglla y Daniel Alomalias Robles	2600 - 2800	20.47	Codo del Pozuzo	Puerto Inca	Huánuco
En la parte media del distrito Pampa Hermosa	2400 - 2800	14.43	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
En el lado suroeste del distrito Pichanaki , en la parte más alta del distrito	2200 - 2800	17.51	Pichanaki	Chanchamayo	Junín
Al lado suroeste del distrito Perene en los límites con el distrito de Chanchamayo, a la margen derecha del rio Perene	2200 - 2600	32.89	Perene	Chanchamayo	Junín
Al lado este del distrito Chanchamayo en límites con el distrito de Tarma y en el sureste del distrito en la margen derecha del rio Tulumayo, en la parte más alta	2200 - 2800	145.90	Chanchamayo	Chanchamayo	Junín
En el oeste y suroeste del distrito San Ramón en la margen del rio Palca y en el lado sureste del distrito en el límite con Chanchamayo	1600 - 2800	148.52	San Ramón	Chanchamayo	Junín
En la parte media del distrito Vitoc en ambas márgenes del rio Tulumayo	2000 - 2600	101.96	Vitoc	Chanchamayo	Junín
En los bordes del rio Ulcumano en la parte este del distrito Huasahuasi en los límites del distrito Chanchamayo y en la parte baja del distrito en el rio palca	1600 - 2800	59.83	Huasahuasi	Tarma	Junín
En el lado norte del distrito Palca en los límites con Tarma en el borde del rio Palca	1800 - 2600	14.42	Palca	Tarma	Junín

En la parte norte del distrito Ulcumano en los límites con el distrito Chontabamba y en la parte sur en las márgenes del rio Ulcumano	1800 - 2600	84.79	Ulcumano	Junín	Junín
Abarca una superficie casi la mitad del distrito Monobamba en las ambas márgenes del rio Tulumayo	1600 - 2800	232.74	Monobamba	Jauja	Junín
En la parte norte del distrito Molinos en los límites con el distrito de Monobamba	1800 - 2400	12.97	Molinos	Jauja	Junín
En la parte norte del distrito Apata en los límites con el distrito de Monobamba	1800 - 2400	14.55	Apata	Jauja	Junín
En la parten este del distrito Pozuzo en los límites con el distrito Huancabamba	2200 - 2600	12.00	Pozuzo	Oxapampa	Pasco
En la parte oeste del Distrito Palcazu en el Parque Nacional Yanachaga Chemillen	2000 - 2600	113.59	Palcazu	Oxapampa	Pasco
En casi todo el área del distrito Chontabamba con más probabilidad en la parte este	1600 - 2800	311.63	Chontabamba	Oxapampa	Pasco
Al lado este del distrito Chontabamba más de la mitad del área con buena probabilidad	1800 - 2600	599.98	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
Al lado norte en los límites del distrito de Huancabamba y en la parte sur del distrito en los límites de Chanchamayo	2000 - 2800	277.36	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
En la parte noroeste del distrito Villa Rica en los límites con el distrito de Oxapampa y en el oeste del distrito en los límites de los distritos de San Luis de Shuaro y Chanchamayo	2200 - 2600	48.15	Villa Rica	Oxapampa	Pasco
En la parte este del distrito Huachon en la parte baja más baja del rio Huachón	1600 - 2600	32.15	Huachon	Pasco	Pasco
En la parte norte este del distrito Paucartambo en los límites del distrito de Huachon en la riberas del rio Huachon	1600 - 2600	35.61	Paucartambo	Pasco	Pasco

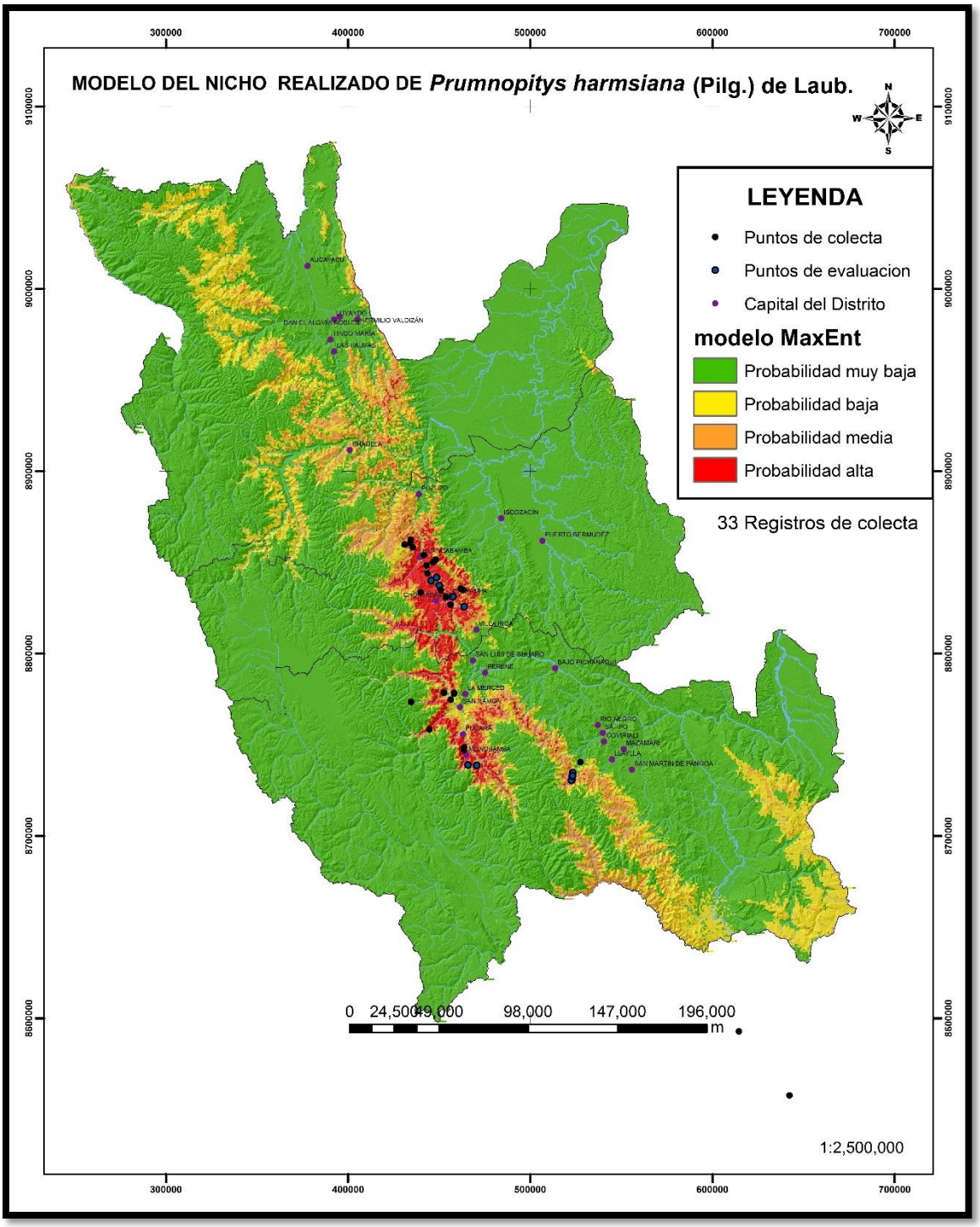

Figura 13: Distribución potencial de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.

* Los tonos rojos representan una probabilidad de 75 a 100% de presencia. El tono anaranjado de 50 a 75 %, ambos tonos de color representan las mejores condiciones favorables para la existencia de la especie.

A. Validación del modelado de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.

a. Estadísticos de la validación del modelo generado por MaxEnt

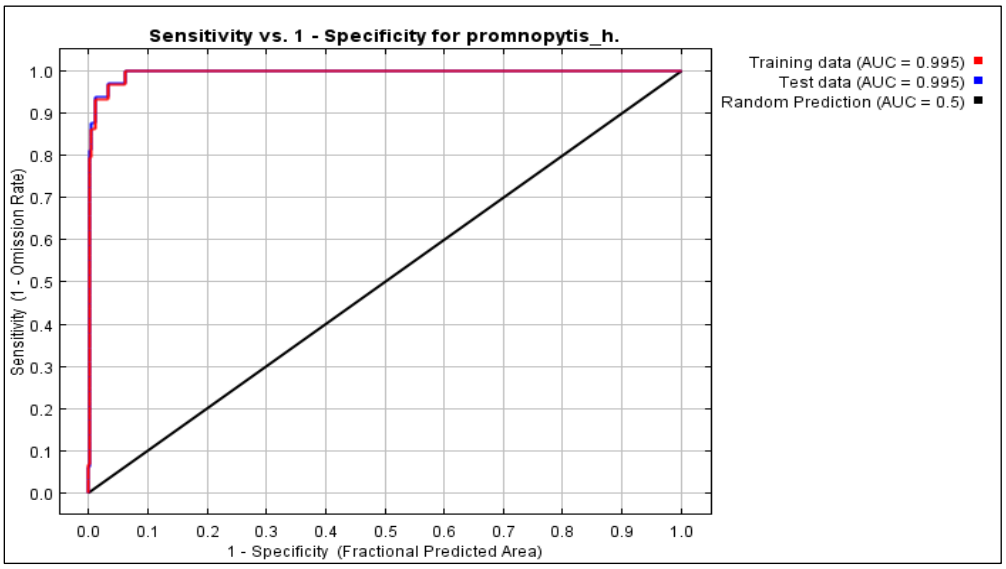

Figura 14: Curva ROC para el modelo obtenido

b. Prueba de Jackknife de las variables que más importantes.

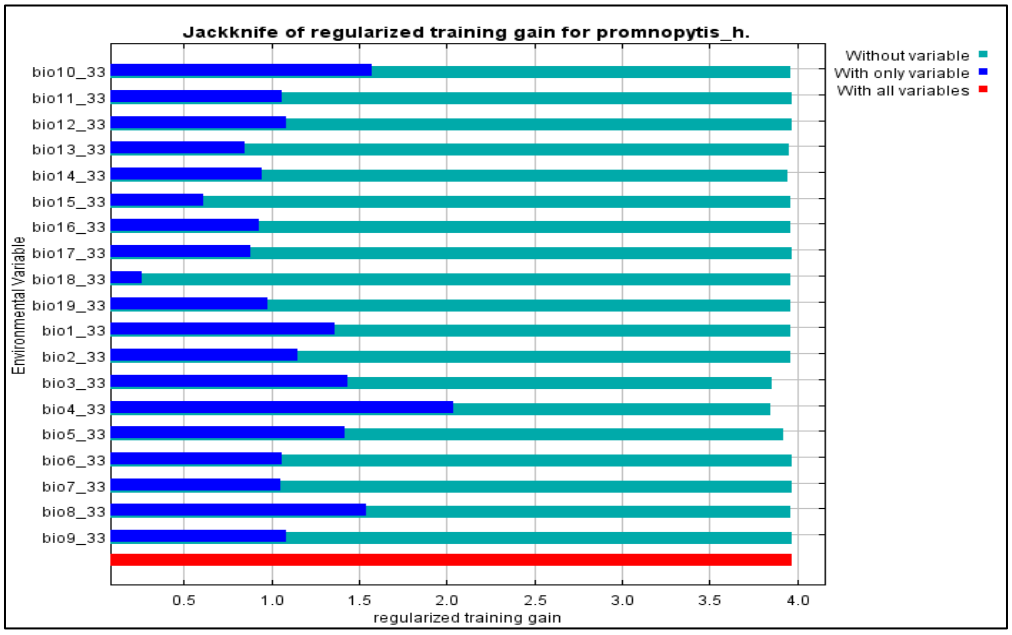

Figura 15: Resultados de la prueba de Jackknife determinando la importancia de variables ambientales en la construcción del modelo

B. Verificación en campo de presencia de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.

Tabla 9: Puntos de referencia de presencia de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.

Localidades encontradas	Coordenada		Características
	este	norte	
En la localidad de Palmazu en el borde de las chacras	448516	8841704	Árbol grande de 15 m. con corteza de ritidoma caediza
En la localidad de Salsipuedes en la quebrada de la comunidad	445616	8840028	Árbol mediano de 10 m. con corteza lisa y ritidoma caediza
En la localidad de Sachopen en las cercanías a una chacra	450042	8837326	2 árboles cercanos pequeño de 2 m el otro de 5 m.
En la localidad de Chaco en la parte más alta en un bosque remanente	463676	8825730	Árbol de 6 m. con corteza con bastante ritidoma caediza
En la localidad de San Alberto en las parte altas al costado de la quebrada	457568	8831192	Árbol de 6 m. con corteza lisa
En la parte del baja del cerro en un costado de la carretera antes de llegar a la localidad de Calabaza	522699	8730671	Árbol de 9 m. con una corteza de color marrón oscuro,
En la margen izquierda del rio Satipo en las laderas empinadas	522526	8730477	Árbol de 5 metros, las hojas son de color verde oscuro
En la margen izquierda del rio Satipo en las laderas menos empinadas	523205	8734602	Árbol de 6 m. Con las hojas de color verde oscuro
En la parte alta de ladera en la margen derecha del rio Satipo	523370	8734678	Árbol de 3 m. Con corteza con el ritidoma caediza
En la parte alta de ladera de la margen derecha del rio Satipo en lugares pedregales	522990	8732775	Árbol de 2 m. con corteza lisa
En la ladera de la margen derecha del rio Satipo en un lugar medio plano	523102	8732883	Árbol de 12 m. con corteza de color marrón a negro
En la ladera de la margen derecha del rio Satipo en la quebrada en un lugar empinado	523151	8732999	Árbol de 15 m. con corteza de ritidoma caediza.
En la ladera, costado de la carretera, pasando la localidad de Parcopampa	462767	8738041	Árbol pequeño de 8 m. corteza de color marrón oscuro.
Al frente de la carretera, antes de llegar a la localidad de Uchubamba	471566	8736154	Árbol de 15 m. corteza con presencia de musgos

4.2.2. *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. (Ulcumano)

Tabla 10: Datos obtenidos de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. con 75 a 100% de probabilidad

Localidades de presencia	Altitud msnm.	Área km²	Distrito	Provincia	Región
Al noroeste del distrito Huacrachuco en los límites del distrito Huancaspata	1800 - 2400	21.17	Huacrachuco	Marañon	Huánuco
En la parte medio de territorio del distrito Cholon	2000 - 2800	739.92	Cholon	Marañon	Huánuco
En la parte este del distrito Huacaybamba en las márgenes del rio Yanajanca	2000 - 2600	23.79	Huacaybamba	Huacaybamba	Huánuco
En la parte norte del distrito Cochabamba en límites con el distrito de Huachon y en la parte este en los límites del distrito de José Crespo y Castillo	2200 - 2800	115.77	Cochabamba	Huacaybamba	Huánuco
En la parte oeste del distrito José Crespo y Castillo en los límites con Cochabamba en las partes más altas y en este en el límite del distrito de Padre Abad	2200 - 2800	135.43	José Crespo y Castillo	Leoncio Prado	Huánuco
En la parte sureste del distrito Monzón cerca a los límites del distrito de Mariano Dámaso Beraun	2400 - 2800	35.88	Monzón	Huamalies	Huánuco
El sur y al sureste del distrito Daniel Alomias Robles en las parte altas, en los límites con el distrito Codo del Pozuzo	2400 - 2800	55.76	Daniel Alomias Robles	Leoncio Prado	Huánuco
En la parte este del distrito Chinchao en el límite del distrito Daniel Alomias Robles	2400 - 2800	44.96	Chinchao	Huánuco	Huánuco
En la parte este del distrito Chaglla en el límite con el distrito Daniel Alomias Robles	2200 - 2800	28.93	Chaglla	Pachitea	Huánuco
En la parte este del distrito Codo del Pozuzo en los límites con el distrito de Chaglla y Daniel Alomias Robles	2200 - 2800	64.63	Codo del Pozuzo	Puerto Inca	Huánuco

en ambas márgenes del rio San Fernando	1600 - 2800	109.38	Santo Domingo de Acobamba	Huancayo	Junín
En la parte sureste del distrito Andamarca en los límites del distrito de Santo Domingo de Acobamba	2000 - 2400	14.97	Andamarca	Concepción	Junín
En la parte media del distrito, Pangoa al este de la capital	2000 - 2600	171.40	Pangoa	Satipo	Junín
En la parte suroeste del distrito Llaylla en las cabecera del rio Mazamari	2000 - 2600	60.22	Llaylla	Satipo	Junín
En la parte media del distrito Pampa Hermosa en la cabecera del rio Satipo	1800 - 2800	197.02	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
En la parte oeste del distrito Satipo entre los límites de distritos de Pampa Hermosa y Pichanaki	1800 - 2400	22.97	Satipo	Satipo	Junín
En el lado suroeste del distrito Pichanaki, en la parte más alta del distrito	1800 - 2600	116.78	Pichanaki	Chanchamayo	Junín
En la arte media del distrito Perene en la margen derecha del rio Perene	1800 - 2600	212.26	Perene	Chanchamayo	Junín
En la parte sureste del distrito, Chanchamayo a lado oeste y noroeste de distrito en los límites de los distritos Huasahuasi y Oxapampa	1800 - 2600	251.43	Chanchamayo	Chanchamayo	Junín
En la parte este del distrito San Ramón en el límite con Chanchamayo y en la parte media del rio Palca	1600 - 2400	217.68	San Ramón	Chanchamayo	Junín
Está en las márgenes del rio Tulumayo en la parte media	1600 - 2600	141.23	Vitoc	Chanchamayo	Junín
En la parte oeste y noreste del distrito San Luis de Shuaro	1600 - 2400	37.83	San Luis de Shuaro	Chanchamayo	Junín
En la parte noreste del distrito Ulcumano y en sur de en la margen del rio Ulcumano	1600 - 2600	104.95	Ulcumano	Junín	Junín
En la parte norte del distrito Huasahuasi en el límite con Ulcumano y en la parte sur en la margen del rio Palca	1600 - 2600	68.53	Huasahuasi	Tarma	Junín

