



Universidad Nacional
Federico Villarreal

VRIN | VICERRECTORADO
DE INVESTIGACIÓN

FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO
MODELAMIENTO DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE LA *DIPTERYX MICRANTHA*
(SHIHUAHUACO) EN EL PERÚ

Línea de Investigación: Biodiversidad, ecología y conservación

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Geógrafo

Autor:

Yáñez Alvarado, José Roberto Pio

Asesora:

Rojas León, Gladys

(ORCID: 0000-0003-2961-9643)

Jurado:

Portuguez Yactayo, Hubert Orlando

Aylas Humareda, María del Carmen

Reyna Mandujano, Samuel Carlos

Lima – Perú

2022

Dedicatoria

Dedico la presente investigación con mucho cariño a Dios y la Virgen María Auxiliadora, quienes me guían y me dan la fortaleza para seguir adelante en cada prueba. A mis padres, Raúl Yáñez por seguirme cuidando desde el cielo y Liliana Alvarado; siempre estaré agradecido por la buena educación, valores, consejos y su ayuda constante para por desenvolverme en cada ámbito de la vida. Mis hermanos Diego y Andrés, por su compañía y apoyo, familia, amigos y maestros, quienes sin su ayuda no hubiera podido terminar la tesis. Para todos ustedes les hago esta dedicatoria.

Agradecimiento

Mi agradecimiento a la Universidad Nacional Federico Villarreal, la Facultad de Ingeniería Geográfica, Ambiental y Ecoturismo por la formación humana y académica.

Un agradecimiento de manera especial a mi asesora de Tesis Mg. Gladys Rojas León, quién con su apoyo pude culminar con satisfacción la tesis.

Un agradecimiento especial al Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre (OSINFOR), por brindarme los recursos que me permitieron desarrollar la investigación.

Un agradecimiento especial al Ing. Johnn Kinny Janampa Felices, especialista SIG de la Dirección de Control del Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR), del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (MINAGRI), por su asesoría y apoyo constante en el desarrollo de esta investigación.

Por último, agradecer a Dios por hacer posible todo. Mis padres, familiares y amigos por los consejos y el apoyo en cada momento.

Muchas gracias a todos, sin ustedes esto no hubiera sido posible.

ÍNDICE

I.INTRODUCCIÓN.....	15
1.1.Descripción y formulación del problema.....	17
1.1.1. Problema principal.....	19
1.1.2. Problemas secundarios.....	19
1.2.Antecedentes.....	19
1.2.1.Internacionales.....	19
1.2.2.Nacionales.....	21
1.3.Objetivos.....	25
1.3.1.Objetivo general.....	25
1.3.2.Objetivo específicos.....	25
1.4.Justificación.....	26
1.5.Hipótesis.....	26
II.MARCO TEÓRICO.....	27
2.1.Bases teóricas sobre el tema de investigación.....	27
2.1.1.Fuente de información de colecta de especies forestales.....	27
2.1.2.Modelado de distribución de especies.....	28

2.1.3.Técnicas de modelado.....	30
2.1.4.Modelo de máxima entropía	34
2.1.5.Evaluación de los modelos de distribución espacial.....	35
2.1.6.Selección de un umbral o punto de corte	40
2.1.7.Características de la especie forestal <i>Dypteryx micrantha</i> (Shihuahuaco)	40
2.2.Marco legal.....	43
III.MÉTODO.	46
3.1.Tipo de investigación.....	46
3.2.Ámbito temporal y espacial	46
3.3.Variables.....	47
3.4.Población y muestra.....	49
3.5.Instrumentos.....	49
3.5.1.Softwares empleados	49
3.5.2.Base de datos de presencia de las especies	50
3.5.3.Base de datos de variables ambientales (climatológicas y topográficas)	50
3.6.Procedimiento.....	51
3.6.1.Análisis de consistencia de datos	52
3.6.2.Ejecución y validación del modelo	52

3.6.3. Análisis e interpretación de resultados	52
3.7. Análisis de datos	53
3.7.1. Data alfanumérica	53
3.7.2. Data gráfica.....	54
IV. RESULTADOS	55
4.1. Caracterización de la zona de estudio	55
4.1.1. Ubicación y área	55
4.1.2. Clima.....	55
4.1.3. Geografía.....	55
4.1.4. Geología.....	57
4.2. Recopilar los registros de colecciones científica y especializada de la especie <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco).....	59
4.2.1. Base de datos del Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre.....	59
4.2.2. Base de datos digital de colecciones de la infraestructura mundial de información en biodiversidad del Global Biodiversity Information Facility (GBIF)	63
4.3. Acondicionar los registros de colecciones científica y especializada de la especie <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco).....	66
4.4. Colección y construcción de variables (ambientales) climáticas y topográficas	67

4.4.1.Obtención de variables climáticas	67
4.4.2.Obtención de variables topográficas	70
4.4.3.Análisis y selección de variables	73
4.5.Modelamiento de máxima entropía, para establecer la distribución espacial y potencial especie <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco)	84
4.5.2.En la interfaz principal.....	85
4.5.3.En la interfaz Settings (Configuración)	88
4.6.Validación estadística de resultados (testeo)	94
4.7.Análisis de influencia de variables que determinan la distribución potencial de la especie <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco).....	95
4.8.Umbral de corte para definir área geográfica de distribución espacial potencial	98
4.8.2.Superficie de distribución potencial y espacial.....	101
4.8.3.Análisis de la distribución en el ámbito territorial.....	103
4.9.Superposición de resultados de distribución con categorías territoriales	104
4.9.1. Área natural protegida.....	104
4.9.2.Área de conservación regional.....	104
4.9.3.Reserva territorial/indígena.....	104
4.9.4.Ecosistema frágil.....	105
4.9.5.Bosque de producción permanente	105

4.9.6.Concesión forestal.....	105
4.9.7.Comunidad nativa	106
4.9.8.Fuera de áreas categorizadas.....	106
V.DISCUSIÓN DE RESULTADOS	111
VI.CONCLUSIONES	114
VII.RECOMENDACIONES	115
VIII.REFERENCIAS.....	117
IX.ANEXOS.....	128

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Matriz de confusión o de error	35
Figura 2 Curva operada por el receptor (ROC)	38
Figura 3 Árbol de shihuahuaco en la concesión forestal de Madreacre, en el distrito de Iñapari, Madre de Dios.....	43
Figura 4 Flujo de procedimiento.....	53
Figura 5 Mapa de ubicación.....	58
Figura 6 Entrega de información de las colectas de individuos de la especie Shihuahuaco del OSINFOR.....	60
Figura 7 Supervisión del OSINFOR de especies forestales en títulos habilitante.....	61
Figura 8 Interfaz del SISFOR de colecciones de presencia de especies forestales	61
Figura 9 Mapa de colecciones de presencia del Shihuahuaco registradas por el OSINFOR ..	62
Figura 10 Interfaz de colecciones de la especie forestal del Shihuahuaco (GBIF)	64
Figura 11 Banco de datos de registro mundial de ocurrencia de colecciones de la especie forestal Shihuahuaco a nivel mundial (GBIF).....	64
Figura 12 Mapa de colecciones de presencia de “Shihuahuaco” registradas por el GBIF	65
Figura 13 Formato y estructura de las colectas de presencia de especie Shihuahuaco.....	66
Figura 14 Capas geográficas (rasters) de las 19 variables climáticas WORLCLIM.....	69

Figura 15 Interfaz para carga de composición NDVI a partir de imágenes Landsat 8.....	70
Figura 16 Conversión de cobertura de suelo de vector a raster	72
Figura 17 Coberturas acondicionadas de variables topográficas.....	73
Figura 18 Herramienta para extracción de múltiples atributos en los 290 puntos de presencia de “Shihuahuaco”.....	74
Figura 19 Resultado herramienta para extracción de múltiples atributos los puntos presencia del Shihuahuaco.....	75
Figura 20 Interfaz de software Anaconda / Júpiter para análisis de datos.....	76
Figura 21 Relación entre las 6 variables climáticas: bio1, bio2, bio3, bio 4, bio 5 y bio 6	77
Figura 22 Relación entre las 6 variables climáticas: bio 7, bio 8, bio 9, bio 10, bio 11 y bio 12.....	78
Figura 23 Relación entre las 6 variables climáticas: bio 13, bio 14, bio 15, bio 16, bio 17 y bio 18.....	79
Figura 24 Relación entre las 3 variables topográficas: NDVI, suelo y alt.....	80
Figura 25 Interfaz de software Anaconda / Júpiter calculando la correlación de las variables	81
Figura 26 Dendrograma de asociación de variables	82
Figura 27 Clúster de asociación de variables.....	83
Figura 28 Curvas de respuesta con los tipos de características	86
Figura 29 Configuración de interfaz principal de MaxEnt	88

Figura 30 Configuración Random Test	89
Figura 31 Diferencias en resultados del modelo cambiando factor de regularización (R).....	90
Figura 32 Mapa de coordenadas de entrenamiento y testeo	91
Figura 33 Configuración parámetros por defecto	92
Figura 34 Mapa del modelo de probabilidad de presencia del <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco)	93
Figura 35 Curva ROC y el área bajo la curva AUC	94
Figura 36 Prueba de Jackknife en las variables ambientales	96
Figura 37 Modelo frente a la variable altitud.....	97
Figura 38 Modelo frente a la variable bio12.....	98
Figura 39 Reporte de umbrales comunes resultado del modelo	99
Figura 40 Mapa del modelo binario de distribución espacial del <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco)	100
Figura 41 Mapa de modelo binario de distribución espacial regional	102
Figura 42 Mapa de superposición del modelo en las categorías territoriales	107
Figura 43 Mapa de zonas de conservación y aprovechamiento del modelo.....	110

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Categorización del AUC	39
Tabla 2 Variables de análisis dependientes	47
Tabla 3 Variables de análisis independientes	48
Tabla 4 Variables o capas climáticas	68
Tabla 5 Variables topográficas	72
Tabla 6 Variables climáticas y topográficas seleccionadas	84
Tabla 7 Área potencial de la <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco).....	103
Tabla 8 Distribución de la <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco) en categorías territoriales....	108

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1 Registros de colecciones científica y especializada de la especie <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco)	128
Anexo 2 Extracción de múltiples atributos en los 290 puntos de presencia de “shihuahuaco”	132

RESUMEN

En el presente trabajo se desarrolló el Modelamiento De La Distribución Espacial de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) en el Perú; aplicándose la técnica de modelación, máxima entropía (MaxEnt), se realizó a la distribución espacial y se estimó la distribución potencial. Los puntos de presencia se obtuvieron de las colectas de los individuos del Sistema de información geográfica de supervisiones forestales y de fauna silvestre del OSINFOR (SISFOR) y de la Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad (GBIF). Las variables bioclimáticas, topográficas, y de suelos, fueron obtenidas de la base de Worldclim, modelo digital de elevación y el mapa nacional de cobertura vegetal, respectivamente. Los resultados de distribución potencial se sometieron a la prueba del Área Bajo la Curva (AUC), y se obtuvo un valor de 0.935, considerado de muy buena significancia y capacidad de predicción. Las variables que tuvieron mayor aporte fueron la altitud y la precipitación anual (bio12). El resultado de la distribución abarcó los departamentos de Ucayali, Madre de Dios y Loreto principalmente con una superficie de 10 970 857,73 has. A fin de identificar áreas para una mejor conservación y aprovechamiento de la especie, se consideró la superposición de categorías territoriales. Resultó que el 12.6% de la superficie se encuentra en áreas de conservación. El 40.2% se encuentra en áreas para aprovechamiento forestal y finalmente el 22.4% correspondería a áreas no categorizadas. Permitiendo se genere más aportes para el conocimiento científico, la correcta preservación y aprovechamiento de la especie.

Palabras clave: *Distribución de especie, Modelación, Dipteryx micrantha y MaxEnt.*

ABSTRACT

In this paper, the Modeling of Space Distribution of *Dipteryx micrantha*, also known as “Sihuahuaco” in Perú. By applying the maximum entropy modeling technique (MaxEnt), the space distribution was made, and the potential distribution was estimated. The presence points were obtained from the collections of the Geographic Information System of Forest and Wild Fauna Supervisors (Sistema de Información Geográfica de Supervisiones Forestales y de Fauna Silvestre del OSINFOR, SISFOR) and the Global Biodiversity Information Facility (GBIF). The climatic, topographic and soil variables were obtained from the Workdclim database, a digital elevation model and the plant cover national map, respectively. The results from the potential distribution were tested according the Area Under the Curve, obtaining a value of 0.935, considered of a very high significance and predictability. The variables that contributed the most were altitude and annual precipitation (bio12). The result of the distribution included the departments of Ucayali, Madre de Dios and Loreto, mainly, with a surface of 10'970,857.73 ha. With the purpose of identifying areas for a better conservation and exploitation of the species, overlapping of territorial categories was considered. The result shows that 12.6% of the surface belong to conservation areas; 40.2% is in areas for forest use; and finally, 22.4% corresponds to not categorized areas. This allows more contributions to the scientific knowledge, the correct species preservation and exploitation.

Keywords: *Species distribution, Modelling, Dipteryx micrantha, MaxEnt.*

I. INTRODUCCIÓN

En estas últimas décadas se viene elevando la velocidad de desvanecimiento de especies de forma exponencial, implicando la disminución en la variedad y variabilidad de los seres vivos y ecosistemas. Siendo la ampliación de terrenos para la expansión agrícola y la tala indiscriminada, tanto para la extracción ilegal de la madera, la deforestación y la degradación forestal sigue siendo alarmante (Schwartz, 2004).

Una de los más grandes delitos de nuestra Amazonía en las últimas décadas viene a ser la tala ilegal, siendo los árboles más vulnerables los de más de quinientos años de antigüedad, entre ellas tenemos el *Dipteryx micrantha* conocido comúnmente como “Shihuahuaco”. La demanda internacional de madera de *Dipteryx*, ha reducido poblaciones (Putzel et al.2010). Su categorización mundial está como datos insuficientes, dado que su población está en declive (UICN, 2017). Siendo una de las especies cuyas proyecciones afirmarían una desaparición de la especie a futuro en nuestro país (OSINFOR, 2020). Sin embargo, aún los estudios de distribuciones espaciales y potenciales forestales son escasos en nuestro país y se agudiza en referencia a la especie estudiada. En tal sentido, es importante conocer la distribución de esta especie en el territorio nacional.

La distribución espacial de la biodiversidad según Araújo y Rahbek (2006), es fundamental para planificar y eventualmente mitigar los impactos sobre la biodiversidad o especies, por ello es importante realizar trabajos de investigación que permitan realizar la distribución espacial e identificar su distribución potencial de especies que son de necesidad para la población, y por consiguiente permitan realizar planes de recuperación, conservación y aprovechamiento de manera responsable y sostenible.

Para ello, es necesario utilizar un modelo que permite dar una representación parcial y abreviada de un sistema físico que existe en el mundo real y que ayude a entender su funcionamiento (Benito, 2009). Siendo de suma importancia, utilizar los modelos de especies porque dan una proyección cartográfica de la conveniente de un espacio para la presencia de una especie en función de las variables empleadas para generar dicha proyección.

El propósito de esta investigación tiene como objetivo aplicar el modelo de distribución espacial para identificar la distribución potencial de la especie forestal *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), para el periodo actual en el ámbito del territorio nacional. Así mismo, se utilizarán datos de presencia de la especie y las variables ambientales de mayor importancia en el algoritmo de Máxima entropía (MaxEnt) para reconocer las áreas para una mejor conservación y aprovechamiento de la especie; el cual está comprendida de 7 capítulos, se detallará a continuación:

En el primer capítulo se dio la descripción y formulación de la problemática que afecta a la zona de estudio, se examina los antecedentes a nivel internacional y nacional, se propone los objetivos tanto generales y específicos, la justificación e importancia y la hipótesis.

En el segundo capítulo se desarrolló el marco teórico repartido en las bases teóricas, conceptos y definiciones de términos y el marco legal referente a la línea de investigación.

En el tercer capítulo se estableció el método y los materiales, en el método respecto a la dirección de la investigación es mixta de tipo cuantitativo y cualitativo, nivel de la investigación es de tipo exploratoria y descriptiva, y el diseño de la presente investigación es no experimental y transversal debido que no se manipulo variables.

En el cuarto capítulo es el procedimiento y los resultados del modelamiento de máxima entropía, para establecer la distribución espacial y potencial de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco).

En el quinto capítulo es la discusión de los resultados donde se compara con algunos antecedentes nacionales considerados en la presente investigación. Y por último en el sexto capítulo se dan las conclusiones y recomendaciones.

Por lo que este estudio se enfoca en aportar conocimiento de la biogeografía de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) y sea aplicable para desarrollar mecanismos de conservación y tener las consideraciones respectivas para la mejor toma de decisión sobre este recurso forestal.

1.1. Descripción y formulación del problema

“Existe un buen grupo de especies de plantas catalogadas en peligro de extinción, debido a las presiones económicas, demográficas y sociales” (Convención sobre la diversidad Biológica, 2009).

“Las actividades humanas extractivas ejercen dominio en la reducción de especies y su consumo excesivo, lleva a la destrucción directa, modificación de hábitats y fragmentación de medios naturales; y, de forma indirecta, los procesos inducidos por el hombre, causan la degradación a través de la contaminación y alteración de ecosistemas” (Houghton et al., 2001).

En el reporte internacional “madera sucia” publicada en Ojo Público manifiesta lo siguiente:

La poca predisposición por seguir las normas y acuerdos internacionales y conocimiento de la distribución ocasiona una pésima gestión del aprovechamiento de árboles

de alto valor comercial (por su madera); que contribuyen al deterioro de bosques naturales, mermando su capacidad para recuperarse; evitando la contribución en respuesta al cambio climático (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2016).

Mongabay Latam (2018), indica: ante las medidas de control y protección de especies de gran valor comercial como la caoba y el cedro, el mercado ya viene buscando otras alternativas. En los últimos años se ha venido incrementado, por ejemplo, la presión de extracción y exportación del Shihuahuaco. Una delegación de científicos analizó la densidad de esta especie sostuvo que, si la presión sobre este árbol continúa, la especie podría estar atravesando su pronta extinción. Según el Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre ([OSINFOR], 2018) se han identificado cerca de 4 mil m³ extraídos ilegalmente de títulos habilitantes forestales, lo cual representa una alerta acerca del estado de la conservación de la población de esta especie forestal.

El Perú no ha sido ajeno a estos problemas, la deforestación y degradación de las masas boscosas, por ser fuente de alimento y riqueza de la población, en estas últimas décadas se viene elevando la velocidad de desvanecimiento de especies de forma exponencial, implicando la disminución en la variedad y variabilidad de los seres vivos y ecosistemas (OSINFOR, 2018).

Uno de los mayores peligros para la Amazonía es la tala ilegal de árboles de más de quinientos años de antigüedad, una de las más registradas en los últimos años es el *Dipteryx micrantha* conocido comúnmente como “Shihuahuaco” (OSINFOR, 2018).

De lo descrito, se observa la preocupante situación del “Shihuahuaco”, siendo necesario en el Perú utilice herramientas de modelamiento ecológico y Sistemas de Información

Geográfica (SIG), teniendo en cuenta la escasa información sobre este recurso, recurriendo a estudios desarrollados por entidades públicas y científicas; con este precedente, consideramos que el carente conocimiento obtenido alrededor de “Shihuahuaco” ha imposibilitado generar respuestas a su patrón geográfico de distribución actual, y menos, ha permitido identificar rangos de distribución acertados para esta especie, impidiendo así, una adecuada evaluación sobre el estado de conservación de la misma.

1.1.1. Problema principal

¿Cómo identificar la distribución espacial y potencial de la especie forestal *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), actualmente en el ámbito del territorio nacional?

1.1.2. Problemas secundarios

- ¿Cómo se recopilará y acondicionará los registros de colecciones científica y especializada de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)?
- ¿Cuál es la influencia de las variables ambientales que determinan la distribución potencial actual de la *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)?
- ¿Cómo el algoritmo de modelamiento de máxima entropía, establecerá la distribución espacial y potencial de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Internacionales

Según Ojo Público y Mongabay Latam (2018), manifiesta lo siguiente:

Ante el descuido y poco control de la protección del “Shihuahuaco” y otras especies, era importante que se tomarán cartas en el asunto y hacer una evaluación con las

entidades peruanas correspondientes para actualizar la lista nacional peruana de flora silvestre.

El Servicio Nacional Forestal y de Fauna Silvestre (SERFOR) autoridad peruana anexa al Ministerio de Agricultura y Riego, consideró organizar en el año 2015 un equipo de trabajo de 99 especialistas del país con el apoyo en la supervisión del Ministerio del Ambiente (MINAM).

El objetivo de estudio consistía en la revisión y actualización de la lista nacional de flora silvestre amenazada. Después de la evaluación en septiembre del 2016, se decide incorporar 705 especies; 61 en peligro crítico y 87 en peligro. El Shihuahuaco fue incluido en la propuesta, sin embargo, SERFOR no la oficializó.

Al no tener una respuesta del SERFOR, un grupo especialistas insistió nuevamente para que el “Shihuahuaco” sea incluido en la categoría de especie amenazada. Considerándose necesario por sus características ecológicas, siendo susceptible a la sobreexplotación y eventualmente extinción. [...] En el 2013, se encontró una situación alarmante dado que el volumen extraído de “Shihuahuaco” fue 22 veces extraído en el 2000”, advirtieron.

Madeira (2015) manifiesta lo siguiente:

La biodiversidad puede definirse como un grupo de organismos vivientes y los sistemas ecológicos de los que forman parte. Como consecuencia del deterioro ambiental global, esa biodiversidad está sufriendo una importante pérdida, por lo que se hace preciso diseñar medios y metodologías eficaces con las que actuar en todos los frentes para intentar conservarla. En él se prueba una metodología novedosa los Sistemas de

Información Geográfica (SIG), con los modelos nicho ecológico. La experiencia usando esta herramienta, permitió hacer el análisis de la biodiversidad de Castilla y León en relación a dos grupos de organismos distintos como las plantas vasculares y los anfibios.

Dando como resultado la existencia de modelos en el espacio geográfico de distribución de riqueza en la comunidad autónoma, permitiendo evidenciar las posibles causas. De tal manera, respecto a la flora se pudo verificar el grado de protección de las Micro reservas propuestas.

1.2.2. Nacionales

Lozano (2020), en su trabajo de investigación titulada “Modelamiento espacial de nichos ecológicos para evaluación de presencia de *Cedrela odorata*, *Cedrela montana* y *Cedrelinga cateniformes* - Amazonas” manifiesta lo siguiente:

La aplicación del Modelamiento espacial de nichos ecológicos para evaluación de presencia de *C. odorata*, *C. montana* y *Cedrelinga Cateniformis* en la región de Amazonas, usando el modelamiento de nichos ecológicos. El estudio fue de tipo cualitativo y descriptivo. La muestra fue no probabilística, se usó un total de 3564 registros de puntos de presencia de las especies: *Cedrelinga Cateniformis* Ducke (3432), *Cedrela odorata* L. (82) y *Cedrela montana* Moritz ex Turcz (50). La información cartográfica base de árboles georreferenciados fueron de los permisos de aprovechamiento otorgados por la autoridad forestal durante el periodo de los años 2013 al 2015. El modelamiento usado fue el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt), considerándose las 19 variables bioclimáticas de Worldclim con una resolución de 1

km². La finalidad del estudio fue conocer la situación de la conservación o recuperación de los espacios deforestados.

Navarrete (2019), desarrolló la investigación para determinar la Distribución potencial de cinco especies forestales amenazadas y endémicas raras mediante modelos de nicho ecológico en el ámbito del territorio peruano, usando el modelamiento de nichos ecológicos el cual manifiesta lo siguiente:

El estudio fue de tipo cualitativo – descriptivo. La muestra fue no probabilística, considerándose usar un total de 228 registros de puntos de presencia de las especies: *Buddleja incana*, *Polylepis racemosa*, *Cedrela kuelapensis*, *Tecoma rosaefolia*, *Esenbeckia cornuta*. El modelamiento empleado fue el algoritmo de máxima entropía (MaxEnt), considerándose para el análisis las variables bioclimáticas de Worldclim, topográficas y suelos. El propósito fue verificar cuales son las variables ambientales que influyen en la distribución potencial del modelado de las especies del estudio y comparar las distintas combinaciones del algoritmo MaxEnt en los modelos, mediante la evaluación de su capacidad predictiva.

OSINFOR (2016), implementa el modelamiento de la distribución potencial de 18 especies forestales (se incluye “Shihuahuaco”) en el departamento de Loreto, con el propósito de identificar con mayor detalle las unidades con condiciones ideales para que una especie forestal pueda desarrollarse:

El estudio fue de tipo cuantitativo-descriptivo. La muestra probabilística, contó con unidades de especies forestales que obedecen a registros y observaciones obtenidos en los trabajos de supervisión de campo anual, relacionadas a la data histórica de las

variables bioclimáticas. Concluyendo que podemos descubrir los lugares donde una especie tiene mayor incidencia, las observaciones de campo relacionadas con las variables bioclimáticas permiten dar pronóstico posible, asimismo, nos ayuda a comprender la dinámica del bosque y realizar formular estrategias para la intervención y planificación la biodiversidad.

Laurente (2015), desarrolló una investigación sobre modelación de los efectos del cambio climático en la distribución de la *Cedrela odorata* L. “cedro”, en la Amazonía peruana el cual analiza lo siguiente:

La aplicación de metodologías de modelación, con MaxEnt, se estimó la distribución potencial y bajo escenarios de vías de concentración representativa RCP 2,6, RCP 4,5, RCP 6,0 y RCP 8,5, propios del quinto Informe del Panel Intergubernamental de Cambio Climático (IPCC), para los horizontes de tiempo 2050 y 2070, que consideran políticas de reducción y de limitar las emisiones de gases de efecto invernadero. El estudio fue de tipo transeccional o transversal. La muestra fue no probabilística, se utilizó 1 277 registros de puntos de presencia de la especie: *C. odorata*. La muestra está conformada por los individuos de la especie registradas en el herbario de la facultad de ciencias forestales de la Universidad Nacional Agraria La Molina, en el herbario del jardín botánico de Missouri y los individuos reportados como resultados de la verificación realizados por la Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre del Ministerio de Agricultura y Riego de los años 2010 – 2013.

El modelamiento se realizó con el algoritmo (MaxEnt), utilizando variables bioclimáticas de Worldclim, topográficas y suelos. La razón del presente estudio fue para evaluar los efectos del cambio climático sobre la distribución para la *C. odorata*,

cuyas proyecciones climáticas se realizaron con los escenarios de Vías de Concentración Representativa (RCP) propios del Quinto Informe del IPCC, las cuales fueron desarrolladas considerando políticas para mitigar el cambio climático.

OSINFOR (2013), determinan el modelamiento espacial de nichos ecológicos para la evaluación de especies forestales maderables en la Amazonía peruana, con el propósito de evaluar su distribución y probabilidad de presencia determinando por sus variables bioclimáticas en la región amazónica del Perú.

El estudio fue de tipo cualitativo – descriptivo. La muestra probabilística, contó con un registro de 20 especies maderables representativas para analizar su distribución y comportamiento e información climática en la Amazonía peruana desarrollando el modelado de distribución potencial usando el análisis de máxima entropía. Concluyendo que permitió revisar predisposición de una especie al distribuirse en lugares donde no existe alteraciones y además generar herramientas para la examinar con mayor precisión su comportamiento in situ. Asimismo, se considera necesario revisar de manera conjunta los efectos del cambio climático sobre estas especies y su desarrollo en áreas con un rango de probabilidad de presencia y la cantidad de individuos que respalda el nivel de coincidencia de las especies.

Oliva (2010), en la investigación titulada “Plan de mejoramiento genético de *Dipteryx micrantha harms* – Shihuahuaco”, el cual manifiesta lo siguiente:

La elección de los individuos de la especie “Shihuahuaco” con mayor potencial genético, se desea que se logre incrementar su productividad, resistencia al medio ambiente y a las enfermedades que puedan presentarse. Por ello, se considera importante

complementar el plan de mejoramiento con la información referente a descripción de la especie, su distribución natural y el estado actual de aprovechamiento. El Shihuahuaco ante la alta demanda actual viene siendo exportada en gran volumen. Esta situación está generando que vaya perdiendo su condición de abundancia y por ello debería re categorizarse en situación “vulnerable” porque actualmente su explotación descontrolada. En nuestros tiempos, no se logra percibir la alteración de los factores propios de genética reproductiva de la especie, trayendo a futuro consecuencias devastadoras para su desarrollo en nuestra Amazonía.

Engler et al. (2004), señala que es importante obtener información sobre la distribución de ciertas especies consideradas Como raras o amenazadas, a partir de métodos formales y rigurosos. Cabe indicar que las especies vegetales no muestran una distribución exacta, sino que se limitan a unos lugares específicos con a unos determinados limitados geográficamente por factores históricos que les permiten formarse o colonizar, y donde actualmente existen una serie de condiciones bióticas y abióticas aptas para el crecimiento y la reproducción.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

Aplicar el modelo de distribución espacial para identificar la distribución potencial de la especie forestal *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), para el periodo actual en el ámbito del territorio nacional.

1.3.2. *Objetivo específicos*

- Recopilar y acondicionar registros de colecciones científica y especializada de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco).

- Analizar la influencia de variables ambientales que determinan la distribución potencial actual de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco).
- Aplicar el algoritmo de modelamiento de máxima entropía, para establecer la distribución espacial y potencial especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco).

1.4. Justificación

Las colecciones de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), constituyen insumo para emplear herramientas informáticas significativas que permiten conjugar la teoría ecológica y un modelo matemático con la finalidad de establecer áreas espaciales de distribución. Por lo que este estudio se enfoca en aportar conocimiento de la biogeografía de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) y sea aplicable para desarrollar mecanismos de conservación y tener las consideraciones respectivas para la mejor toma de decisión sobre este recurso forestal.

1.5. Hipótesis

Aplicando el modelo de distribución espacial se identificaría la distribución potencial de la especie forestal *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), para el periodo actual en el ámbito del territorio nacional.

II. MARCO TEÓRICO

En la presente investigación se abordarán para el análisis, diversas fuentes de información recolectadas de las entidades del medio local e internacional. Dedicadas de manera especial a la conservación de los recursos forestales y de fauna silvestre, siendo necesario conocer la especie y los factores que influyen en su desarrollo. Ante la amenaza de la tala indiscriminada de los bosques, destrucción de los ecosistemas y el olvido de nuestras autoridades.

Teniendo en cuenta la importancia de fomentar tecnologías y diferentes mecanismos para estimar la ubicación de especies que habitan en los diferentes ecosistemas de nuestro planeta.

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. Fuente de información de colecta de especies forestales

Actualmente existen diversos centros donde se puede obtener información de colecta de especies forestales, entre las cuales se encuentra la especie “Shihuahuaaco”, sin embargo, es importante asegurar la calidad de estos registros, en tal sentido, las fuentes confiables de información para la presente investigación corresponden a entidades de reconocida trayectoria proveedores de datos a nivel científico, tenemos:

Es el GBIF (Infraestructura Mundial de Información en Biodiversidad), es una organización internacional y una red de datos financiada por gobiernos de todo el mundo, destinada a proporcionar a cualquier persona, en cualquier lugar, acceso abierto y gratuito a datos sobre cualquier tipo de forma de vida que hay en la Tierra (Global Biodiversity Information Facility [GBIF], s.f.).