Abarca una superficie casi la mitad del distrito Monobamba en las ambas márgenes del rio Tulumayo	1800 - 2600	296.22	Monobamba	Jauja	Junín
En la parte norte del distrito Apata en los límites con el distrito de Monobamba	1800 - 2600	19.55	Apata	Jauja	Junín
En la parte norte del distrito Molinos en los límites con el distrito de Monobamba	1800 - 2600	12.98	Molinos	Jauja	Junín
En la parte norte y noreste del distrito Mariscal Castilla en la cabecera del rio Tulumayo	2000 - 2600	9.11	Mariscal Castilla	Concepción	Junín
En la parte norte este del distrito Paucartambo en los límites del distrito de Huachon en la riberas del rio Huachon	1400 - 2600	38.59	Paucartambo	Pasco	Pasco
En la parte este del distrito Huachon en la parte baja más baja del rio Huachon	1400 - 2600	40.81	Huachon	Pasco	Pasco
En la parte noroeste del distrito Villa Rica en los límites con el distrito de Oxapampa y en el oeste del distrito en los límites de los distritos de San Luis de Shuaro y Chanchamayo	1800 - 2600	239.80	Villa Rica	Oxapampa	Pasco
En la parte oeste del distrito Palcazu en el Parque Nacional Yanachaga Chemillen	1800 - 2800	212.88	Palcazu	Oxapampa	Pasco
En casi todo el área del distrito Oxapampa	1600 - 2600	354.27	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
En la parte este del distrito Huancabamba con más de la mitad del área con buena probabilidad	1800 - 2600	693.47	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
Ocupa más de la mitad del área de distrito Chontabamba con más probabilidad en la parte este	1600 - 2600	331.07	Chontabamba	Oxapampa	Pasco
En la parte sureste del distrito Chontabamba en los límites de los distritos de Huancabamba y Palcazu	1800 - 2800	87.49	Pozuzo	Oxapampa	Pasco

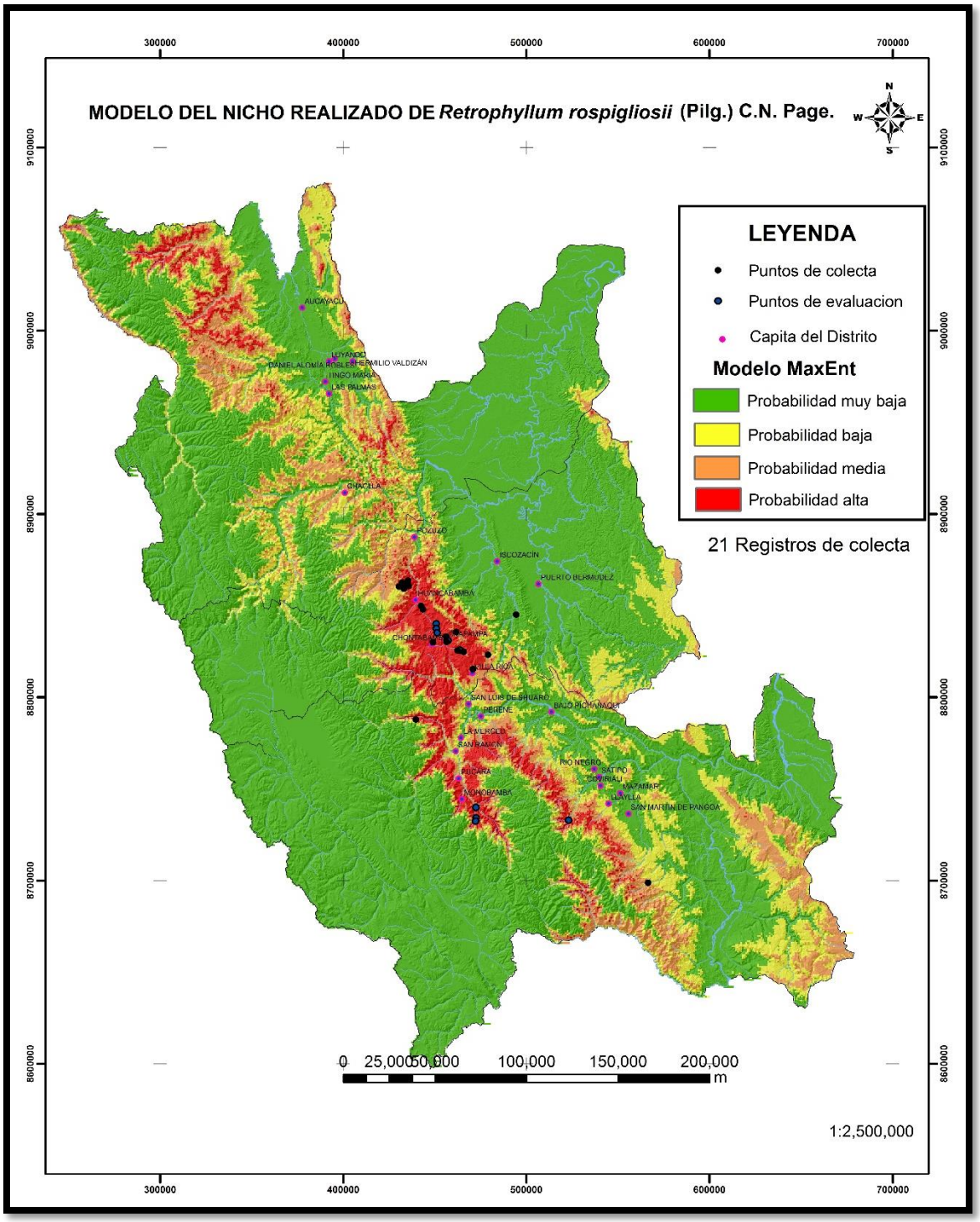

Figura 16: Distribución potencial de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.

* los tonos rojos representan la probabilidad de 75 a 100% de presencia, el tono anaranjado de 50 a 75 % de presencia, estos 2 tonos de colores representan las áreas con condiciones favorables para la existencia de la especie.

A. Validación del modelado *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.

a. Estadísticos de la validación del modelo generado por MaxEnt

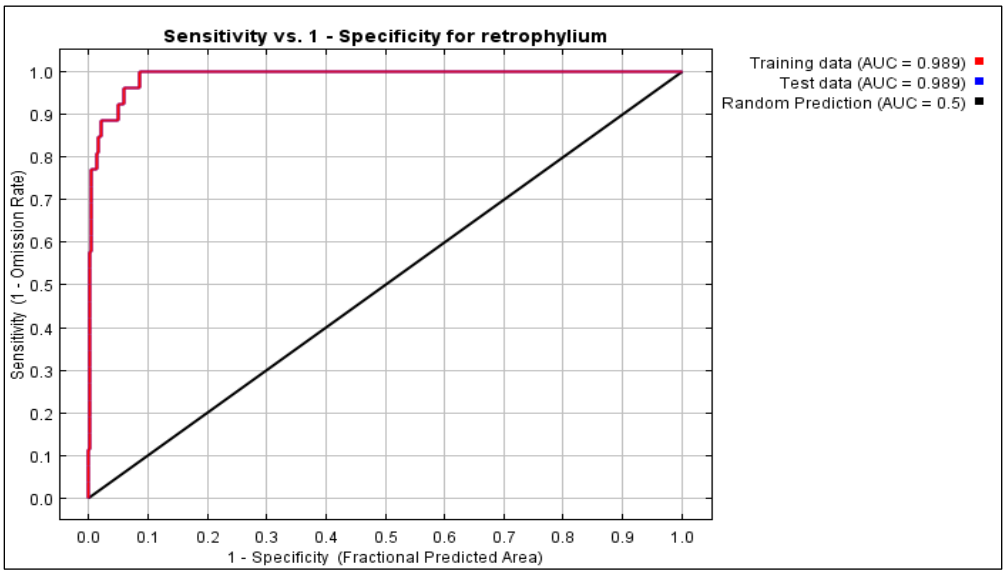

Figura 17: Curva ROC para el modelo obtenido.

b. Prueba de Jackknife de las variables que más importantes.

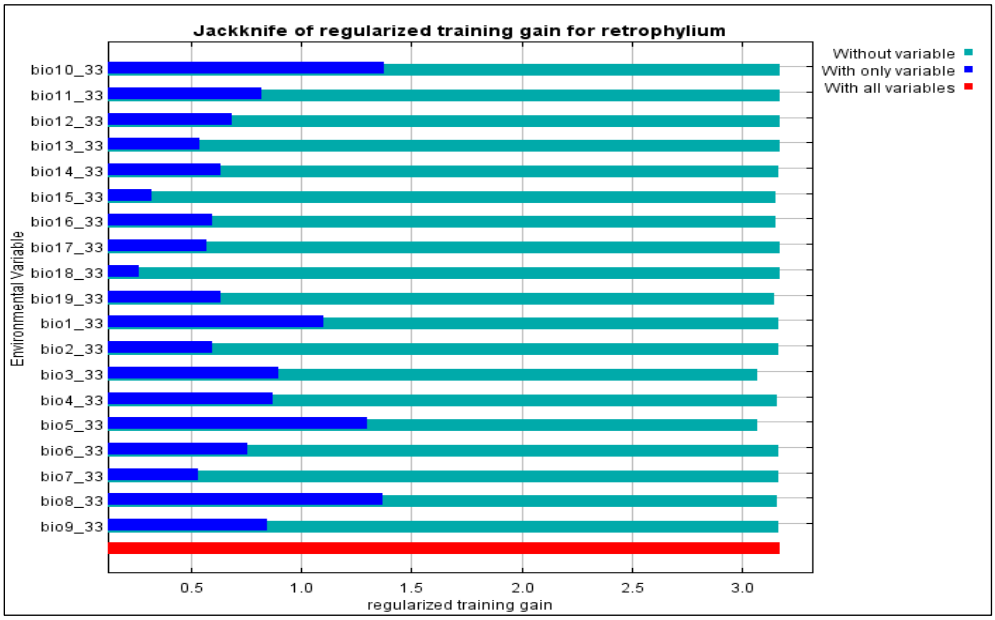

Figura 18: Resultados de la prueba de Jackknife para determinar la importancia de variables ambientales en la construcción del modelo.

B. Verificación en campo de presencia de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.

Tabla 11: Datos de presencia obtenidos de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page.

Localidades encontradas	Coordenada		Características
	Este	Norte	
En la trocha hacia Sachopen en el medio de la chacra	450844	8840097	Árbol de 15 m. con la corteza lisa
En Sachopen en las colindas a las chacras	450827	8837456	Árbol de 5 m con corteza lisa
En Sachopen en el borde a la carretera	450882	8837426	Árbol de 10 m. con la corteza agrietada
A 2 km de Sachopen en un campo abierto	451320	8835172	Árbol de 15 m. Con la corteza agrietada
En un remanente de bosque en la localidad de chaco	463676	8825730	Árbol de 8 m. con la corteza de color marrón oscuro con la ritidoma caediza
En quebrada de San Alberto	457218	8831000	Árbol de 3 m. con la corteza lisa
En la parte del baja del cerro en un costado de la carretera antes de llegar a la localidad de Calabaza dentro del área de conservación Inchatoshi Cametsha	523107	8732988	Árbol de 15 m. con la corteza lleno de musgos
En la ladera de la margen derecha del rio Satipo en la quebrada en un lugar empinado dentro del área de conservación Inchatoshi Cametsha	523095	8733003	Árbol de 4 m. con la corteza negruzca con musgos
Al costado de la carretera en la colinda de una chacra, antes de llegar a Uchubamba	472439	8739854	Árbol de 3 metros, con ritidoma caedizo, corteza de color marrón claro.
En la parte baja del cerro en la localidad de Uchubamba	472543	8734267	Árbol de 10 m. con corteza agrietada.
En la quebrada pasando la localidad de Uchubamba	472310	8732441	Árbol de 10 m. con la corteza agrietada.

4.2.3. *Juglans neotropica* Diels. (Nogal)

Tabla 12: Datos obtenidos de *Juglans neotropica* Diels. de 75 a 100% de probabilidad

Localidades de presencia	Altitud msnm.	Área km²	Distrito	Provincia	Región
En la parte noroeste del distrito de Huacrachuco en las orillas del rio Huacrachuco	1800 - 2400	27.53	Huacrachuco	Marañón	Huánuco
En la parte media del distrito Cholon en las márgenes del rio Chontayacu	2000 - 2800	97.06	Cholon	Marañón	Huánuco
En la parte noroeste del distrito de Pampa Hermosa en los límites del distrito de Satipo y dispersos en la parte media del distrito Pampa Hermosa	1800 - 2600	60.17	Pampa Hermosa	Satipo	Junín
En la parte oeste del distrito de Satipo entre los límites de los distritos de Pichanaki y Pampa Hermosa	1800 - 2400	18.72	Satipo	Satipo	Junín
En el lado suroeste del distrito de Pichanaki en la parte más alta del distrito	1800 - 2400	108.39	Pichanaki	Chanchamayo	Junín
En la parte sur del distrito de Perene en las cabeceras de los ríos Anashirona y Pichanaki, en la parte norte y noroeste del distrito de Perene en los límites del distrito Villa Rica y San Luis de Shuaro	1600 - 2400	273.40	Perene	Chanchamayo	Junín
En la parte sureste del distrito de Chanchamayo, a lado oeste y noroeste de distrito de Chanchamayo en los límites de los distritos Huasahuasi y Oxampampa	1600 - 2400	208.89	Chanchamayo	Chanchamayo	Junín
En la parte este del distrito de San Ramón en el límite con Chanchamayo y en la parte media del rio Palca	1600 - 2400	193.64	San Ramón	Chanchamayo	Junín
Está en las márgenes del rio Tulumayo en la parte media del distrito de Vitoc	1600 - 2600	127.64	Vitoc	Chanchamayo	Junín
En la parte oeste y noreste del distrito de San Luis de Shuaro	1600 - 2400	57.76	San Luis de Shuaro	Chanchamayo	Junín