La red GBIF de países que se estructuran como nodos y organizaciones participantes, está coordinada a través de su Secretaría en Copenhague y proporciona a las instituciones proveedoras de datos de todo el mundo estándares comunes y herramientas de código abierto que les permiten compartir información sobre dónde y cuándo se han registrado las especies. Este conocimiento procede de diversas fuentes, que incluyen desde especímenes de museos hasta fotografías de teléfonos inteligentes geo etiquetadas y compartidas por naturalistas (GBIF, s.f.).

El Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre, entidad adscrita a la Presidencia del Consejo de Ministros, es la autoridad nacional, encargada de gestionar eficaz, eficiente, y oportunamente la supervisión y fiscalización del aprovechamiento de los recursos forestales, fauna silvestre y los servicios ambientales provenientes del bosque. Promovemos alianzas estratégicas para impulsar el crecimiento sostenible y el posicionamiento del Perú entre los países más competitivos en materia forestal. En ese sentido, desde su creación e inicio de operaciones (2009) ha consolidado una base geográfica de especies forestales georreferenciadas, las cuales son publicadas en su plataforma Sistema de Información Geográfica de Supervisiones Forestales y de Fauna Silvestre – SISFOR, asimismo, se puede acceder a esta información mediante Formulario de Transparencia en Línea, en marco de la Ley N° 27806, Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública (OSINFOR, 2009).

2.1.2. Modelado de distribución de especies

Para poder idear simplificado un fenómeno, hecho u objeto existente, el modelo permite construir una muestra con sus características más representativas (Joly, 1988).

Los seres humanos para comprender la complejidad de los fenómenos, hechos u objetos reales, necesitamos construir de forma resumida y manejable el objeto ajustado a nuestra capacidad intelectual, nuestras herramientas de procesamiento y análisis de datos. Por ello, la importancia saber desarrollar un modelo. (Benito, 2009).

Asimismo, los Modelos de distribución de especies (MDE), son representaciones cartográficas de la idoneidad de un espacio para la presencia de una especie en función de las variables empleadas para generar dicha representación. La idoneidad no es más que la relación matemática o estadística entre la distribución real conocida y un conjunto de variables independientes que se usan como indicadores. Estas variables suelen ser geológicas, topográficas o climáticas, y se espera que, con algunas de ellas, individualmente o en combinación, se pueda definir los factores ambientales que delimiten las condiciones favorables para la presencia de la especie (Guisan y Zimmermann, 2000). Los modelos de distribución son por tanto de gran utilidad cuando se aplican apropiada y cuidadosamente (Loisselle et al., 2003).

“El uso de modelos implica asumir que tienen limitaciones, por lo que sus resultados deben ser analizados según los objetivos inicialmente previstos y según la información utilizada para su puesta en marcha” (Rogers y Jonson, 1998).

Según Felicísimo et al. (2011), las principales limitaciones son los siguientes:

- Hipótesis de pseudo equilibrio y representatividad.
- Relaciones bióticas.
- Ausencia de la componente espacial en el proceso.

- Dificultad de hacer modelos fiables para especies generalistas.

2.1.3. *Técnicas de modelado*

Las técnicas de modelado actuales, implica tener en claro los conceptos que permiten en concreto definir un modelo y lo que implica el desarrollo del mismo. Asimismo, será de suma importancia conocer los distintos grupos familiares de técnicas de modelación.

Actualmente se conocen cuatro grandes grupos familias de técnicas de modelación de la distribución geográfica de las especies y ecosistemas: Primer grupo, las relacionadas a modelos estadísticos de regresiones tales como los Modelos Lineales Generalizados (GLM) y Modelos Aditivos Generalizados (GAM).

Segundo grupo, los métodos de clasificación tales como *Random Forest* (RF) y el *Boosted regresión trees* (BRT).

Tercer grupo, los métodos de “sobre” como BIOCLIM y ENFA. Por último, el cuarto grupo son todos aquellos basados en algoritmos específicos GARP y MaxEnt. Además, puede adicionarse programas o herramientas que utilizan ensambles de técnicas para obtener modelos de consenso, buscando disminuir los sesgos y limitaciones propias del uso en forma individual de las técnicas estadísticas mencionadas (Pliscoff y Fuentes-Castillo, 2011).

Todo modelo de distribución de especies necesita fuentes de información, siendo los datos de presencia o ausencia de las especies/ecosistemas y las variables necesarias que definirán el espacio ambiental, donde se repartirá en el espacio geográfico. La técnica de modelación escogida una relación entre la ubicación de información de presencia o ausencia y el rango de valores del conjunto de variables donde se encuentran estos puntos. Esta relación

es usualmente llamada el ajuste del modelo de la ecuación, regla de clasificación o algoritmo seleccionado como técnica (Pliscoff y Fuente-Castillo, 2011).

A. Datos de presencia de especies. Los datos de presencia de especie, son aquellos registros que contienen datos geográficos (latitud y longitud) donde las especies recolectaron o inventariaron, considerando, entre otros, las siguientes condiciones según (Scheldeman y Van Zonneveld, 2011).

- i) La especie debe estar en un estado de equilibrio con su ambiente; es decir, la competencia y depredación restringen los rangos ambientales, y no las limitaciones de dispersión. (Scheldeman y Van Zonneveld, 2011).
- ii) No se deben incluir datos de presencia de especímenes cultivados en plantaciones, colecciones en campo y jardines (Scheldeman y Van Zonneveld, 2011).

La obtención de los puntos de presencia de una especie deberá usarse algunos equipos que puedan tomar las coordenadas mediante el GPS y ser complementada con información biológica de la especie encontradas en museos o herbarios (Pliscoff y Fuente -Castillo, 2011).

B. Variables ambientales. Las variables ambientales, son todas aquellas que generan un impacto en el desarrollo ambiental sostenible en lugar en específico. La complejidad del nicho ecológico de las especies hace poco operativo, si no imposible, tratar de trabajar con todas las variables que lo definen (Benito, 2009).

Ante esta dificultad, la aproximación más práctica es reducirlo a un tamaño manejable de dimensiones (Benito, 2009, cita a Harrell *et al.*, 1996), que además deben tener, al menos, dos características:

- i) Afectan directa o indirectamente a la biología de la especie en su eficacia biológica, abundancia, u otras propiedades y
- ii) Pueden representarse como mapas digitales en un sistema de información geográfica.

Puede haber una gran correlación entre una variable y la distribución de la especie, pero si la variable no está disponible como mapa digital, entonces no puede aplicarse a la predicción de distribución de un organismo (Benito, 2009).

C. Variables climáticas. El clima es una composición de fenómenos meteorológicos que actúan en a la atmosfera, generando ser parte de las características de un área; los cambios y variaciones que puedan suceder pueden afectar la distribución del área de la vegetación (Holdridge, 2000), los distintos tipos de comunidades vegetales está supeditada, entre diferentes tipos de variaciones climáticas, fundamentalmente las de carácter anual: Ciclo térmico y pluviométricos que conforman estaciones frías y/o secas, la variabilidad climática origina contrastados paisajes vegetales entre las estaciones del año, ya que cuenta con gran diversidad de comunidades y cubiertas vegetales que responden con distintos ciclos fenológicos anuales (Walter, 1979).

“Las variables climáticas normalmente son generadas a partir de la interpolación de datos de estaciones climatológicas y utilizando la elevación” (Felicísimo et al., 2011).

D. Variables topográficas y suelos. El factor suelo es influyente en la distribución de las especies, especialmente en los trópicos, donde la heterogeneidad edáfica muestra tener fuertes efectos sobre la distribución de la vegetación, y mucha de la variación espacial es debida a la frecuente ocurrencia de mosaicos edáficos (Clark et al., 1995).

Por otra parte, la fertilidad del suelo puede variar y de esta manera afectar la diversidad de especies vegetales, aunque la riqueza de especies no siempre está ligada a los suelos más ricos en nutrientes. (Montagnini y Jordan, 2005).

La topografía del terreno, es un factor que genera cambios en la composición de los bosques; los que están ubicados en laderas suelen tener una composición diferente de los presentes en tierras planas, mediando aspectos como exposición del terreno y drenaje (Louman et al., 2001).

Algunos estudios revelan que existe una fuerte influencia de variables topográficas como el ángulo de pendiente y convexidad en los patrones de distribución de especies (Sherman et al., 2005).

E. La Colinealidad entre variables. Muchos de los estudios actuales de modelado, no toman en cuenta la correlación espacial entre variables. Por ello, es importante tener presente que cuando dos variables están muy correlacionadas, su incorporación al modelo implica el uso de información espacial redundante, puesto que ambas variables, aun representando fenómenos muy distintos, tienen la misma estructura espacial (Benito, 2009, citado por Guisan et al., 2006).

Un caso particular se da tomando las variables de la elevación y la temperatura media anual. Ambas variables están muy correlacionadas porque la elevación suele ser un buen indicador de la temperatura media anual. La forma apropiada trabajar es realizar un adecuado análisis y seleccionar aquella que mejor se adapte e influya al objetivo de nuestro modelo. Por ejemplo, en un modelado de distribución actual a escala local, utilizar la elevación en lugar de la temperatura media proporcionará buenos resultados, y ahorrará al investigador generar o preparar el mapa de temperatura media anual. En cambio, en una proyección de cambio climático, la elevación no puede usarse en lugar de la temperatura, porque puede tener un

significado cambiante en diferentes regímenes climáticos (Benito, 2009, citado por Guisan et al., 2006).

2.1.4. Modelo de máxima entropía

Siguiendo la evaluación y comparación de los distintos tipos de modelos, encontramos en el modelo de máxima entropía (MaxEnt) una herramienta de buen rendimiento incluso utilizándose muestras de menores cantidades (Hernández et al., 2006, Elith *et al.*, 2006, Phillips et al., 2006, Benito y Peñas, 2007).

Es un método de inteligencia artificial que aplica el principio de máxima entropía para calcular la distribución geográfica más probable para una especie. MaxEnt estima la probabilidad de ocurrencia de la especie buscando la distribución lo más uniforme posible sujeta a la condición de que el valor esperado de cada variable ambiental según esta distribución coincide con su media empírica (Phillips et al., 2006).

Fue desarrollado por Steven Phillips, Miro Dudík y Rob Schapire, con el apoyo de los laboratorios de investigación de AT&T, la Universidad de Princeton y el Centro para la Biodiversidad y Conservación del Museo Americano de Historia Natural, el resultado del modelo expresa lo siguientes: el valor de idoneidad del hábitat para la especie como una función de las variables ambientales. Un valor alto de la función de distribución en una celda determinada indica que ésta presenta condiciones muy favorables para la presencia de la especie. MaxEnt puede utilizar variables cualitativas, otorgando a cada valor de la variable un peso relativo al número total de puntos de presencia que contiene. El programa proporciona las curvas de respuesta de la especie ante las distintas variables ambientales y estima la importancia de cada variable en la distribución de la especie (Phillips et al., 2006).

2.1.5. Evaluación de los modelos de distribución espacial

Mientras se realiza un modelo de distribución espacial (MDE), se considera importante hacer la evaluación del modelo. Asimismo, en las investigaciones especializadas lo ubican como parte de un análisis específico. Al ejecutar los MDE, no se busca su autenticidad porque no se puede determinar al fin y al cabo si es verdadero o falso. La evaluación consiste en ajustar el resultado del modelo a los datos reales. Generalmente se usa una medida de bondad de ajuste, o una medida discreta de asociación entre los valores observados y pronóstico (Benito, 2009).

Para manejar cualquiera de las métricas, es preciso fabricar la Matriz de Confusión, tal como se muestra en la Figura 1.

Figura 1

Matriz de confusión o de error

		Datos reales (registro de presencia y ausencia)	
		Presencia	Ausencia
Datos predichos (modelo de distribución)	Presencia	A	B
	Ausencia	C	D

Nota. En la matriz de confusión se calculan los datos de presencias y ausencias observadas y predichas. Del “Modelamiento de la distribución potencial de 18 especies forestales en el departamento de Loreto”, por OSINFOR, 2016 (<https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/modelamiento-de-18-especies-21-JUNIO.pdf>).

Para interpretar la Matriz de consistencia o error, será necesario tener en cuenta algunos conceptos. Por ello, la letra C representa el número de falsos negativos (error de omisión), la letra B el número de falsos positivos (error de comisión). Asimismo, la letra A sería el número

verdaderos positivos, considerándose como los aciertos clasificando presencias, y la letra D sería el número verdaderos negativos, siendo los aciertos clasificando ausencias.

Cabe precisar que, el error de omisión toma más importante, y peor, científicamente, ya que no predice lugares de presencia que pueden ser de importancia crucial para la supervivencia de la población, o contener genotipos únicos. El error de comisión, por el contrario, puede ser real o aparente, ya que un falso positivo puede significar o una sobre predicción del modelo o una predicción de nicho potencial de la especie (Naoki et al., 2006).

Según Hirzel et al., 2006, se podrá calcular las métricas de medición de sensibilidad y especificidad de la siguiente manera:

a) Sensibilidad

Mide el porcentaje (%) de positivos verdaderos correctamente predichos, es decir, la proporción de negativos que se identifican correctamente.

$$\text{Sensibilidad} = A/(A+C)$$

b) Especificidad

Mide el porcentaje (%) de negativos verdaderos correctamente predichos, es decir, la proporción de positivos que se identifican correctamente.

$$\text{Especificidad} = D/(B+D)$$

En la actualidad los modelos de distribución dan resultados continuos, como la gradiente de idoneidad o probabilidad. La matriz de confusión o error trabaja de manera binaria pudiendo usar datos como de presencia y ausencia. Por ello, la viabilidad para usar las métricas

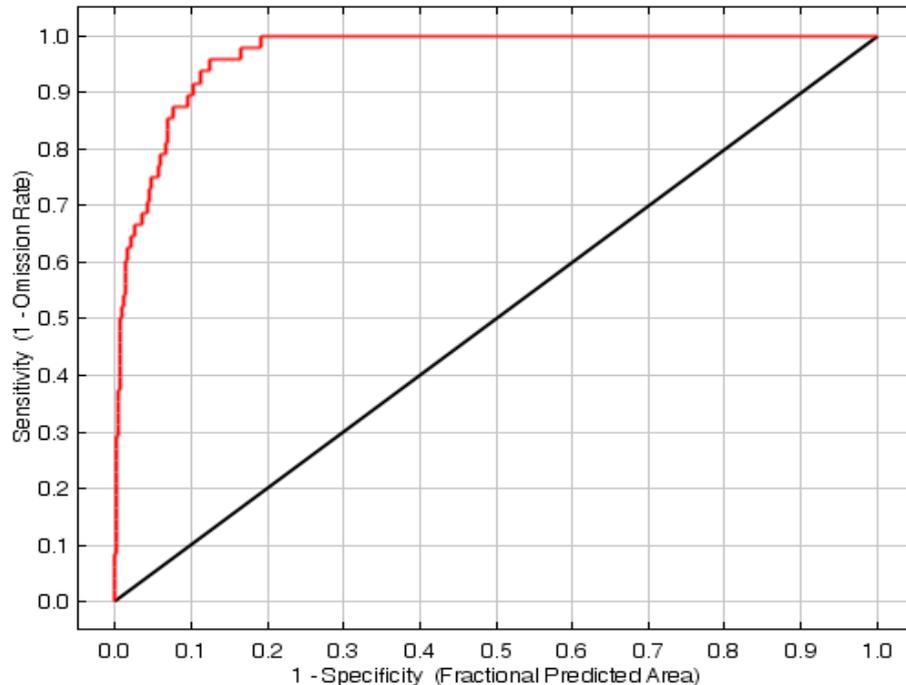
de la matriz de confusión será necesario que los modelos continuos sufran un proceso para pasar a binarios seleccionando un umbral de valor de idoneidad o probabilidad. Considerándose que la especie estará presente, y por debajo, ausente (Benito, 2009).

Realizar el proceso para pasar de un modelo continuo a binario es complicado, porque la infinidad de criterios general múltiples resultados, la solución sería incluir la selección de medidas de bondad de ajuste independientes de umbral de corte. La más usual es el área bajo la curva (AUC) de la curva operada por el receptor Receiver Operating Characteristic (ROC) (Hanley y McNeil, 1982).

La curva ROC, como se muestra en la Figura 2, se obtiene dibujando, los valores de sensibilidad en el eje y frente a los valores de 1 especificidad en el eje X para cada uno de los valores de idoneidad o probabilidad del modelo. La AUC es la integral definida por esta curva al variar los umbrales de corte (Benito, 2009).

Figura 2

Curva operada por el receptor (ROC)



Nota. La Curva operada por el receptor (ROC) se muestra el área bajo la curva AUC y la curva operada por el receptor ROC. Del “Manual de capacitación en análisis espacial de diversidad y distribución de plantas”, por Scheldeman, X. & Van Zonneveld, M., 2011, Bioersivity International, Roma, Italia, p.153.

En la Tabla 1, se muestra la interpretación del AUC para los modelos generados (Araújo et al., 2005). Se estima que los valores de AUC mayores a 0,9 dan modelos de alta precisión y valores entre 0,7 y 0,9 indican modelos de buena precisión (Thullier et al., 2009). Se debe tener presente que los valores para AUC dependerá de número de presencia de la especie y del tamaño total del área de estudio (Lobo et al., 2008).

Tabla 1*Categorización del AUC*

Calificación		Rangos	
Excelente		AUC	>0,90
Buena	0,80>	AUC	>0,90
Aceptable	0,70>	AUC	>0,80
Mala	0,60>	AUC	>0,92
No valida	0,50>	AUC	>0,60

Nota. La figura representa la categorización del AUC. Por Araújo et al. (2005).

Es importante en el desarrollo de la investigación, se tenga en cuenta revisar cada detalle de cada proceso en su coherencia espacial y la data histórica natural de la especie. Asimismo, gran cantidad de especialistas consideran necesario que el modelo empleado, usando alguna técnica tendría que ser interpretado adecuadamente para evitar posibles errores (Guisan y Thuiller, 2005).

A. Importancia de las variables. con la finalidad de generar planes de control y conservación de las especies, es necesario desarrollar óptimo modelo de distribución con las adecuadas variables ambientales. Considerándose oportuno conocer cuál de todas las variables ambientales es la que influye más en el modelo. Por consiguiente, realizar la el test Jackknife contribuye a verificar la variable que influye más y por ende, la importancia de la variable en el modelamiento. Funcionalmente, descartar una variable del modelo y luego se procede a correr el modelo con las variables que quedaron, se evalúa la comparación la ganancia que tiene el modelo con todas las variables y la ganancia que tiene el modelo sin la variable que

fue excluida. La variable que al ser excluida del modelo afecte en forma considerable a la eficiencia de éste, será considerada una variable de importancia (Phillips et al., 2006).

2.1.6. Selección de un umbral o punto de corte

La importancia de usar la selección de un umbral o punto de corte para el modelamiento de distribución espacial (MDE), es necesario seleccionar adecuadamente para convertir el gradiente continuo en binario. Por lo que, los datos binarios de presencia y ausencia son más efectivos que un gradiente de probabilidad o idoneidad (Benito, 2009).

Algunos tipos de selección de umbral de corte se caracterizan por ser arbitrarias y no poseen sustento ecológico. Depende principalmente del objetivo del modelo, la forma como sus poblaciones se desarrollan y la manera de reproducirse, siguiendo solamente sus patrones biológicos innatos. Por lo que, si la intención del modelo es ubicar nuevas poblaciones, la técnica de selección de umbral de corte estricta generará áreas más pequeñas.

Considerándose el objeto de la investigación desarrollada, se recomienda la selección de umbral de corte el valor promedio de idoneidad o también conocido como probabilidad de los registros de evaluación (Liu et., 2005).

La selección del umbral de corte va determinarse dependiendo el tipo de resultado que se desea obtener en el desarrollo de la investigación (Benito, 2009).

2.1.7. Características de la especie forestal *Dypteryx micrantha* (Shihuahuaco)

Según el APG III (2009), su taxonomía es la siguiente:

- *Reino : Plantae*
- *División : Magnoliophyta*

- *Clase : Magnoliopsida*
- *Orden : Fabales*
- *Familia : Fabaceae*
- *Subfamilia : Faboideae (Papilionoideae)*
- *Género : Dipteryx*
- *Especie : Dipteryx micrantha*
- *Nombre común : Shihuahuaco, charapilla (Perú); congrio (Colombia); cumarú, baruzeiro, combaru (Brasil); coumarou (Bolivia)*

2.1.7.1. Descripción botánica. El “Shihuahuaco” es una especie del bosque húmedo-subtropical (bh-S) y el bosque húmedo tropical (bh-T) de crecimiento lento (OSINFOR, 2013), tiende crecer poco a poco del dosel por encima de toda la vegetación.

La altura en promedio puede alcanzar hasta 50 metros de altura y 1.5 metros de diámetro en su tronco. Contiene un tronco recto, copa grande y abierta. La corteza de coloración marón claro. Su madera puede guardar hasta 40 toneladas de carbono, además sus raíces en forma de aleta logran dar una integridad estructural al bosque. Sus hojas compuestas, imparipinada y alterna. La floración rosácea tiende a ser de 80 a 120. El fruto es una drupa, dura, leñosa y contiene una sola semilla oleaginoso comestible. Asimismo, en su crecimiento y madurez de la especie, sus frutos curiosamente llegan a su máximo esplendor en las épocas de escasez, entre junio y agosto, contribuyendo al alimento de muchas especies. (Castillo *et al.*, 2007). Tal como se muestra en la Figura 3.

Se refirió al “Shihuahuaco” como un 'árbol clave', ya que hay varias especies de aves y murciélagos que dependen de él como sitio de anidación y fuente de alimento. (Brightsmith, 2005)

2.1.7.2. Distribución geográfica. Principalmente se encuentra distribuida en los bosques de la región Amazónica incluyendo los departamentos de Loreto, Ucayali, Madre de Dios, San Martín, Huánuco, Pasco y Junín. (OSINFOR, 2013)
Se le encuentra mayormente debajo de los 700 msnm. (Reynel, et al., 2003)

2.1.7.3. Hábitat. Se ubica en zonas con pluviosidad elevada y constante, aproximadamente en precipitaciones anuales de 2500 a 3200 mm, aunque también en lugares con una estación seca marcada y temperaturas de alrededor de los 20°C a 35 °C.; es una especie con tendencia esciófita, presente en bosques primarios, sobre suelos arcillosos a limosos, fértiles y bien drenados, con pedregosidad baja a media. (Reynel, et al., 2003)

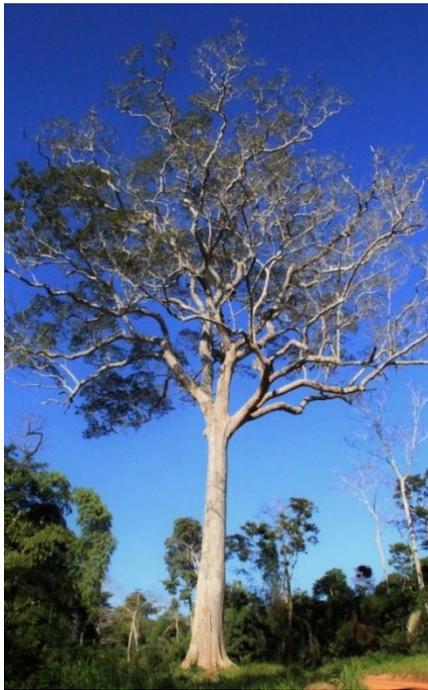
2.1.7.4. Madera. La madera es de buena calidad, extraordinariamente dura y pesada. Es apta para el torneado, tiene buena durabilidad y es resistente a la humedad. Muy usando para construcción de parquet, en la realización de las edificaciones requieren mucha resistencia y perduración, tales como puntales y vigas, mangos de herramientas, postes y chapas decorativas, por ello viene sucediendo una creciente necesidad en el mercado nacional e internacional (Reynel, et al., 2003).

2.1.7.5. Semilla. La semilla contiene un aceite de buen aroma, utilizado en a las grandes industrias como alternativa a la vainilla por su parecido. Sirviendo para adicionar aroma a los chocolates, cigarros, bebidas y perfumes. Los últimos estudios informan que el

empleo del aceite produce cáncer, por lo que actualmente se usa como veneno para ratas (Reynel, et al., 2003).

Figura 3

Árbol de shihuahuaco en la concesión forestal de Madreacre, en el distrito de Iñapari, Madre de Dios



Nota. El árbol de Shihuahuaco en la concesión forestal de Madreacre, en el distrito de Iñapari de Madre de Dios se muestra *Dipteryx micrantha*, por (Vanessa R. y Mongabay L., 2018). (<https://es.mongabay.com/2018/09/peru-shihuahuaco-deforestacion-amazonia/>).

2.2. Marco legal

El marco legal donde se sustentará el desarrollo de la tesis será la siguiente:

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), firmada en Washington DC. en 1973 y entró en vigor en 1975.

La Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas es un acuerdo de carácter internacional, firmado por los gobiernos con el propósito de establecer una cooperación entre los países que permita controlar el comercio de vida silvestre.

Convenio Internacional de Maderas Tropicales (ITTO), que entró en vigor en 1997, feneció el 31 de diciembre de 2005

El Convenio Internacional de las Maderas Tropicales se ha adoptado un nuevo convenio que alienta a los países a adoptar medidas para promover la explotación sostenible de los bosques tropicales y, entre otros mecanismos.

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), suscrito por el Perú el 12 de junio de 1992 y aprobado por la Resolución Legislativa N°261181

Primer acuerdo mundial integral que aborda todos los aspectos de la diversidad biológica; recursos genéticos, especies y ecosistemas, expresado en tres objetivos: la conservación de la diversidad biológica; el uso sostenible de los componentes de la diversidad biológica; y, el reparto justo y equitativo en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos (Congreso de la República, 1992).

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (CBD), el inciso k) del Art. 8.- Menciona que se deberá mantener la legislación necesaria y/u otras disposiciones de reglamentación para la protección de especies y poblaciones amenazadas.

Ley N°29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre

Desde el 2011, establece una ley para el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales y de fauna silvestre.

Reglamento para la Gestión Forestal, aprobado por el decreto supremo N° 018-2015-AG

Tiene por objeto regular la institucionalidad, la planificación, la zonificación, el ordenamiento, regular y promover la gestión del patrimonio forestal y de fauna silvestre.

Reglamento para la Gestión Forestal y de fauna silvestre en Comunidades nativas y campesinas, aprobado por el decreto supremo N° 021-2015-AG

Regula el manejo forestal y de fauna silvestre por parte de comunidades nativas y campesinas dentro de su territorio.

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

El tipo de investigación será exploratoria y descriptiva, puesto que, se señalará, probará, ensayará y definirá espacialmente la distribución potencial de la especie *Dypteryx micrantha* “Shihuahuaco”, será sometidos a evaluaciones estadísticas, mientras que descriptivamente, por el análisis sobre la situación biogeográfica, como insumos para el conocimiento científico de la especie.

3.2. Ámbito temporal y espacial

El área donde se realizará el trabajo será el territorio del Perú, ubicado en la zona intertropical del continente americano comprendida entre la franja de los Trópicos de Cáncer y Capricornio. Cubriendo un área aproximada de 1 285 215 km², convirtiéndose en el vigésimo país más grande del planeta y el tercero de América del Sur. Limita al norte con Ecuador y Colombia, al este con Brasil, al sureste con Bolivia, al sur con Chile y al oeste con el océano Pacífico. Posee una variedad de paisajes al contener diversos escenarios geográficos con una gran diversidad de recursos naturales.

3.3. Variables

Tabla 2

Variables de análisis dependientes

Variables dependientes (VD)			
Grupo	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Distribución potencial espacial de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco)	y del Modelo espacial de la distribución	Distribución geográfica en sistema de referencia WGS 84	Software MaxEnt (modelo de máxima entropía)

Tabla 3*Variables de análisis independientes*

Variables independientes (VI)			
Grupo	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
Colecciones presencia	Ubicación geográfica de <i>Dipteryx micrantha</i> (Shihuahuaco)	Coordenadas geográficas (Latitud y Longitud)	Softwares QGIS Desktop 3.10.9 y Arcgis Desktop 10.5
Condiciones bioclimáticas	Variables ambientales	Temperatura media anual Rango medio diurno (Media de la (max temp - min temp) mensual) Isotermicidad (BIO2/BIO7) (x 100) Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar x 100) Temperatura máxima del mes más cálido Temperatura mínima del mes más frío Rango anual de temperaturas (BIO5-BIO6) Temperatura media del trimestre más húmedo Temperatura media del trimestre más seco Temperatura media del trimestre más cálido Temperatura media del trimestre más frío Precipitación anual Precipitación del mes más húmedo Precipitación del mes más seco Estacionalidad de la precipitación (como coeficiente de variación) Precipitación del trimestre más húmedo Precipitación del trimestre más seco Precipitación del trimestre más cálido Precipitación del trimestre más frío	Base de datos digital WorldClim
Condiciones terreno	de Variables topográficas	Relieve Suelo	Modelo digital de elevación Mapa nacional de cobertura vegetal

3.4. Población y muestra

La población o universo de estudio está formado por la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) concerniente a la distribución que abarca en todo el Perú; debido al considerable tamaño del universo en estudio, asimismo, su muestreo sobre colecciones de avistamiento de la especie por entidades científicas y especializadas. Considerando que las colecciones no cumplen ningún patrón, el muestreo es totalmente aleatorio.

3.5. Instrumentos

Los sistemas de información geográfica (GIS) y los algoritmos más utilizados para la modelación espacial, han demostrado un buen desempeño. Son herramientas necesarias para la creación y control de datos geográficos. También tienen buen desempeño para poder predecir y que utilizan registros de muestreo de presencia-absencia especial para determinar con precisión de la presencia o no presencia de una especie en una zona.

Es importante señalar que es necesario contar con una computadora portátil HP, de características Intel i7 y memoria RAM de 12GB. La diversidad de software presentes en la actualidad, se diferencian en el costo de licencias. En la investigación se utilizarán softwares libres para el acondicionamiento y análisis de la información espacial para cumplir los objetivos trasados.

3.5.1. *Softwares empleados*

Establece como función de la Dirección de Conservación de Biodiversidad son los siguientes:

- **Algoritmo MaxEnt:** Software que trabaja con la estadística realizando combinaciones con la máxima entropía y los métodos bayesianos, generando calcular

las distribuciones de probabilidad según las características limitadas por la información ambiental.

(https://biodiversityinformatics.amnh.org/open_source/maxent/).

- **Software Qgis:** Software de descarga libre sin restricciones y de código abierto para algunas plataformas. Siendo importante para calcular los NDVI para evaluar la cobertura y pérdida anual total del bosque. (www.qgis.org).
- **ArcGIS Desktop 10.8 (Licencia gratuita temporal):** Es el eje de la plataforma ArcGis que les permite a los usuarios en conocimientos de SIG, generar, analizar, administrar y compartir información geográfica. Siendo visualidades en mapas temáticos y otras aplicaciones con la finalidad de tomar mejores decisiones en el ámbito de estudio.

3.5.2. *Base de datos de presencia de las especies*

- Se solicitó las colecciones o registros de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) de la base de datos de OSINFOR.
- Colecciones de la infraestructura mundial de información en biodiversidad del Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

3.5.3. *Base de datos de Variables ambientales (climatológicas y topográficas)*

- Base de datos digital climática WORLDCLIM.
- Shapefile de tipos de cobertura vegetal del Perú (https://geoservidor.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/mapa_cobertura_vegetal_2015.zip)

- Servicio WFS para descarga de límites departamentales del Perú. (<https://www.geoidep.gob.pe/servicios-idep/catalogo-nacional-de-servicios-web/servicios-de-publicacion-de-objetos-wfs>)
- Modelo de elevación digital SRTM a 90 m de resolución (EROS).