En la parte noreste del distrito de Ulcumano en los límites del distrito de Paucartambo y en sur en la margen del rio Ulcumano	1400 - 2600	79.15	Ulcumano	Junín	Junín
En la parte norte del distrito de Huasahuasi en el límite con el distrito de Ulcumano y en la parte sur en la margen del rio Palca	1400 - 2600	46.70	Huasahuasi	Tarma	Junín
Abarca una superficie casi la mitad del distrito de Monobamba en ambas márgenes del rio Tulumayo	1600 - 2400	225.72	Monobamba	Jauja	Junín
En la parte norte del distrito de Apata en los límites con el distrito de Monobamba	1600 - 2600	14.47	Apata	Jauja	Junín
En la parte norte del distrito de Molinos en los límites con el distrito de Monobamba	1800 - 2400	10.66	Molinos	Jauja	Junín
En la parte norte este del distrito de Paucartambo en los límites del distrito de Huachon en la riberas del rio Huachon	1600 - 2600	21.10	Paucartambo	Pasco	Pasco
En la parte sur del distrito de Huachon en la parte baja más baja del rio Huachon	1600 - 2600	26.68	Huachon	Pasco	Pasco
En la parte noroeste del distrito de Villa Rica en los límites con el distrito de Oxapampa y en el oeste del distrito en los límites de los distritos de San Luis de Shuaro y Chanchamayo	1600 - 2600	361.85	Villa Rica	Oxapampa	Pasco
En la parte oeste del distrito de Palmazu en el Parque Nacional Yanachaga Chemillen	1600 - 2400	240.13	Palcazu	Oxapampa	Pasco
En casi todo la totalidad del distrito de Oxapampa	1400 - 2400	294.98	Oxapampa	Oxapampa	Pasco
En la parte este en la mitad del distrito de Huancabamba	1800 - 2600	542.14	Huancabamba	Oxapampa	Pasco
En la parte este está, ocupa más de la mitad del distrito de Chontabamba	1800 - 2600	255.70	Chontabamba	Oxapampa	Pasco
En la parte oeste del distrito de Puerto Bermúdez en el límite con el distrito de Perene	1600 - 2000	22.21	Puerto Bermudez	Oxapampa	Pasco

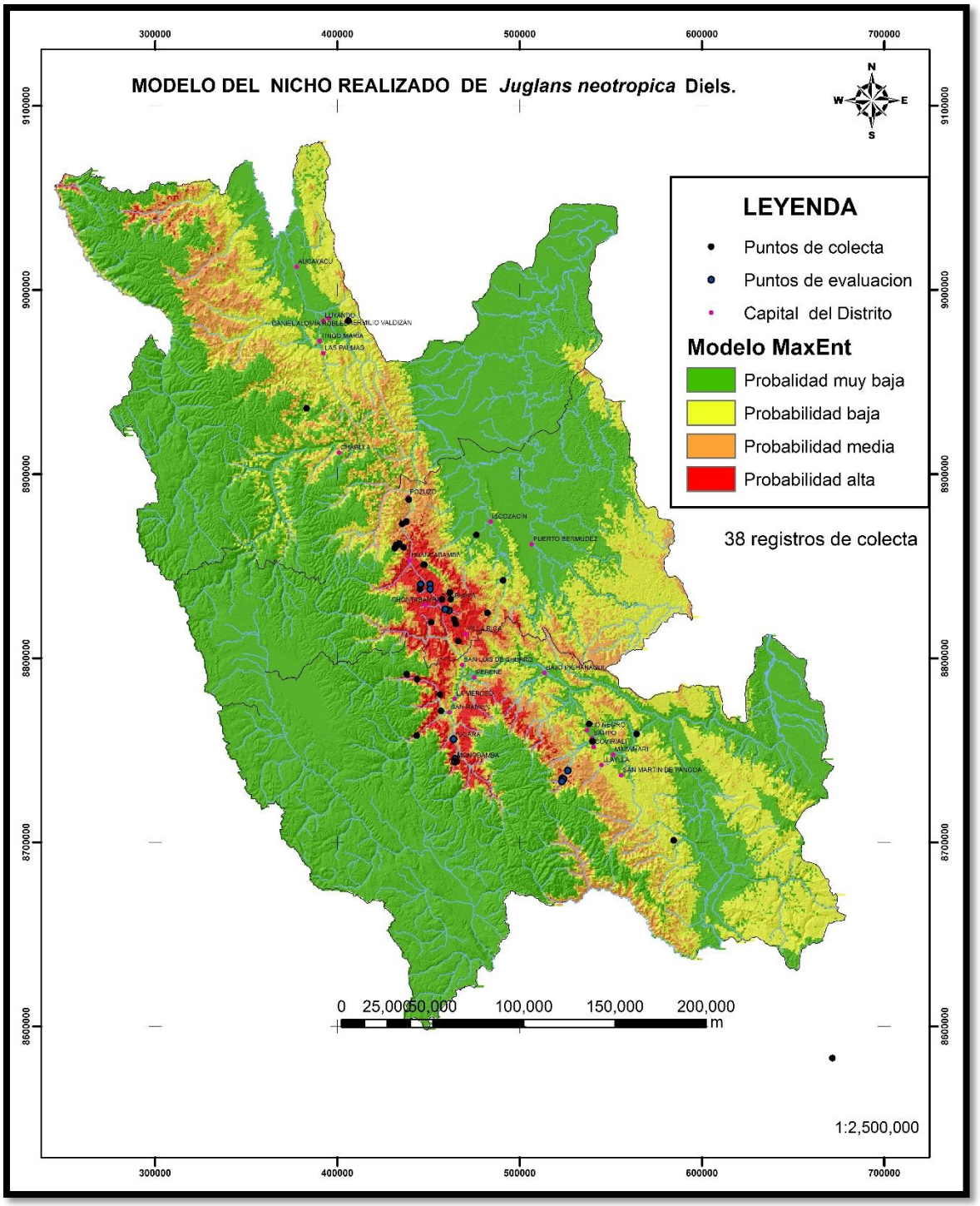

Figura 19: Distribución potencial de *Juglans neotropica* Diels.

* Los tonos rojos representan una probabilidad de 75 a 100% de presencia y el tono anaranjado 50 a 75 % de presencia, estos tonos de colores representan las mejores condiciones para la existencia de la especie.

A. Validación del modelado *Juglans neotropica* Diels.

a. Estadísticos de la validación del modelo generado por MaxEnt

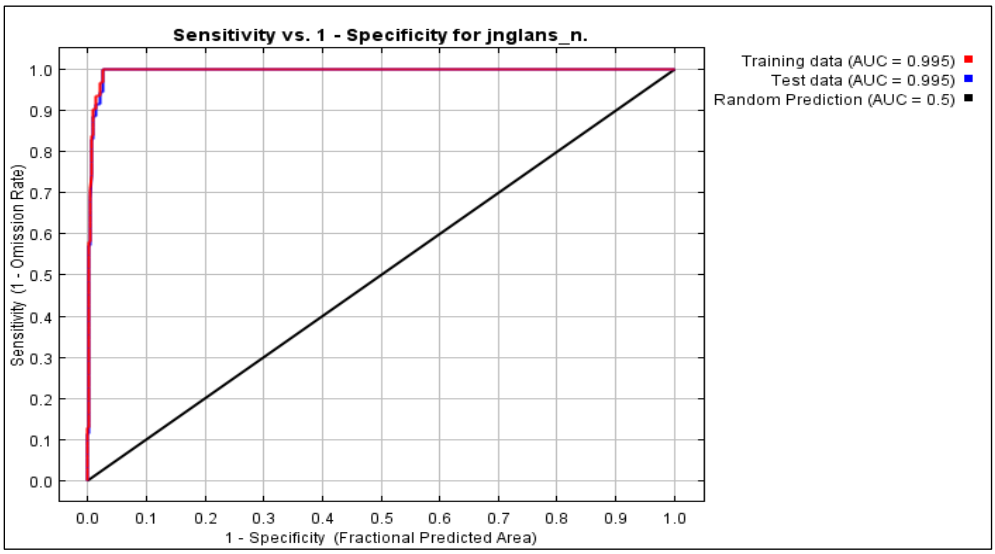

Figura 20: Curva ROC para el modelo obtenido.

b. Prueba de Jackknife de las variables que más importantes.

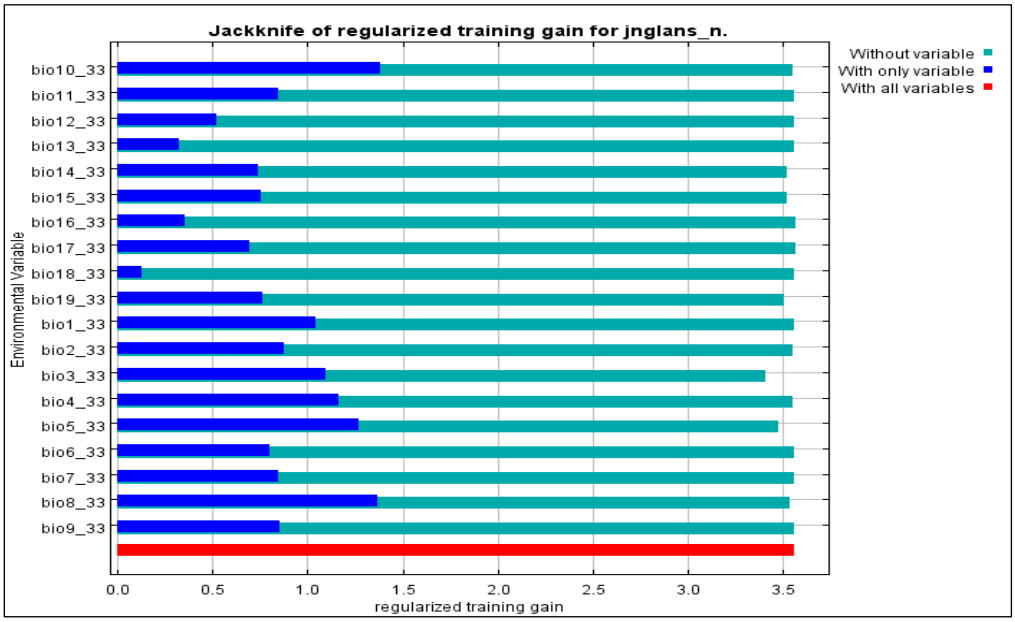

Figura 21: Resultados de la prueba de Jackknife para determinar la importancia de variables ambientales en la construcción del modelo.

B. Verificación en campo de presencia de *Juglans neotropica* Diels.

Tabla 13: Datos de presencia de *Juglans neotropica* Diels.

Localidades encontradas	**Coordenada**		**Características**
	Este	**Norte**	
En Salsipuedes a espaldas de la escuela	445638	8840070	Árbol de 3 m. con la corteza lisa
En el borde de la carretera a Salsipuedes	445764	8840046	Árbol de 4 m. con la corteza lisa
En la quebrada a lado izquierdo de la comunidad de Salsipuedes	450844	8840097	Árbol de 6 m. Con la corteza lisa
En Sachopen en el borde de la Carretera junto a un diablo fuerte	450882	8837426	Árbol de 10 m. Con la corteza agrietada de color grisáceo
En Sachopen en el medio de zonas pastizales	450882	8837475	Árbol de 15 m. con la corteza agrietada de color negruzco
En carretera hacia Choco en un quebrada	461336	8825884	Árbol de 3 m. con la corteza lisa
En el borde de la carretera hacia Choco	459723	8826494	Árbol de 15 m. con la corteza agrietada de color gris claro
En un remanente de bosque en la quebrada cercano a la carretera a Choco	459105	8826524	Árbol de 10 m. Con el fuste ramificado con la corteza agrietado de color gris oscuro
En el borde de la carretera hacia San Antonio	523409	8734674	Árbol de 10 m. Con las hojas de color verde lechuga
En la margen derecha del rio Satipo, en el área de conservación Inchatoshi Cametsha	524072	8734248	Árbol de 18 m. con las hojas de color verde lechuga
En la margen derecha del rio Satipo, en el área de conservación Inchatoshi Cametsha	523174	8733092	Árbol de 6 m. Con las hojas de color verde lechuga
En la ladera de la margen izquierda del rio Satipo, en el área de conservación Inchatoshi Cametsha	526478	8738921	Árbol de 10. m. Con las hojas verde claros
En la cercanía de la localidad de Pucara en el borde de una chacra	463736	8756026	Árbol de 12 m. con la corteza agrietada
En el borde de la carretera antes de llegar a la localidad de Monobamba	464618	8745282	Árbol de 10 m. con las hojas verde claras y corteza de color plomo.
En la cercanía de la localidad de Monobamba	464574	8743797	Árbol de 12 m. con la corteza agrietada de color plomo a negruzco.

V. DISCUSIONES

5.1. NICHO ACTUAL DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

La importancia de contar con grandes bases de datos sobre la biodiversidad ha sido destacada en varios trabajos mencionado por Guisan y Zimmermann, 2000; con el fin de entender la distribución geográfica de una especie. Además se obtiene valiosos mapas de riqueza florística, con contribución destacable en el conocimiento sobre la riqueza de plantas en un territorio. Esta tesis utilizo la información disponible en las colecciones de los herbarios de San Marcos (USM), herbario La Molina (MOL), (MOL-FO), herbario del Missouri Garden , en Oxapampa (HOXA), y el Herbario del Centro del Perú (HCEN-FO), para conocer el nicho actual en las regiones de Junín, Pasco y Huanuco, de tres especies arbóreas amenazados según (DECRETO SUPREMO N 043-AG-2006-AG).

Los datos obtenidos de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub., *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. y *Juglans neotropica* Diels., muestran una importante variación en el número de localidades de colecta por especie y

número de accesiones en una localidad concordando con Peterson et al, 2000, quien menciona, que las especies tienen extensas distribuciones irregulares, y que la falta de información en algunos lugares, ha manifestado la ausencia de esta.

Prumnopitys harmsiana (Pilg.) de Laub., cuenta con 21 puntos de presencia, en Pasco y Junín según la coleta de los herbarios visitados, con una distribución restringida a lugares específicos, entre los rangos altitudinales de 1800 a 2900 msnm, concordando con el estudio realizado por Zevallos, 1998, para Jaén, Cajamarca que reporta la presencia de esta especies entre 1000 a 3275 msnm. Igualmente se concuerda con Reynel.et al, 2003, que tienen una distribución de 1500 a 3500 msnm. Esta diferencia se da por la información específica que se obtuvo para el estudio de solo tres regiones.

Retrophyllum rospligiosii (Pilg.)C.N. Page., en el presente estudio cuenta con 32 puntos de presencia en Pasco y Junín, en áreas específicas con rangos altitudinales que van de 1500 a 2500 msnm., esta distribución no representa la totalidad de las áreas debido a .la poca información, generando un sesgo en distribución, el estudio concuerda a la mencionado por Aguirre et al., 2013, que reporta distribución general en las regiones de Pasco y Junín en un rango altitudinal de 1470 a 2400 msnm. Igualmente, es congruente con lo escrito por (Reynel et al, 2003, que señala el rango altitudinal de 1500 a 3500 msnm. Para esta especie.

Para *Juglans neotropica* Diels., se presenta 36 puntos de presencia distribuido en las regiones Huánuco, Pasco y Junín, en un rango altitudinal de 800 a 2700 msnm. Concuerda con los estudios del CATIE, 1999, para la franja de la selva alta en las regiones de Huánuco, Pasco y Junín, con rangos altitudinales de 1000 a 3000 msnm. Es congruente con el rango altitudinal de 1100 a 3500 msnm. Reportado po Reynel., et al, 2003, sin embargo, la distribución actual tiene ciertas desventajas al sesgar áreas donde se tiene poca información según Young, 2007. Menciona que durante cientos de años los biólogos han realizado inventarios de campo para mapear la distribución de plantas y animales. Pero a pesar de realizar estudios, el conocimiento de la distribución de la mayoría de las especies, en regiones lejanas, es aún incompleto, los trabajos de campo pueden demandar mucho tiempo, ser costoso e incluso arriesgado y la buena información de inventarios nos dicen dónde han sido encontradas especies particulares, pero no dónde más es probable que existan. La ventaja de los inventarios de campo, es que se tiene un conocimiento apropiado de la riqueza en un número suficiente de territorios con lo que se puede extrapolar el valor al resto del territorio para generar una distribución adecuada de las especies.

5.2. NICHO REALIZADO DE LAS ESPECIES EN ESTUDIO

La colecciones científicas albergan una información importante para generar el conocimiento de la distribución concordando con Sánchez-Cordero et al. 2001 citado en Lara 2013, menciona que la falta de datos básicos, como la

localidad o las coordenadas de registro, reduce la posibilidad de que los análisis sean más representativos en el espacio geográfico.

La información recolectada ha obligado a seleccionar mapas con mayor probabilidad de 75 – 100 % presencia según el software MaxEnt. La cantidad de puntos de presencia para las tres especies es de 21,33 y 38 colectas, no concuerdan con Peterson et al. 2000 donde subraya la necesidad de contar con más y mejor información para un modelado eficiente de la distribución del nicho realizado o potencial y Sugieren el uso de un mínimo de 50 localidades con sus coordenadas geográficas bien determinadas. Según estos requerimientos, muchas investigaciones no podrían ser tomadas en cuenta. Pero hasta ahora no existe un procedimiento formal para asignar ciertos números de puntos a los datos de entrenamiento y a los de prueba del modelo, pero sin concuerdan con Stockwell y Peterson 2002, donde el desempeño de un modelo es mejor cuando se tiene como mínimo 20 registros. Este es el escenario para la mayoría de las especies de la flora en algunas regiones del país, debido a los escases de trabajos e información en lugares distantes.

A través del modelado de nicho ecológico, podemos cubrir necesidades importantes dentro de las estrategias de conservación y restauración de especies amenazadas concordando con Cruz, y Nereyda 2010, donde menciona que los conocimientos permiten localizar sitios donde la especie en estudio se pueda distribuir probablemente y así enfocar la conservación y recuperación de las especie. La importancia de tener en cuenta las limitantes y

fuentes de error y tomarlos como una herramienta en los modelados es necesario para validar los resultados esto concuerda con Cruz y Nereyda. 2010,

MaxEnt es una herramienta de predicción que genera nichos ecológicos realizados sin profundizar otras dimensiones ecológicas o antrópicas como, interacciones con otras especies ya sea competencias, mutualismo o proveedores de alimento y depredación,concuerda con los estudios de Gómez, 2010.

Otro dato importante se tomó en cuenta son las variables bioclimáticas de Worldlim, específicamente los metadatos, informaciones climáticas desde los años 1950 a 2000, el Perú cuenta con algunas zonas sesgadas de información, sin embargo Worldlim extrapolo estas áreas vacías con los datos de las zonas más cercanas. En algunas zonas que no cuentan con información algunos autores como Gómez, 2010.recomiendan incluir variables como índice de vegetación.

El nicho realizado muestran las áreas de distribución con probabilidades de presencia en esta las condiciones ambientales adecuadas para su existencia pero no se encontraron registros en los herbarios que documentaran su presencia. La modelación del nicho ecológico es una herramienta que hace un mejor mejor entendimiento la distribución geográfica, concuerda con Soberón, y Peterson, 2005. Pero también estos modelos generan una sobreproducción lo que obliga realizar una verificación de campo.

El modelo de nicho ecológico realizado de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub*., Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.)C.N. Page. *y Juglans neotropica* Diels., obtenida concuerda en general con las regiones de Pasco y Junín que mencionan diversos autores (Reynel.et al, 2003; Aguirre et al., 2013). Sin embargo, el modelo predijo la distribución de las podorcapaceas en la región de Huánuco.

Las distribución del nicho realizado de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. abarcan zonas nuevas, ubicados a lo largo de las provincias de Leoncio Prado, Puerto Inca Huánuco y Pasco, en zonas específicas, se encuentran en un rango altitudinal 1800 a 2900 msnm. La mayoría de distribución si concuerda y se encuentra con algunos patrones generales mencionados por Zevallos, 1998; Tello, 2001, donde los rangos altitudinales están entre 1000 a 3275 msnm. Lo mismo concuerda con Reynel.et al, 2003, de rango altitudinal de 1500 a 3500 msnm. Pero la tendencia general para esta especie se predijo un porcentaje importante en un incremento del nuevo hábitat adecuado para la especie. Actualmente no hay un estudio específico a cerca de una distribución detallada de la especie en estas regiones estudiadas. El modelo generado presento un AUC (área bajo la curva) (figura 14), para los datos de entrenamiento obtuvo un valor de 0.995, es más cercano a 1 lo que indica que este modelo fue excelente al predecir el área, avalado por el estudio de Mezaour, 2005 y Phillips et al. 2006. Mientras en la prueba de Jackknife (figura 15), se observa que las variables ambientales: Temperatura estacional, temperatura media del trimestre más cálido y temperatura media del trimestre más húmedo son de mayor importancia

en la predicción, con ayuda del resto de las variables ayudaron a determinar el nicho realizado de esta especie, concuerda con Phillips et al. 2006, que menciona que hay algunas variables que tienen mayor influencia en el proceso de modelado.

La distribución del nicho realizado de *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.)C.N. Page. Presenta una distribución geográfica con ampliación a las provincias de Marañón, Huacaybamba, Leoncio Prado, Huamalies, Huánuco, Pachitea, Puerto Inca, Pasco, Concepción, Huancayo, Chanchamayo, Junín y Tarma, estos datos no está presente en el nicho actual, tiene un rango altitudinal de 1400 a 2900 msnm., la distribución concuerda con los estudios de Reynel.et al, 2003, el rango altitudinal está entre 1500 a 3500 msnm. Es concuerdante con Ponce, 2003, tiene rango altitudinal de 1700 a 2000 msnm. Por ultimo igualmente concuerda con los estudios de Zevallos, 1998, reporta un rango altitudinal de 1650 a 2150 msnm. El modelo generado presento un AUC (área bajo la curva) (figura 17), para los datos de entrenamiento un valor de 0.989, está más cercano a 1 lo que indica que este modelo fue excelente, es concordante con lo mencionado por Mezaour, 2005 y Phillips et al. 2006, donde mencionan que los datos más cercanos a 1 son los mejores modelos. En la prueba de Jackknife (figura 18), se observa que las variables ambientales: Temperatura media del trimestre más cálido, temperatura media del trimestre más húmedo y Temperatura máxima del mes más cálido, son las de mayor influencia en la predicción del nicho ecológico de esta especie, concuerda con Phillips et al. 2006, menciona que hay algunas variables que tienen mayor influencia en el proceso de modelado.

La distribución del nicho realizado de *Juglans neotropica* Diels. abarca zonas nuevas en las provincias de Marañón y Pasco, con rango altitudinal 1100 a 2600 msnm. La distribución concuerda con los reportes de Reynel.,et al. 2003; CATIE, 1999. Ambas trabajos es concordante con los rangos altitudinales donde el primer trabajo menciona que va de 1000 a 3500 msnm. Mientras el último autor reporta un rango altitudinal de 1000 a 3000 msnm. . El modelo generado presento un AUC (área bajo la curva) (figura 20), para los datos de entrenamiento un valor de 0.995, está más cercano a 1 lo que indica que este modelo esta excelente tuvo mayor precisión en hacer la predicción del área, concuerda con Mezaour, 2005 y Phillips et al. 2006. 2006, mencionan que datos más cercanos a 1 son los mejores modelos. La prueba de Jackknife (figura 21), se observa que las variables ambientales: Temperatura media del trimestre más cálido, temperatura media del trimestre más húmedo y Temperatura máxima del mes más cálido, son las de mayor influencia en la predicción, con ayuda del resto de las variables son las que determinan el nicho ecológico de esta especie, concuerda con Phillips et al. 2006, menciona que hay algunas variables que tienen mayor influencia en el proceso de modelado.

En caso de estas tres especies no existe ningún estudio detallada del nicho ecológico en regiones de Huánuco, Pasco y Junín, pero mencionan y concuerdan con los estudios de Weberbawer, 1945, Zevallos 1998; Reynel.et al 2003; World Wildlife Fund, 2010; este trabajo es la para tener un mejor entendimiento del nicho de estas especies que están muy propensos a la

extinción por la situación actual de los bosques y crea un antecedente para la conservación y recuperación de estas.

VI. CONCLUSIONES

1. El nicho actual de *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub. es restringida a las regiones de Pasco y Junín, en las provincias de Oxapampa, Tarma, Jauja y Chanchamayo, entre 1800 a 2900 msnm. Para *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. se localiza en las mismas regiones; en la franja de yunga (selva alta) en las provincias de Oxapampa, Jauja y Satipo entre 1500 a 2500 msnm. *Juglans neotropica* Diels. Se encuentra en las tres regiones; en las provincias de Huamalies, Huánuco en la región de Huánuco, Chanchamayo, Tarma, Junín, Jauja, Satipo en la región de Junín y Oxapampa en Pasco, se cuenta con mayores datos de presencia, en la franja de la selva alta, entre los 800 a 2700 msnm.

2. El nicho ecológico realizado de las especies, generado por MaxEnt con una probabilidad de 75 – 100 %, presenta un área potencial de 2366.43 km^2 entre 1800 a 2900 msnm. para *Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub.; 5329.14 km^2 entre 1400 a 2900 msnm. para *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. y 3314.68 km^2 entre 1100 a 2600 para *Juglans neotropica* Diels., estas tres

.

especies se distribuyen en las provincias de Tarma, Junín, Jauja, Satipo, Chanchamayo Oxapampa y Pasco.

3. *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. *y Juglans neotropica* Diels. comparten distribución en la provincia de Marañón, en Huánuco, *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page, *y Prumnopitys harmsiana* (Pilg.) de Laub., se distribuyen en Leoncio Prado Huánuco y Puerto Inca, y *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg.) C.N. Page. amplía su distribución hacia Huacaybamba, Huamalies y Pachitea.

4. Las distribuciones del nicho ecológico realizado halladas por el programa de modelaje MaxEnt tuvieron un buen desempeño. corroborado a través de sus cuadros de validación y la verificación en campo. Lo que nos indica que los modelos son herramientas que predicen la distribución geográfica de las especies.

..

VII. RECOMENDACIONES

1. Realizar investigaciones básicas de distribución de especies con énfasis en especies conservadas en base a inventarios actuales, con el fin de actualizar la información que se cuenta y generar mapas de distribución de especies utilizando esta herramienta de simulación.
2. Utilizar datos confiables (colectas de herbario, tesis, estudios de especialistas), en el uso de estas herramientas de simulación para no causar sesgos y errores en los resultados, incluir variables abióticas para obtener un modelado más preciso.
3. Comparar la efectividad de las diferentes herramientas de simulación (GARP, GAM, Bioclim., etc.) de acuerdo a la disponibilidad de información biótica y abiótica en la generación de mapas de distribución de especies.

4. La fórmula recomendada para generar áreas de recuperación de sistemas forestales esta dado en la ecuación generado por Maxent, Esto se hace recurriendo a multiplicadores de Lagrange donde se construye la siguiente función:

.

$$P\iota = e^{-(1+\lambda)} e^{-\lambda \sum x_i}$$

Donde:
Pi: es un valor debe ser 1
e: bases de logaritmos
Xi: enésimo pixel

..

VIII. BIBLIOGRAFÍA

AGUIRRE, D.; ARMANDO, C. Y FASSBENDER, D. 2013. Selección de árboles plus de siete especies forestales nativas de importancia ecológica y económica en la selva central del Perú. Documento de trabajo 18.

APONTE, J. 2011. Variación de la cobertura natural de la provincia de Huancavelica, periodo 1985-2010-Huacavelica. Tesis Pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. 92 P.

ANTEZANO, A. L.; ANTEZANO, S. 2003. Fitogeografía de la flora fanerogamica de leñosas del santuario nacional de Ampay – Apurimac. Tesis Pregrado. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo. 87 p.

ARREOLA, R. 2013. Distribución potencial de *scolytus mundus* wood y su Comportamiento bajo escenarios de cambio climático en la reserva de la biósfera mariposa monarca. Tesis de pregrado. Universidad Nacional Autónoma de México Facultad de Ciencias Biología. México. 78 p.

CRISCI, J.; KATINAS, L.; POSADAS, P. 2000. Introducción a la teoría y práctica de la Biogeografía Histórica. Buenos Aires. Argentina, Sociedad Argentina de Botánica. 169 p.

.

DAMMERT, B. 2014. Cambio de uso de suelos por agricultura a gran escala en la Amazonía andina: el caso de la palma aceitera. Primera edición, editorial Sara Mateos. Lima, agosto. 75 p.

DE PANDO, B. Y PEÑAS DE GILES, J. 2007. Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica. Geo Focus (Artículos), nº 7, p. 100-119, ISSN: 1578-5157.

ESTRADA, A. 2010. Patrones espaciales de la flora del pacífico central costarricense e identificación de áreas importantes para su conservación. Tesis de Maestría. Universidad Estatal a Distancia Escuela de Ciencias Exactas y Naturales. San José, Costa Rica. 151 p.

FAO. 2004. Términos y Definiciones. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Fecha de consulta: 10 de Diciembre del 2015. www.fao.org/forestry/fra/2005/terms/es/.

GARCÍA, M. 2008. Modelos predictivos de riqueza de diversidad vegetal. Comparación y optimización de métodos de modelado ecológico. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid Facultad de Ciencias Biológicas. Madrid-España. 188 p.

GARCÍA, J. 2010. Biogeografía: conceptos previos. Universal de Cantabria. creative commons 3.0 BY-NC-SA. 50 p.

GÓMEZ, A. 2010. Aplicación de técnicas de análisis espacial, reducción de datos y modelado predictivo al estudio de la distribución espacial de especies. Tesis doctoral Universidad de Extremadura. Ecuador. 306 p.

..

GRINNELL, J. 1917. The niche-relationship of the California thrasher. Auk 43:427-433.

GUISAN, A., ZIMMERMANN, N. 2000. Predictive habitat distribution models in ecology. Ecol. Model 135, 147–186.

HIJMANS, R.J.; CAMERON, S.E.; PARRA J.L.; JONES, P.G. AND JARVIS, A. 2005. Very high resolution interpolated climate surfaces for global land areas. International Journal of Climatology, 25: 1965-1978

HUTCHINSON, E. G. 1957. Concluding Remarks. Cold Spring Harbor Symposia on Quantitative Biology. 22: 415 – 427.

LONGORIA, C. 2008. Distribución hipotética de especies de aves y de mamíferos con categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2001 registradas en el Estado de Durango. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. CIIDIR-IPN-DURANGO. Durango – México. 96 p.

MARTINEZ, E. 2012. Introducción al Modelado de Nichos Ecológicos y Distribuciones de Especies. (ebook) Mexico. Pp.22, 26. Accedido 16 de Enero del 2016. Disponible en http://www.recibio.net/wp-content/uploads/2012/11/ENM_EMM.pdf.

MERCADO, N., WALLACE, R. 2010. Distribución de primates en Bolivia y áreas prioritarias para su conservación. Tropical Conservation Science Vol. 3 (2):200-217. Accedido en 5 de Diciembre del 2015. Disponible en: www.tropicalconservationscience.org,

MEZAOUR, A. 2005. Filtering Web Documents for a Thematic Warehouse Case Study: eDot a Food Risk Data Warehouse (extended) en: Intelligent

..

information processing and web mining. Laboratoire de Recherche en Informatique (LRI), Université Paris Sud, France.

MINAM. 2013. El Perú de los bosques. Ministerio del Ambiente. Primera edición. Lima. 73 p.

MINAM. 2009. Mapa de Deforestación de la Amazonía Peruana – 2000. Diseño: Q & P Impresores. Lima. 96 p.

MIGUEL, S. 2013. Modelado de nicho ecológico para estimación del área de dispersión de *Prosopis hassleri* harms en la provincia de Formosa – Argentina. Tesina de pre grado. Universidad Nacional de Formosa. Instituto de Fisiología y Recursos Genéticos Vegetales - CIAP – INTA. Chaco – Argentina. 89 p.

OSINFOR. (2013). MODELAMIENTO espacial de NICHOS ECOLÓGICOS para la evaluación de presencia de ESPECIES FORESTALES MADERABLES en la AMAZONÍA PERUANA. Serie técnica Nº 4. Primera Edición. Lima. 77 p.

PALOMINO, J. Y BARRA, M. 2003. Especies forestales nativas con potencial para reforestación en la provincia de Oxapampa y fichas técnicas de las especies de mayor prioridad. Pronaturaleza. Oxapampa. 104 pp.