3.6. Procedimiento

En este ítem se describe las etapas que se desarrollarán para el modelamiento de la distribución espacial del *Dipteryx micrantha* “Sihuahuaco” en el Perú.

A continuación, se describen los procedimientos utilizados para alcanzar los objetivos planteados. Tal como se muestra en la Figura 4.

Preparación de datos

La información geográfica correspondiente a cada registro de ocurrencia de la especie, “presencia”, los espacios desde donde se recopila esta información corresponden a:

- Base de datos de OSINFOR.
- Base digital de colectas colecciones de la infraestructura mundial de información en biodiversidad del global biodiversity information facility.

Se acondiciona toda la información de colectas, en un sistema de coordenadas Geográficas y Datum horizontal WGS84.

Se obtendrán capas ambientales de la base de datos de WorldClim y las topográficas, fueron transformadas al formato “ASCII”, de igual manera, su extensión y resolución se modificó acorde al territorio geográfico.

3.6.1. *Análisis de consistencia de datos*

Para evitar la distorsión de resultados y la redundancia de datos se realizó una selección previa de las variables, a partir de ello se calculó el nivel de correlación, utilizando el software estadístico de comando “Anaconda / Júpiter”, y siguiendo a Rissler y Apodaca (2007); permite seleccionar las variables más significativa a nivel biológico las cuales son de más fácil interpretación.

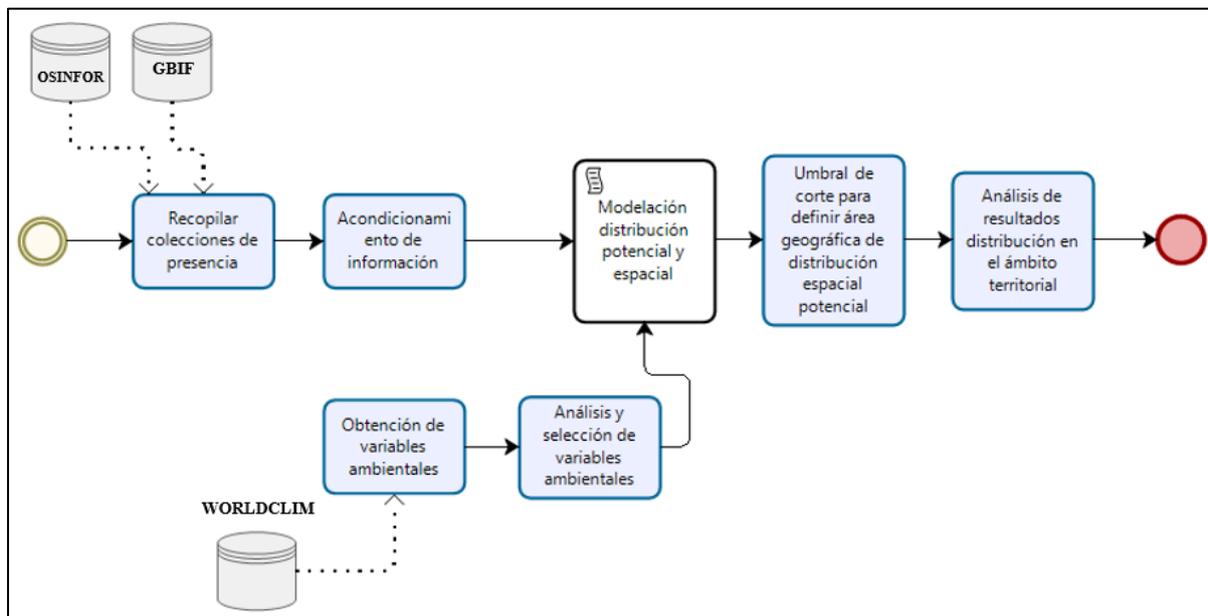
3.6.2. *Ejecución y Validación del Modelo*

Este modelo se generó con el método de solo presencia basado en el enfoque de máxima entropía con el software MaxEnt 3.3.1. Asimismo, se seleccionó la opción Jackknife, para calcular la variable más influyente en el modelo y se evalúa las curvas de respuesta para obtener indicadores para validar el modelo a partir de información empleada para testeo.

La selección del umbral en el modelado del nicho, en este trabajo, se optó como umbral aquel valor que es promedio de los valores de todos los píxeles de la proyección, es decir, el promedio de la probabilidad de idoneidad.

3.6.3. *Análisis e interpretación de resultados*

Una vez obtenidos, el modelo de distribución espacial y potencial, en formato binario, éstos fueron transformados en formato vectorial, shapefile, para poder determinar las áreas de distribución potencial y su situación en el ámbito territorial con respecto a las categorías territoriales.

Figura 4*Flujo de procedimiento*

Nota. En el flujo de procedimiento se muestra el procedimiento desarrollado en la tesis para mostrar el proceso del objeto de estudio, obtener la distribución espacial y potencial del *Dipteryx micrantha* (Shihuahuco) en el Perú.

3.7. Análisis de datos

Se va analizar los datos alfanuméricos y datos gráficos del territorio peruanos a través del software Arc Gis, Qgis, MaxEnt, Anaconda / Júpiter, Google Earth así mismo con programas complementarios de Excel para la sistematización.

3.7.1. Data alfanumérica

Son aquellos datos integrados por números y letras, que serán representadas en los siguientes:

- Identificación de número de individuos de la especie del OSINFOR del territorio peruano.
- Identificación de número de individuos de la especie del GBIF del territorio peruano.
- Identificación de número de capas ambientales del WorldClim del territorio peruano.
- Identificación de número de capas topográficas del territorio peruano.

3.7.2. *Data gráfica*

Representa las características territoriales a través de puntos, líneas o polígonos y a su vez en planos y/o mapas.

- Identificación y representación en polígonos de la distribución espacial de la especie *Dipteryx micrantha* en el territorio peruano.
- Identificación y representación en polígonos de la distribución espacial regional de la especie *Dipteryx micrantha* en el territorio peruano.
- Identificación y representación en polígonos de la distribución potencial de la especie *Dipteryx micrantha* en el territorio peruano.
- Identificación y representación en polígonos de la distribución potencial en las categorías territoriales de la especie *Dipteryx micrantha* en el territorio peruano.

IV. RESULTADOS

4.1. Caracterización de la zona de estudio

4.1.1. Ubicación y área

El territorio del Perú se encuentra ubicado en el sector Oeste del subcontinente americano, limitado en sus fronteras con los países de Ecuador y Colombia por el norte, Brasil al este, Bolivia y Chile al sureste y el Océano Pacífico al oeste. Según el sistema de coordenadas geográficas se posiciona 0° y 18° 20' de Latitud Sur y los 68° 30' y 81° 25' de Longitud Oeste, al Sur en la franja tropical del planeta. La superficie es de 1285215,9 km², ocupando en el ranking mundial de superficies en el puesto 21.

4.1.2. Clima

El Perú tiene un conjunto de condiciones atmosféricas propias en su territorio. Con esto se quiere decir que cuenta con distintos tipos de climas siendo influenciado por diferentes contextos geográficos y por diversas variables ambientales. Entre ellas tenemos a la Cordillera de los Andes, separa los flancos occidental y oriental del país ocasionando se dé temperaturas más frías y heladas y el mar frío. Asimismo, la Costa tiene climas desérticos, la Sierra climas templados y fríos, dado las diferentes alturas forma parte de su territorio. Por último, la Selva teniendo un clima tropical lluvioso. (MIDAGRI, s.f.)

4.1.3. Geografía

En el Perú se pueden diferenciar cuatro grandes contextos geográficos:

La Costa, es una franja longitudinal y angosta, de poca altitud desde 0 metros hasta los 500 metros sobre el nivel del mar (msnm), El aspecto geográfico de la Costa, comprende llanos,

desiertos y valles limitados por las estribaciones occidentales de la Cordillera de los Andes. El paisaje es muy árido y estéril, al ubicarse cerca al litoral lo constituye tenues neblinas y humedad. Asimismo, contiene valles fértiles donde desembocan alrededor de 53 ríos provenientes de la sierra. Tiene un área de 149857 km² (12% del territorio nacional). (MIDAGRI, s.f.)

La Sierra, o zona Andina empieza por encima de los 500 metros sobre el nivel del mar (msnm), comprendida por la Cordillera de los Andes por encima de los 4000 msnm. Descendiendo por la vertiente oriental limita con la Selva alta, aproximadamente a los 3000 msnm. De geografía irregular caracterizada mayormente por zonas montañosas y muy agreste, combinada con mesetas habitables y pastos, laderas, fecundas lagunas, altiplanicies y valles interandinos. La Sierra ocupa un área de 364716 km² (28% del territorio nacional). (MIDAGRI, s.f.)

La Selva, o Amazonía se encuentra al este de la Cordillera de los Andes, región de mayor diversidad del planeta y dividido en dos subregiones la Selva alta o Ceja de Montaña y la Selva baja o Llano Amazónico. La primera empieza alrededor de los 3000 msnm, donde el relieve es más accidentado, boscoso y con quebradas profundas dando paso a la región más tropical, y las montañas cubiertas de extensas de masas boscosas. Descendiendo hacia el este, la geografía montañosa da pie a un territorio llano, la Selva Baja, de relieve uniforme y con grandes cantidades de vegetación tropical, por donde pasa el gran río Amazonas y sus afluentes; ubicado por debajo de los 500 m de altitud. (MIDAGRI, s.f.)

La región Amazónica, presenta aproximadamente un área de 77064248 km², siendo la más extensa del territorio peruano (60 %), ocupando una superficie cinco veces mayor que la Costa y el doble de grande que la Sierra. (MIDAGRI, s.f.)

El Mar, se extiende desde el Hito N° 1 de La Concordia en Tacna hasta el paralelo de Boca de Capones en Tumbes, su hegemonía comprende el territorio marítimo con un ancho de 200 millas (320 km) desde la orilla del mar, abarcando una vasta área de más de 600000 km², prácticamente la mitad del área continental del Perú. (MIDAGRI, s.f.)

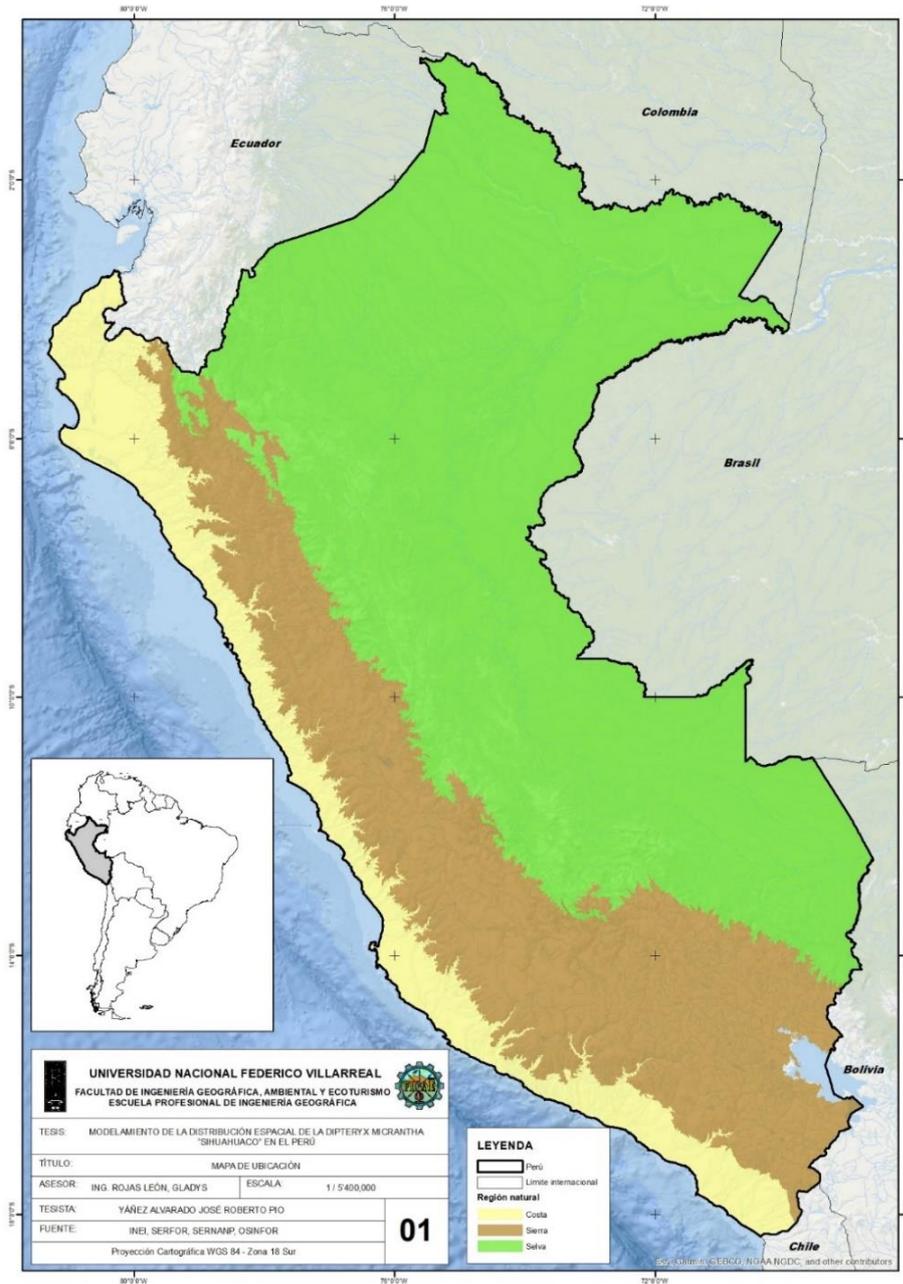
4.1.4. Geología

La morfología del Perú corresponde a la estructura geológica regional. Considerándose tres grandes unidades geográficas ya descritas: llanuras costaneras, sistema de cordilleras y llano amazónico. Asimismo, el Perú cuenta con abundantes recursos minerales en su extenso territorio y con gran variedad de depósitos de metales de diversa naturaleza (MIDAGRI, s.f.)

Basados en sus diferencias hidrográficas, topográficas, climáticas, ecológicas y de suelos, entre otras contiene cuatro regiones naturales del Perú: el mar, la costa, la sierra y la selva, ésta última constituida por la selva alta y la selva baja. (Peñaherrera, 2004, p. 51), tal como se muestra en la Figura 5.

Figura 5

Mapa de ubicación



Nota. En el mapa de ubicación se muestra donde se encuentra localizado el Perú, porción occidental y central de América del Sur con una extensión superficial y continental de 1.285.216 km². (Peñaherrera, 2004, p. 8).

4.2. Recopilar los registros de colecciones científica y especializada de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)

La información geográfica correspondiente a cada registro de la especie, es decir “presencia”, se recopila de bases de datos gestionadas por entidades especializadas, tenemos:

4.2.1. Base de datos del Organismo de Supervisión de los Recursos Forestales y de Fauna Silvestre

El OSINFOR es un organismo público ejecutor adscrito a la Presidencia del Consejo de Ministros, siendo la autoridad nacional, encargada de gestionar eficaz, eficiente, y oportunamente la supervisión y fiscalización del aprovechamiento de los recursos forestales, fauna silvestre y los servicios ambientales provenientes del bosque. Esto se traduce en acciones de verificación directa (in situ) del aprovechamiento sostenible del bosque, en títulos habilitantes otorgados por la autoridad concedente (Autoridad Regional Forestal y de Fauna Silvestre) en sus modalidades de otorgamiento: autorizaciones, permisos y concesiones, uno de los indicadores más importantes de verificación es comprobar la información presentada en el censo forestal (conjunto de árboles inventariados y autorizados para su tala), en este contexto, la especie “Shihuahuaco” es una de las que tienen mayor demanda para su extracción, y que desde el 2009, año donde inicia operaciones el OSINFOR ha consolidado información tabular y geográfica a nivel nacional.

La colección de las especies registradas por el OSINFOR se encuentra disponible visualmente en la plataforma Sistema de Información Geográfica de Supervisiones Forestales y de Fauna Silvestre (SISFOR), tal como se muestra en la Figura 8: sin embargo, para el procesamiento a realizar posteriormente es necesario contar con la información en formato

digital, en tal sentido, en marco de la Ley N° 27806 Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública se solicita la acceder a la información de interés, el cual fue atendido positivamente con Oficio N° 258-2019-OSINFOR/05.2.5-RAIP, tal como se muestra en la Figura 6. Recibiendo información de un total de 248 colectas de individuos de la especie “Shihuahuaco”, en formato shapefile, tal como se muestra en la Figura 9.

Figura 6

Entrega de información de las colectas de individuos de la especie Shihuahuaco del OSINFOR



Nota. En la entrega de información de las colectas de individuos de la especie Shihuahuaco del OSINFOR se muestra el Oficio N° 258-2019-OSINFOR/05.2.5-RAIP, amparado en el marco de la Ley N° 27806 Ley de transparencia y acceso a la información pública se solicita la acceder a la información de interés, OSINFOR hace entrega de los registros de presencia de la especie Shihuahuaco, en formato shapefile como insumo para el desarrollo de la tesis.

Figura 7

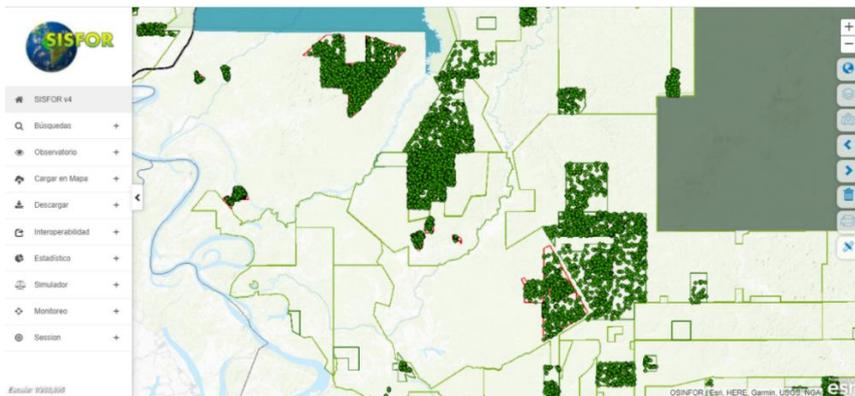
Supervisión del OSINFOR de especies forestales en títulos habilitante



Nota. En la supervisión del OSINFOR de especies forestales en títulos habilitantes se muestra la supervisión en campo del personal técnico del OSINFOR para la verificación y registro de colectas de especies forestales en títulos habilitantes.

Figura 8

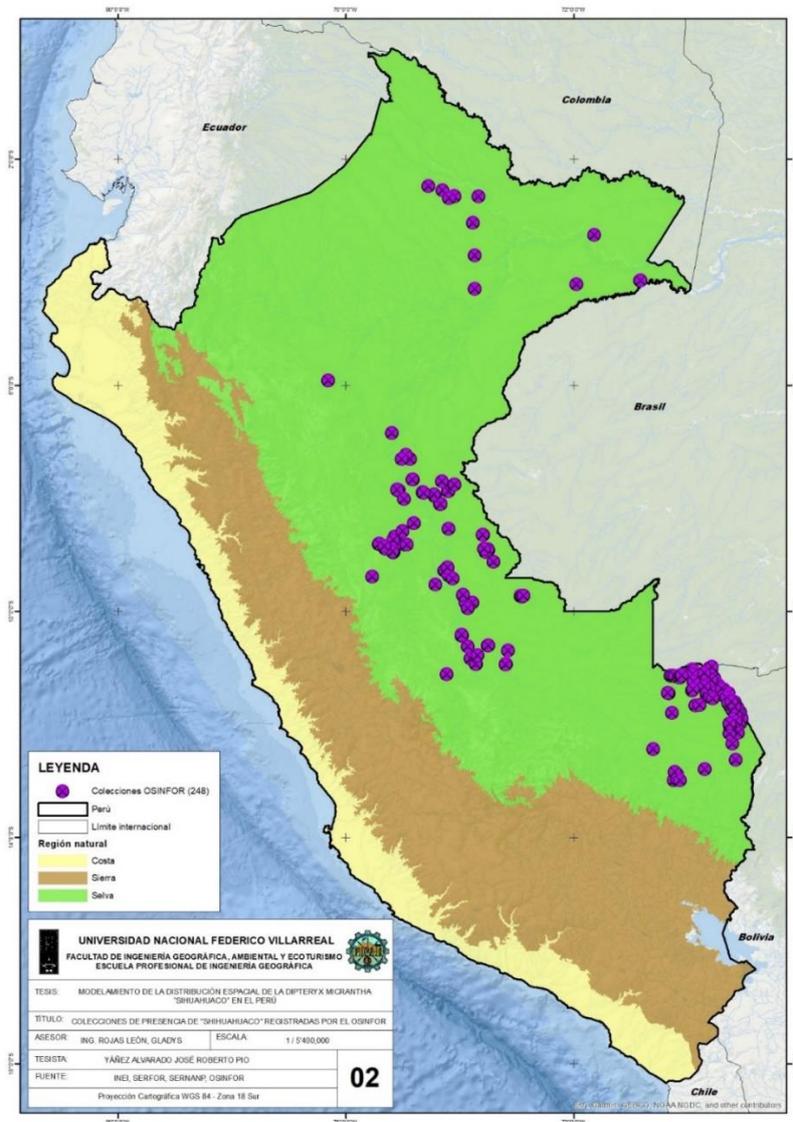
Interfaz del SISFOR de colecciones de presencia de especies forestales



Nota. Se muestra la plataforma tecnológica del sistema de información geográfica de supervisiones forestales y de fauna silvestre del OSINFOR (SISFOR) de colecciones de presencia de especies forestales supervisadas. (OSINFOR, 2016).

Figura 9

Mapa de colecciones de presencia del *Shihuahuaco* registradas por el OSINFOR



Nota. En mapa de colecciones de presencia del *Shihuahuaco* registradas por el OSINFOR se muestra el mapa de las 248 colectas de presencia distribuidas en el territorio del Perú, inquisición correspondiente a especies georreferenciadas en el transcurso de la supervisión forestal que realiza el OSINFOR, obtenida, en marco de la Ley N° 27806 Ley de transparencia y acceso a la información pública entregado por la entidad.

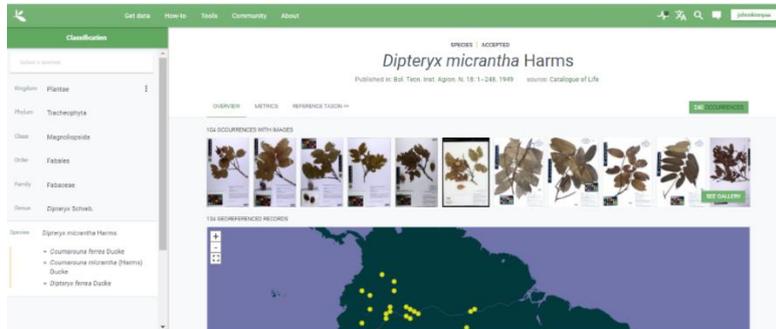
4.2.2. Base de datos digital de colecciones de la infraestructura mundial de información en biodiversidad del Global Biodiversity Information Facility (GBIF)

GBIF es una agrupación internacional y una red de datos financiada por gobiernos de todo el mundo, destinada a proporcionar a cualquier usuario, en cualquier lugar del planeta tenga acceso abierto y gratuito a datos sobre cualquier tipo de ser vivo del mundo, tal como se muestra en la Figura 10.

La red GBIF integra más de 1.6 billones de registros sobre la biodiversidad, ubicados en las distintas publicaciones científicas, análisis especializados y organismos que vienen contribuyendo sus conocimientos al planeta. Su secretaría ubicada en Copenhague, Dinamarca coordina con las entidades que proporcionan datos de todo el mundo estándares comunes y herramientas de código abierto difundiendo la información del lugar y el día que se registró una especie. De este banco de datos de registro de ocurrencia de especies de flora y fauna, se recopiló un total de 42 colectas de individuos en el Perú de la especie que se encuentran en formato CSV delimitado por comas, tal como se muestra en la Figura 11 y Figura 12.

Figura 10

Interfaz de colecciones de la especie forestal del Shihuahuaco (GBIF)



Nota. En el interfaz de colecciones de la especie forestal del Shihuahuaco (GBIF) *se* muestra la plataforma tecnológica de la base de datos digital de colecciones de la infraestructura mundial de información en biodiversidad del global biodiversity information facility.

Figura 11

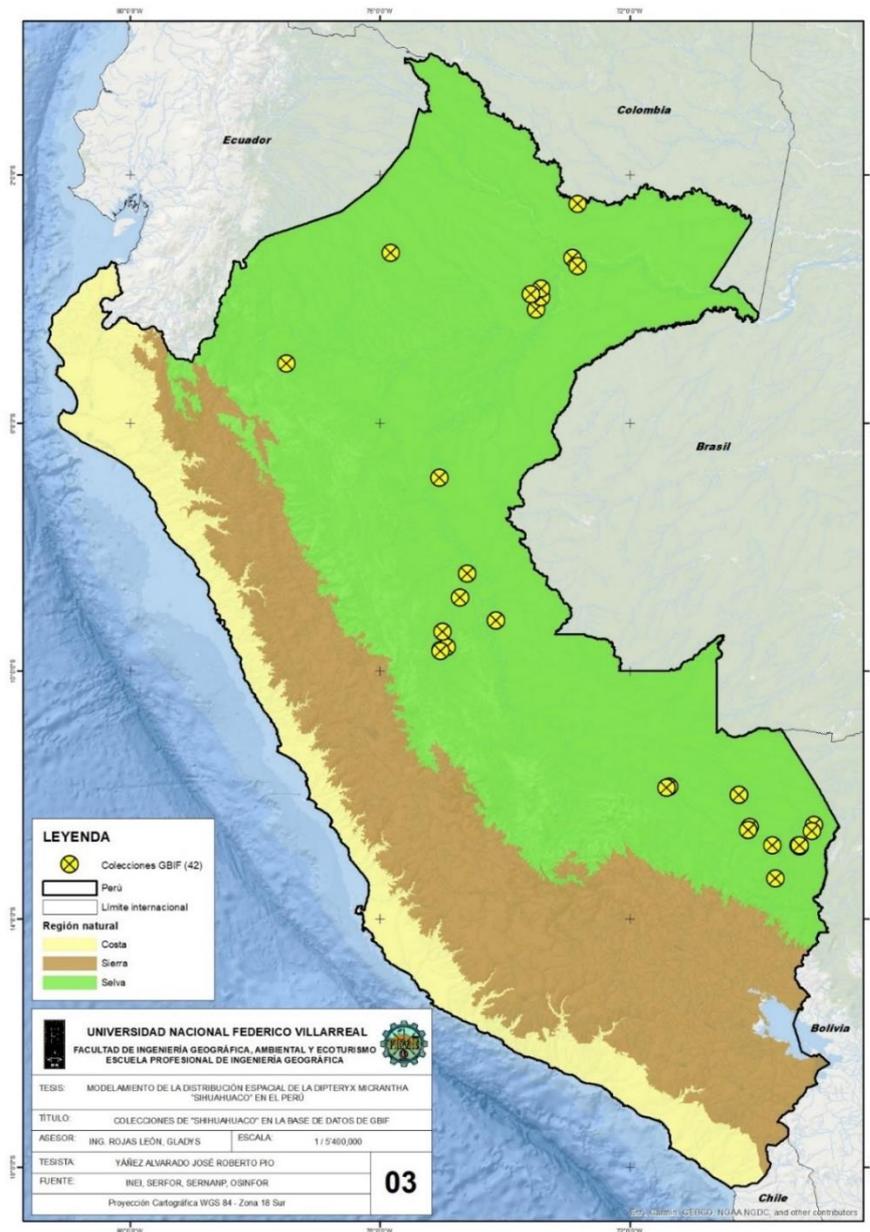
Banco de datos de registro mundial de ocurrencia de colecciones de la especie forestal Shihuahuaco a nivel mundial (GBIF)

Scientific name	Country or area	Coordinates	Month & year	Basis of record	Dataset	Kingdom
<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Peru	10.30, 75.3W	2010 February	Preserved specimen	Tropicos Specimen Data	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Peru	12.50, 69.0W	2010 November	Preserved specimen	Tropicos Specimen Data	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Peru	11.25, 69.5W	2010 November	Preserved specimen	Tropicos Specimen Data	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Peru	12.50, 69.0W	2010 November	Preserved specimen	Tropicos Specimen Data	Plantae
<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Peru	6.40, 73.6W	2010 November	Preserved specimen	Tropicos Specimen Data	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Brazil	10.10, 47.6W	2010 May	Preserved specimen	ALC - Herbario Alexander Leoni Costa	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Brazil	10.00, 47.0W	2010 May	Preserved specimen	ALC - Herbario Alexander Leoni Costa	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Brazil	10.10, 47.6W	2010 October	Preserved specimen	BB - Bo. de Jacarés Botanical Garden Herbar.	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Brazil	10.10, 47.6W	2010 October	Preserved specimen	BB - Bo. de Jacarés Botanical Garden Herbar.	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Brazil	10.00, 47.0W	2010 October	Preserved specimen	BB - Bo. de Jacarés Botanical Garden Herbar.	Plantae
<i>Dipteryx micrantha</i> Harms	Brazil	8.70, 63.0W	2010 October	Preserved specimen	BB - Bo. de Jacarés Botanical Garden Herbar.	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Brazil	10.10, 47.6W	2010 October	Preserved specimen	Museu Paraense Emílio Goeldi Herbarium	Plantae
<i>Dipteryx forbesii</i> Ducke	Brazil	10.10, 47.6W	2010 October	Preserved specimen	Museu Paraense Emílio Goeldi Herbarium	Plantae

Nota. El banco de datos de registro mundial de ocurrencia de colecciones de la especie forestal “Shihuahuaco”. se muestra los registros de ubicación de presencia de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) (GBIF, 2020).

Figura 12

Mapa de colecciones de presencia de “Shihuahuaco” registradas por el GBIF



Nota. El mapa de colecciones de presencia del Shihuahuaco registradas por el GBIF se muestra el mapa de las 42 colectas de presencia de Shihuahuaco registradas por el GBIF distribuidas en el territorio del Perú, información correspondiente a especies georreferenciadas el banco de datos de registro mundial de ocurrencia de la especie que realiza el GFIB.

4.3. Acondicionar los registros de colecciones científica y especializada de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)

Los registros de colectas recopilados se encuentran en diferentes formatos (shapefile y CSV), siendo necesario realizar la integración y conversión a un solo formato CSV y en coordenadas geográficas Datum WGS 84, con una estructura de solo 3 campos: especie, latitud y longitud, tal como se muestra en la Figura 13.

Figura 13

Formato y estructura de las colectas de presencia de especie Shihuahuaco

especie	longitude	latitute
Shihuahuaco	-74.422274	-9.52505
Shihuahuaco	-74.181247	-9.362318
Shihuahuaco	-74.182645	-9.363977
Shihuahuaco	-73.950618	-10.419647
Shihuahuaco	-73.958641	-10.424285
Shihuahuaco	-73.957951	-10.425856
Shihuahuaco	-73.957689	-10.427782
Shihuahuaco	-73.962943	-10.410807

Nota. Se muestra la representación de los registros de presencia de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) resultado de procesar la información obtenida del OSINFOR y el GBIF; organizado en un archivo Excel, incluyendo datos básicos específicos de la especie y en coordenadas de longitud y latitud para luego convertirlos al formato apropiado para el análisis espacial usando el programa de modelamiento de distribución de especies como MaxEnt.

(Scheldeman y Van Zonneveld, 2011, p. 24).

El software empleado para el modelamiento, requiere que las colectas de presencia de la especie a modelar, se inserten en formato “Delimitado por comas” CSV, esto ha sido generado desde el programa Excel, obteniendo como resultado un total de 290 registros de

presencia de la especie “Shihuahuaco” consolidados en un archivo CSV denominado “Shihuahuaco.csv”.

4.4. Colección y construcción de variables (ambientales) climáticas y topográficas

4.4.1. *Obtención de variables climáticas*

Las capas climáticas fueron obtenidas de la plataforma WorldClim, que contiene un conjunto de capas geográficas (rasters) que poseen datos climáticos del mundo entero donde registran las temperaturas mensuales promedio y la precipitación de cientos de estaciones meteorológicas alrededor del mundo. Desde su publicación en 2005 Worldclim ha sido una fuente de datos muy valiosa en el campo de la biogeografía, especialmente para el mapeo de nichos ecológicos y rangos geográficos de especies. Son 19 variables o capas climáticas que se han generado a nivel mundial. Tal como se muestra en la Tabla 3.

Estas capas se encuentran disponibles en Coordenadas Geográficas y Datum WGS 84, en diferentes resoluciones (30 segundos, 2.5 minutos, 5 minutos y 10 minutos), para el presente estudio se seleccionó la resolución “30 segundos”, equivalente a que el pixel represente 1 Km², se realiza la descarga de la web <https://www.worldclim.org/>

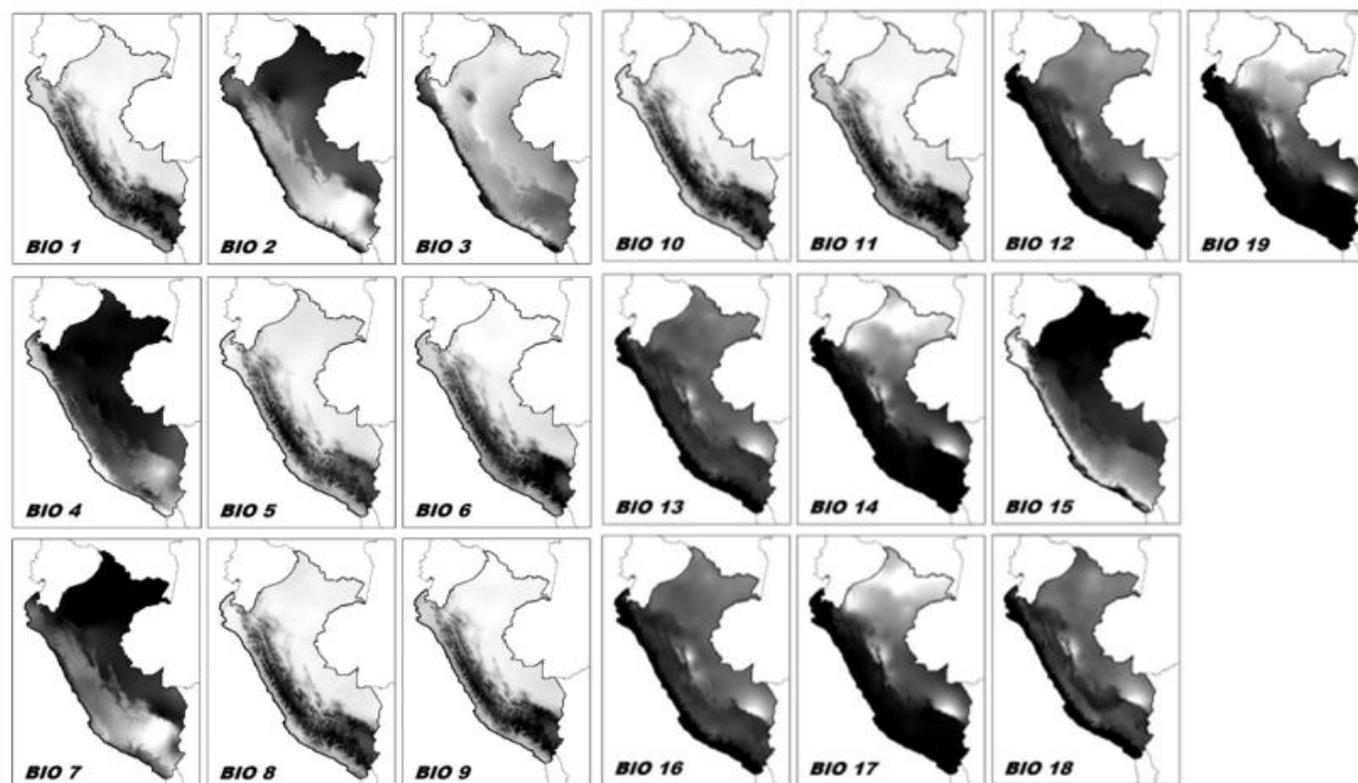
Tabla 4*Variables o capas climáticas*

Código	Variable
Bio1	Temperatura media anual
Bio2	Rango medio diario (Media de la (max temp - min temp) mensual)
Bio3	Isotermicidad (BIO2/BIO7) (x 100)
Bio4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar x 100)
Bio5	Temperatura máxima del mes más cálido
Bio6	Temperatura mínima del mes más frío
Bio7	Rango anual de temperaturas (BIO5-BIO6)
Bio8	Temperatura media del trimestre más húmedo
Bio9	Temperatura media del trimestre más seco
Bio10	Temperatura media del trimestre más cálido
Bio11	Temperatura media del trimestre más frío
Bio12	Precipitación anual
Bio13	Precipitación del mes más húmedo
Bio14	Precipitación del mes más seco
Bio15	Estacionalidad de la precipitación (como coeficiente de variación)
Bio16	Precipitación del trimestre más húmedo
Bio17	Precipitación del trimestre más seco
Bio18	Precipitación del trimestre más cálido
Bio19	Precipitación del trimestre más frío

Nota. Se muestra las 19 variables bioclimáticas de WorldClim, contiene la data de capas climáticas, con resoluciones desde 1 km, obtenidas de la interpolación de los registros de las estaciones climáticas entre 1950-2000. (Navarrete, 2019, pp. 16-17).

Figura 14

Capas geográficas (rasters) de las 19 variables climáticas WORLCLIM



Nota. Se muestra las capas geográficas (rasters) de las 19 variables climáticas WORLCLIM, distribuidos en el territorio del Perú.

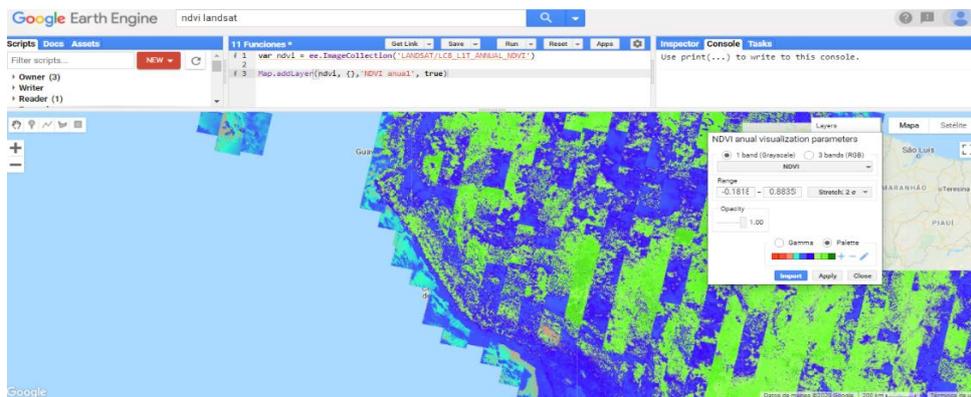
4.4.2. Obtención de variables topográficas

De acuerdo a las características de la especie a modelar, resulta importante incorporar variables adicionales, esto conlleva todo un procedimiento para su acondicionamiento:

4.4.2.1. Índice de Vegetación de Diferencia Normalizada (NDVI). Estos compuestos Landsat 8 se fabrican a partir de imágenes satelitales ortorrectificadas de nivel L1T, utilizando la reflectancia calculada de la parte superior de la atmósfera (TOA). El índice de vegetación de diferencia normalizada se genera a partir de las bandas de infrarrojo cercano y rojo de cada escena como $(NIR - rojo) / (NIR + rojo)$, y su valor varía de -1,0 a 1,0.

Figura 15

Interfaz para carga de composición NDVI a partir de imágenes Landsat 8



Nota. El interfaz para carga de composición NDVI a partir de imágenes Landsat 8, muestra la plataforma tecnológica de Google Earth Engine (GEE) que permite descargar imágenes satelitales, permitiendo obtener datos en formato raster o vectorial, generando datos geográficos para componer el NDVI. De GEE una poderosa herramienta que vincula el potencial de los datos masivos y la eficacia del procesamiento en la nube, por (Perilla y Mas, 2020). (<https://doi.org/10.14350/rig.59929>).

Estos compuestos se crean a partir de todas las escenas en cada período anual comenzando desde el primer día del año y continuando hasta el último día del año. Todas las imágenes de cada año se incluyen en la composición, con el píxel más reciente como valor compuesto. Mediante el uso del aplicativo GEE se procede a descargarlo en el ámbito del territorio del Perú y se acondiciona a una resolución igual a las variables climáticas, es decir 1 Km por píxel. Tal como se muestra en la Figura 15.

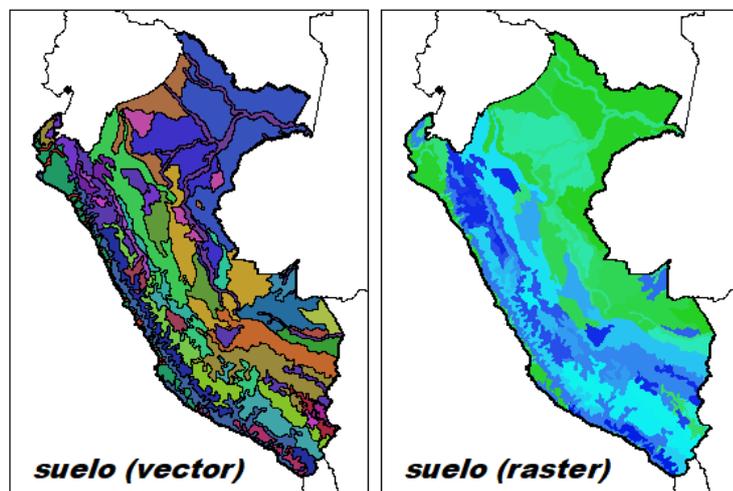
4.4.2.2. Altitud (alt). La misión topográfica Shuttle Radar, también conocido como SRTM, es un proyecto mundial entre la Agencia Nacional de Inteligencia-Geoespacial NGA y la Administración Nacional de Aeronáutica y del Espacio, NASA y otros organismos tienen como finalidad la creación de los modelos digitales de elevación, o DEM, más conocidos y empleados a nivel terrestre. Aquí tienes algunos recursos desde donde acceder a la descarga de la convencional versión del SRTM v3 y la última versión v4.

Esta información es la que se descarga en formato raster y se acondiciona en una resolución igual a las variables climáticas es decir a 1 Km por píxel.

4.4.2.3. Tipo de suelo (suelo). Corresponde a los resultados del estudio de tipos de suelo desarrollado por el Instituto Nacional de Recursos Naturales, 2009, desarrollado a una escala 1 / 5'000,000, el mismo que se encuentra en formato shapefile, procediendo a cambiarlo a formato raster con una resolución de píxel igual a las variables climáticas, es decir 1 Km por píxel, aquí es importante señalar que fue necesario codificar cada tipo de suelo para su cambio de formato, ya que es importante señalar que el software empleado para el modelamiento solo acepta variables con atributos numéricos, tal como se muestra en la Figura 16.

Figura 16

Conversión de cobertura de suelo de vector a raster



Nota. La conversión de cobertura de suelo de vector a raster se muestra el resultado de la conversión de la cobertura de suelo a raster, desarrollado por (INRENA, 2009).

Tabla 5

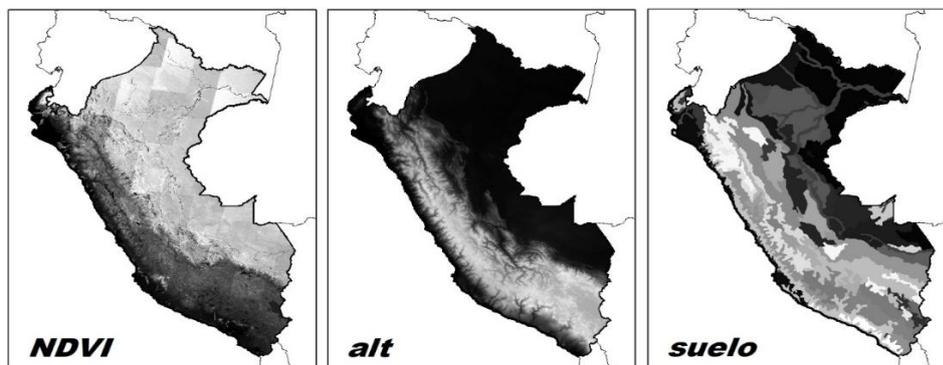
Variables topográficas

Código	Variable
NDVI	Índice de vegetación de diferencia normalizada
alt	Altitud – modelo de elevación digital
suelo	Tipo de suelo

Nota. En la tabla se muestra, las variables topográficas que se incluirán en el desarrollo del modelo, es importante contar con variables adicionales para dar mejores estimaciones para la especie estudiada.

Figura 17

Coberturas acondicionadas de variables topográficas



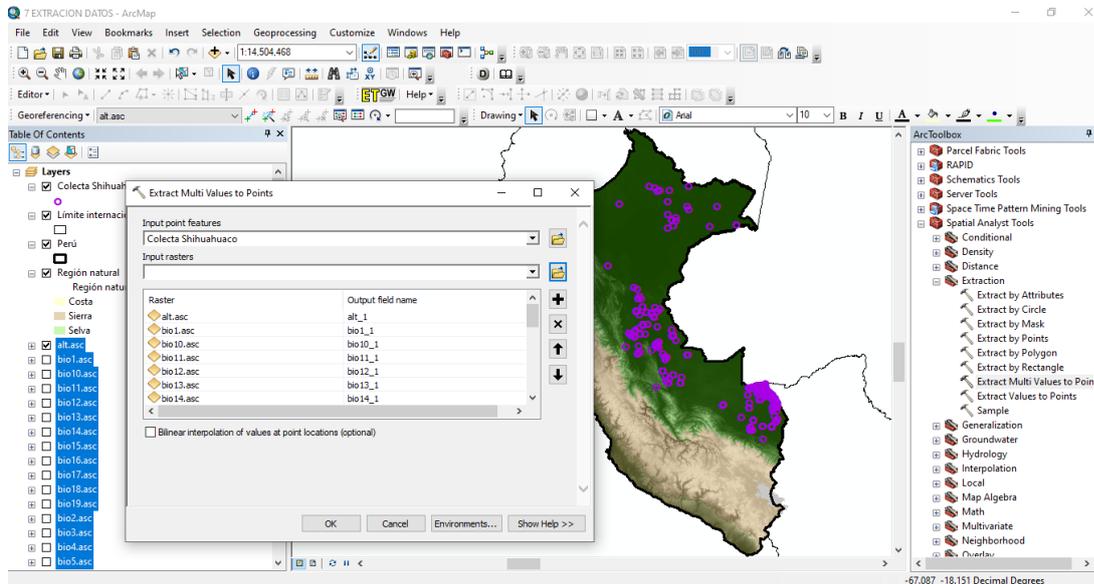
Nota. Las coberturas acondicionadas de variables topográficas se muestra las capas geográficas (rasters) de las variables 3 adicionales en el territorio del Perú.

4.4.3. Análisis y selección de variables

Los resultados de un modelamiento espacial pueden verse afectados por los insumos que se utilizan, siendo necesario, para evitar la distorsión de resultados y la redundancia de datos, realizar una selección previa de las variables. Para ello, se sacaron los valores de cada cuadrícula, “píxel”, de las 22 variables ambientales, esto se realiza mediante el software Arcgis Desktop 10.5, empleando herramientas de análisis espacial, primero se añade los 290 puntos de presencia de la colecciones de “Shihuahuaco” y también las 22 capas o variables climáticas y topográficas, segundo con la herramienta “Extract Multi Values to Points” se procede a extraer los atributos de las 22 variables incorporándolas a los atributos de los 290 puntos de colecta “Shihuahuaco”, que se exportan en un archivo con formato CSV “delimitado por comas”. Tal como se muestra en la Figura 18.

Figura 18

Herramienta para extracción de múltiples atributos en los 290 puntos de presencia de “Shihuahuaco”



Nota. La herramienta para extracción de múltiples atributos en los 290 puntos de presencia de “Shihuahuaco” se muestra el software Arcgis Desktop 10.5 donde procederá a utilizar la herramienta “Extract Multi Values to Points”; extrae los atributos de las 22 variables incorporándolas a los atributos de los 290 puntos de colecta “Shihuahuaco”.

Figura 19

Resultado herramienta para extracción de múltiples atributos los puntos presencia del Shihuahuaco

Individuo	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5	bio4	bio3	bio2	bio19	bio18	bio17	bio16	bio15	bio14	bio13	bio12	bio11	bio10	bio1	alt
Shihuahuaco	66	1	264	261	110	204	314	427	87	96	837	758	706	945	12	216	325	3256	254	264	261	155
Shihuahuaco	67	1	262	259	110	203	313	406	88	97	820	701	653	889	12	204	305	3094	253	262	259	177
Shihuahuaco	51	1	260	262	109	206	315	450	86	94	677	682	648	881	13	210	307	2912	254	266	262	151
Shihuahuaco	63	1	264	262	110	205	315	415	87	96	827	798	759	969	11	226	337	3340	255	264	261	157
Shihuahuaco	63	1	263	261	110	205	315	403	87	96	827	798	759	969	11	226	337	3340	255	264	261	159
Shihuahuaco	64	1	264	261	110	205	315	364	88	97	815	790	741	947	11	223	327	3278	255	264	261	152
Shihuahuaco	63	1	263	263	110	207	317	415	87	96	777	820	746	971	12	234	345	3339	257	267	263	124
Shihuahuaco	64	1	258	262	112	205	317	398	87	98	700	788	680	896	11	217	304	3124	256	266	262	135
Shihuahuaco	64	1	254	259	110	203	313	445	85	94	539	663	532	901	21	155	318	2860	252	264	259	123
Shihuahuaco	53	9	259	262	114	205	319	444	85	97	567	668	555	855	17	168	319	2765	257	269	264	105
Shihuahuaco	64	3	256	256	115	199	314	471	86	99	601	540	514	655	11	145	229	2303	250	262	257	210
Shihuahuaco	49	9	259	262	113	205	318	443	84	96	548	687	533	885	20	163	319	2822	257	268	263	85
Shihuahuaco	56	1	259	262	115	206	321	409	85	98	583	740	572	818	15	177	280	2851	258	268	263	116
Shihuahuaco	54	1	260	263	114	208	322	459	85	97	557	738	550	836	17	167	289	2828	258	270	264	98
Shihuahuaco	56	1	259	263	113	208	321	446	84	96	531	704	527	826	18	159	288	2753	258	269	264	119
Shihuahuaco	50	1	259	261	115	207	322	441	84	97	535	709	526	810	18	160	283	2753	257	269	263	121

Nota. El Resultado herramienta para extracción de múltiples atributos los puntos presencia del Shihuahuaco, representa el resultado de aplicar la herramienta “Extract Multi Values to Points”, que interpola las variables a los atributos de los 290 datos de presencia de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco).

A partir del resultado anterior se calculó el nivel de correlación, utilizando el software estadístico de comando “Anaconda / Júpiter” que emplea un lenguaje Python, y siguiendo a Rissler y Apodaca (2007) cuando dos variables compartían un coeficiente de correlación de Pearson mayor que 0,8; se seleccionó la variable más significativa a nivel biológico las cuales son de más fácil interpretación. Dentro del aplicativo se importa el archivo CSV resultante de la extracción de datos resumido en el ítem anterior, quien evalúa la relación de las 22 variables entre sí, el mismo que se representa visualmente en el Figura 21.

Figura 20

Interfaz de software Anaconda / Jupyter para análisis de datos

The screenshot shows a Jupyter Notebook window titled "medir correlación variables" with a last checkpoint of "18/11/2020 (autosaved)". The interface includes a menu bar (File, Edit, View, Insert, Cell, Kernel, Help) and a toolbar with icons for file operations and execution. The notebook contains four code cells:

- In [8]:** Imports various Python libraries: numpy, pandas, matplotlib.pyplot, pylab, seaborn, and scipy.
- In [9]:** Configures the plot style using %matplotlib inline and rcParams for figure size and style.
- In [10]:** Defines a file path, reads a CSV file into a pandas DataFrame, and sets the column names.
- In [11]:** Prints the DataFrame's information using the .info() method.

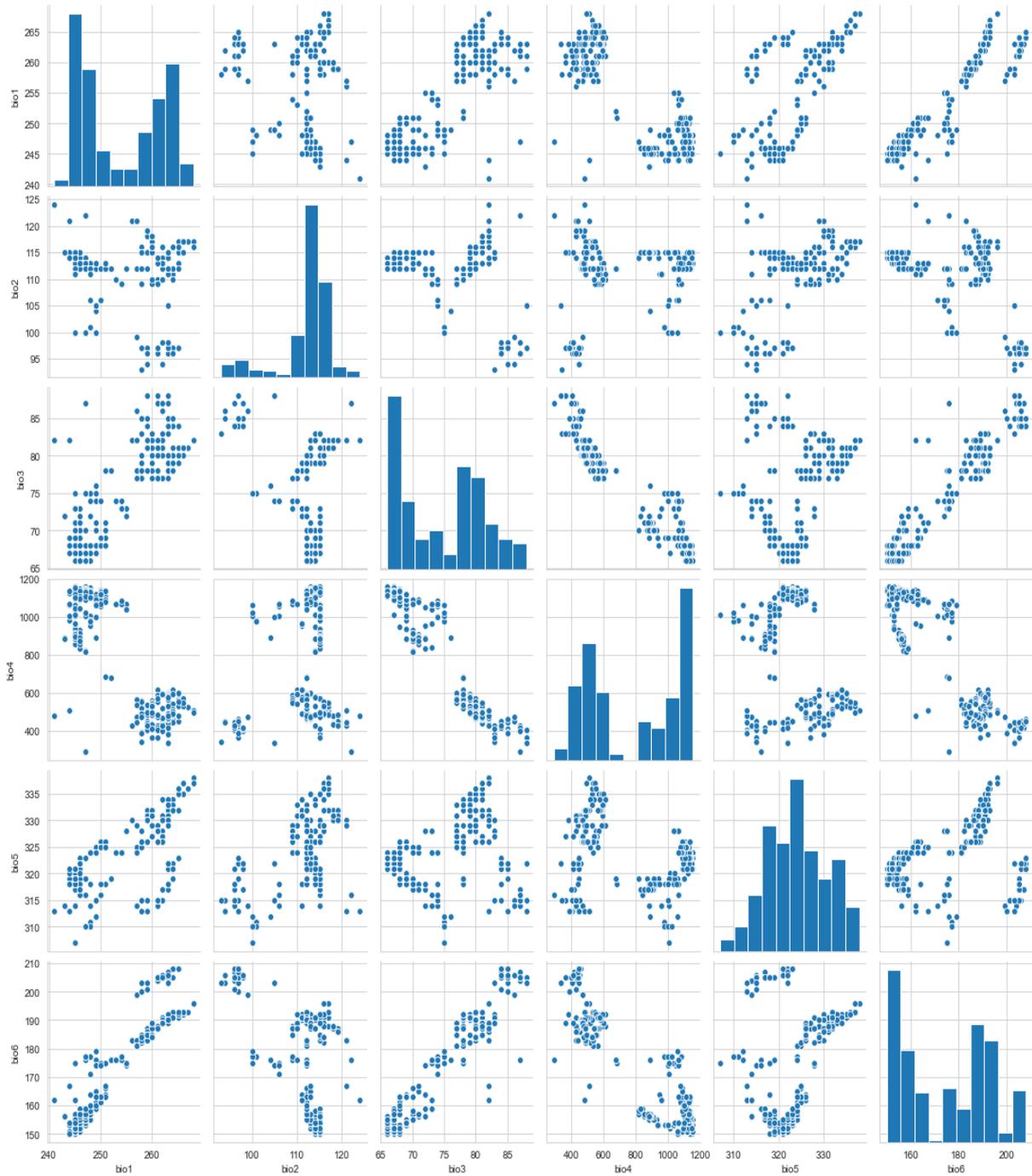
The output of the final cell shows the DataFrame's structure:

```
<class 'pandas.core.frame.DataFrame'>
RangeIndex: 290 entries, 0 to 289
Data columns (total 22 columns):
# Column Non-Null Count Dtype
---
0 ndvi 290 non-null int64
1 sue10 290 non-null int64
2 bio9 290 non-null int64
3 bio8 290 non-null int64
4 bio7 290 non-null int64
5 bio6 290 non-null int64
6 bio5 290 non-null int64
7 bio4 290 non-null int64
8 bio3 290 non-null int64
9 bio2 290 non-null int64
10 bio19 290 non-null int64
11 bio18 290 non-null int64
12 bio17 290 non-null int64
13 bio16 290 non-null int64
14 bio15 290 non-null int64
15 bio14 290 non-null int64
16 bio13 290 non-null int64
17 bio12 290 non-null int64
18 bio11 290 non-null int64
19 bio10 290 non-null int64
20 bio1 290 non-null int64
21 alt 290 non-null int64
dtypes: int64(22)
memory usage: 50.0 KB
```

Nota. En la interfaz de software Anaconda / Jupyter para análisis de datos se muestra como emplea un lenguaje Python; permite calcular la correlación de variables.

Figura 21

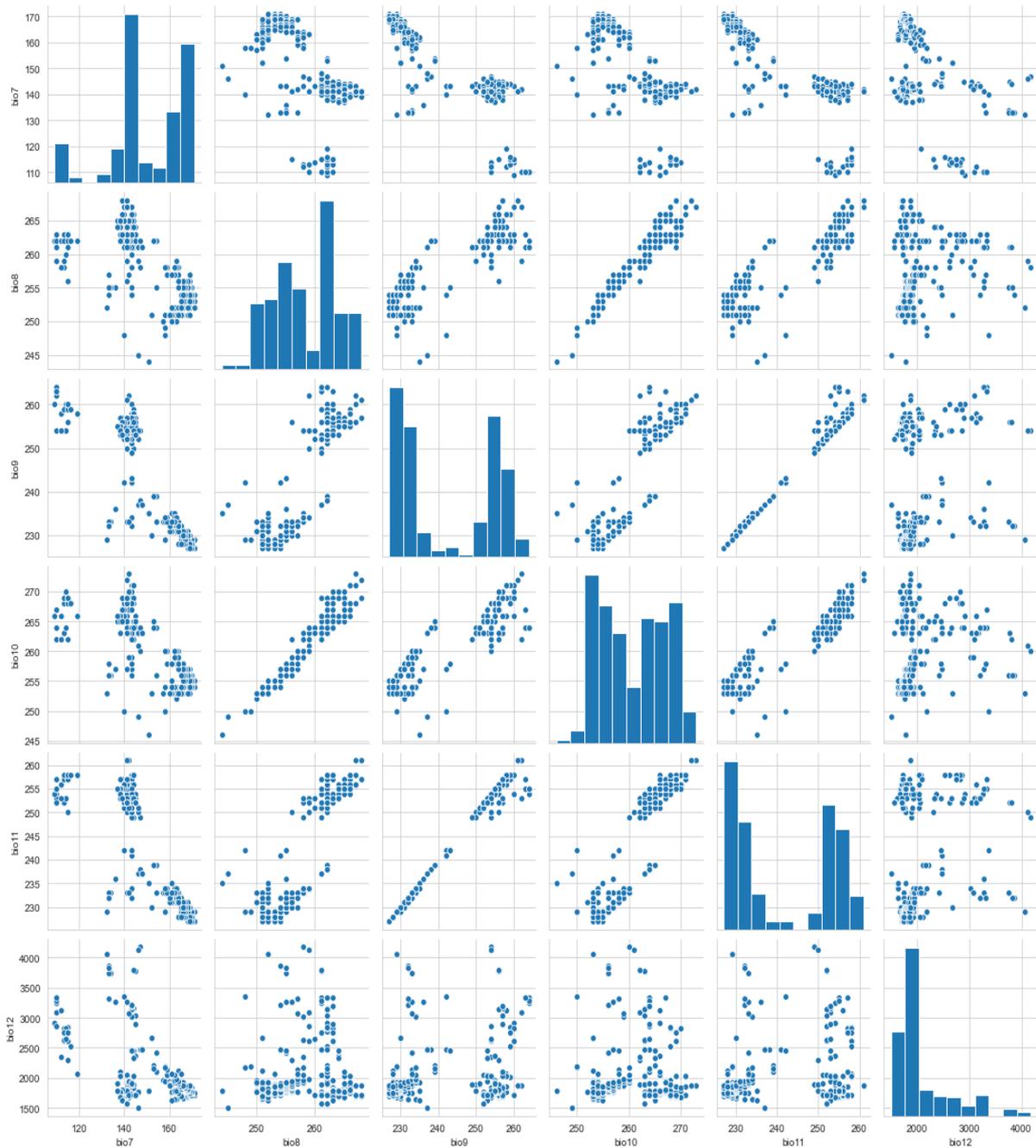
Relación entre las 6 variables climáticas: bio1, bio2, bio3, bio 4, bio 5 y bio 6



Nota. En la relación entre las 6 variables climáticas: bio1, bio2, bio3, bio 4, bio 5 y bio 6 se muestra el cálculo de la correlación de variables bio1, bio2, bio3, bio 4, bio 5 y bio 6.