PHILIPS J. 2009. A Brief Tutorial on MaxEnt [en línea]. Disponible en: http://www.cs.princeton.edu/~schapire/MaxEnt/tutorial/tutorial.doc. Fecha de acceso: Agosto 2015.

PHILLIPS, S., ANDERSON, R. P., AND R. E. SCHAPIRE. 2006. Maximum entropy modeling of species geographic distributions. Ecological Modelling 190 231–259.

..

PHILLIPS, S.J.; DUDÍK, M. 2008. Modeling of species distributions with MaxEnt: New extensions and a comprehensive evaluation. Ecography 31, 161–175.

QUINTERO, O., JARAMILLO, S. 2012. Rescate y germinación in vitro de embriones inmaduros de cedro negro (*Juglans neotropica* Diels). Subdirección de Ecosistemas, Corporación Autónoma Regional del centro de Antioquia. Universidad nacional de Colombia. Medellín – Colombia.

QUISPE, A. TELLO, J. 2001. Especies forestales de uso múltiple de los bosques de neblina en el nor oriente del Perú. Publicación personal. Impreso en Miraflores. Lima. 70 p.

REGUERIN, L. 2012. Distribución potencial de especies de la familia Araliaceae de la región Madidi. Tesis pregrado. Universidad Mayor San Andrés. Facultad de Agronomía. La Paz – Bolivia. 131 p.

REYNEL, C.; PENNINGTON, R.; PENNINGTON, T.; FLORES, C.; Y DAZA, A. 2003. Árboles útiles de la Amazonía peruana y sus usos. Un manual con apuntes de identificación, ecología y propagación de las especies. Herbario de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Agraria La Molina, Royal Botanic Gardens Kew, Royal Botanic Gardens Edinburgh e ICRAF (Eds). Lima. 537 p.

RAPOPORT, H.E. & MONJEAU, A. 2001.Aerografía. Pp: 23–30 En: Llorente, J. & J. Morrone (eds.). Introducción a la Biogeografía en Latinoamérica: Teorías, Conceptos, Métodos y Aplicaciones. D.F. México.

SCHELDEMAN, X. Y VAN ZONNEVELD, M. 2011. Manual de Capacitación en Análisis Espacial de Diversidad y Distribución de Plantas. Bioversity International, Roma, Italia. 186 p.

..

SERNANP. 2010. Plan maestro del Parque Nacional Otishi 2008-2012. Documento técnico. Parque Nacional Otishi. Lima. 118p.

SOTO, C. 2012. Patrones de distribución, abundancia e interacciones entre carnívoros simpátricos en un área mediterránea protegida. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla Departamento de Biología Vegetal y Ecología. Sevilla. España 208 p.

SOBERON, J. Y NAKAMURA, M. 2009. Niches and distributional areas: Concepts, methods, and assumptions. PNAS. 106: 19644 – 19650.

SOBERÓN, J.; PETERSON, A. T. 2005. Interpretation of models of fundamental ecological niches and species' distributional areas. Biodiversity Informatics 2: 1 10.

TELLO, J. 2003. Estudio de la Dinámica de regeneración natural de un bosque de neblina en el Nor Oriente del Perú. Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. 112 p.

TOVAR, N. A.; TOVAR, I. C., SAITO, D. J., SOTO, H. A., REGAL, F., GASTELUMENDI, Z., CRUZ B.; VELIZ, R. C.; VÁSQUEZ, R. P. Y RIVERA, C. G. 2010. Yungas Peruanas – Bosques montanos de la vertiente oriental de los Andes del Perú: Una perspectiva ecorregional de conservación. Primera edición. UNALM. Lima 150 p.

WEBERBAUER, A. 1945. El mundo vegetal de los andes peruanos, estudio Fito geográfico. Ministerio de Agricultura. Lima. 560 pg.

WORLD METEOROLOGICAL ORGANISATION. 2004. Satellite Remote Sensing and GIS Applications in Agricultural Meteorology. Geneva 2. Switzerland.427 p.

..

WORLD WILDLIFE FUND. 2010. Conociendo el santuario nacional Tabaconas Namballe (Eds. J.L. Mena y G. Valdivia). World Wildlife Fund – Oficina del Programa Perú, Lima. 162p.

WORLDCLIM - Global Climate Data - Free climate data for ecological modeling and GIS. Accedido en 15 de enero del 2015. Disponible en: http://www.worldclim.org/.

YOUNG, B. 2007. Distribución de las especies endémicas en la vertiente oriental de los Andes en Perú y Bolivia. Nature Serve, Arlington, Virginia, EE UU.

ZEVALLOS, P. 1998. Aportes sobre la dendrologia: distribución geográfica y el status de Podocarpus en el Perú, Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria La Molina. 86 p.

ZUNINO, M., ZULLINI, A. 2003. Biogeografía. La dimensión espacial de la evolución. Fondo de cultura Económica, México, D.F.

..

ANEXOS

DATOS HITORICOS ESTACIONES METEOROLOGICAS DE SENAMHI

REGION: HUANUCO

- PROVINCIA: MARAÑON
- DISTRITO: CHOLON
- ESTACION: UCHIZA
- ALTITUD: 920 msnm.
- AÑO: 2000.

2000	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	11.47	673.2
febrero	14.66	999
Marzo	14.24	468.6
Abril	14.86	217
Mayo	15.26	168.5
Junio	15.23	-
Julio	14.80	-
Agosto	0.00	-
Septiembre	14.98	134.5
Octubre	15.38	157.7
Noviembre	15.71	128.2
Diciembre	.	406.5
	14.54	**3353.2**

Tabla 14: Registro de temperatura y precipitación en el año 2000.

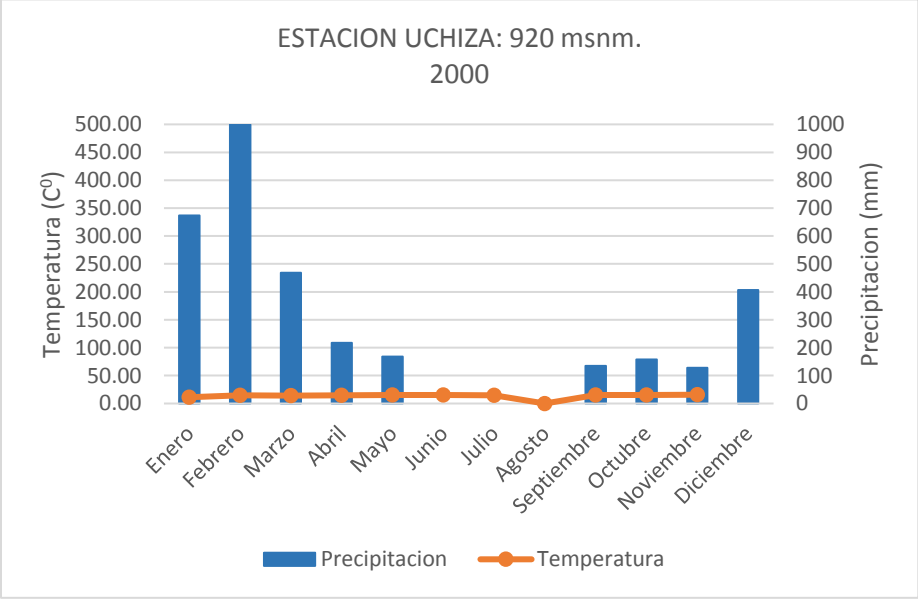

Figura 52: Se observa el comportamiento de la temperatura oscila en un promedio de 14.5 ^{0}C, las precipitaciones altas se registran en los meses de Diciembre, Enero y Febrero

- PROVINCIA: LEONCIO PRADO
- DISTRITO: JOSE CRESPO Y CASTILLO
- ESTACION: CACHICOTO
- ALTITUD: 1140 msnm.
- AÑO: 1970, 1980

1970	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	21	648.8
Febrero	21	443.1
Marzo	22	416.9
Abril	22	307.1
Mayo	22	202
Junio	22	291.3
Julio	21	209.4
Agosto	21	274.2
Septiembre	23	215.7
Octubre	23	327.2
Noviembre	23	468.1
Diciembre	23	215.6
	22	**4019.4**

Tabla 15: Registro de temperatura y precipitación en el año 1970.

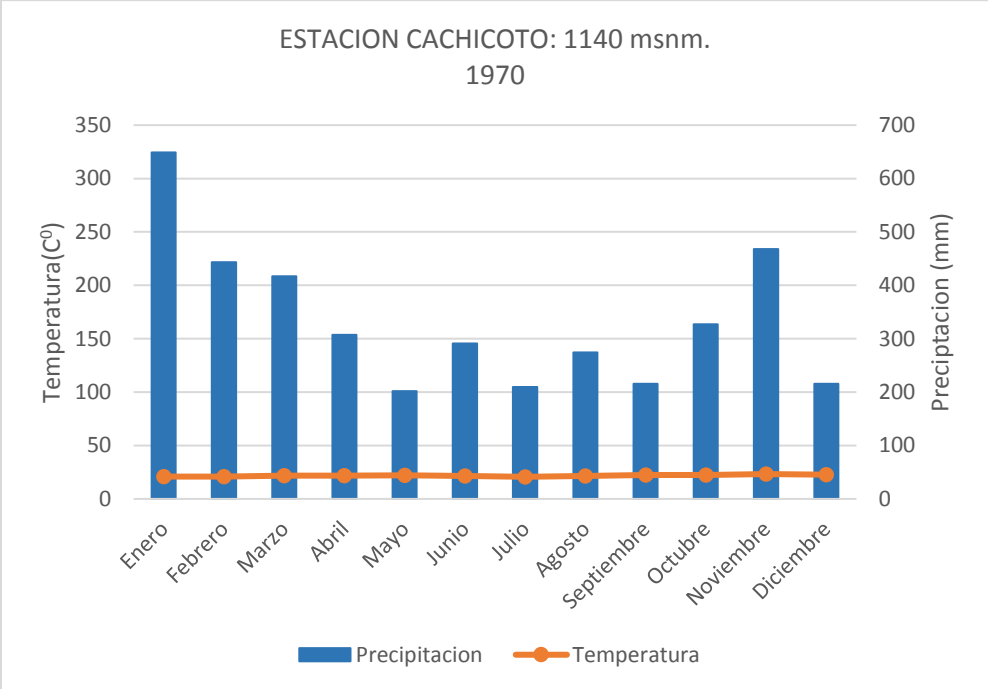

Figura 53: La temperatura promedio es de 22 ^{0}C, las precipitación más altas están en los meses Noviembre, Enero y Febrero

1980	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	23	247.7
Febrero	24	257.7
Marzo	23	386.1
Abril	23	388
Mayo	23	251.8
Junio	23	135.4
Julio	23	115.4
Agosto	22	74.1
Septiembre	24	216.3
Octubre	24	170
Noviembre	22	395.1
Diciembre	23	300.9
	23	**2938.5**

Tabla 16: Registro de temperatura y precipitación en el año 1980

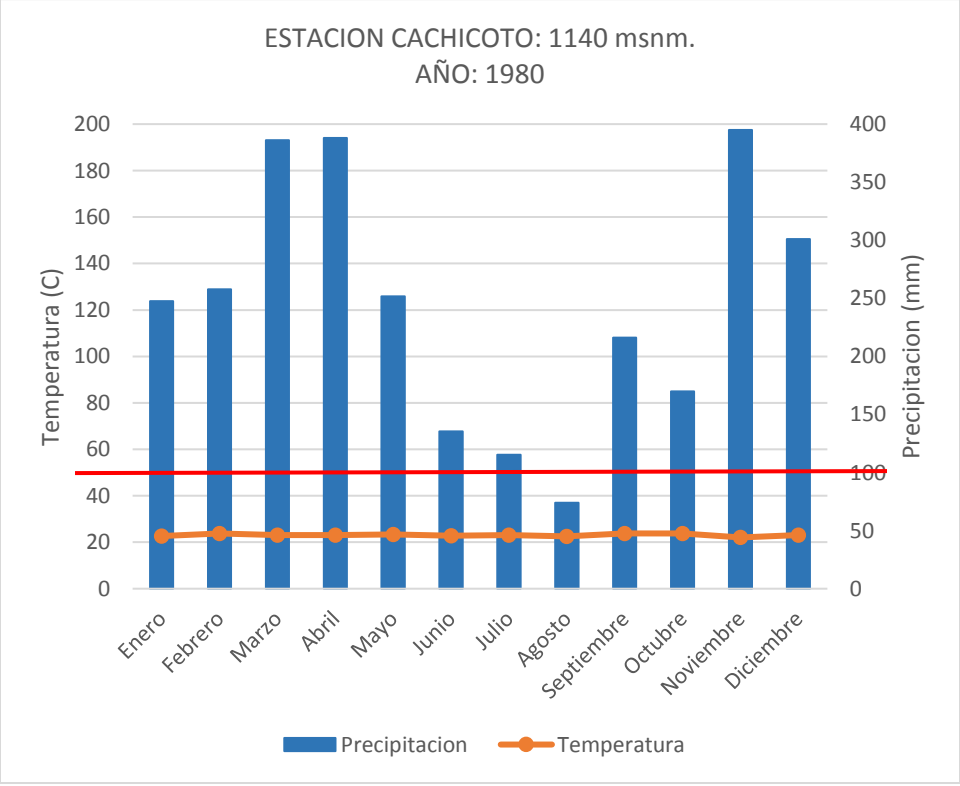

Figura 54: El comportamiento de la temperaturas no tiene mucha variación durante el año, las precipitaciones registran altos en Noviembre. Diciembre, Marzo y Abril.

- PROVINCIA: PACHITEA
- DISTRITO: MOLINO
- ESTACION: PANAO
- ALTITUD: 2600 msnm.
- AÑO: 1970, 1980.

1970	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	13.0	483.8
Febrero	13.1	417.9
Marzo	13.6	320.5
Abril	13.5	314.4
Mayo	13.3	0
Junio	13.3	128.4
Julio	13.2	105.9
Agosto	13.8	39.5
Septiembre	13.8	225.2
Octubre	13.7	132.2
Noviembre	13.8	205.8
Diciembre	13.4	340.7
	13.5	**2714.3**

Tabla 17: Registro de temperatura y precipitación en el año 1970.

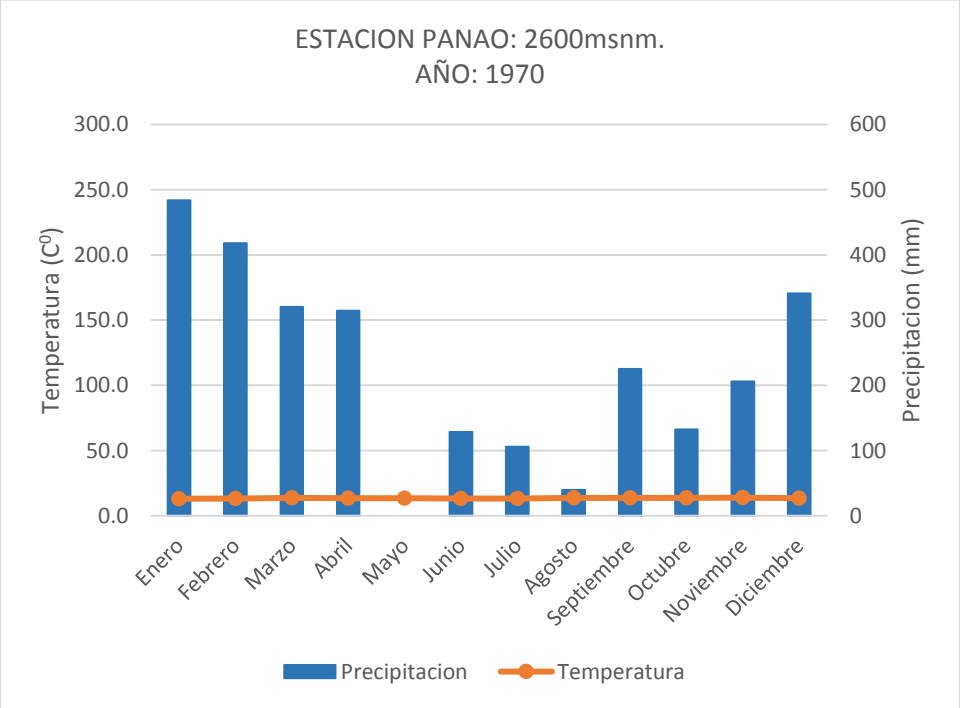

Figura 55: La temperatura promedio es de 13.5 ^{0}C, las precipitaciones más altas están en los meses Diciembre, Enero y Febrero

1980	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	13.2	595.5
Febrero	12.9	525.9
Marzo	13.4	421.9
Abril	13.5	261
Mayo	13.5	42
Junio	13.0	26
Julio	13.1	15.2
Agosto	13.0	49.4
Septiembre	13.5	216.6
Octubre	13.7	356.4
Noviembre	13.5	303.4
Diciembre	13.5	52.2
	13.3	**2865.5**

Tabla 18: Registro de temperatura y precipitación en el año 1980.

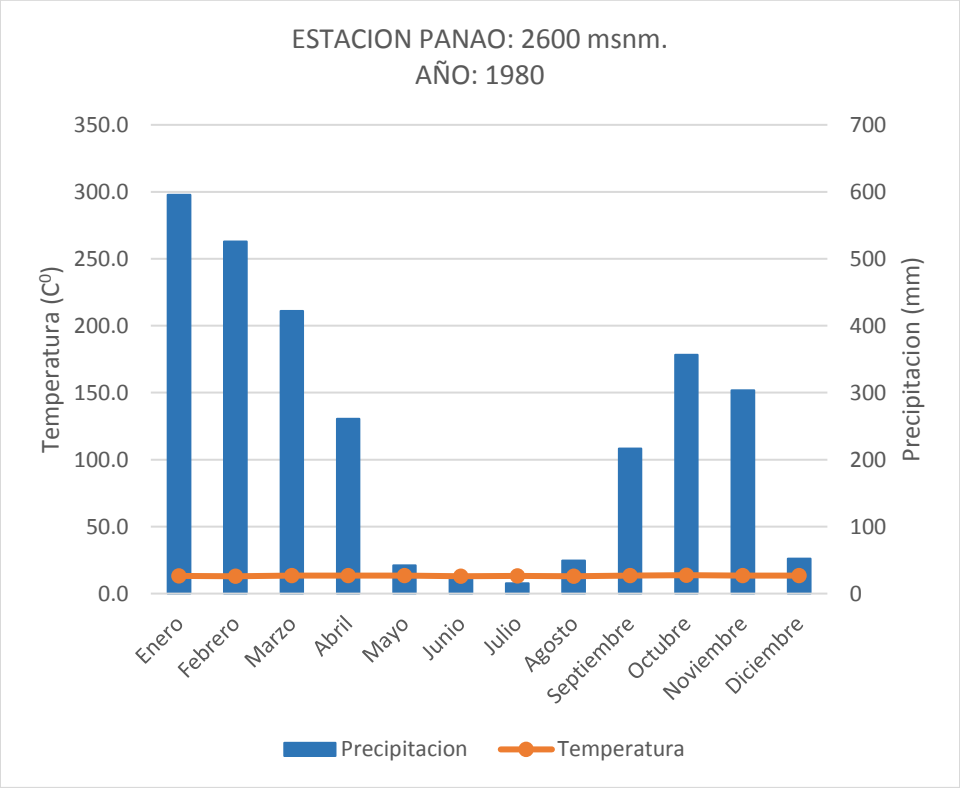

Figura 56: La temperatura promedio es de 13.3. ^{0}C, las precipitaciones más altas están en los meses Enero, Febrero y Marzo.

REGION: PASCO

- PROVINCIA: OXAPAMPA
- DISTRITO: PALCAZU
- ESTACION: ESPERANZA
- ALTITUD: 1200 msnm.
- AÑO: 1980.

1980	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	26.0	363.8
Febrero	25.3	521
Marzo	25.4	287
Abril	26.0	286.7
Mayo	26.1	335.5
Junio	24.5	29
Julio	24.7	85.6
Agosto	25.9	167.5
Septiembre	25.7	249
Octubre	26.7	324.1
Noviembre	26.6	406.6
Diciembre	26.4	640.1
	25.8	**3695.9**

Tabla 19: Registro de temperaturas y precipitación en el año 1980.

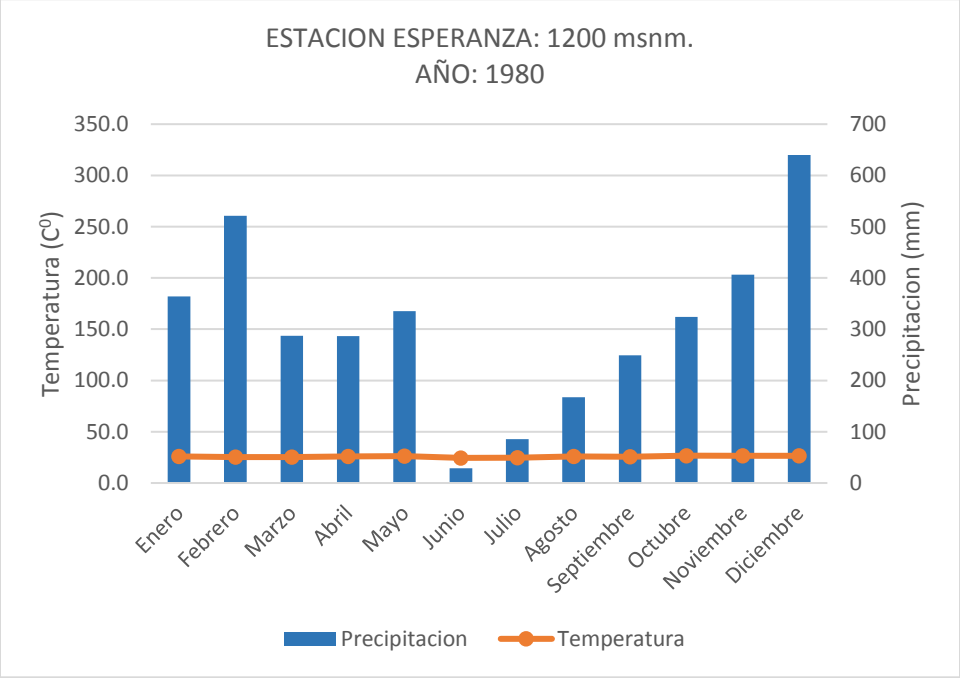

Figura 57: La temperatura no tiene mucha variación durante el año, las precipitaciones más altas fueron en los meses de Diciembre y Febrero.

- PROVINCIA: OXAPAMPA
- DISTRITO: PALCAZU
- ESTACION: ISCOZACIN
- ALTITUD: 1200 msnm.
- AÑO: 1980, 1990

1980	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	6.2	942.4
Febrero	20.0	773.8
Marzo	22.6	449.2
Abril	22.8	628.7
Mayo	21.8	515.1
Junio	21.2	162.7
Julio	23.5	178.5
Agosto	25.4	163.4
Septiembre	26.1	208.1
Octubre	26.1	612.1
Noviembre	26.2	620.1
Diciembre	25.93	735
	22.3	**5989.1**

Tabla 20: Registro de temperatura y precipitación en el año 1980.

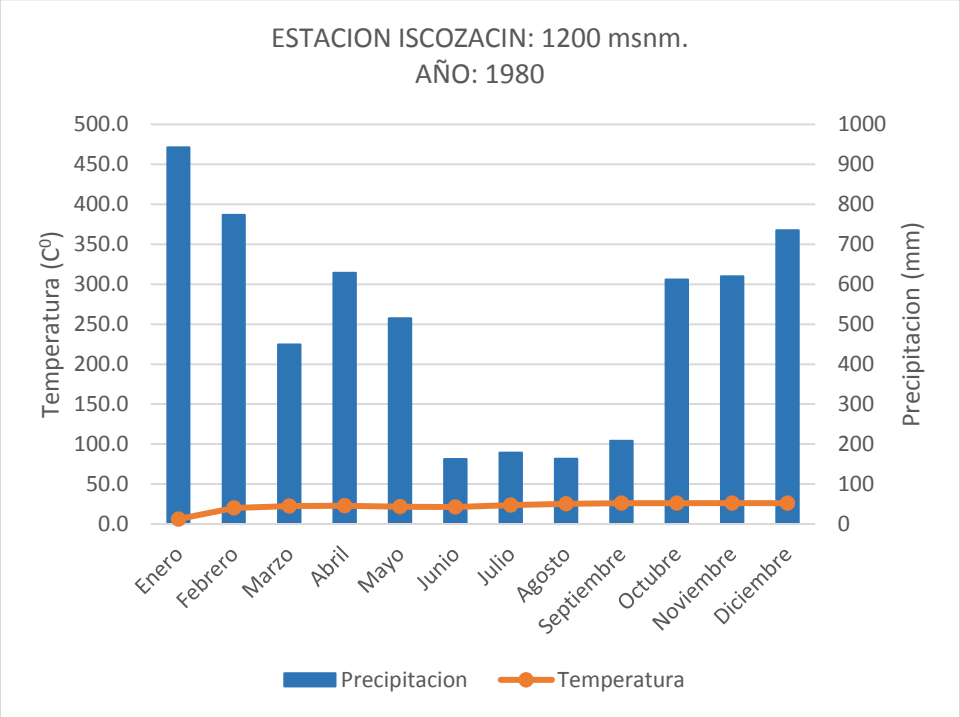

Figura 58: La temperatura tuvo un registro muy bajo en Enero, después tuvo una promedio de 22.3 ^{0}C, los meses con mayor cantidad de precipitación son Diciembre, Enero y Febrero.

1990	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	25.7	1110.4
Febrero	26.3	453.1
Marzo	25.6	507.7
Abril	25.8	546.8
Mayo	-	228.2
Junio	-	103.7
Julio	23.7	188.7
Agosto	25.5	41.3
Septiembre	25.2	229.4
	25.4	**3409.3**

Tabla 21: Registro de temperatura y precipitación en el año 1990.

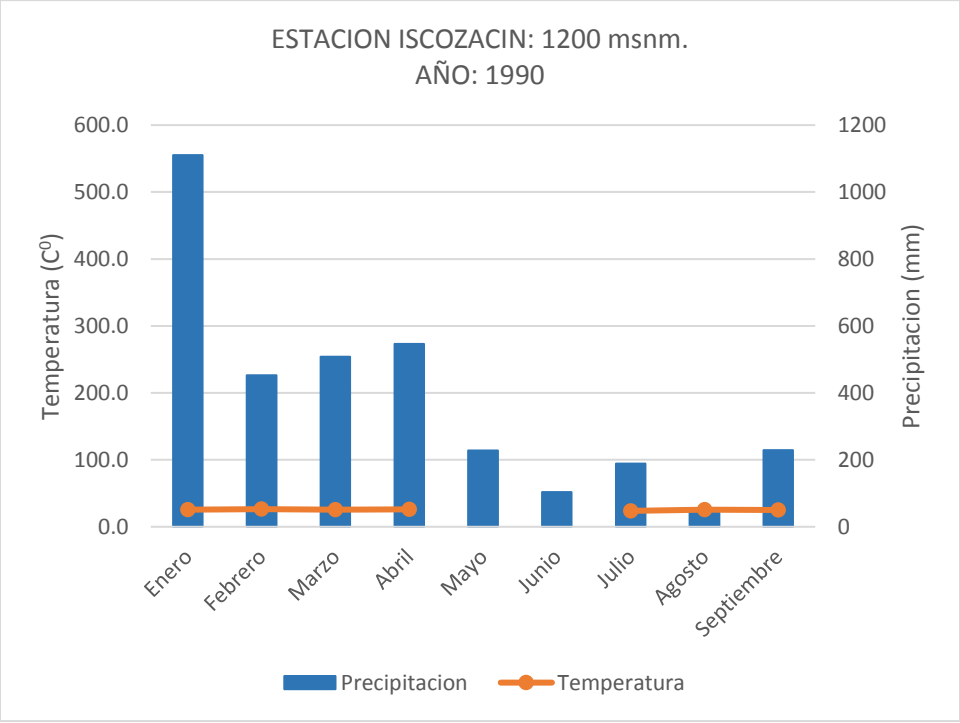

Figura 59: La temperatura está en un promedio de 25.4 ^{0}C durante el año, las precipitación mayo se dio en el mes de Enero.

- PROVINCIA: OXAPAMPA
- DISTRITO: VILLA RICA
- ESTACION:SAN MIGUEL DE BOCAZ
- ALTITUD: 1075 msnm.
- AÑO: 1970, 1980.

1970	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	21.6	298.5
Febrero	21.5	388.4
Marzo	21.2	282.3
Abril	21.8	330.2
Mayo	21.2	178.1
Junio	20.6	157.7
Julio	20.1	146.7
Agosto	21.2	186.3
Septiembre	21.4	220.2
Octubre	21.3	328.7
Noviembre	21.5	294.8
Diciembre	20.7	596.1
	21.2	**3408.0**

Tabla 22: Registro de temperaturas y precipitación en el año 1970.

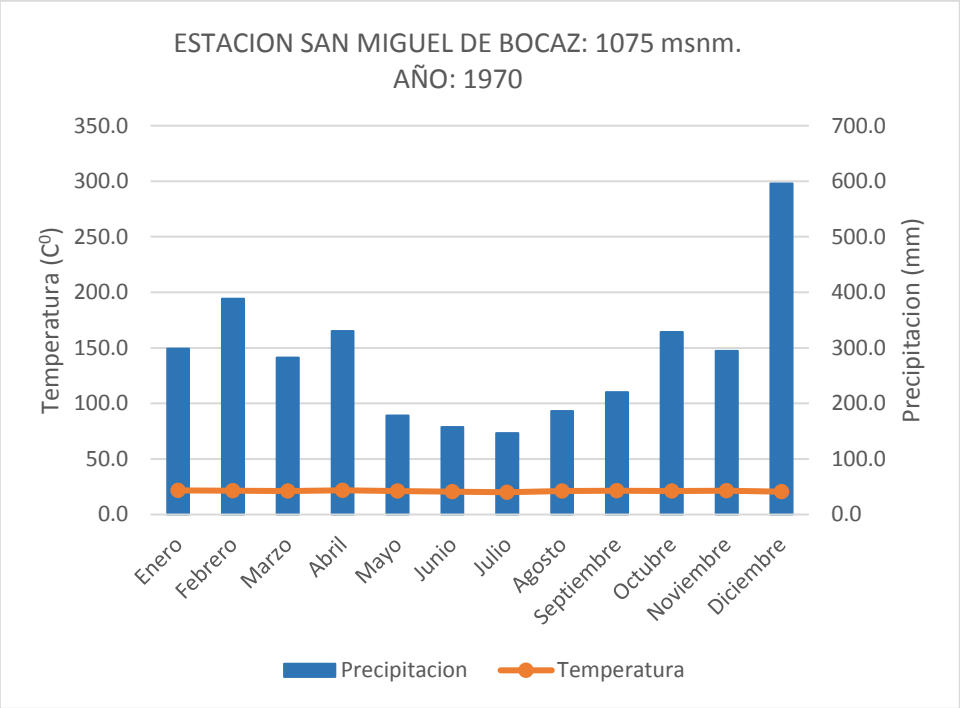

Figura 60: Con una temperatura promedio de 21.2 ^{0}C , con precipitaciones mas altas en Diciembre, Febrero y Abril.

1980	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	20.5	252.1
Febrero	21.1	711.3
Marzo	21.9	359.0
Abril	22.2	354.1
Mayo	21.3	250.2
Junio	20.9	90.0
Julio	20.3	145.6
Agosto	20.7	119.8
Septiembre	21.2	97.2
Octubre	21.3	107.7
Noviembre	21.4	370.0
Diciembre	21.3	263.5
	21.2	**3120.5**

Tabla 23: Registro de temperatura y precipitación en el año 1980.