Figura 22

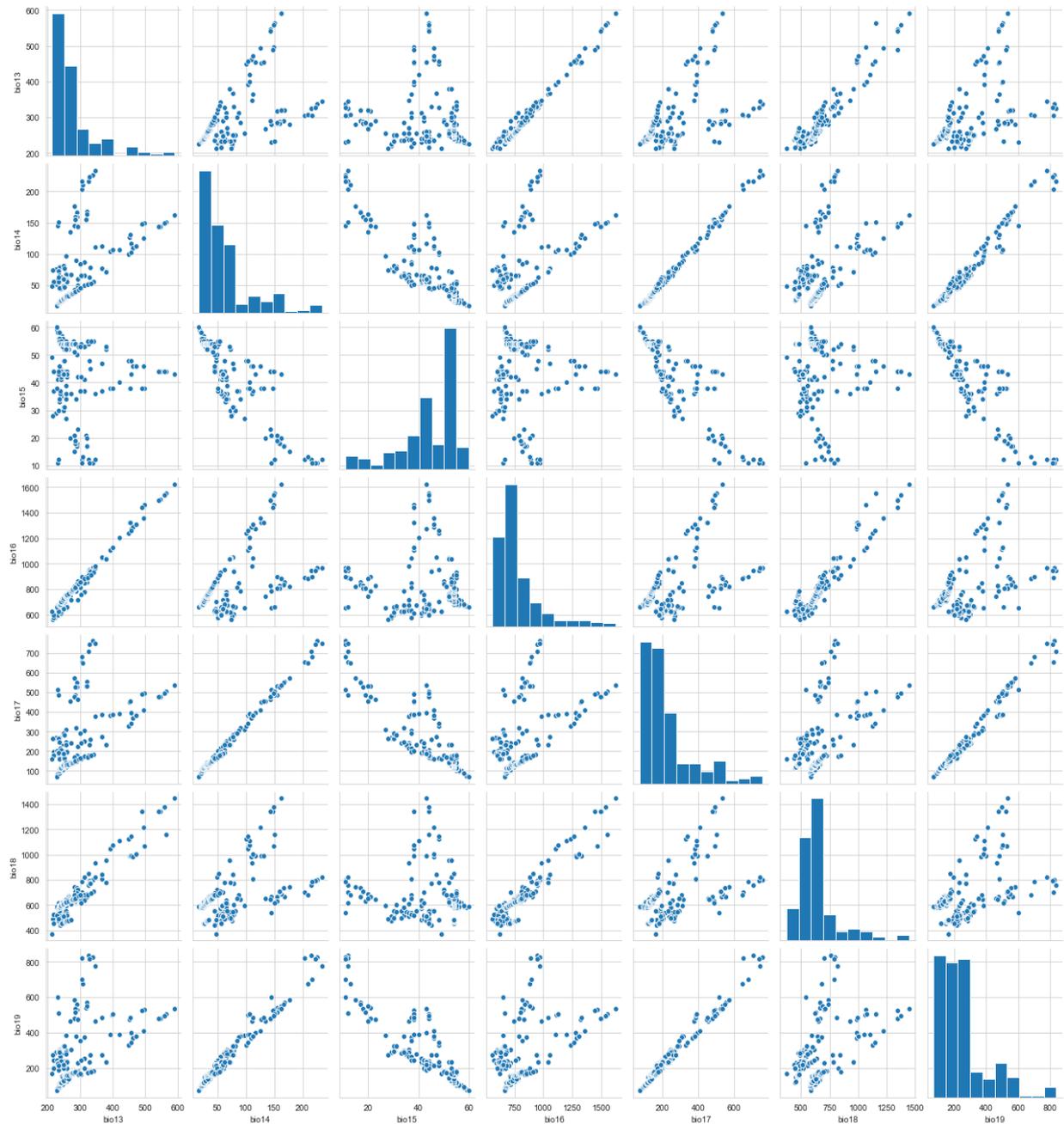
Relación entre las 6 variables climáticas: bio 7, bio 8, bio 9, bio 10, bio 11 y bio 12



Nota. En la relación entre las 6 variables climáticas: bio 7, bio 8, bio 9, bio 10, bio 11 y bio 12 se muestra el cálculo de la correlación de variables bio 7, bio 8, bio 9, bio 10, bio 11 y bio 12.

Figura 23

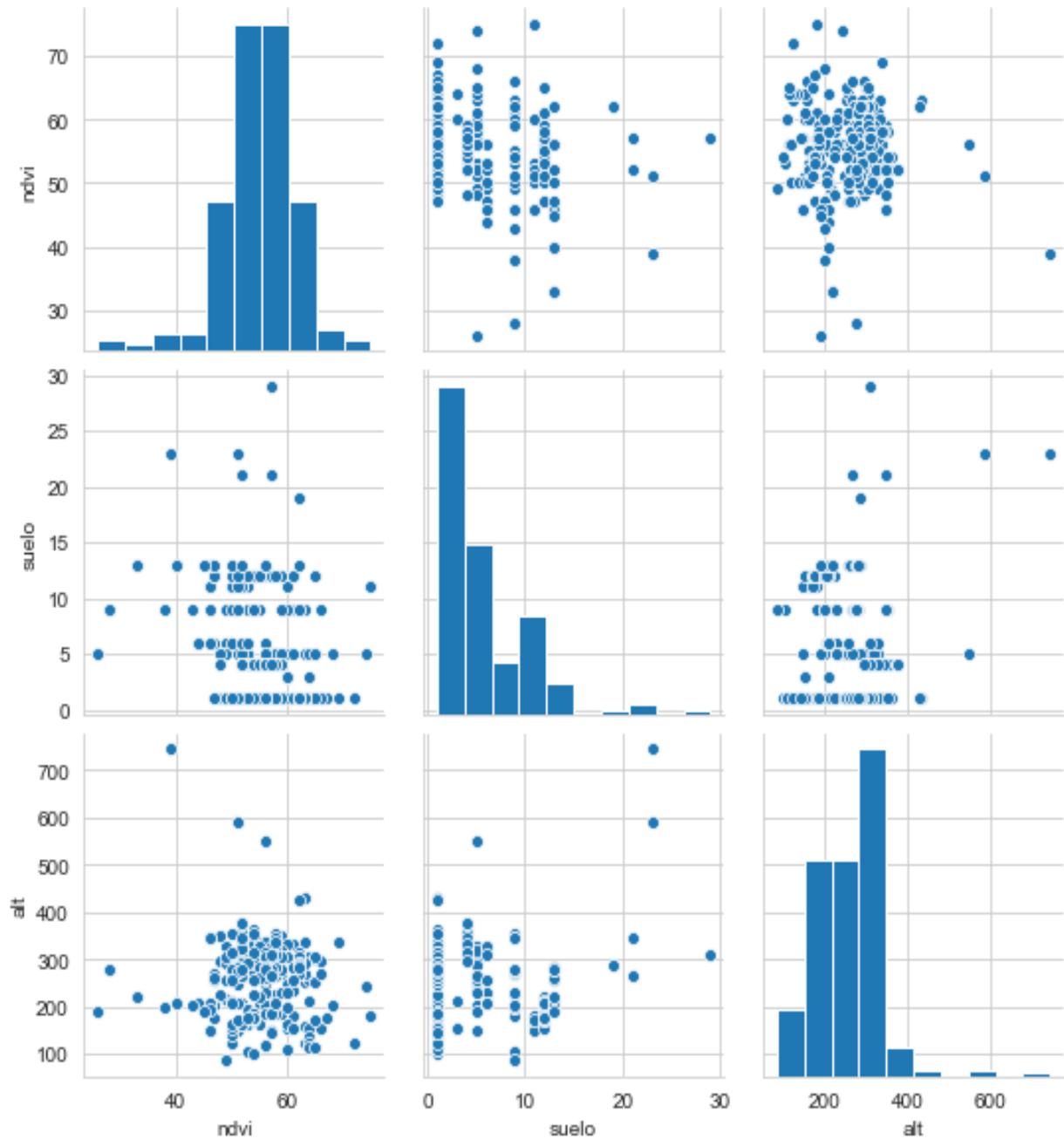
Relación entre las 6 variables climáticas: bio 13, bio 14, bio 15, bio 16, bio 17 y bio 18



Nota. En la relación entre las 6 variables climáticas: bio 13, bio 14, bio 15, bio 16, bio 17 y bio 18 se muestra el cálculo de la correlación de variables bio 13, bio 14, bio 15, bio 16, bio 17 y bio 18.

Figura 24

Relación entre las 3 variables topográficas: NDVI, suelo y alt



Nota. En la relación entre las 6 variables climáticas: NDVI, suelo y alt se muestra el cálculo de la correlación de variables NDVI, suelo y alt.

Figura 25

Interfaz de software Anaconda / Jupyter calculando la correlación de las variables

Correlación SCIPY Pearson

In [67]:

```
1 G = [['bio1', 'bio2', 'bio3', 'bio4', 'bio5', 'bio6', 'bio7', 'bio8', '
2       'bio10', 'bio11', 'bio12', 'bio13', 'bio14', 'bio15', 'bio16', '
3       'bio18', 'bio19', 'ndvi', 'suelo', 'alt']]
```

In [20]:

```
1 import pylab
2 import scipy.cluster.hierarchy
3 from scipy.cluster import hierarchy
4
5 corr_pearson = variables.corr()
6 corr_pearson.head()
```

Out[20]:

	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5
ndvi	1.000000	-0.260439	0.051998	-0.092166	-0.013912	-0.007042	-0.055840
suelo	-0.260439	1.000000	0.335766	0.363854	-0.357696	0.393025	0.190784
bio9	0.051998	0.335766	1.000000	0.869505	-0.834615	0.960954	0.569552
bio8	-0.092166	0.363854	0.869505	1.000000	-0.619176	0.835934	0.771121
bio7	-0.013912	-0.357696	-0.834615	-0.619176	1.000000	-0.935992	-0.072164

5 rows × 22 columns

Nota. En la interfaz de software Anaconda / Jupyter calculando la correlación de las variables se muestra el resultado del cálculo de la correlación de cada una de las variables comparadas.

El coeficiente de correlación, fue transformado en el dendrograma (diagrama de árbol) permitiendo agrupar las variables que se encontraban más correlacionadas, tal como se muestra la Figura 26

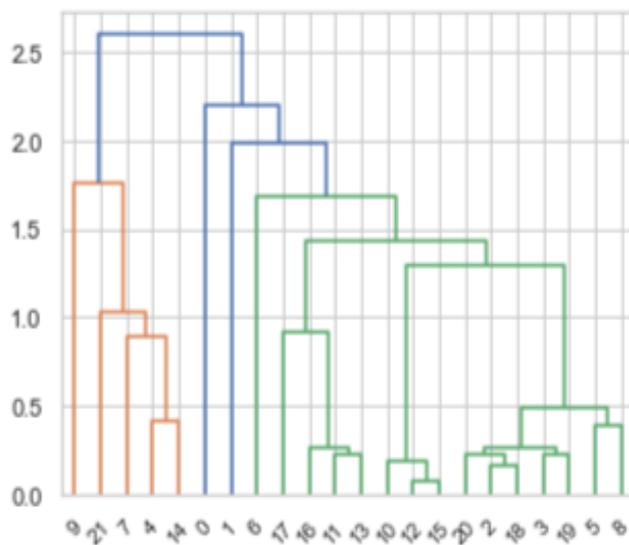
Figura 26*Dendrograma de asociación de variables*

In []:

1

In [26]:

1 dendrogram=sch.dendrogram(cluster)

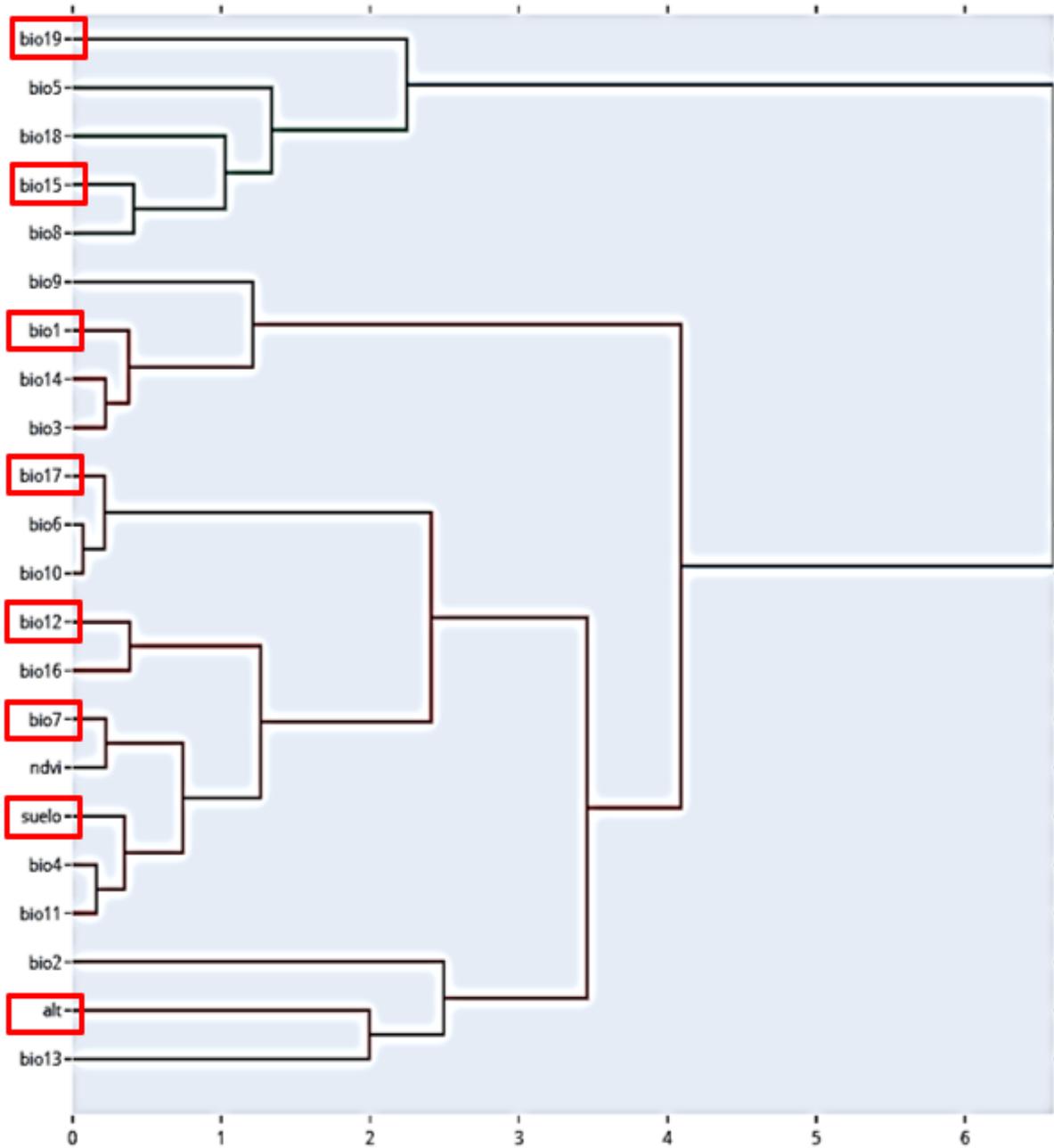


Nota. El dendrograma de asociación de variables se muestra cómo se agrupa las variables más correlacionadas (más cercanas).

El dendrograma se transforma a una matriz de distancia para una mejor interpretabilidad, dentro del clúster se encuentran asociados la distancia entre los valores de correlación, por consiguiente, se seleccionó la variable más significativa a nivel biológico considerándose para la distribución de la especie en estudio las variables de temperatura, precipitación y relieve, tal como se muestra en la Figura 27

Figura 27

Clúster de asociación de variables



Nota. En el clúster de asociación de variables se muestra donde se encuentran agrupadas las variables que no están correlacionadas e influirán más al modelo.

Es necesario realizar un análisis de las variables, escogiéndose las según las fuentes bibliográficas les dan un grado de mayor importancia, tal como se muestra en la Tabla 6

Tabla 6

Variables climáticas y topográficas seleccionadas

Código	Variable
bio1	Temperatura media anual
bio7	Rango anual de temperaturas (BIO5-BIO6)
bio12	Precipitación anual
bio15	Estacionalidad de la precipitación (como coeficiente de variación)
bio17	Precipitación del trimestre más seco
bio19	Precipitación del trimestre más frío
suelo	Tipo de suelo
alt	Altitud (modelo digital de elevación)

Nota. Las variables climáticas y topográficas seleccionadas generadas del análisis de correlación.

4.5. Modelamiento de máxima entropía, para establecer la distribución espacial y potencial especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)

El algoritmo y aplicativo para realizar el modelamiento es el software “Maximum Entropy Species Distribution Modeling, versión 3.4.1” o en conocido con sus siglas “MaxEnt”, que es un aplicativo destinado al análisis predictivo utilizando archivos cartográficos en un formato y características específicas. El MaxEnt es un algoritmo cuya teoría está sumamente documentada y que en la práctica ha demostrado dar buenos resultados. Está basado en una aproximación estadística llamada máxima entropía que permite hacer predicciones utilizando

información incompleta, en este caso datos de presencia u ocurrencia de la especie (Phillips et al., 2006).

Utiliza un documento que se ingresa con coordenadas de distribución de especies que viene siendo observado, trabajados con un grupo de variables ambientales seleccionadas, dando como resultado la dable distribución potencial de la especie.

Como resultado descrito en los ítems anteriores, como podemos ver en la Tabla 3, tenemos como insumos al archivo "CSV" de 290 colectas de presencia del "Shihuahuaco" y cómo podemos ver en la Tabla 4, contamos con las variables ambientales siendo las 21 capas raster (19 variables climáticas y 3 variables topográficas).

La interfaz de MaxEnt es sencilla, pero resulta importante tener en cuenta algunas consideraciones técnicas en su configuración, tenemos:

4.5.2. En la interfaz principal

En la ventana principal de MaxEnt se importan los archivos de presencia de (Shihuahuaco) que tenemos en formato CSV, asimismo, la carpeta donde tenemos todas las variables (21) climáticas y topográficas que se encuentran en formato raster ASCII.

Los tipos de funciones de las variables climáticas y topográficas se utilizan para producir "características" que restringen la distribución de probabilidad que se está calculando. Los tipos de características disponibles son: *Linear features*, *Quadratic features*, *Product features*, *Threshold features*, y *Hinge features*. El uso de "características automáticas" permite que el conjunto de características utilizadas dependa del número de registros de presencia de las especies que se modelan, utilizando reglas generales derivadas empíricamente. Si empleamos todos los tipos estas características se hacen complejas, y difíciles de interpretar,

razón por la que para este modelamiento se emplean los tipos *Linear Feature*, *Quadratic features*, *Product features* y *Hinge*.

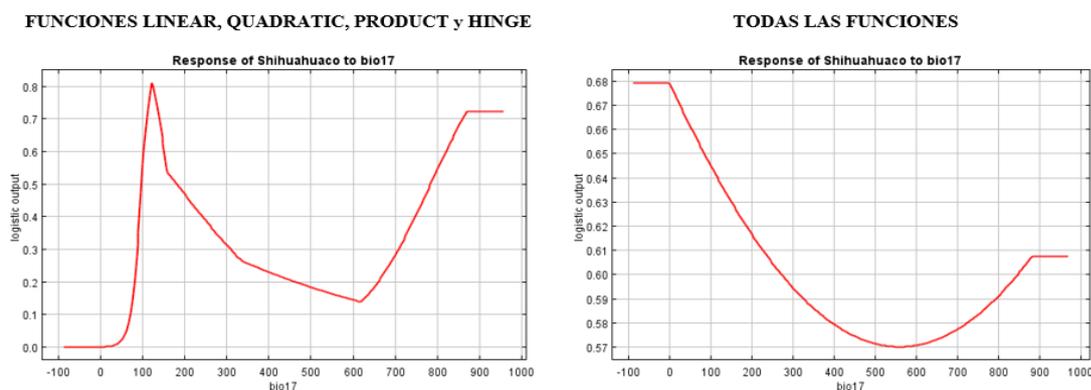
Según Navarrete (2019), los features son las formas como van a ser transformadas las variables predictoras, las cuales pueden ser:

- **Features linear:** que utilizan coeficientes lineales simples para cada uno de los predictores.
- **Features quadratic:** que utilizan valores de predicción al cuadrado.
- **Features product:** describen la interacción de pares entre predictores.
- **Features threshold:** implica funciones simples de escalera o paso.
- **Features hinge:** combina funciones lineales y de paso.

Para poder apreciar cómo se interpreta gráficamente estos cambios, será necesario conocer la diferencia de las curvas de respuesta, tal como se muestra en la Figura 28

Figura 28

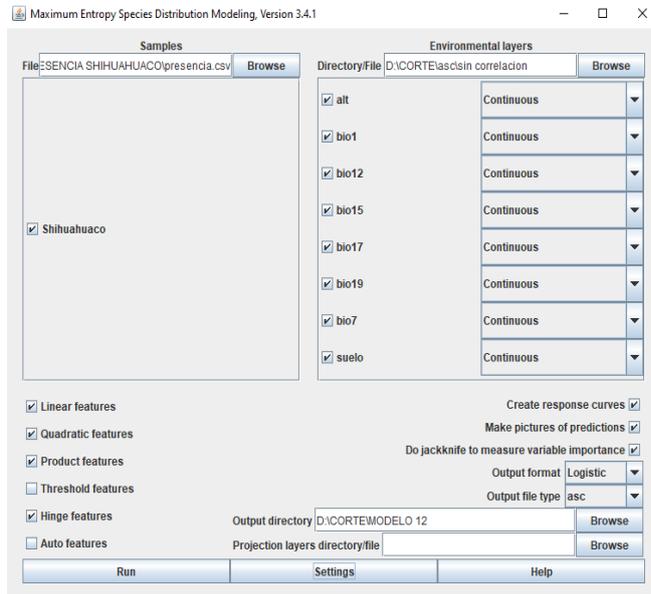
Curvas de respuesta con los tipos de características



Nota. Las curvas de respuesta con los tipos de características se muestra la comparación gráfica de las funciones Linear, Quadratic, Product y Hinge.

- El formato de salida (output format), influye en los atributos con los que se va representar el resultado del modelamiento espacialmente (raster), para tal efecto una salida logística es la más adecuada, ya que facilita a interpretación visual de la probabilidad de presencia en una escala de 0 a 1, donde valores más cercanos a 1 indican mayor probabilidad de presencia de la especie y al contrario si son cercanos a 0.
- Activar (check) los casilleros correspondientes a “Create response curves”, para que emita un reporte de las curvas de respuestas por cada variable, “Make pictures of predictions”, que exporta resultados gráficos en el reporte final del modelo, “Jackknife”, que nos permite identificar la contribución de cada variable con respecto al modelo, esto es importante porque nos diferencia el valor ecológico de cada variable para delimitar la distribución de la especie modelada.
- Precisar el directorio de salida, para que todos los resultados se depositen en esta carpeta.

La configuración del interfaz principal del MaxEnt, se deberá colocarse la información para continuar con el procedimiento, tal como se muestra en la Figura 29.

Figura 29*Configuración de interfaz principal de MaxEnt*

Nota. La configuración de interfaz principal de MaxEnt se muestra la interfaz del software MaxEnt, conformando con la información base para el desarrollo del modelo.

4.5.3. En la interfaz Settings (Configuración)

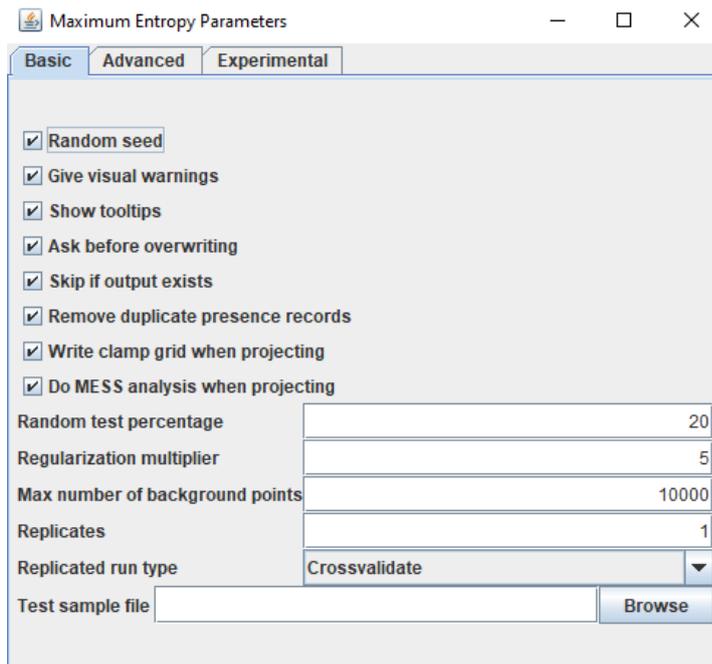
Las 290 colectas de presencia de “Shihuahuaco”, se dividió en dos grupos una correspondiente al 80% (232 colectas) para correr el modelo, o denominado de “entrenamiento”, y el 20% (58 colectas) escogidos al azar para la posterior etapa de testeo o validación de resultados, y para el análisis de la curva ROC (Pliscoff y Fuentes-Castillo, 2011), tal como se muestra gráficamente en la Figura 32

Esta división lo realiza internamente el aplicativo, solo se debe precisar el porcentaje, asimismo, la definición de este valor es una decisión propia, considerando que tenemos una

muestra considerable de colectas de presencia el 20 % para testeo, tal como se muestra en la Figura 30.

Figura 30

Configuración random test



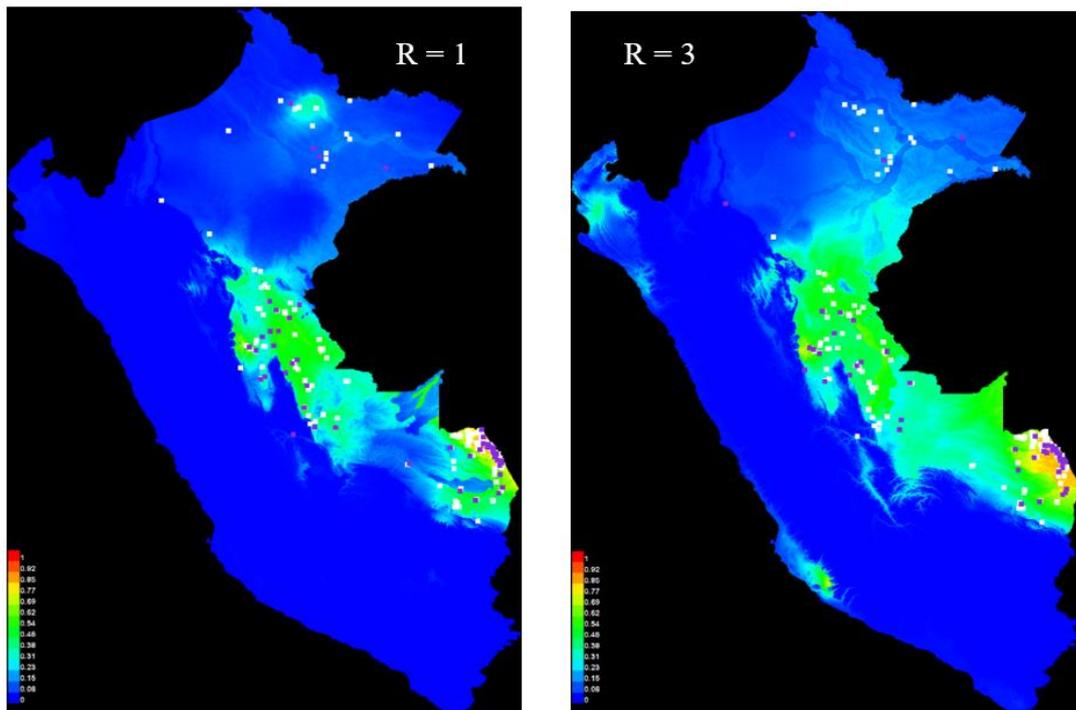
Nota. La configuración random test se muestra la plataforma de configuración del software del MaxEnt, donde se alinean los parámetros para colocar el porcentaje aleatorio para generar mis puntos de testeo.

Regularización, es el parámetro multiplicador que influye en la predicción, ubicado en el panel de configuración; influye en el nivel de enfoque o cuan cercanamente se ajusta la distribución de salida obtenida. Un valor menor que el valor por defecto de 1,0 producirá una distribución de salida más localizada la cual se ajusta estrechamente a los registros de presencia dados, siendo un ajuste excesivo. Un multiplicador de regularización mayor producirá una predicción más extendida, menos localizada. En ese sentido, de las pruebas realizadas en el

aplicativo, se considera el valor 3, como un factor representativo de la predictibilidad, adicionalmente contribuye a eliminar el ruido generado con el valor por defecto o uno menor, tal como se muestra en la Figura 31

Figura 31

Diferencias en resultados del modelo cambiando factor de regularización (R)

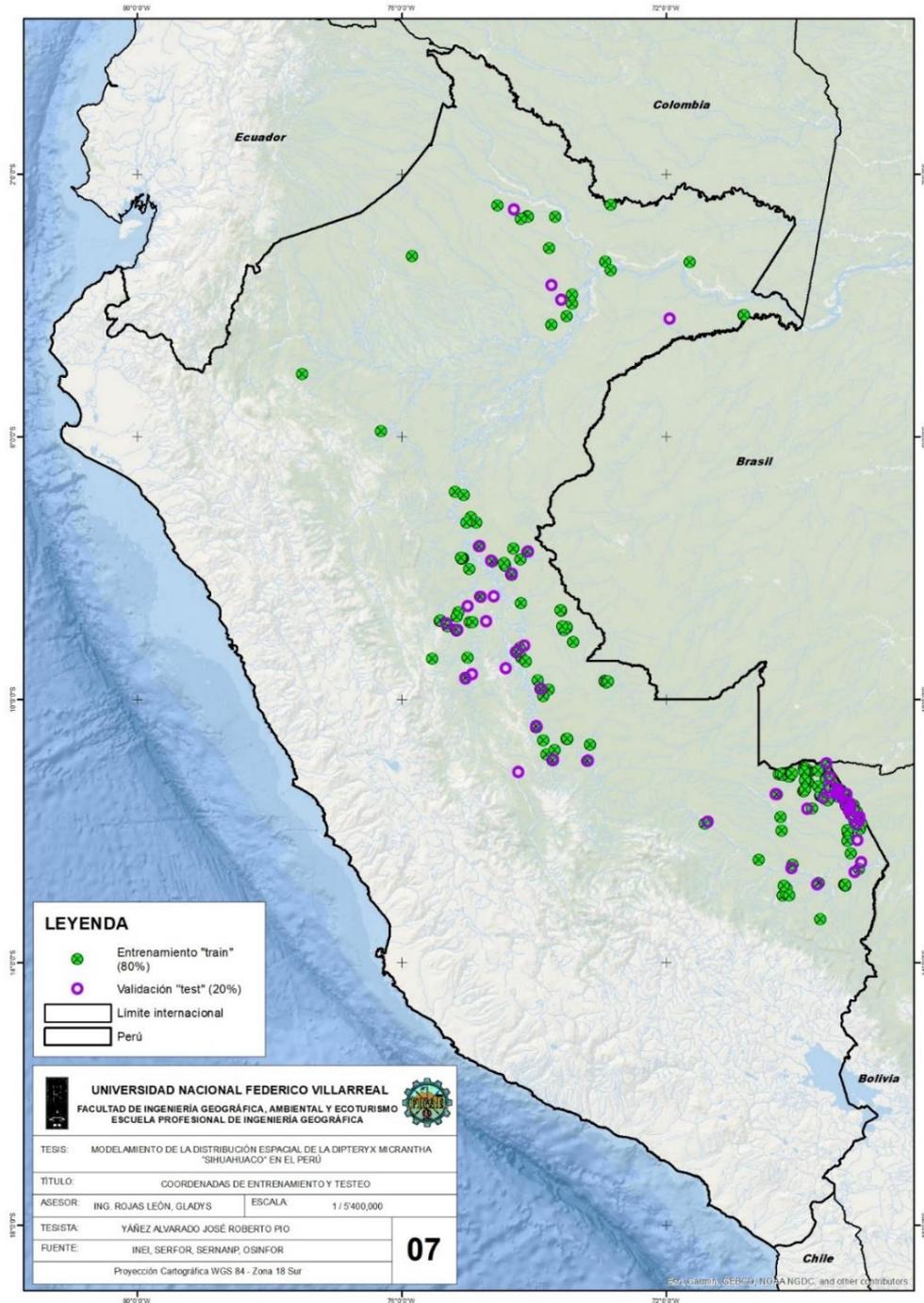


Nota. Las diferencias en resultados del modelo cambiando factor de regularización (R) muestra el resultado del modelo al comprobar la diferencia entre los cambios de los factores de regularización (R).

La opción de no duplicar registros (un único registro por cada cuadrícula), se utilizó para aminorar el resultado de concentración de esfuerzo de muestreo en torno a ciertas localidades.

Figura 32

Mapa de coordenadas de entrenamiento y testeo

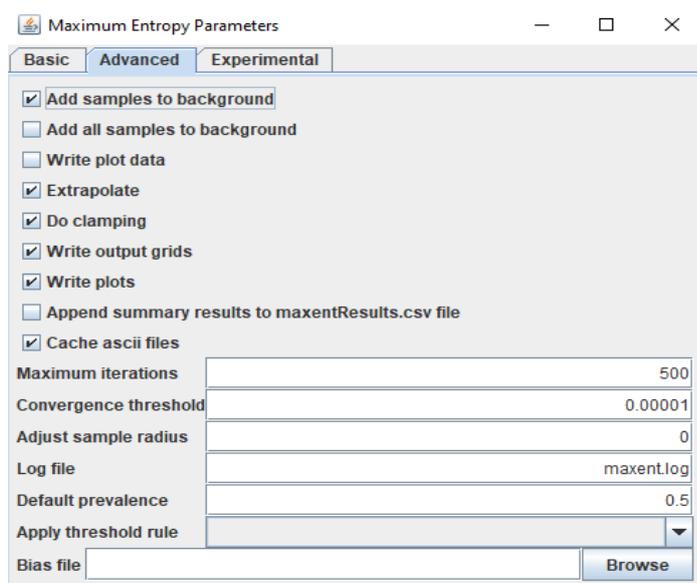


Nota. El mapa de coordenadas de entrenamiento y testeo se muestra la ubicación de los puntos de presencia de (Shihuahuaco) el territorio peruano.

Para efectos del modelo, el resto de los parámetros se mantuvieron por defecto, ya que no influyen o aportar mayor precisión para los resultados del modelo, tal como se muestra en la Figura 33

Figura 33

Configuración parámetros por defecto

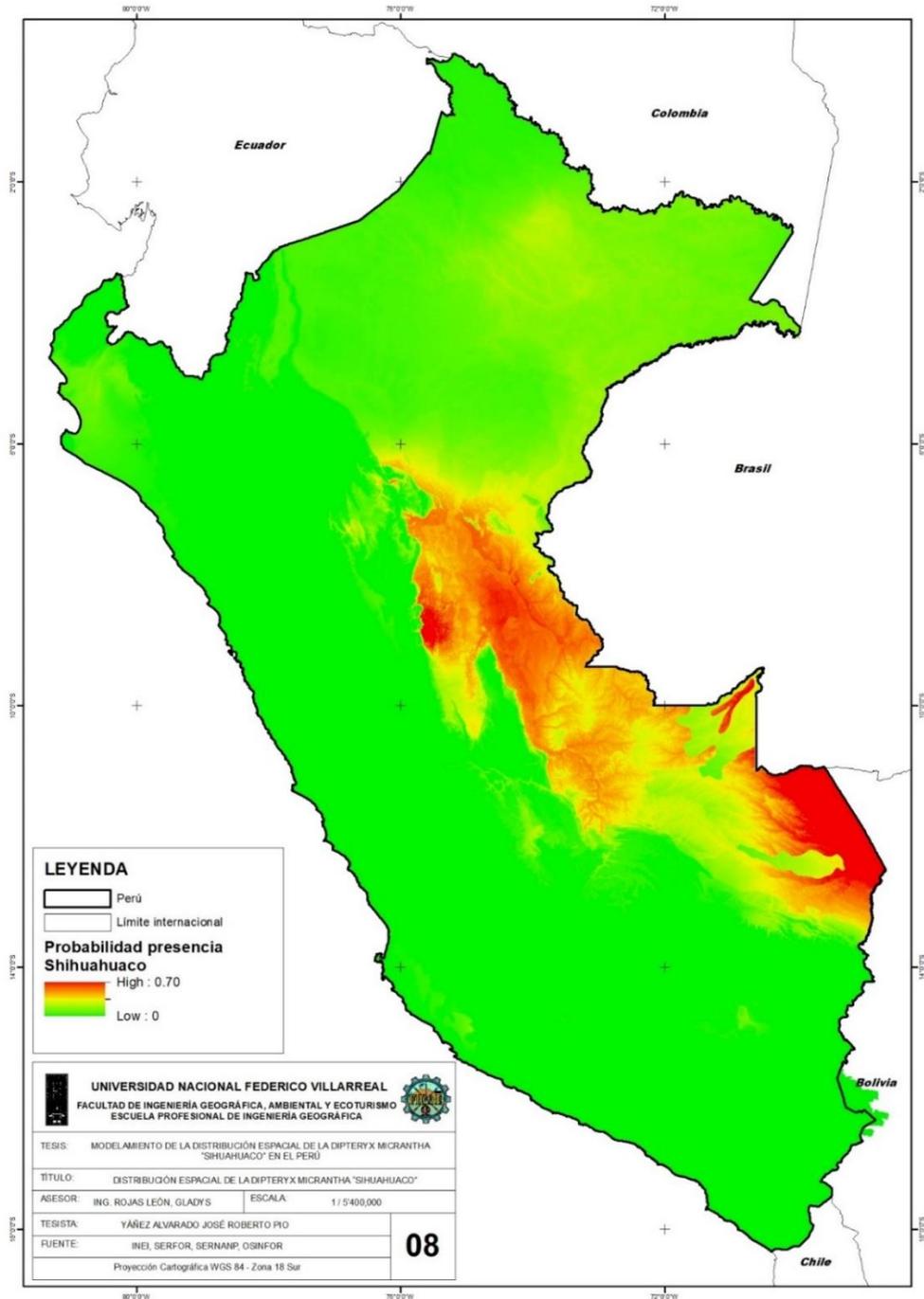


Nota. La configuración parámetros por defecto se muestra el interfaz la plataforma del Software MaxEnt donde se mantienen los parámetros sin modificar.

Luego de haber configurado el software MaxEnt, se utilizan las variables seleccionadas del análisis de correlación para ejecutarlo en el algoritmo de modelamiento MaxEnt. Permitiendo mostrar de manera gráfica el mapa probabilidad de presencia donde se encuentra distribuida la especie, es necesario indicar que la tonalidad de color rojo es el lugar donde la probabilidad de presencia es mayor, el color anaranjado y amarillo, una probabilidad de presencia media y por último la tonalidad de color verde, una probabilidad de presencia menor o nula, tal como se muestra en la Figura 34

Figura 34

Mapa del modelo de probabilidad de presencia del *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)



Nota. El mapa del modelo de probabilidad de presencia del *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) se muestra el modelo donde se encuentra probablemente el shihuahuaco en el territorio del Perú.

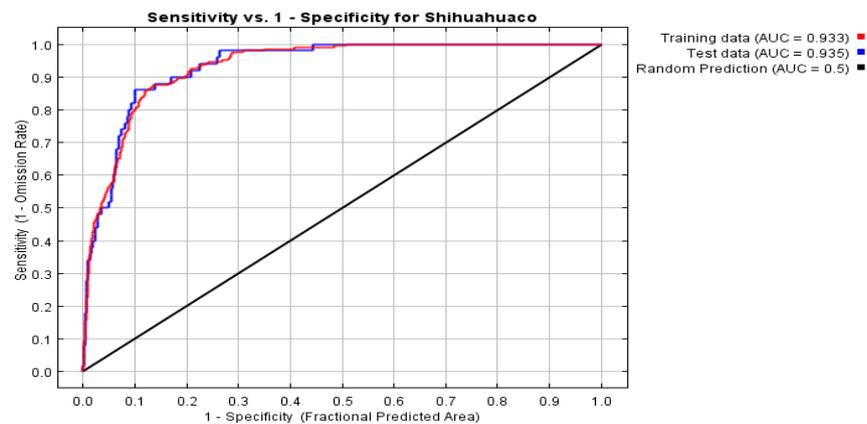
4.6. Validación estadística de resultados (testeo)

En la Figura 35, se muestran los resultados de la evaluación estadística del área bajo la curva, de la curva ROC. El AUC de 0.933 para los datos de entrenamiento, *Training data*, línea de color rojo, representa el ajuste del modelo a los datos de muestreo, de puntos de presencia para originar el modelo (Phillips et al., 2006).

Asimismo, el AUC real corresponde a los datos de la prueba conocida como *Test data* en la línea de color azul, que supone el poder predictivo del modelo, por lo que, el AUC de 0.935, corresponde a un modelo calificado como bueno (Araujo et al., 2005; Thullier et al., 2009 y Pawar et al., 2007), es decir, el modelo de distribución potencial de la *Dipteryx micrantha*, presenta muy buena significancia y capacidad de predicción.

Figura 35

Curva ROC y el área bajo la curva AUC



Nota. La curva ROC y el área bajo la curva AUC se muestra uno de los parámetros para predecir de los modelos generados por el MaxEnt, el área por debajo de la curva (AUC, de su nombre en inglés) de la curva de característica operativa relativa (ROC, de su nombre en inglés).

La curva demuestra que nuestros registros de prueba tienen un buen comportamiento frente al modelo aplicado, puesto que la curva AUC determina que, mientras los valores se alejen del umbral (Random Prediction) y se aproximen al valor 1, el modelo es aceptable; caso contrario si el valor de prueba se tiende a acercarse al umbral o se encuentra debajo de ella, denota que el modelo no cumple con la representatividad de las variables.

4.7. Análisis de influencia de variables que determinan la distribución potencial de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)

De acuerdo a la configuración del software MaxEnt, nos emite reportes sobre la influencia de las variables en el modelo “opción Jackknife”, donde describe estadísticamente la contribución de cada variable. Según Laurente (2015):

Evalúa la importancia de las variables en relación a los datos de entrenamiento, las barras de color azul, with only variable, representan la formación del modelo sólo con la variable, en aislamiento, las barras de color turquesa, with out variable, representa la formación del modelo sin la variable, y la barra de color rojo, with all variables, con todas las variables. (p.60)

Las variables de mayor importancia o que contribuyen más para la elaboración del modelo son la altitud y la precipitación anual (bio 12), puesto que cuando éstas se utilizan en aislamiento, presenta información de mayor utilidad por sí misma, permitiéndose un ajuste mayor del modelo.

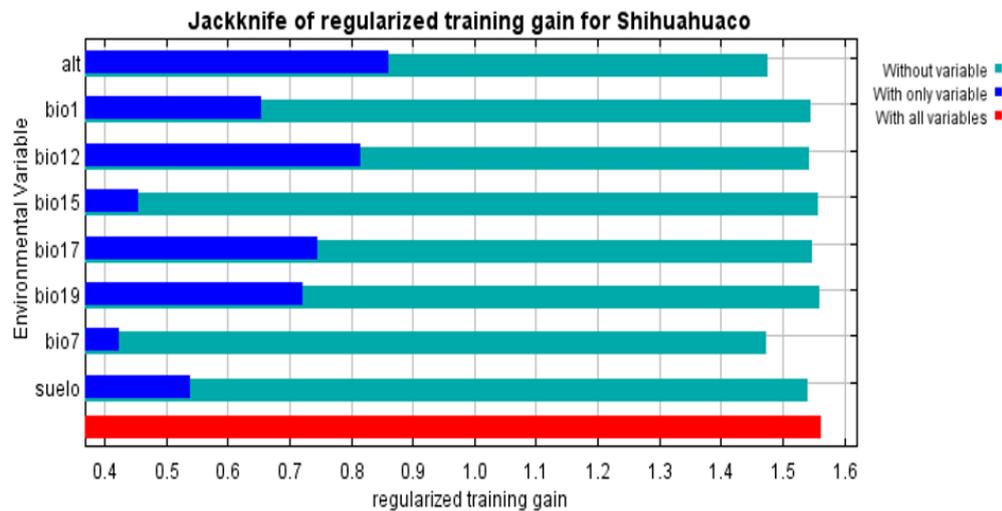
La variable suelo, rango anual de temperatura (bio 7), y estacionalidad de precipitación (bio 15), casi no consigue aumentar las ganancias o el ajuste del modelo, por lo que, esta

variable por sí sola no es muy útil para estimar la distribución de la *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), tal como se muestra en la Figura 36

Después de revisar el resultado de la prueba Jackknife, es importante analizar el comportamiento de las variables altitud (alt) y la precipitación anual (bio 12). Para ello, activamos la opción de curva de respuesta en la configuración, tal como se muestra en la Figura 37 y la Figura 38

Figura 36

Prueba de Jackknife en las variables ambientales



Nota. La prueba de Jackknife en las variables ambientales se muestra el resultado para los datos de entrenamiento, siendo de suma importancia para determinar de las variables en el modelamiento.

Figura 37

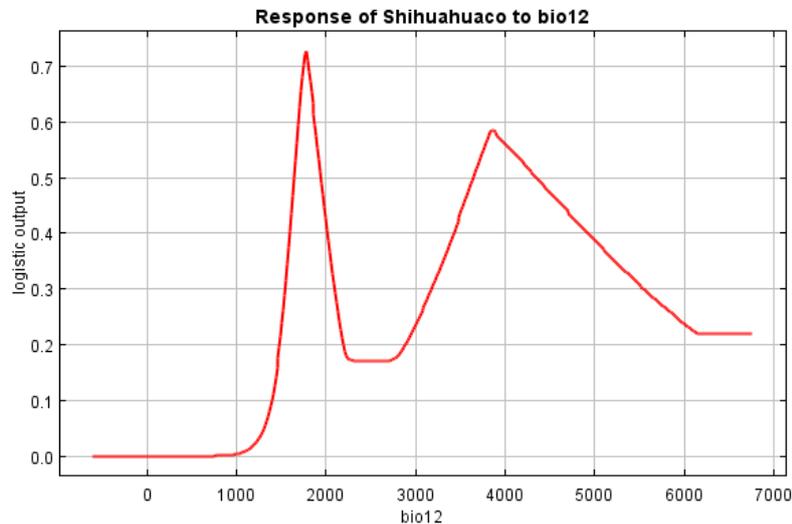
Modelo frente a la variable altitud



Nota. En el modelo frente a la variable altitud muestra la respuesta del modelo de distribución potencial sobre la variable de mayor importancia la altitud (alt), evidenciándose que el modelo es dependiente a valores de altitud entre 0 a 1000 m.s.n.m, donde se concentra toda la influencia al modelo.

Figura 38

Modelo frente a la variable bio12



Nota. En el modelo frente a la variable bio12 se muestra la respuesta del modelo de distribución potencial sobre la variable de precipitación anual (bio12), observándose que las mayores precipitaciones que varían entre 1000 a 5000 mm, en ese sentido, es evidente que las zonas idóneas para la distribución de esta especie requieren de este alto nivel de precipitación anual.

4.8. Umbral de corte para definir área geográfica de distribución espacial potencial

Según las diversas bibliografías y estudios que han venido desarrollándose en la búsqueda de la selección del umbral de corte para el modelamiento, no es una tarea fácil y no se conoce un procedimiento de no incluir algún grado de arbitrariedad, siendo que diversos tipos de métodos viene siendo tomados como mejores opciones. (Liu *et al.*, 2005)

En este trabajo, se optó como umbral aquel valor que genera resultados conservadores, es decir que brinda un área predicha menor, con fines de incluir sobrestimaciones, para este fin, empleamos el reporte que genera MaxEnt, donde brinda diferentes umbrales de corte y la

fracciones que predice, de este cuadro se escoge aquel que predice una superficie menor, tal como se muestra en la Figura 39

Figura 39

Reporte de umbrales comunes resultado del modelo

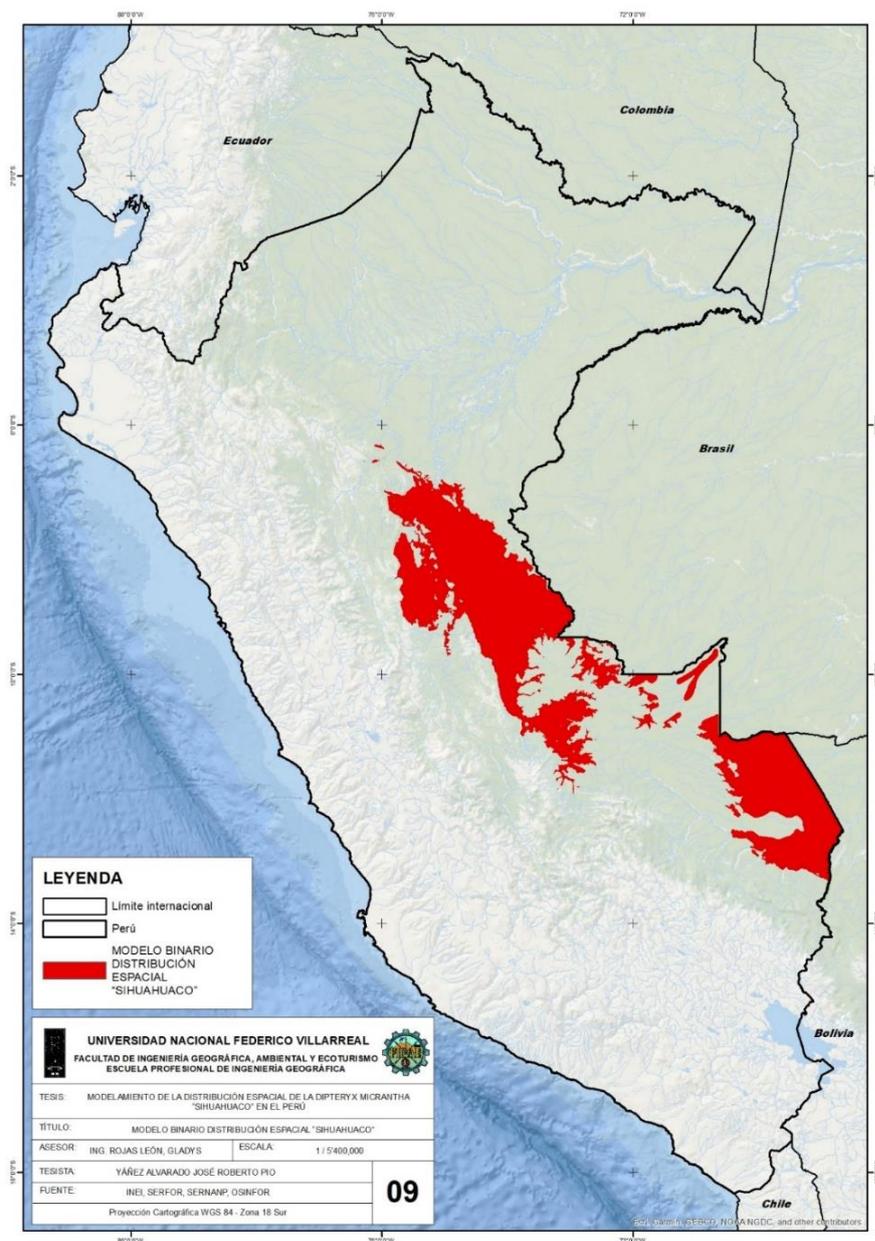
Cumulative threshold	Logistic threshold	Description	Fractional predicted area	Training omission rate	Test omission rate	P-value
1.000	0.035	Fixed cumulative value 1	0.462	0.010	0.000	1.104E-14
5.000	0.086	Fixed cumulative value 5	0.325	0.020	0.020	2.117E-23
10.000	0.128	Fixed cumulative value 10	0.237	0.064	0.060	8.195E-32
0.395	0.018	Minimum training presence	0.509	0.000	0.000	1.87E-12
13.302	0.170	10 percentile training presence	0.197	0.099	0.100	4.783E-36
22.578	0.305	Equal training sensitivity and specificity	0.133	0.133	0.140	4.635E-52
22.031	0.299	Maximum training sensitivity plus specificity	0.136	0.123	0.140	6.385E-51
21.341	0.292	Equal test sensitivity and specificity	0.139	0.123	0.140	2.058E-49
30.341	0.363	Maximum test sensitivity plus specificity	0.101	0.197	0.140	0E0
2.180	0.052	Balance training omission, predicted area and threshold value	0.408	0.010	0.020	9.109E-17
12.213	0.155	Equate entropy of thresholded and original distributions	0.209	0.074	0.080	2.223E-35

Nota. El reporte de umbrales comunes resultado del modelo, muestra el reporte generados por MaxEnt como resultado del modelo. Así mismo, se tiene que para un área predicha de 0.101 el umbral de corte de la salida logística del modelo (raster resultante con valores de 0 a 1) corresponde a 0.363, el mismo que tiene una tasa de omisión en los datos de testeo o validación de 0.140, es decir el porcentaje de puntos de presencia que son omitidos en el modelo considerando el umbral de 0.363, al ser la omisión muy baja es aceptable.

Teniendo definido el umbral de 0.363, se procedió a convertir el modelo a un resultado raster binario, para esto se emplea la herramienta condicional del “Spatyal analyst” del software Arcgis Desktop 10.5, a efecto de mejorar el resultado previamente se realiza un filtro de generalización de paso bajo para eliminar el ruido, es decir aquellos pixeles aislados del raster, eliminándolos o acumulándolos a las unidades más grandes.

Figura 40

Mapa del modelo binario de distribución espacial del *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)



Nota. El mapa del modelo binario de distribución espacial del *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) se muestra la distribución espacial del Shihuahuaco en el territorio nacional, producto de transformación del modelo a un resultado raster binario empleando con el software Arcgis Desktop 10.5 para una mejor visualización.

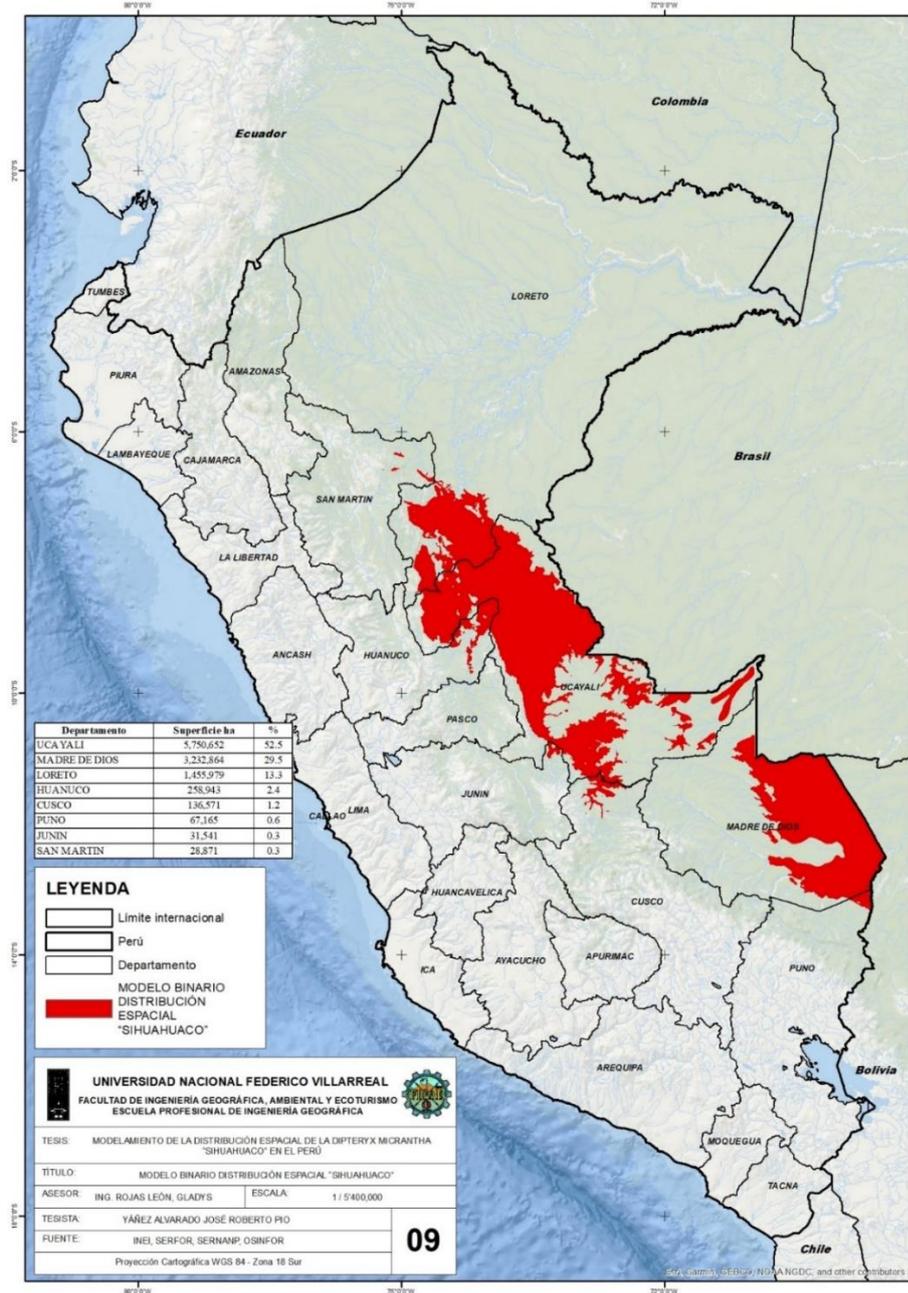
4.8.2. Superficie de distribución potencial y espacial

Se representa en el Figura 41 una superficie de 10'970,857.73 ha, donde se muestran los resultados del modelo de distribución potencial de la *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), en el que se observa que, en el Perú esta especie presenta zonas potenciales amplias, con sectores de relevancia en los departamentos de Ucayali, Madre de Dios y Loreto los cuales corresponden a espacios alejados de la Cordillera de los Andes, con niveles de bajos y medios de elevación sobre el nivel del mar, representativos de la selva baja o llanura amazónica, dicha distribución se encuentra establecida claramente en tres bloques, el más extenso en Ucayali y Sur de Loreto, consiguiente un bloque que se ubica al lado este de Madre de Dios.

La distribución y hábitat del Shihuahuaco, desarrollada en zonas con pluviosidad elevada y constante (precipitaciones anuales de 2500 a 3200 mm), aunque también existen algunos puntos donde la estación seca es fuerte y de temperaturas entre los 20 °C a 35 °C.; es una especie con tendencia esciófita, presente en bosques primarios, sobre suelos arcillosos a limosos, fértiles y bien drenados, con pedregosidad baja a media. Principalmente presente por debajo de la altitud de los 700 m.s.n.m. en la Amazonía (Reynel, et al., 2003)

Figura 41

Mapa de modelo binario de distribución espacial regional



Nota. El mapa de modelo binario de distribución espacial regional se muestra el mapa del modelo de la distribución espacial de Shiahahuaco, donde se superpone con el mapa del territorio nacional, observándose los departamentos donde se distribuye potencialmente la especie del Shiahahuaco.

4.8.3. Análisis de la distribución en el ámbito territorial

Una vez obtenidos, el modelo de distribución espacial y potencial, en formato binario, éstos fueron transformados en formato vectorial, shapefile, para poder determinar las áreas de distribución potencial y su situación en el ámbito territorial con respecto a las categorías territoriales.

Tabla 7

Área potencial de la Dipteryx micrantha (Shihuahuaco)

Especie	Área potencial (ha)
<i>Dipteryx micrantha</i>	10'970,857.73
Región	Área potencial (ha)
Ucayali	5,750,652
Madre de Dios	3,232,864
Loreto	1,455,979
Huánuco	258,943
Cusco	136,571
Puno	67,165
Junín	31,541
San Martín	28,871
Otras regiones (áreas no significativas)	8,272

Nota. Esta tabla muestra el área resultada de la distribución geográfica de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) y las áreas distribuidas en cada uno de las regiones donde se estima que se encuentra la especie.

4.9. Superposición de resultados de distribución con categorías territoriales

Para comprender la situación donde se ubican las zonas potenciales de la distribución del “Shihuahuaco”, se realiza un análisis espacial de superposición con las principales categorías territoriales, determinando áreas interceptadas, tal como se muestra en la Tabla 8 y Figura 42.

Las categorías territoriales son las siguientes:

4.9.1. *Área natural protegida*

De acuerdo con el Artículo 68° de la Constitución Política del Perú, el área natural protegida se le considera como regiones extensas continentales y/o marinos del territorio, siendo importantes para la preservación de la diversidad biológica y por su interés cultural, paisajístico y científico, asimismo permite que se empleen mecanismos para un mejor desarrollo sostenible del país. (SERNANP, s.f.)

4.9.2. *Área de conservación regional*

El área de conservación regional es considerada toda aquella servidumbre, perteneciente legalmente a personas naturales o jurídicas. Se encuentran ubicadas en un hábitat natural individual, siendo otorgados al administrado por estado ya sea por iniciativa propia o de manera voluntaria. Tiene como finalidad el aprovechamiento sostenible y la conservación por parte de los usuarios. (SERNANP, s.f.)

4.9.3. *Reserva territorial/indígena*

Las reservas territoriales e indígenas, son todos aquellos territorios intangibles protegidos por el Estado deben ser considerados en aislamiento y para ser conservados de

manera especial. Vienen siendo protegidos pINRor el Programa Nacional de Aidesep para Pueblos Indígenas en situación de Aislamiento y situación de Contacto Inicial (PIACI). Por lo que, se les otorga mayor nivel de protección legal al ser parte de la Ley PIACI. (Sociedad Peruana de Derecho Ambiental [SPDA], s.f.)

4.9.4. *Ecosistema frágil*

Los ecosistemas frágiles son todas aquellas regiones de alto valor de conservación y vulnerabilidad, siendo valiosas las especies de flora y fauna silvestre algunas son endémicas y vienen siendo amenazadas por las actividades antrópicas. Los hábitats de buen estado de conservación brindan servicios ecosistémicos para la población que vive dentro o a los alrededores. (SERFOR, s.f.)

4.9.5. *Bosque de producción permanente*

La Ley N° 29763, Ley Forestal y de Fauna Silvestre, señala en su artículo 29°, establece que los bosques de producción permanente se establecen por resolución ministerial del Ministerio del Ambiente, a propuesta del SERFOR, en bosques de las categorías I y II, con fines de producción permanente de madera y otros productos forestales diferentes a la madera, así como de fauna silvestre y la provisión de servicios de los ecosistemas.. Sistema Nacional de Información Ambiental [SINIA], s.f.)

4.9.6. *Concesión forestal*

La concesión forestal es una acción administrativa de la autoridad forestal, donde hace entrega mediante una ordenanza la potestad a particulares o empresas para realizar el aprovechamiento sostenible y manejo de los bosques para la producción de la madera evitando daños al ecosistema. Asimismo, pueden realizar servicios no extractivos como el ecoturismo y

conservación, así como derecho a los beneficios procedentes de los servicios de los ecosistemas que se desprendan de su manejo. (OSINFOR, s.f.)