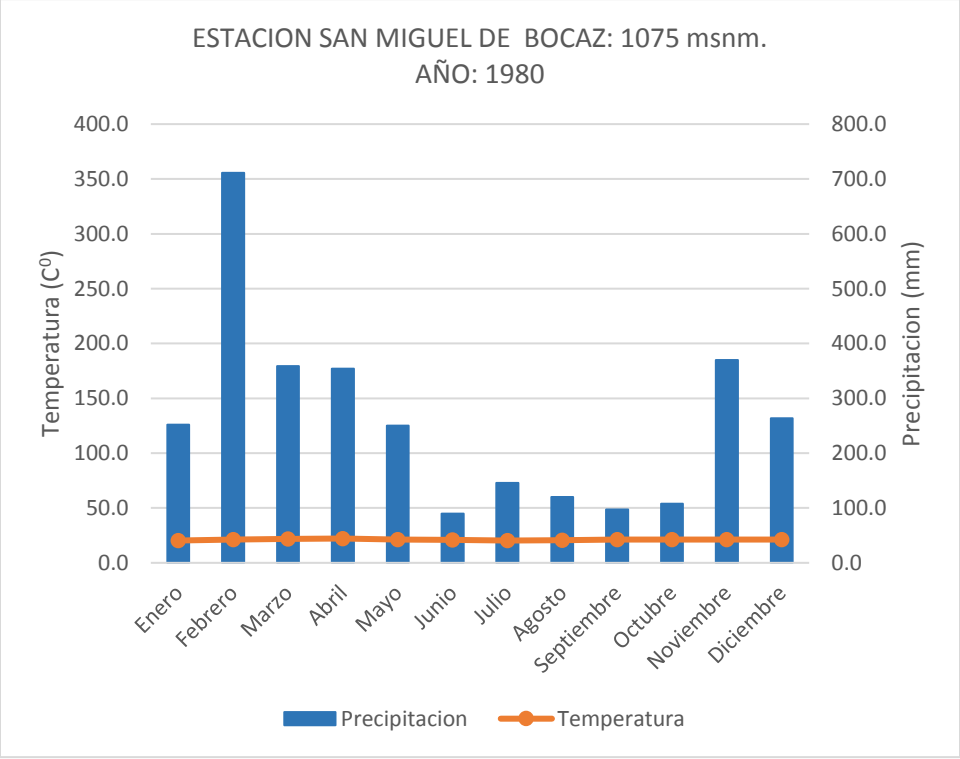

Figura 61: La temperatura durante el año no tiene mucha variación, las precipitaciones altas está en los meses de Noviembre y Febrero.

- PROVINCIA: OXAPAMPA
- DISTRITO: VILLA RICA
- ESTACION: VILLA RICA
- ALTITUD: 1180 msnm.
- AÑO: 2000

2000	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	22.52	63.1
Febrero	22.13	162.6
Marzo	22.23	170.8
Abril	21.98	108.3
Mayo	-	-
Junio	-	-
Julio	-	-
Agosto		-
Septiembre	-	-
Octubre	-	-
Noviembre	-	-
Diciembre	22.05	208.7
	22.18	**713.5**

Tabla 24: Registro de temperaturas y precipitación en el año 2000.

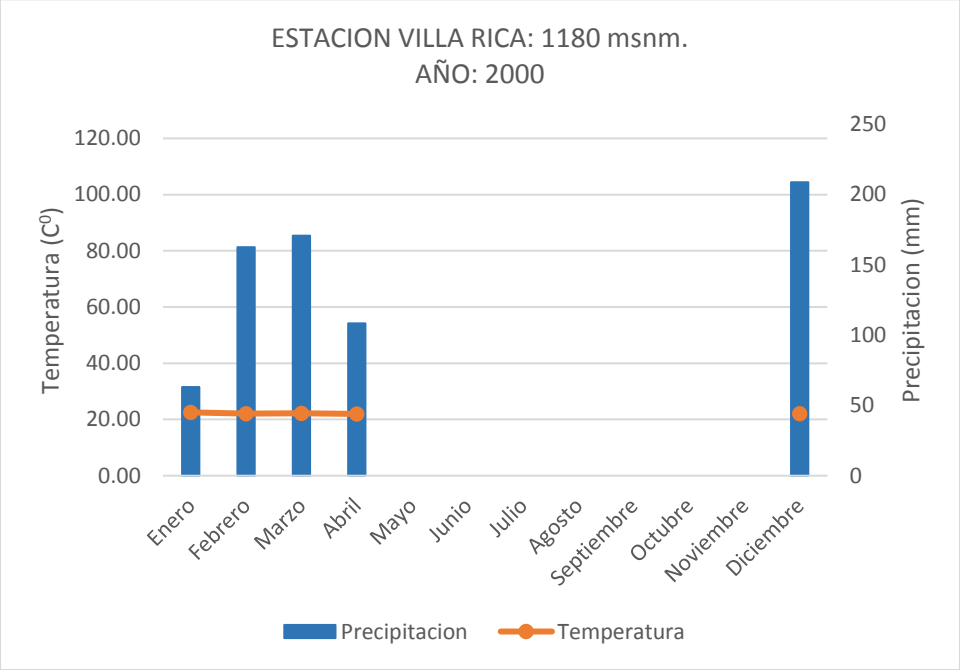

Figura 62: Algunos meses cuentan sin datos, el cual la temperatura promedio es de 22.1 ^{0}C, con precipitaciones altas en Diciembre, Febrero y Marzo.

REGION: JUNIN

- PROVINCIA: CHANCHAMAYO
- DISTRITO: CHANCHAMAYO
- ESTACION: PAMPA WHALEY
- ALTITUD: 990 msnm.
- AÑO: 1970.

1970	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	22.4	205
Febrero	23.0	64
Marzo	22.9	92
Abril	23.2	122
Mayo	22.9	73
Junio	21.8	22
Julio	21.8	14
Agosto	22.4	47
Septiembre	22.7	43
Octubre	22.8	113
Noviembre	23.4	143
Diciembre	22.7	181.5
	22.7	**1119.5**

Tabla 25: Registro de temperaturas y precipitación en el año 1970.

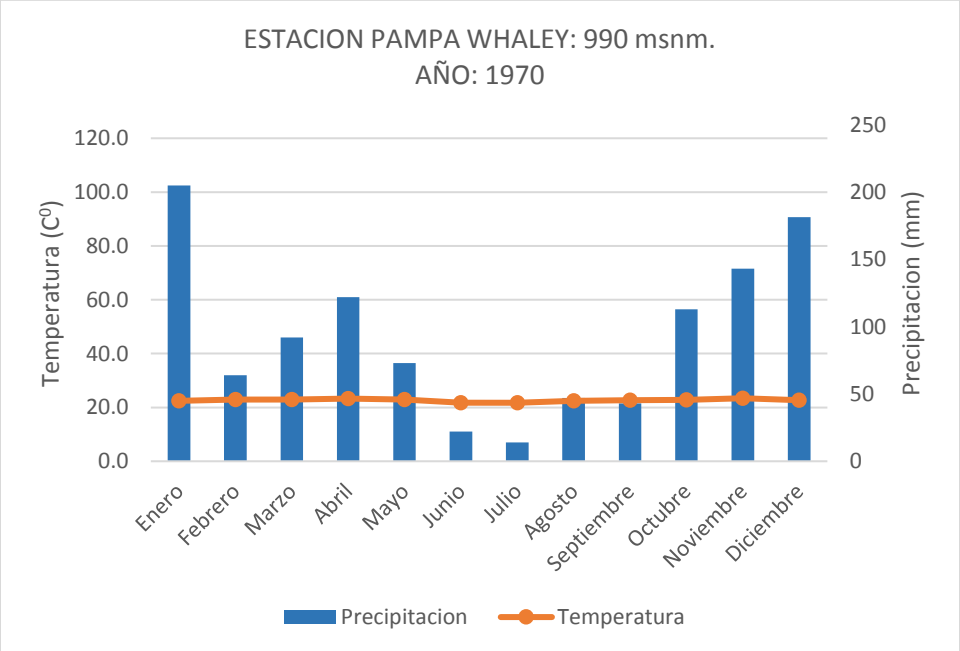

Figura 63: La temperatura promedio esta en 22.7 ^{0}C, con precipitaciones altas en los meses de Diciembre Enero y Noviembre.

- PROVINCIA: CONCEPCION
- DISTRITO: ANDAMARCA
- ESTACION: ANDAMARCA
- ALTITUD: 3535 msnm.
- AÑO: 1980, 1990.

1980	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	20	134
Febrero	21.2	235.5
Marzo	18	270.9
Abril	16	127
Mayo	19	70.5
Junio	17.3	68.5
Julio	16.4	28.7
Agosto	18.6	39.7
Septiembre	20.1	90.2
Octubre	22.4	158
Noviembre	21.7	247.2
Diciembre	20.5	134
	19.3	**133.7**

Tabla 26: Registro de temperaturas y precipitación en el año 1980.

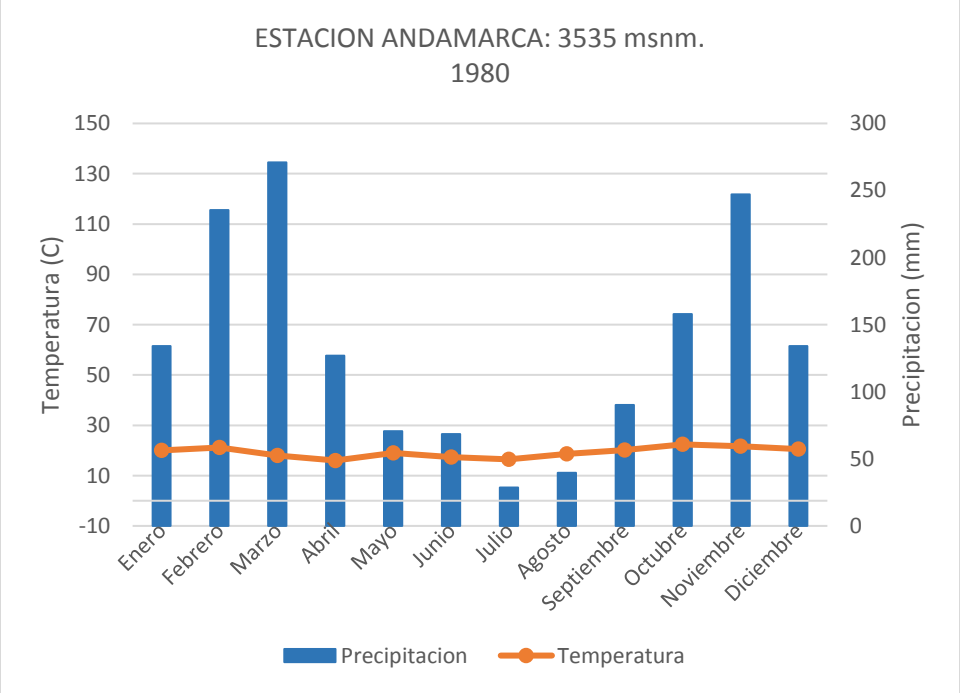

Figura 64: El comportamiento de la temperatura no tiene mucha variación durante el año, las precipitación más altas están en Noviembre, Febrero y Marzo.

1990	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	19	151.3
Febrero	18.5	168.5
Marzo	17	203.6
Abril	17	131.9
Mayo	15	7.3
Junio	16.4	62.9
Julio	14	54.1
Agosto	13	18
Septiembre	19	18.9
Octubre	21.4	81.7
Noviembre	20.8	135.6
Diciembre	20	172
	17.6	**1205.8**

Tabla 27: Registro de temperatura y precipitación en el año 1990.

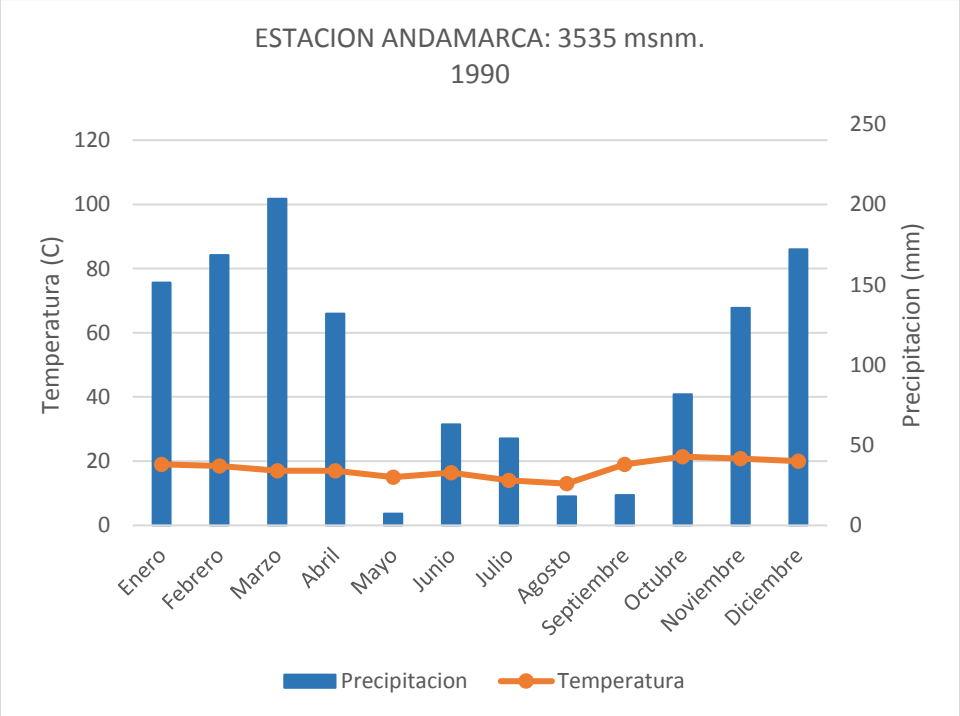

Figura 65: La temperatura promedio es de 17.6 ^{0}C, con precipitaciones altas en los meses de Diciembre, Febrero y Marzo.

- PROVINCIA: CHANCHAMAYO
- DISTRITO: SAN RAMON
- ESTACION: SAN RAMON
- ALTITUD: 1061 msnm.
- AÑO: 1970, 1980.

1970	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	23.5	349.9
Febrero	23.2	249.7
Marzo	23.9	228.2
Abril	23.3	132
Mayo	24.3	133.9
Junio	24.1	155.6
Julio	23.8	31.8
Agosto	22.9	131.1
Septiembre	23.7	172.4
Octubre	24.2	198.7
Noviembre	24.3	184
Diciembre	23.6	312.8
	23.7	**2280.1**

Tabla 28: Registro de temperaturas y precipitación en el año 1970.

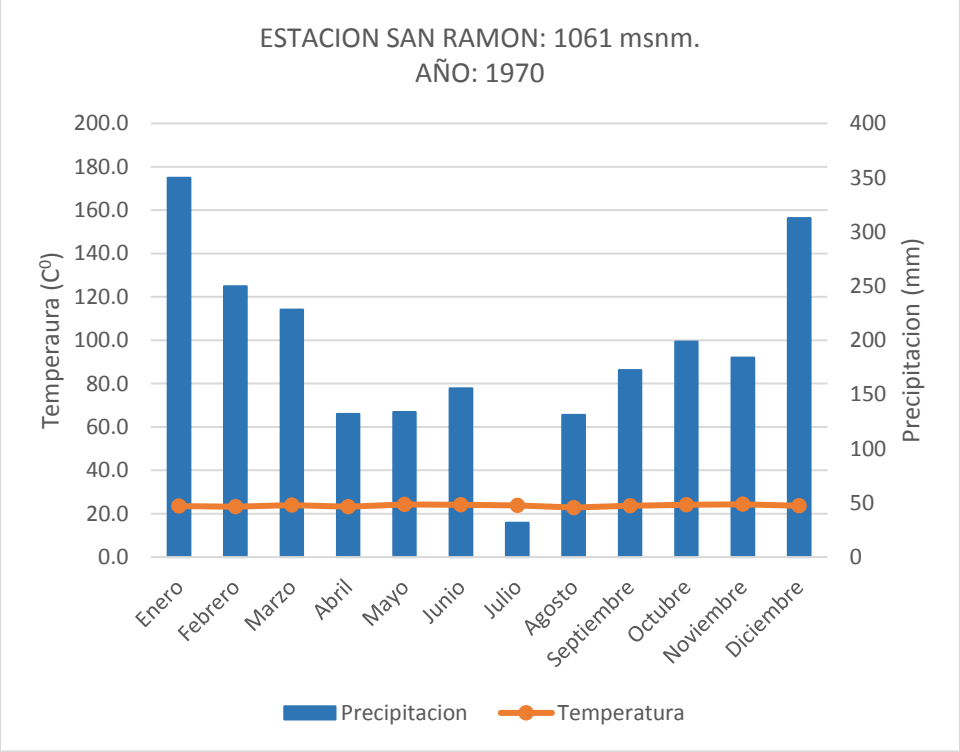

Figura 66: Tiene una temperatura sin mucha variación con 23.7 ^{0}C, las precipitaciones más altas están en los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

1980	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	24.6	192.6
Febrero	24.7	269.5
Marzo	24.2	298.3
Abril	24.3	277.9
Mayo	24.0	184.2
Junio	22.6	38.4
Julio	22.4	107.1
Agosto	24.7	71.5
Septiembre	24.1	93.5
Octubre	24.8	141.9
Noviembre	25.0	305.9
Diciembre	24.8	199.2
	24.2	**2180**

Tabla 29: Registro de temperaturas y precipitación en el año 1980.