4.9.7. *Comunidad nativa*

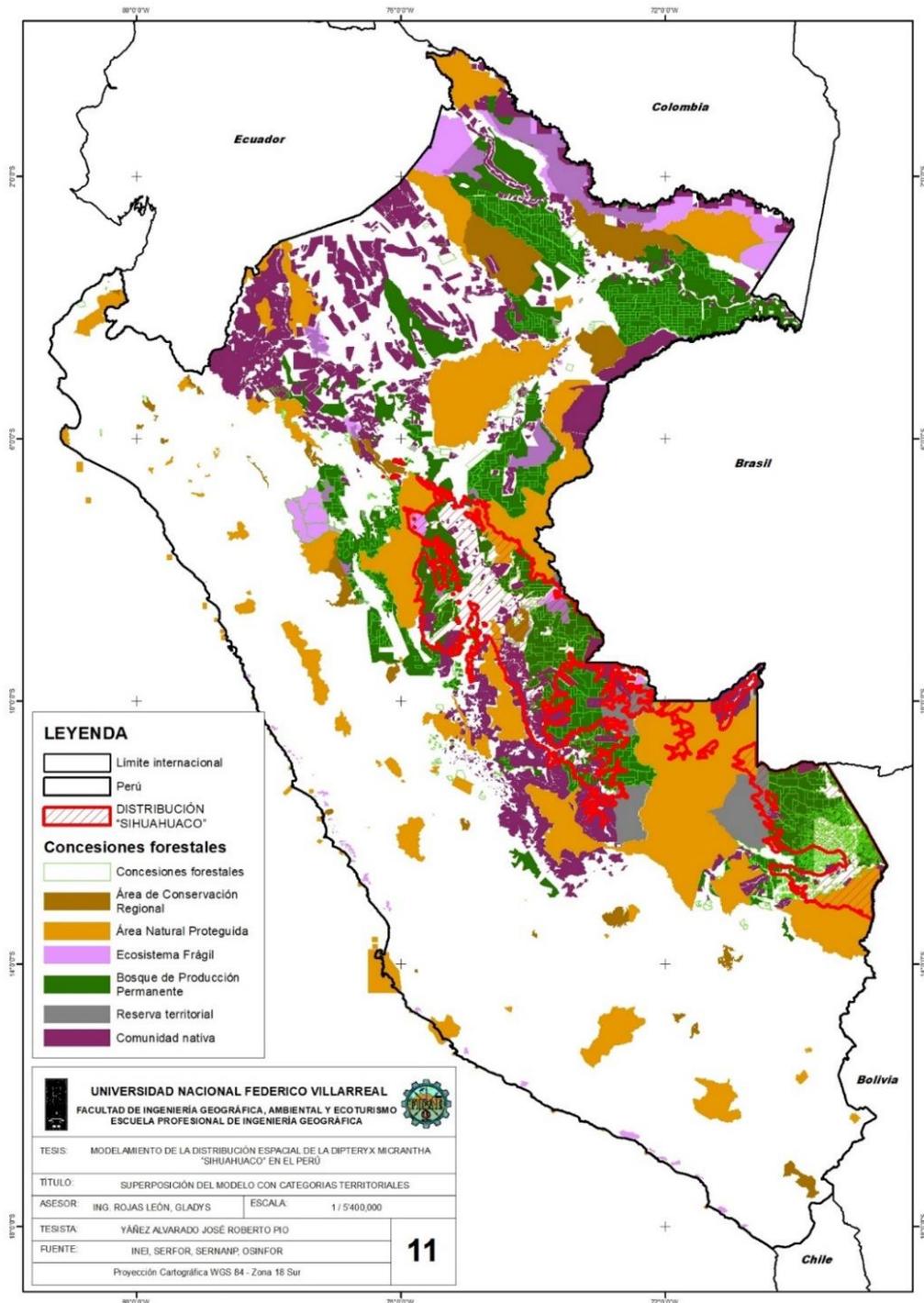
De acuerdo a al Decreto de Ley 22175, ley de Comunidades Nativas y Desarrollo Agrario de la Selva y Ceja de Selva, las comunidades nativas son asociaciones originarias de grupos de habitantes tribales de la selva y ceja de selva constituidas por conjuntos de familias vinculadas por su idioma o dialecto, caracteres culturales y sociales, tenencia y usufructo común y permanente de un mismo territorio, con asentamiento nucleado o disperso. (Base de Datos de Pueblos Indígenas u Originarios [BDPI], s.f.)

4.9.8. *Fuera de áreas categorizadas*

En la representación de las zonas donde no se tiene asignada ninguna categoría territorial.

Figura 42

Mapa de superposición del modelo en las categorías territoriales



Nota. El mapa de superposición del modelo en las categorías territoriales se muestra el análisis de los sectores donde se podría emplear la conservación y aprovechamiento del recurso de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco).

Tabla 8

Distribución de la Dipteryx micrantha (Shihuahuaco) en categorías territoriales

Categorías territoriales	Hectáreas (ha)	% de área de distribución potencial
Área natural protegida	1'251,853.38	11.4
Área de conservación regional	135,737.52	1.2
Reserva territorial/indígena	514,077.56	4.7
Ecosistema frágil	304,589.81	2.8
Bosque de producción permanente	4'412,039.05	40.2
Concesión forestal	3'141,052.99	28.6
Comunidad nativa	1'977,367.45	18
Fuera de áreas categorizadas	2'461,013.61	22.4
Área de modelo potencial Shihuahuaco	10'970,857.73	100.00

Nota. Esta tabla muestra, la cantidad del área de distribución potencial en hectáreas (ha) y el porcentaje (%) de cada una de las categorías territoriales en el territorio del Perú.

Como podrá apreciar, más del 40% de la superficie se encuentra zonificado como bosque de producción permanente, es decir esta sectorizado para el aprovechamiento maderable actual y futuro, asimismo, 28.6% ya se encuentra destinado para aprovechamiento (tala autorizada de árboles), y solo el 11.4% de la superficie se encuentra protegida.

4.9.8.1. Áreas identificadas como potenciales para la presencia de “Shihuahuaco”.

El resultado del modelamiento se puede contextualizar como el hábitat o ecosistema potencial donde existe alta probabilidad de presencia de la *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), el mismo que se ha definido de forma binaria a partir de un umbral de corte (0.313).

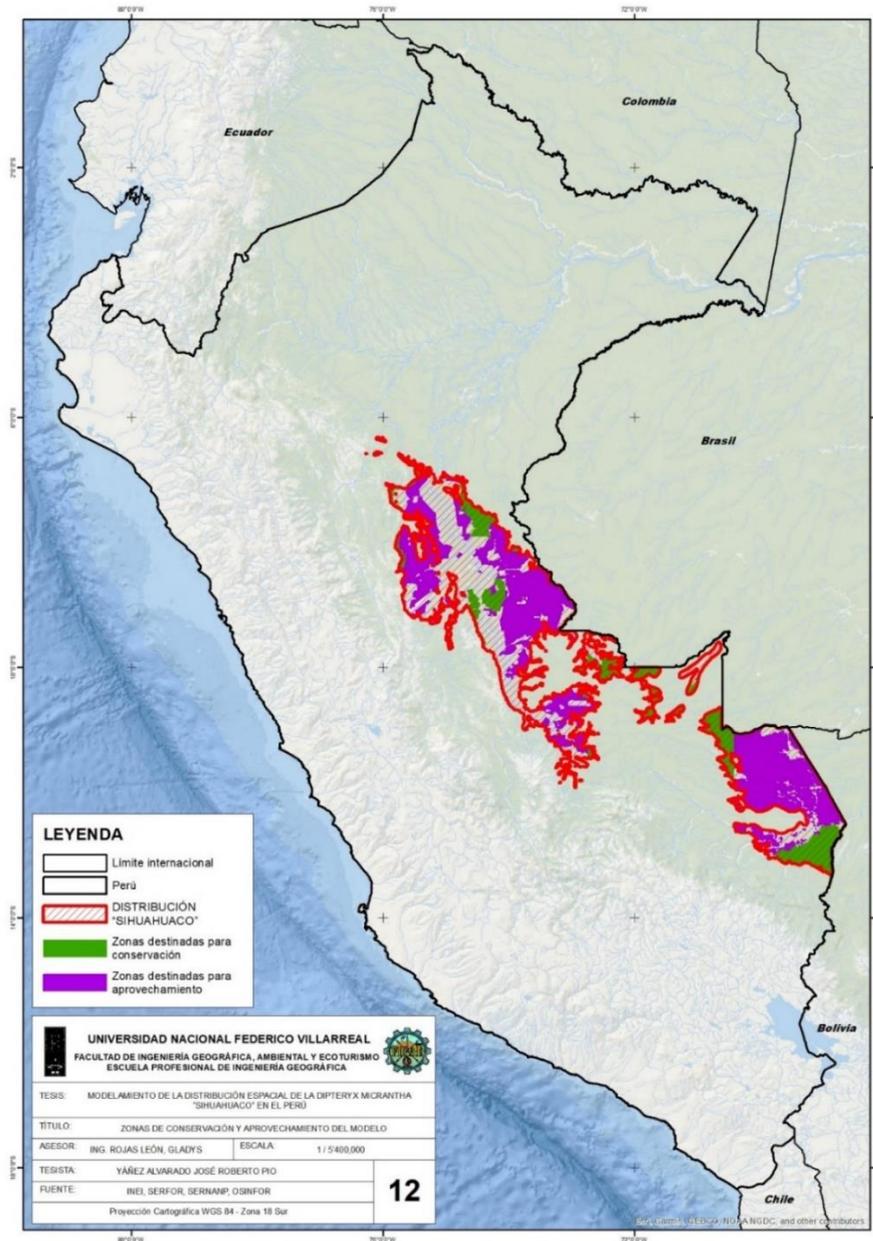
Es importante identificar las condiciones de este hábitat potencial en función a la superposición con categorías territoriales destinadas a conservación y aprovechamiento.

Las categorías territoriales más significativas creadas en el Perú con fines de conservación, son las áreas naturales protegidas que son resguardados legalmente por el gobierno, también tenemos reservas territoriales/indígenas, que son territorios intangibles delimitados por el gobierno a favor de los Pueblos Indígenas en situación de Aislamiento y Contacto Inicial (PIACI). Además, existe áreas denominadas ecosistemas frágiles, son regiones que contienen especies de flora y fauna representativa en nuestro país, por lo que necesitan adecuados planes de conservación. Dado sus características, son muy vulnerables al ser afectadas por las actividades antrópicas que traen como consecuencia la pérdida de su territorio y ponen en riesgo de sus servicios ecosistémicos. Asimismo, existen categorías territoriales destinadas por sus características al aprovechamiento forestal, tenemos los bosques de producción permanente y concesiones forestales.

Considerando lo antecedido, de los 10'970,857.73 hectáreas del hábitat potencial de la *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), el 12.6% de esta superficie se encuentra en áreas destinadas a conservación, el 40.2% se encuentra dentro de áreas destinada para aprovechamiento forestal, finalmente el 22.4% corresponde a áreas no categorizadas.

Figura 43

Mapa de zonas de conservación y aprovechamiento del modelo



Nota. El mapa de zonas de conservación y aprovechamiento del modelo se muestra las áreas destinadas a la conservación y aprovechamiento de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), resultado del análisis e identificación generados de la superposición del área modelamiento donde existe alta probabilidad de presencia de la especie y las categorías territoriales.

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el estudio por OSINFOR (2016) titulada “Modelamiento de la distribución potencial de 18 especies forestales en el departamento de Loreto”, analiza y manifiesta lo siguiente:

El análisis que realizó el autor referido a la distribución potencial de 18 especies forestales en el departamento de Loreto a través del modelo de la distribución de especies utilizando del software MaxEnt con los registros y observaciones registrados por sus supervisados en campo y con la data histórica de variables bioclimáticas, indican que la distribución potencial de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) se concentran principalmente en el sur de Loreto, el porcentaje mayor de las variables que influyen al modelo sería la fisiografía y el modelo de digital del terreno permitiendo que se determine la área estimada donde la especie pudiese desarrollarse, influenciada por la precipitación y la temperatura; la variable bio12, es decir la precipitación total anual, es la que aporta más al modelo, significando que para la especie en su ciclo vegetativo, es más importante el volumen anual acumulado y no tanto las fluctuaciones que pueda sufrir en algunos meses de escasez hídrica (OSINFOR, 2018)

En el análisis que se propone en esta investigación, en el departamento de Loreto la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) también se identificó que se encuentra a la sur, concediendo que con el resultado encontrado la especie se encuentra en superficies donde existe bastante precipitación y en suelos fértiles y drenados. Conforme a los resultados de la prueba Jackknife se ha determinado que la distribución de la *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), se encuentra condicionada a las variables de altitud y la precipitación anual (bio 12), porque cuando estas variables se emplean solas para modelar la distribución, se ajustan

mejor a los resultados conseguidos, presentando información más útil por sí misma. Reflejando que el estudio tiene coherencia con las investigaciones preliminares.

En el estudio por OSINFOR (2013) titulada “Modelamiento espacial de nichos ecológicos para la evaluación de presencia de especies forestales maderables en la Amazonía Peruana”, analiza y manifiesta lo siguiente:

El análisis que realizó el autor referido a la distribución espacial de nichos ecológicos para la evaluación de presencia de especies forestales maderables en la Amazonía peruana, a través del modelamiento de nichos ecológicos utilizando del software MaxEnt y DIVA GIS, con los registros y observaciones registrados por sus supervisados en campo, los registros colectados por Missouri Botanical Garden y con la data histórica de variables bioclimáticas, expresan que la distribución potencial de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) se concentran principalmente en el Ucayali, Madre de Dios y Loreto; el porcentaje mayor de variables que influyen al modelo sería la fisiografía y el modelo de digital del terreno permitiendo que se determine la área efectiva que la especie va a residir, influenciada por la precipitación y la temperatura; la variable bio12, es decir la precipitación total anual, es la que coopera más al modelo, significando que para la especie en su ciclo vegetativo, es más importante el volumen anual acumulado y no tanto las variaciones que pueda sufrir en algunos meses de escasez hídrica (OSINFOR, 2013).

En el análisis que se propone en esta investigación, en las regiones de Ucayali, Madre de Dios y Loreto, la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) también se identificó que se encuentra en mayor proporción, y en su mayor parte en colindancia con los países colindantes de Brasil y Bolivia.

En el estudio por Oliva (2010) titulada “Plan de mejoramiento genético del Shihuahuaco”, analiza y manifiesta lo siguiente:

El estudio no indica que, en el Perú, la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) se encuentra distribuida en los bosques amazónicos de la Región Amazónica (Loreto, Ucayali y San Martín en cantidades medias a altas), generalmente se ubican por debajo de los 700 msnm. Se le observa en los lugares de precipitación creciente y constante, aunque también en zonas con una estación seca marcada; es una especie con tendencia esciófita, presente en bosques primarios, en suelos arcillosos a limosos, fértiles y bien drenados, con pedregosidad baja a media (Oliva, 2010).

El resultado que se propone en esta investigación, nos manifiesta que la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) se encuentra repartida en mayor proporción en las regiones de Ucayali, Loreto y Madre de Dios, demostrando adicionalmente la especie se estima que está presente en la región de Madre de Dios. Estas regiones forman parte de la Amazonía, conformando superficies donde existe bastante precipitación y en suelos fértiles y drenados. De acuerdo, a los valores obtenidos de la prueba Jackknife se ha determinado que la distribución de la *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), las variables de altitud y la precipitación anual (bio 12) influyen en la especie, permitiendo la distribución espacial y potencial en esas áreas.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. La aplicación del modelo de distribución espacial para identificar la distribución potencial de la especie forestal *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), se realiza gestionando información geográfica de presencia, capas de variables ambientales y el uso de la aplicación MaxEnt. Se considera como una aproximación geográfica factible para su idoneidad de hábitat.
- 6.2. La recopilación de colectas de presencia de la *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), fue mediante las plataformas GBIF y del OSINFOR, fueron de alta confiabilidad al contener datos certeros de lugares especializados.
- 6.3. El acondicionamiento de la información permitió contribuir al desarrollo del modelo como parte del proceso, dando como resultado la colección de 290 individuos de la especie considerable para el modelo.
- 6.4. Las variables de mayor importancia para la distribución de la *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), fueron la altitud y la Precipitación anual (bio 12), en concordancia a diversos estudios que indican estos parámetros como factores que favorecen la presencia de esta especie.
- 6.5. La aplicación del algoritmo de máxima entropía mediante el software MaxEnt brinda resultados satisfactorios, de acuerdo a los resultados de la curva ROC, para el porcentaje (20%) de colectas destinadas para la validación, con un 0.935, un modelo calificado como bueno, es decir, el modelo de distribución potencial de la *Dipteryx micrantha*, presenta muy buena significancia y capacidad de predicción.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Cabe mencionar que la investigación, alentará a realizar acciones para evitar la futura desaparición de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), aportando a la comunidad científica nacional e internacional la distribución espacial y potencial, dado que no se cuenta con estudios actualizados.
- 7.2. El modelamiento es una poderosa herramienta para la investigación de la distribución especies, en este marco, los resultados de esta investigación se pone a disposición de las autoridades competentes en materia forestal, como insumo para que se actualicen sus instrumentos técnicos y normativos, como por ejemplo, la categorización de especies amenazadas de flora silvestre (Decreto Supremo N° 043-2006-AG), fortaleciendo la conservación y un aprovechamiento sostenible de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco).
- 7.3. Se recomienda a los futuros tesis o investigadores, continúen realizando mayor número de investigaciones en modelamiento para predecir posibles escenarios de los nichos ecológicos y riqueza de especies, comparando con otras distintas bases climáticas (Wordclim, Chelsa climate, etc) disponibles en estos tiempos, con el fin de generar modelos cada vez más exactos y efectivos.
- 7.4. EL estudio de la investigación es un insumo para el monitoreo, determinación del efecto de las presiones antrópicas sobre la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco), y la evaluación de un adecuado aprovechamiento maderable en el Perú, el que es de interés de instituciones competentes en materia forestal como el Programa Regional de Manejo Forestal (GOREU), Dirección General Forestal y de Fauna Silvestre (MINAGRI), OSINFOR, SERNANP, SERFOR entre otras, las

cuales pretenden garantizar el aprovechamiento sostenible de los recursos forestales, fauna silvestre y los servicios ambientales que de ellos provengan.

7.5. La investigación genera también el interés de instituciones internacionales competentes en materia forestal como fondo de Amazonía del BNDES, contribuye como un medio preservar la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco) y permite poner atención a fuentes de financiamiento internacional como el fondo de Amazonía del BNDES, Althelia Climate Fund , TNC - The Nature Conservancy entre otras, las cuales pretenden promover proyectos que unen esfuerzos para la conservación de la biodiversidad.

VIII. REFERENCIAS

- Araujo, M. y Rahbek, C. (2006). *How Does Climate Change Affect Biodiversity?*. [Como influye el cambio climático afecta la biodiversidad]. Revista Science 313, 1396-1397.
https://www.researchgate.net/publication/6830398_How_Does_Climate_Change_Affect_Biodiversity
- Araujo, M., Pearson, R., Thuiller, W. & Erhard, M. (2005). *Validation of species–climate impact models under climate change*. [Validación de modelos especies impacto climático bajo cambio climático]. Revista Global Change Biology, 11, 1504-1513.
- APG III. (2009). An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG III. Bot. Jour. Of the Linnean Society.
- Base de Datos de Pueblos Indígenas u Originarios. (s.f.). *Comunidad Nativa*.
<https://bdpi.cultura.gob.pe/glosario>
- Benito, B. (2009). *Ecoinformática aplicada a la conservación: simulación de efectos del cambio global en la distribución de la flora de Andalucía*. [Ecoinformática aplicada a la conservación: simulación de efectos del cambio global en la distribución de la flora de Andalucía]. [Tesis Doctoral. España, Universidad de Granada].
https://www.researchgate.net/publication/46591280_Ecoinformatica_aplicada_a_la_conservacion_simulacion_de_efectos_del_cambio_global_en_la_distribucion_de_la_Flora_de_Andalucia
- Benito, B. y Peñas, J. (2007). *Aplicación de modelos de distribución de especies a la conservación de la biodiversidad en el sureste de la Península Ibérica*. Revista

Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica, 7, 100–119.
<https://www.geofocus.org/index.php/geofocus/article/view/113>

Brightsmith, D. (2005). *Parrot nesting in southeastern Peru: seasonal patterns and keystone trees*. [Anidación de loros en el sureste de Perú: patrones estacionales y árboles clave].
Revista Wilson Bull, 117, 269–305.

Clark, D., Clark, D., Sandoval, R. & Castro, M. (1995). *Edaphic and human effects on landscape-scale distributions of tropical rain forest palms*. [Efectos edáficos y humanos en la distribución a escala de paisaje de las palmas de la selva tropical]. Revista Ecology, 76, 2581-2594.
<https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2307/2265829>

Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (1973). [versión PDF]. <https://cites.org/sites/default/files/esp/disc/CITES-Convention-SP.pdf>

Convenio Internacional de Maderas Tropicales (1997).
https://www.itto.int/es/council_committees/itta/previous/

Convenio sobre la Diversidad Biológica (2009). *Informe sobre la conservación de las especies vegetales: una revisión de los progresos realizados en la aplicación de la estrategia mundial para la conservación de plantas*. GSPC. [version PDF].
<https://www.cbd.int/doc/publications/plant-conservation-report-es.pdf>

Ektvedt, T. (2011). *Firewood consumption amongst poor inhabitants in a semiarid tropical forest: a case study from Piura, northern Peru*. [Consumo de leña entre habitantes

pobres de un bosque tropical semiárido: un estudio de caso de Piura, norte de Perú].
 Revista Norwegian J Geog. 65, 28–41.
[researchgate.net/publication/263404508_Firewood_consumption_amongst_poor_inhabitants_in_a_semiarid_tropical_forest_A_case_study_from_Piura_northern_Peru](https://www.researchgate.net/publication/263404508_Firewood_consumption_amongst_poor_inhabitants_in_a_semiarid_tropical_forest_A_case_study_from_Piura_northern_Peru)

El Convenio sobre la Diversidad Biológica (12 de junio de 1992), Mediante

R.L. N°261181.[versión PDF]. <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-es.pdf>

Elith, J., Graham, C., Anderson, R., Dudík, M., Ferrier, S., Guisan, A., Hijmans, R., Huettmann, F., Leathwick, J., Lehmann, A., Li, J., Lohmann, L., Loiselle, B., Manion, G., Moritz, C., Nakamura, M., Nakazawa, Y., Overton, J., Peterson, A., Phillips, S., Richardson, K., Scachetti, R., Schapire, R., Soberón, J., Williams, S., Wisz, M. & Zimmermann, N. (2006). *Novel methods improve prediction of species' distributions from occurrence data.* [Los nuevos métodos mejoran la predicción de la distribución de especies a partir de los datos de ocurrencia]. *Revista Ecography*, 29, 129-151.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.2006.0906-7590.04596.x>

Engler, R., Guisan, A., & Rechsteiner, L. (2004). *An improved approach for predicting the distribution of rare and endangered species from occurrence and pseudo-absence data.* [Un enfoque mejorado para predecir la distribución de especies raras y en peligro a partir de datos de presencia y pseudoausencia]. *Revista of Applied Ecology*, 41, 263-274.
<https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0021-8901.2004.00881.x>

Felicísimo, A., Muñoz, J., Villalba, C. & Mateo, R. (2011). *Análisis de impactos y vulnerabilidad de la flora y vegetación españolas ante el cambio climático.* Oficina

Española de Cambio.[versión PDF].
http://www.rjb.csic.es/jardinbotanico/ficheros/documentos/pdf/pubinv/JMF/2011_Felicisimo_et_al_Atlas_cambio_climatico2.pdf

Global Biodiversity Information Facility (s.f.).

Guisan, A. y Thuiller, W. (2005). *Predicting species distribution: offering more than simple habitat models*. [Predicción de la distribución de especies: ofreciendo más que simples modelos de hábitat]. Revista Ecology letters, 8, 993-1009.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1461-0248.2005.00792.x>

Guisan, A. y Zimmermann, N. (2000). *Predictive habitat distribution models in ecology*. [Modelos predictivos de distribución de hábitat en ecología]. Revista Ecological modelling, 135, 147-186.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304380000003549>

Holdridge, L. (2000). *Ecología basada en zonas de vida* (1.^a ed.). Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA).
<https://repositorio.iica.int/bitstream/handle/11324/7936/BVE19040225e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Houghton J., Ding, Y., Griggs, D., Noguera, M., Van Der Linden, P., Dai, X., Maskell, K. & Johnson, C. (2001). *The scientific basis: contribution of working group i to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change*. [The scientific basis: contribution of working group i to the third assessment report of the intergovernmental panel on climate change]. Revista Climate Change de Cambridge

University Press, 1, 525–582.[version PDF].
https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/07/WG1_TAR_FM.pdf

Instituto Nacional de Recursos Naturales (1996). *Mapa de Suelos del Perú*.
[https://pesquisa.bvsalud.org/portal/?lang=pt&q=au:%22Per%C3%BA.%20Instituto%20Nacional%20de%20Recursos%20Naturales%20\(INRENA\).%20Direcci%C3%B3n%20General%20de%20Aguas%20y%20Suelos%22](https://pesquisa.bvsalud.org/portal/?lang=pt&q=au:%22Per%C3%BA.%20Instituto%20Nacional%20de%20Recursos%20Naturales%20(INRENA).%20Direcci%C3%B3n%20General%20de%20Aguas%20y%20Suelos%22)

Joly, F. (1988). *La Cartografía*. Oikos-Tau.

Laurente, M. (2015). Modelación de los efectos del cambio climático en la distribución del *Cedrela odorata* L. “cedro” en la Amazonia Peruana. Revista The Biologist,13(2), 213-224. <https://revistas.unfv.edu.pe/rtb/article/view/174/163>

León, A. (31 de noviembre del 2019). La agonía del shihuahuaco, el árbol peruano de 900 años que fue derribado en 2 horas. *SOMOS*. <https://elcomercio.pe/somos/historias/la-agonia-del-shihuahuaco-el-arbol-peruano-de-900-anos-que-fue-derribado-en-un-par-de-horas-noticia/>

Ley N° 29763 (21 de julio de 2011). *Ley Forestal y de Fauna Silvestre*. Congreso de la República. <https://www.leyes.congreso.gob.pe/Documentos/Leyes/29763.pdf>

Ley N°27806 (13 de julio de 2002). *Ley de transparencia y acceso a la información pública*. Congreso de la República.
https://www.mef.gob.pe/es/?option=com_content&language=es-ES&Itemid=101008&view=article&catid=298&id=830&lang=es-ES

Liu, C., Berry, P., Dawson, T. & Pearson, R. (2005). *Selecting thresholds of occurrence in the prediction of species distributions*. [Seleccionar umbrales de ocurrencia en la predicción

de distribuciones de especies]. *Revista Ecography*, 28, 385–393.
<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.0906-7590.2005.03957.x>

Loisselle, B., Howell, C., Graham, C., Goerck, J. & Brooks, T. (2003). *Avoiding pitfalls of using species distributions models in conservation planning*. [Evitar las trampas del uso de modelos de distribución de especies en la planificación de la conservación]. *Revista Conservation Biology*, 17, 1591-1600.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Avoiding-Pitfalls-of-Using-Species-Distribution-in-Loisselle-Howell/5e8b53736797039097c4f42c0b14a6f1a9fef91>

Louman, B., Quirós, D. & Nilson, M. (2001). *Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central*. [Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central]. *Revista Turrialba, CATIE*. [versión PDF].
<http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A7387e/A7387e.pdf>

Lozano, M. (2020). *Modelamiento espacial de nichos ecológicos para evaluación de presencia de Cedrela odorata, Cedrela montana y Cedrelinga cateniformes – Amazonas*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Cajamarca].
<http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3766>

Modelamiento de la distribución potencial de 18 especies forestales en el departamento de Loreto. Lima, PE. 90 p. [versión PDF]. <https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/modelamiento-de-18-especies-21-JUNIO.pdf>

Montagnini, F. y Jordan, C. (2005). *Tropical forest ecology: the basis for conservation and management*. [Ecología de los bosques tropicales: la base para la conservación y el manejo]. Berlín: Springer. <https://searchworks.stanford.edu/view/5959260>

Moreno, L. (30 de septiembre del 2018). Shihuahuaco: Una especie amenazada por el comercio global. *OJOPÚBLICO*. <https://ojo-publico.com/753/shihuahuaco-especie-amenazada-por-el-comercio-global>

Navarrete, C.(2019). *Distribución potencial de especies forestales amenazadas y endémicas raras mediante modelos de nichos ecológicos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina].<http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4038>

Oliva, C. (2010). *Plan de mejoramiento genético de *Dipteryx micrantha* Harms – Shihuahuaco*.<https://hdl.handle.net/20.500.12955/308>

Organismo de Supervisión de los Recursos Naturales y Fauna Silvestre. (2009).

Organismo de Supervisión de los Recursos Naturales y Fauna Silvestre. (2013). *Distribución de las Especies Forestales del Perú*. Lima, PE. 294 p. [versión PDF]. https://www.osinfor.gob.pe/portal/data/destacado/adjunto/especies_forestales.pdf

Organismo de Supervisión de los Recursos Naturales y Fauna Silvestre. (2013). *Modelamiento espacial de nichos ecológicos para la evaluación de presencia de especies forestales maderables en la Amazonía Peruana*. <https://www.osinfor.gob.pe/publicaciones/modelamiento-espacial-de-nichos-ecologicos-para-la-evaluacion-de-presencia-de-especies-forestales-maderables-en-la-amazonia-peruana/>

Organismo de Supervisión de los Recursos Naturales y Fauna Silvestre. (2016).

Organismo de Supervisión de los Recursos Naturales y Fauna Silvestre (2018). *Modelamiento de la distribución potencial de 18 especies forestales en el departamento de Loreto*.