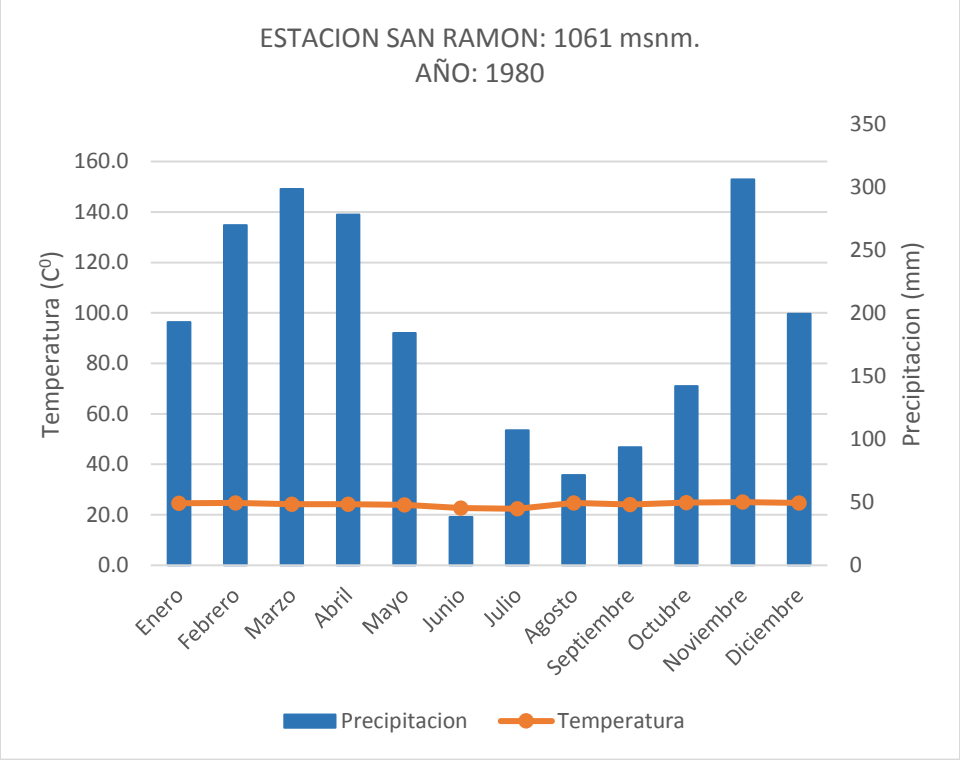

Figura 67: La temperatura promedio esta entre los 24.2 ^{0}C, con precipitaciones altas en los meses de Noviembre, Febrero, Marzo y Abril.

- PROVINCIA: SATIPO
- DISTRITO: MAZAMARI
- ESTACION: MAZAMARI
- ALTITUD: 1582 msnm.
- AÑO: 1970, 1980.

1970	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	28.7	241.4
Febrero	29.8	177.6
Marzo	29.7	170.8
Abril	30.3	110.4
Mayo	30.6	78.0
Junio	29.8	53.4
Julio	29.2	163.6
Agosto	30.5	19.8
Septiembre	29.6	121.8
Octubre	31.3	65.6
Noviembre	31.8	153.3
Diciembre	29.3	201.2
	30.1	**1315.5**

Tabla 30: Registro de temperaturas y precipitación en el año 1970.

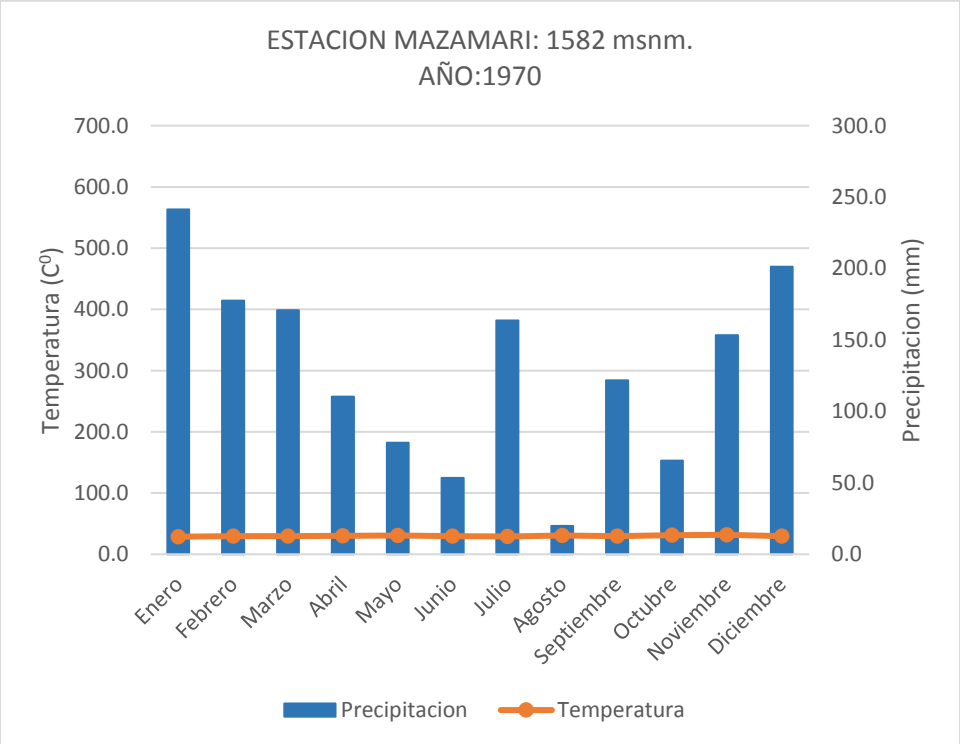

Figura 68: La temperatura promedio es de 30.1 ^{0}C, las precipitaciones más altas lo registran los meses de Diciembre y Enero.

1980	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	25.1	324.8
Febrero	24.7	261.9
Marzo	24.7	198.5
Abril	25.4	210.0
Mayo	25.1	10.6
Junio	24.7	67.0
Julio	23.7	16.5
Agosto	24.5	5.7
Septiembre	25.0	88.7
Octubre	24.7	65.9
Noviembre	25.5	139.4
Diciembre	24.5	339.8
	24.8	**1728.8**

Tabla 31: Registro de temperaturas y precipitación en el año 1980.

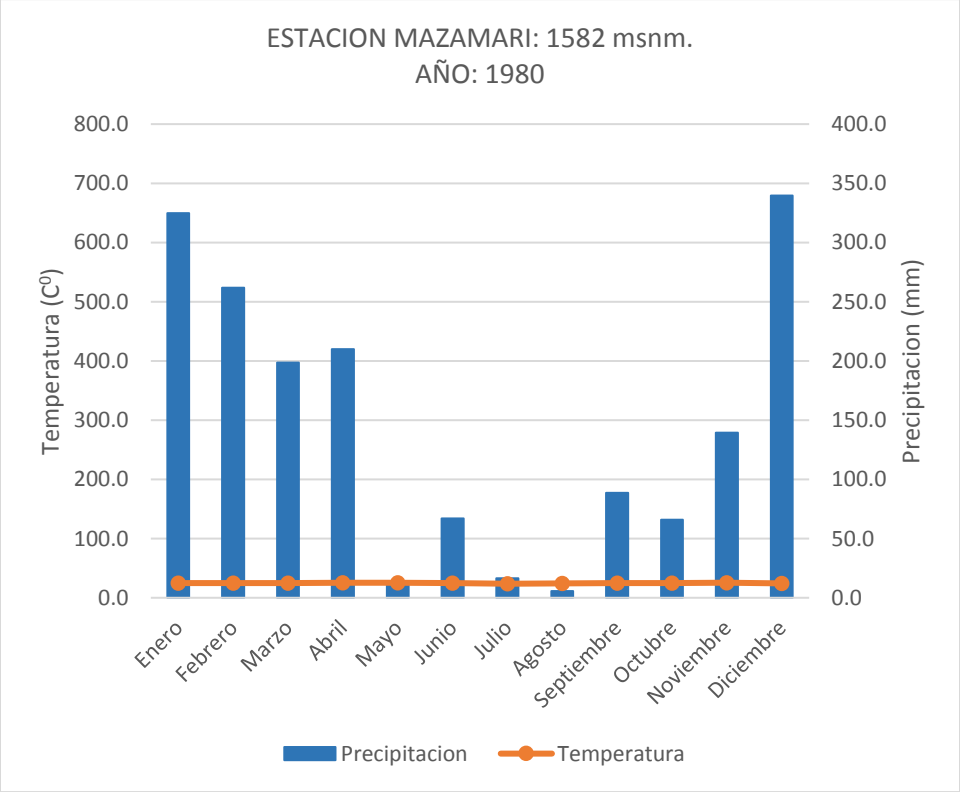

Figura 69: La temperatura promedio es de 24.8 ^{0}C, con precipitaciones altas en los meses de Diciembre, Enero y Febrero.

- PROVINCIA: CHANCHAMAYO
- DISTRITO: VITOC
- ESTACION: CHONTABAMBA
- ALTITUD: 1582 msnm.
- AÑO: 2000.

2000	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	22.8	186.3
Febrero	21.9	286.8
Marzo	22.1	118.5
Abril	22.4	23.3
Mayo	21.6	31.5
Junio	20.2	81.4
Julio	21.0	168.9
Agosto	20.4	189.1
Septiembre	20.5	80.3
Octubre	21.2	169
Noviembre	20.3	206.2
Diciembre	20.5	106.1
	21.2	**1647.4**

Tabla 32: Registro de temperatura y precipitación durante el año.

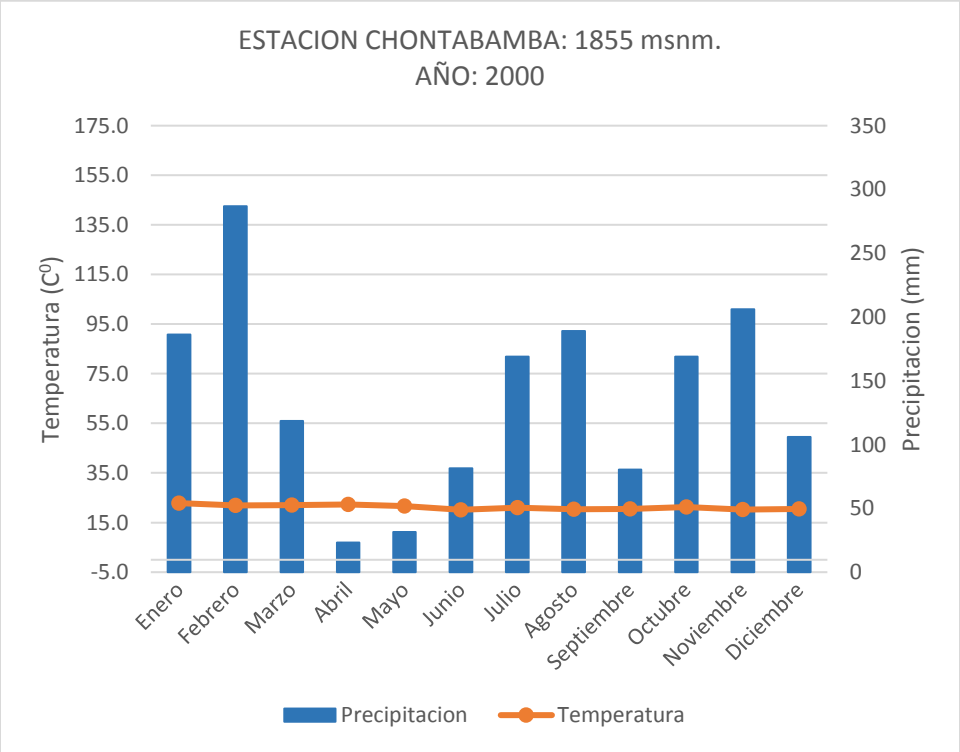

Figura 70: Se observa una temperatura sin mucha variación durante el año, las precipitaciones altas se dan en los meses de Noviembre y Febrero.

- PROVINCIA: CHANCHAMAYO
- DISTRITO: VITOC
- ESTACION: SAN ELOY DE SINGAYAC
- ALTITUD: 2100 msnm.
- AÑO: 1980.

1980	Temperatura (C^0)	Precipitación (mm)
Enero	18	182.2
Febrero	19	390.7
Marzo	16	302.4
Abril	17	182.2
Mayo	20	76.9
Junio	16	104
Julio	17	138.4
Agosto	16.4	58.5
Septiembre	18.4	81
Octubre	19	228.2
Noviembre	17.4	270.9
Diciembre	17	149.1
	17.6	**2164.5**

Tabla 33: Registro de temperaturas y precipitación en el año 1980.

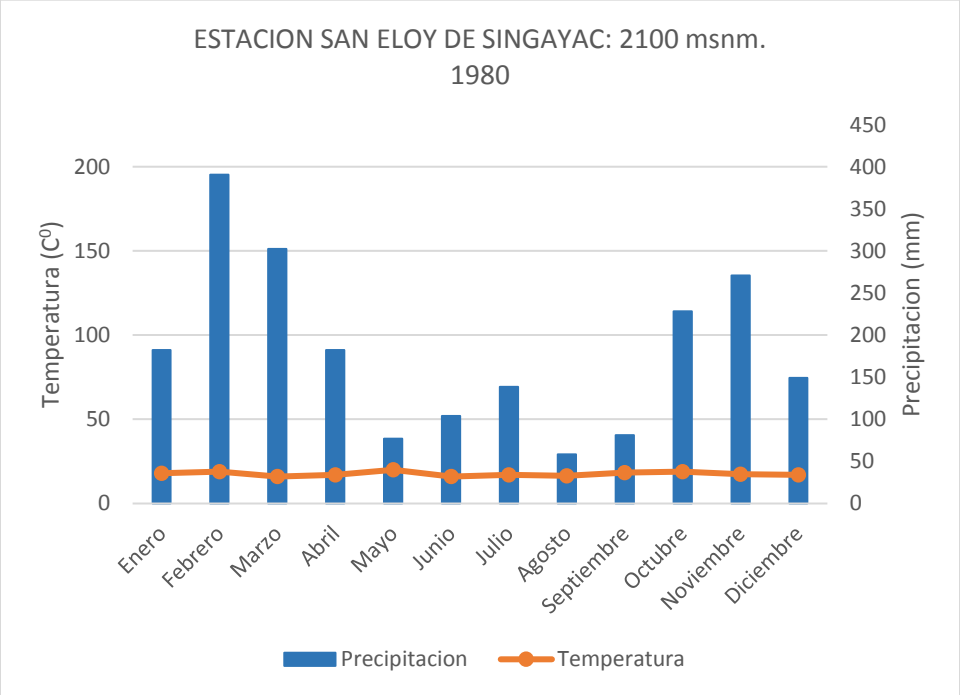

Figura 71: La temperatura promedio es de 17.6 ^{0}C, con precipitaciones más altas en los mes de Noviembre, Febrero y Marzo.