- Lima, PE. 90 p. [versión PDF]. <https://www.osinfor.gob.pe/wp-content/uploads/2016/06/modelamiento-de-18-especies-21-JUNIO.pdf>
- Ortiz, S. (2020). *Modelo de conectividad espacial para el tapir de montaña (Tapirus pinchaque) y el tapir de zonas bajas (Tapirus terrestres) en el magdalena medio, en Colombia.*
<https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstream/handle/1992/49251/u834024.pdf?sequence=1>
- Pawar, S., Koo, M., Kelley, C., Ahmed, M., Chaudhuri, S. & Sarkar, S. (2007). *Conservation assessment and prioritization of areas in northeast india: Priorities for amphibians and reptiles.*[Evaluación de la conservación y priorización de áreas en el noreste de la india: prioridades para anfibios y reptiles]. *Revista Biological conservation*, 136, 346-361.
https://www.researchgate.net/publication/222693972_Conservation_assessment_and_prioritization_of_areas_in_Northeast_India_Priorities_for_amphibians_and_reptiles
- Peñaherrera, D. (2004). Geografía. *Orvis Ventures S.A.C.* Lima, Perú.
- Perilla, G. y Mas, J. (2020). *Google Earth Engine (GEE): una poderosa herramienta que vincula el potencial de los datos masivos y la eficacia del procesamiento en la nube.* *Revista Centro de Investigaciones en Geografía Ambiental de la Pontificia Universidad Javeriana.* <https://doi.org/10.14350/rig.59929>
- Phillips, S. y Dudík, M. (2006). *Modeling of species distributions with MaxEnt: New extensions and a comprehensive evaluation.*[Modelado de distribuciones de especies con MaxEnt: Nuevas extensiones y una evaluación integral]. *Revista Ecography*, 31, 161–175.

https://www.researchgate.net/publication/227635331_Modeling_of_species_distributions_with_MAXENT_new_extensions_and_a_comprehensive_evaluation

Pliscoff, P. y Fuentes-Castillo, T. (2011). *Modelación de la distribución de especies y ecosistemas en el tiempo y en el espacio: una revisión de las nuevas herramientas y enfoques disponibles*. Revista Geogr. Norte Gd., 48, 61-79.
https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-34022011000100005&script=sci_arttext

Reglamento para la Gestión Forestal (29 de setiembre 2015).[versión PDF].
<http://siar.regionsanmartin.gob.pe/documentos/ley-forestal-fauna-silvestre-ndeg-29763-sus-reglamentos>

Reynel, C., Pennington, R., Pennington, T., Flores, C.& Daza, A. (2003). *Arboles útiles de la amazonia 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 Nacional Agraria-La Molina, Royal Botanic.
<https://www.worldcat.org/title/arboles-utiles-de-la-amazonia-peruana-un-manual-con-apuntes-de-identificacion-ecologia-y-propagacion-de-las-especies/oclc/55902960?referer=di&ht=edition>

Rissler, L. y Apodaca, J. (2003). *Añadiendo más ecología a la delimitación de especies: modelos de nichos ecológicos y filogeografía ayudan a definir especies crípticas en la salamandra negra (Aneides flavipunctatus)*. Revista Biología sistemática,56(6), 924-42.

https://www.researchgate.net/publication/5781266_Adding_More_Ecology_into_Spe

cies_Delimitation_Ecological_Niche_Models_and_Phylogeography_Help_Define_Cryptic_Species_in_the_Black_Salamander_Aneides_flavipunctatus

Rogers, R. y Johnson, P. (1998). *Approaches to modeling natural regeneration in oak-dominated forests*. [Enfoques para modelar la regeneración natural en bosques dominados por robles]. *Revista Ecol. Manage*, 106, 45-54.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378112797002387>

Romo, V. (30 de septiembre del 2018). La lenta desaparición del milenario shihuahuaco en la selva de Perú. *MONGABAY LATAM*. <https://es.mongabay.com/2018/09/peru-shihuahuaco-deforestacion-amazonia/>

Navarrete, C. (2019). *Distribución potencial de especies forestales amenazadas y endémicas raras mediante modelos de nichos ecológicos*. [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina]. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/4038>

Scheldeman, X. y Van Zonneveld, M. (2011). *Manual de Capacitación en Análisis Espacial de Diversidad y Distribución de Plantas*. *Revista Bioersity International, Roma, Italia*. [versión PDF].
https://www.bioersityinternational.org/fileadmin/_migrated/uploads/tx_news/Manual_de_capacitaci%3%b3n_en_an%3%a1lisis_espacial_de_diversidad_y_distribuci%3%b3n_de_plantas_1504_02.pdf

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (s.f.). *Áreas de Conservación Privada*. <https://www.sernanp.gob.pe/areas-de-conservacion-privada>

Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas por el Estado. (s.f.). *Área Natural Protegida*. <https://www.sernanp.gob.pe/ques-es-un-anp>

- Sherman, R., Martin, P. & Fahey, T. (2005). *Vegetation-environment relationships in forest ecosystems of the cordillera central, Dominican Republic*. [Relaciones vegetación-ambiente en ecosistemas forestales de la cordillera central, República Dominicana]. *Journal of the Torrey Botanical Society*, 132, 293-310. https://www.researchgate.net/publication/232688460_Vegetation-environment_relationships_in_forest_ecosystems_of_the_Cordillera_Central_Dominican_Republic1
- Sistema Nacional de Información Ambiental. (s.f.). Bosque de Producción Permanente. <https://www.sernanp.gob.pe/ques-es-un-anp>
- Sociedad Peruana de Derecho Ambiental (s.f.). *Reservas indígenas y territoriales*. <https://www.actualidadambiental.pe/piaci/reservas-indigenas-y-territoriales>
- Thuiller, W., Lafourcade, B., Engler, R. & Araújo, M. (2009). *BIOMOD - a platform for ensemble forecasting of species distributions*. [BIOMOD: una plataforma para el pronóstico por conjuntos de distribuciones de especies]. *Revista Ecography*, 32, 369-373. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/j.1600-0587.2008.05742.x>
- Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN). *Lista Roja de especies amenazadas (2017)*. Consultado 18 feb. 2021. <https://www.iucnredlist.org/es/species/110474723/110474851>
- Walter, H. (1979). *Vegetation of the earth and ecological systems of the geo-biosphere*. [Vegetación de la tierra y sistemas ecológicos de la geobiosfera]. Nueva York: Springer. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-3-642-96859-4>

IX. ANEXOS

Anexo A Registros de colecciones científica y especializada de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)

N°	Especies	Longitud	Latitud	N°	Especies	Longitud	Latitud
1	Shihuahuaco	-74.42227	-9.52505	41	Shihuahuaco	-69.45876	-11.36093
2	Shihuahuaco	-74.18125	-9.36232	42	Shihuahuaco	-70.17679	-12.87854
3	Shihuahuaco	-74.18265	-9.36398	43	Shihuahuaco	-69.08685	-11.80973
4	Shihuahuaco	-73.95062	-10.41965	44	Shihuahuaco	-69.52879	-11.17991
5	Shihuahuaco	-73.95864	-10.42429	45	Shihuahuaco	-69.28716	-11.45139
6	Shihuahuaco	-73.95795	-10.42586	46	Shihuahuaco	-69.27910	-11.55456
7	Shihuahuaco	-73.95769	-10.42778	47	Shihuahuaco	-69.29303	-11.54914
8	Shihuahuaco	-73.96294	-10.41081	48	Shihuahuaco	-69.29037	-11.55058
9	Shihuahuaco	-73.96178	-10.40979	49	Shihuahuaco	-69.34342	-11.44303
10	Shihuahuaco	-74.42592	-7.96357	50	Shihuahuaco	-69.06917	-11.78874
11	Shihuahuaco	-74.44063	-7.93199	51	Shihuahuaco	-69.09492	-11.78058
12	Shihuahuaco	-74.43319	-7.96043	52	Shihuahuaco	-69.46900	-11.30031
13	Shihuahuaco	-74.43422	-7.96288	53	Shihuahuaco	-69.28415	-11.51221
14	Shihuahuaco	-74.42898	-7.96427	54	Shihuahuaco	-69.28519	-11.51226
15	Shihuahuaco	-73.58590	-8.64655	55	Shihuahuaco	-69.18125	-11.77339
16	Shihuahuaco	-73.53832	-8.94382	56	Shihuahuaco	-69.90957	-11.03459
17	Shihuahuaco	-73.85490	-10.62133	57	Shihuahuaco	-69.91503	-11.05274
18	Shihuahuaco	-75.30156	-8.89024	58	Shihuahuaco	-69.88821	-11.04902
19	Shihuahuaco	-74.96574	-8.81898	59	Shihuahuaco	-69.10519	-11.89566
20	Shihuahuaco	-75.41649	-8.80605	60	Shihuahuaco	-69.82790	-11.10339
21	Shihuahuaco	-75.41129	-8.79627	61	Shihuahuaco	-69.84865	-11.08369
22	Shihuahuaco	-75.13694	-8.67271	62	Shihuahuaco	-69.85638	-11.09768
23	Shihuahuaco	-75.16043	-8.73595	63	Shihuahuaco	-69.86032	-11.10430
24	Shihuahuaco	-74.20269	-7.86984	64	Shihuahuaco	-69.89000	-11.10342
25	Shihuahuaco	-74.19585	-7.86913	65	Shihuahuaco	-69.89774	-11.09739
26	Shihuahuaco	-74.09336	-7.75237	66	Shihuahuaco	-69.90768	-11.10235
27	Shihuahuaco	-74.08180	-7.75209	67	Shihuahuaco	-69.85903	-11.66463
28	Shihuahuaco	-74.24798	-9.27365	68	Shihuahuaco	-69.40438	-11.47754
29	Shihuahuaco	-74.25322	-9.27178	69	Shihuahuaco	-69.66121	-11.46670
30	Shihuahuaco	-74.25433	-9.26869	70	Shihuahuaco	-69.66161	-11.45859
31	Shihuahuaco	-74.26215	-9.27316	71	Shihuahuaco	-69.65855	-11.44323
32	Shihuahuaco	-74.25721	-9.27751	72	Shihuahuaco	-69.61814	-11.50412
33	Shihuahuaco	-74.20738	-9.21901	73	Shihuahuaco	-69.59881	-11.50834
34	Shihuahuaco	-73.88691	-9.84373	74	Shihuahuaco	-69.45478	-11.29832
35	Shihuahuaco	-73.89334	-9.84055	75	Shihuahuaco	-69.12656	-11.84367
36	Shihuahuaco	-74.33837	-8.09654	76	Shihuahuaco	-70.23360	-12.98432
37	Shihuahuaco	-74.33263	-8.08823	77	Shihuahuaco	-69.06806	-11.97255
38	Shihuahuaco	-74.33481	-8.09474	78	Shihuahuaco	-69.84772	-11.26665
39	Shihuahuaco	-74.11813	-9.42102	79	Shihuahuaco	-69.87820	-11.26543
40	Shihuahuaco	-69.40347	-11.36270	80	Shihuahuaco	-69.85610	-11.26582

N°	Especies	Longitud	Latitud	N°	Especies	Longitud	Latitud
81	Shihuahuaco	-69.85796	-11.26194	128	Shihuahuaco	-73.18066	-10.93286
82	Shihuahuaco	-69.88459	-11.24829	129	Shihuahuaco	-73.18847	-10.93221
83	Shihuahuaco	-69.89179	-11.23254	130	Shihuahuaco	-73.18825	-10.93249
84	Shihuahuaco	-70.29406	-11.13913	131	Shihuahuaco	-73.18772	-10.93574
85	Shihuahuaco	-70.25647	-11.13457	132	Shihuahuaco	-74.92742	-8.82011
86	Shihuahuaco	-69.18337	-11.73621	133	Shihuahuaco	-75.00080	-8.58023
87	Shihuahuaco	-69.11523	-11.70644	134	Shihuahuaco	-74.19294	-8.53238
88	Shihuahuaco	-75.06363	-7.84964	135	Shihuahuaco	-74.80435	-8.43481
89	Shihuahuaco	-75.07830	-7.85263	136	Shihuahuaco	-74.80007	-8.43893
90	Shihuahuaco	-75.08708	-7.85460	137	Shihuahuaco	-73.67892	-10.77367
91	Shihuahuaco	-75.09059	-7.84883	138	Shihuahuaco	-75.31634	-8.84371
92	Shihuahuaco	-75.09592	-7.84525	139	Shihuahuaco	-69.57677	-11.02752
93	Shihuahuaco	-74.09230	-2.64085	140	Shihuahuaco	-69.50971	-11.33116
94	Shihuahuaco	-74.08673	-2.65112	141	Shihuahuaco	-69.12630	-11.90785
95	Shihuahuaco	-74.29970	-2.54291	142	Shihuahuaco	-69.07475	-11.84209
96	Shihuahuaco	-71.63652	-3.33798	143	Shihuahuaco	-69.32002	-11.43110
97	Shihuahuaco	-73.70445	-10.92116	144	Shihuahuaco	-69.32014	-11.43071
98	Shihuahuaco	-73.70512	-10.92952	145	Shihuahuaco	-69.32018	-11.43375
99	Shihuahuaco	-73.70523	-10.93232	146	Shihuahuaco	-69.45403	-11.32706
100	Shihuahuaco	-73.80523	-10.83521	147	Shihuahuaco	-69.33807	-11.42342
101	Shihuahuaco	-73.71382	-10.92763	148	Shihuahuaco	-69.03917	-11.89338
102	Shihuahuaco	-72.92546	-9.71891	149	Shihuahuaco	-69.27436	-11.58503
103	Shihuahuaco	-72.92531	-9.72962	150	Shihuahuaco	-69.27362	-11.58332
104	Shihuahuaco	-72.89889	-9.73954	151	Shihuahuaco	-69.53491	-11.35061
105	Shihuahuaco	-72.87285	-9.72278	152	Shihuahuaco	-69.11953	-11.86098
106	Shihuahuaco	-73.77008	-9.84872	153	Shihuahuaco	-69.58335	-11.21097
107	Shihuahuaco	-73.40096	-9.12379	154	Shihuahuaco	-69.35269	-11.38335
108	Shihuahuaco	-73.14873	-10.69151	155	Shihuahuaco	-69.11122	-11.85909
109	Shihuahuaco	-73.49637	-8.91376	156	Shihuahuaco	-69.15025	-11.83923
110	Shihuahuaco	-73.50127	-8.89628	157	Shihuahuaco	-69.43339	-11.32854
111	Shihuahuaco	-74.33188	-8.10438	158	Shihuahuaco	-69.31942	-11.43451
112	Shihuahuaco	-73.56580	-8.88731	159	Shihuahuaco	-69.20291	-12.34025
113	Shihuahuaco	-73.93944	-9.70945	160	Shihuahuaco	-69.10431	-12.14912
114	Shihuahuaco	-73.93970	-9.70712	161	Shihuahuaco	-69.42526	-11.44537
115	Shihuahuaco	-73.58997	-8.64348	162	Shihuahuaco	-69.59230	-11.34776
116	Shihuahuaco	-74.30585	-7.70112	163	Shihuahuaco	-69.39958	-11.42414
117	Shihuahuaco	-75.53288	-9.38116	164	Shihuahuaco	-69.38887	-11.43800
118	Shihuahuaco	-73.49550	-10.60279	165	Shihuahuaco	-69.39066	-11.43707
119	Shihuahuaco	-73.49789	-10.60135	166	Shihuahuaco	-69.14535	-11.93824
120	Shihuahuaco	-73.49074	-10.59947	167	Shihuahuaco	-69.40602	-11.46903
121	Shihuahuaco	-74.44842	-7.92687	168	Shihuahuaco	-69.38378	-11.40626
122	Shihuahuaco	-73.85711	-9.94717	169	Shihuahuaco	-69.37501	-11.37570
123	Shihuahuaco	-75.16593	-8.95543	170	Shihuahuaco	-69.21629	-11.66101
124	Shihuahuaco	-75.15764	-8.94203	171	Shihuahuaco	-69.49789	-11.31961
125	Shihuahuaco	-75.15848	-8.93830	172	Shihuahuaco	-69.40219	-11.47743
126	Shihuahuaco	-75.17119	-8.93542	173	Shihuahuaco	-69.60833	-11.00745
127	Shihuahuaco	-75.17529	-8.94279	174	Shihuahuaco	-69.60833	-11.00900
128	Shihuahuaco	-73.18066	-10.93286				

N°	Especies	Longitud	Latitud	N°	Especies	Longitud	Latitud
175	Shihuahuaco	-69.59986	-11.34767	222	Shihuahuaco	-69.16101	-11.68403
176	Shihuahuaco	-69.39330	-11.36542	223	Shihuahuaco	-69.22356	-11.59886
177	Shihuahuaco	-69.58327	-11.09367	224	Shihuahuaco	-69.25630	-11.98552
178	Shihuahuaco	-69.20467	-11.72438	225	Shihuahuaco	-69.25521	-11.98507
179	Shihuahuaco	-69.22115	-11.68010	226	Shihuahuaco	-74.54769	-2.47607
180	Shihuahuaco	-69.24004	-11.69145	227	Shihuahuaco	-74.18745	-2.68610
181	Shihuahuaco	-69.57609	-11.21208	228	Shihuahuaco	-73.76050	-3.12400
182	Shihuahuaco	-69.20644	-11.74799	229	Shihuahuaco	-73.66868	-2.65245
183	Shihuahuaco	-69.29530	-11.52217	230	Shihuahuaco	-73.73392	-4.29148
184	Shihuahuaco	-69.27425	-11.44780	231	Shihuahuaco	-74.81815	-7.66784
185	Shihuahuaco	-69.57073	-10.97980	232	Shihuahuaco	-74.82051	-7.66533
186	Shihuahuaco	-69.15100	-12.62740	233	Shihuahuaco	-74.82408	-7.66356
187	Shihuahuaco	-69.30764	-11.51636	234	Shihuahuaco	-73.73221	-3.69662
188	Shihuahuaco	-69.31274	-11.52089	235	Shihuahuaco	-74.86960	-7.30485
189	Shihuahuaco	-69.25401	-12.15421	236	Shihuahuaco	-74.94412	-7.22646
190	Shihuahuaco	-69.24863	-12.03521	237	Shihuahuaco	-74.97149	-8.01083
191	Shihuahuaco	-69.22192	-11.57503	238	Shihuahuaco	-75.01404	-7.30270
192	Shihuahuaco	-69.22244	-11.57621	239	Shihuahuaco	-76.30622	-5.91247
193	Shihuahuaco	-69.22359	-11.57654	240	Shihuahuaco	-76.30945	-5.91079
194	Shihuahuaco	-69.27977	-11.62038	241	Shihuahuaco	-74.64706	-7.89070
195	Shihuahuaco	-69.20288	-11.60911	242	Shihuahuaco	-74.64736	-7.88990
196	Shihuahuaco	-69.21221	-11.61069	243	Shihuahuaco	-74.63081	-7.90109
197	Shihuahuaco	-69.16318	-11.60965	244	Shihuahuaco	-75.18734	-6.83944
198	Shihuahuaco	-69.18192	-11.64136	245	Shihuahuaco	-71.94385	-4.20624
199	Shihuahuaco	-69.18102	-11.64049	246	Shihuahuaco	-70.82347	-4.14398
200	Shihuahuaco	-69.19459	-11.65438	247	Shihuahuaco	-70.81883	-4.14372
201	Shihuahuaco	-70.22106	-11.14708	248	Shihuahuaco	-74.22867	-11.11001
202	Shihuahuaco	-69.69618	-11.32514	249	Shihuahuaco	-75.05194	-6.88639
203	Shihuahuaco	-69.91688	-11.39573	250	Shihuahuaco	-70.08170	-12.51800
204	Shihuahuaco	-69.90984	-11.39745	251	Shihuahuaco	-70.10000	-12.57000
205	Shihuahuaco	-69.89921	-11.37432	252	Shihuahuaco	-70.10000	-12.57000
206	Shihuahuaco	-70.59704	-12.43890	253	Shihuahuaco	-74.71666	-8.81666
207	Shihuahuaco	-69.70167	-11.08371	254	Shihuahuaco	-69.66666	-13.35000
208	Shihuahuaco	-69.78538	-11.65862	255	Shihuahuaco	-72.91666	-3.33333
209	Shihuahuaco	-70.32587	-11.44526	256	Shihuahuaco	-69.05000	-12.48333
210	Shihuahuaco	-70.34355	-11.44477	257	Shihuahuaco	-72.83333	-2.46667
211	Shihuahuaco	-70.26329	-11.79436	258	Shihuahuaco	-73.50000	-4.16666
212	Shihuahuaco	-70.17477	-12.96993	259	Shihuahuaco	-69.28333	-12.83333
213	Shihuahuaco	-70.22032	-12.84033	260	Shihuahuaco	-69.28000	-12.83000
214	Shihuahuaco	-70.13073	-12.98513	261	Shihuahuaco	-69.28000	-12.83000
215	Shihuahuaco	-69.69179	-12.79233	262	Shihuahuaco	-73.50000	-4.16666
216	Shihuahuaco	-70.12935	-11.17191	263	Shihuahuaco	-69.08333	-12.58333
217	Shihuahuaco	-70.14102	-11.17163	264	Shihuahuaco	-75.03333	-9.66666
218	Shihuahuaco	-70.11724	-11.12743	265	Shihuahuaco	-73.41889	-3.97111
219	Shihuahuaco	-70.11261	-11.12514	266	Shihuahuaco	-73.41667	-3.83333
220	Shihuahuaco	-70.09252	-11.12812	267	Shihuahuaco	-75.83333	-3.25000
221	Shihuahuaco	-69.54860	-11.53899				

N°	Especies	Longitud	Latitud
268	Shihuahuaco	-69.71666	-12.81666
269	Shihuahuaco	-69.30000	-12.81667
270	Shihuahuaco	-73.58333	-3.91667
271	Shihuahuaco	-73.58333	-3.91667
272	Shihuahuaco	-74.93333	-9.61666
273	Shihuahuaco	-72.83333	-3.46666
274	Shihuahuaco	-71.36666	-11.86666
275	Shihuahuaco	-75.00000	-9.36666
276	Shihuahuaco	-75.03333	-9.68333
277	Shihuahuaco	-69.28333	-12.81666
278	Shihuahuaco	-69.28333	-12.81666
279	Shihuahuaco	-70.25000	-12.00000
280	Shihuahuaco	-70.25000	-12.00000
281	Shihuahuaco	-70.25000	-12.00000
282	Shihuahuaco	-71.40778	-11.88806
283	Shihuahuaco	-71.40750	-11.88778
284	Shihuahuaco	-70.25000	-12.00000
285	Shihuahuaco	-74.14000	-9.18390
286	Shihuahuaco	-74.60000	-8.43333
287	Shihuahuaco	-74.60000	-8.43333
288	Shihuahuaco	-74.60000	-8.43333
289	Shihuahuaco	-74.14000	-9.18390
290	Shihuahuaco	-77.50000	-5.04333

Anexo B Extracción de múltiples atributos en los 290 puntos de presencia de la especie *Dipteryx micrantha* (Shihuahuaco)

FID	Shape	Longitud	Latitud	Individuo	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5	bio4	bio3	bio2	bio19	bio18	bio17	bio16	bio15	bio14	bio13	bio12	bio11	bio10	bio1	alt
0	Point	-74.299696	-2.542911	Shihuahuaco	66	1	264	261	110	204	314	427	87	96	837	758	706	945	12	216	325	3256	254	264	261	155
1	Point	-74.547687	-2.476066	Shihuahuaco	67	1	262	259	110	203	313	406	88	97	820	701	653	889	12	204	305	3094	253	262	259	177
2	Point	-72.833333	-2.466667	Shihuahuaco	51	1	260	262	109	206	315	450	86	94	677	682	648	881	13	210	307	2912	254	266	262	151
3	Point	-74.0923	-2.640848	Shihuahuaco	63	1	264	262	110	205	315	415	87	96	827	798	759	969	11	226	337	3340	255	264	261	157
4	Point	-74.086733	-2.651121	Shihuahuaco	63	1	263	261	110	205	315	403	87	96	827	798	759	969	11	226	337	3340	255	264	261	159
5	Point	-74.187448	-2.6861	Shihuahuaco	64	1	264	261	110	205	315	364	88	97	815	790	741	947	11	223	327	3278	255	264	261	152
6	Point	-73.668683	-2.652449	Shihuahuaco	63	1	263	263	110	207	317	415	87	96	777	820	746	971	12	234	345	3339	257	267	263	124
7	Point	-73.760504	-3.123996	Shihuahuaco	64	1	258	262	112	205	317	398	87	98	700	788	680	896	11	217	304	3124	256	266	262	135
8	Point	-71.636523	-3.33798	Shihuahuaco	64	1	254	259	110	203	313	445	85	94	539	663	532	901	21	155	318	2860	252	264	259	123
9	Point	-72.91666	-3.33333	Shihuahuaco	53	9	259	262	114	205	319	444	85	97	567	668	555	855	17	168	319	2765	257	269	264	105
10	Point	-75.833333	-3.25	Shihuahuaco	64	3	256	256	115	199	314	471	86	99	601	540	514	655	11	145	229	2303	250	262	257	210
11	Point	-72.83333	-3.46666	Shihuahuaco	49	9	259	262	113	205	318	443	84	96	548	687	533	885	20	163	319	2822	257	268	263	85
12	Point	-73.732212	-3.696623	Shihuahuaco	56	1	259	262	115	206	321	409	85	98	583	740	572	818	15	177	280	2851	258	268	263	116
13	Point	-73.416667	-3.833333	Shihuahuaco	54	1	260	263	114	208	322	459	85	97	557	738	550	836	17	167	289	2828	258	270	264	98
14	Point	-73.418889	-3.971111	Shihuahuaco	56	1	259	263	113	208	321	446	84	96	531	704	527	826	18	159	288	2753	258	269	264	119
15	Point	-73.583333	-3.916667	Shihuahuaco	50	1	259	261	115	207	322	441	84	97	535	709	526	810	18	160	283	2753	257	269	263	121
16	Point	-73.583333	-3.916667	Shihuahuaco	50	1	259	261	115	207	322	441	84	97	535	709	526	810	18	160	283	2753	257	269	263	121
17	Point	-70.823473	-4.143979	Shihuahuaco	64	1	254	259	113	200	313	394	85	97	513	628	485	804	19	155	283	2620	252	263	258	112
18	Point	-70.818826	-4.143718	Shihuahuaco	65	1	254	258	113	200	313	389	85	97	513	630	486	805	19	155	284	2624	252	263	258	114
19	Point	-73.5	-4.16666	Shihuahuaco	60	1	260	263	115	208	323	448	84	97	479	666	477	787	21	145	280	2622	258	269	265	110
20	Point	-73.5	-4.16666	Shihuahuaco	60	1	260	263	115	208	323	448	84	97	479	666	477	787	21	145	280	2622	258	269	265	110
21	Point	-73.73392	-4.291475	Shihuahuaco	50	1	259	262	116	206	322	413	84	98	462	654	454	745	20	135	268	2523	258	268	263	139
22	Point	-71.943854	-4.206244	Shihuahuaco	72	1	254	260	114	201	315	428	84	96	474	647	462	830	23	143	291	2656	253	264	259	124
23	Point	-77.5	-5.04333	Shihuahuaco	62	19	254	258	112	203	315	340	83	93	507	619	488	664	12	151	233	2355	253	262	258	287
24	Point	-76.306221	-5.912473	Shihuahuaco	60	3	258	262	119	203	322	337	88	105	385	593	312	652	27	97	255	2075	258	266	263	153
25	Point	-76.309451	-5.910793	Shihuahuaco	60	3	258	262	119	203	322	337	88	105	385	593	312	652	27	97	255	2075	258	266	263	153
26	Point	-75.187341	-6.839444	Shihuahuaco	57	5	262	267	142	196	338	509	82	117	302	521	269	602	30	79	235	1875	261	273	268	149
27	Point	-75.051944	-6.886389	Shihuahuaco	57	1	261	268	141	196	337	496	82	116	300	548	269	604	30	78	235	1870	261	272	268	144
28	Point	-74.94412	-7.226462	Shihuahuaco	58	1	258	264	144	191	335	528	81	117	283	476	266	578	29	75	221	1767	256	269	265	222
29	Point	-74.869603	-7.304847	Shihuahuaco	58	1	257	264	143	191	334	542	81	116	288	511	269	590	29	75	225	1791	256	270	264	226
30	Point	-75.014043	-7.302704	Shihuahuaco	61	9	260	267	143	193	336	527	81	117	275	490	265	562	28	74	214	1719	258	271	267	179
31	Point	-74.093364	-7.752371	Shihuahuaco	56	1	252	261	141	188	329	614	78	110	305	610	244	715	36	67	270	2045	251	266	261	227
32	Point	-74.081803	-7.752093	Shihuahuaco	55	1	253	262	141	188	329	589	77	109	305	612	244	716	36	67	271	2049	252	266	261	216
33	Point	-74.305852	-7.701124	Shihuahuaco	58	1	255	263	142	190	332	592	78	111	299	514	248	678	34	68	256	1964	254	268	263	196
34	Point	-74.818147	-7.667844	Shihuahuaco	55	12	257	265	144	191	335	563	79	115	292	495	263	617	30	72	233	1854	256	269	265	192

FID	Shape	Longitud	Latitud	Individuo	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5	bio4	bio3	bio2	bio19	bio18	bio17	bio16	bio15	bio14	bio13	bio12	bio11	bio10	bio1	alt
35	Point	-74.820514	-7.66533	Shihuahuacc	61	12	258	266	143	192	335	568	80	115	292	542	263	616	30	72	233	1852	257	271	266	179
36	Point	-74.824078	-7.663559	Shihuahuacc	61	12	258	266	143	192	335	568	80	115	292	542	263	616	30	72	233	1852	257	271	266	179
37	Point	-74.202693	-7.869838	Shihuahuacc	52	1	253	262	142	189	331	592	77	110	288	507	234	678	36	63	256	1936	253	267	262	209
38	Point	-74.195846	-7.869128	Shihuahuacc	52	1	253	262	142	189	331	592	77	110	288	507	234	678	36	63	256	1936	253	267	262	209
39	Point	-75.063634	-7.849641	Shihuahuacc	50	11	259	266	144	193	337	540	81	117	319	600	285	655	31	79	247	2012	258	271	266	153
40	Point	-75.078303	-7.852632	Shihuahuacc	53	11	258	266	144	193	337	542	81	117	324	549	288	658	30	80	248	2028	258	271	266	161
41	Point	-75.087075	-7.854603	Shihuahuacc	52	11	258	266	144	193	337	539	81	117	325	550	290	661	30	81	249	2036	258	271	266	162
42	Point	-75.090585	-7.848831	Shihuahuacc	50	11	258	266	144	193	337	532	81	117	323	550	288	658	30	80	248	2029	258	271	266	162
43	Point	-75.095918	-7.845248	Shihuahuacc	52	11	258	266	144	193	337	546	81	117	325	551	290	660	30	81	249	2036	258	271	266	163
44	Point	-74.647062	-7.8907	Shihuahuacc	55	12	257	265	143	192	335	590	79	113	283	494	244	627	33	65	236	1848	256	269	265	166
45	Point	-74.647362	-7.889904	Shihuahuacc	55	12	257	265	143	192	335	590	79	113	283	494	244	627	33	65	236	1848	256	269	265	166
46	Point	-74.630814	-7.901088	Shihuahuacc	55	12	257	265	143	192	335	597	79	113	282	549	242	628	33	64	236	1845	256	270	265	163
47	Point	-74.425918	-7.963567	Shihuahuacc	56	12	255	263	142	190	332	578	78	112	273	545	228	636	35	60	239	1831	254	268	263	204
48	Point	-74.440632	-7.931992	Shihuahuacc	55	1	254	263	144	189	333	598	77	112	275	549	231	637	35	61	240	1840	254	268	263	208
49	Point	-74.43319	-7.960429	Shihuahuacc	57	12	255	263	141	191	332	590	79	112	273	547	228	634	35	60	239	1829	254	268	263	197
50	Point	-74.434221	-7.962882	Shihuahuacc	57	12	255	263	141	191	332	590	79	112	273	547	228	634	35	60	239	1829	254	268	263	197
51	Point	-74.428984	-7.964267	Shihuahuacc	57	12	255	263	141	191	332	590	79	112	273	547	228	634	35	60	239	1829	254	268	263	197
52	Point	-74.448423	-7.926874	Shihuahuacc	56	1	255	263	142	190	332	585	78	112	276	547	232	636	35	61	240	1840	254	268	263	203
53	Point	-74.971487	-8.010828	Shihuahuacc	60	11	257	265	144	192	336	552	80	116	322	547	281	666	31	77	250	2032	256	269	265	163
54	Point	-74.338365	-8.096542	Shihuahuacc	59	12	255	263	141	191	332	564	78	111	262	539	216	630	36	56	237	1792	254	268	263	184
55	Point	-74.332633	-8.088229	Shihuahuacc	56	1	255	263	141	191	332	579	78	111	262	540	216	633	37	56	238	1796	254	268	263	186
56	Point	-74.33481	-8.094736	Shihuahuacc	58	1	255	263	141	191	332	576	78	111	262	539	216	630	36	56	237	1792	254	268	263	186
57	Point	-74.33188	-8.104382	Shihuahuacc	57	12	256	263	141	191	332	562	78	111	261	539	214	630	37	55	237	1788	254	268	263	183
58	Point	-74.80435	-8.434813	Shihuahuacc	75	11	256	265	143	191	334	579	79	114	293	581	248	629	34	66	235	1895	254	268	263	182
59	Point	-74.6	-8.433333	Shihuahuacc	46	11	256	265	142	192	334	614	78	111	241	525	196	576	37	50	217	1680	255	270	264	147
60	Point	-74.6	-8.433333	Shihuahuacc	46	11	256	265	142	192	334	614	78	111	241	525	196	576	37	50	217	1680	255	270	264	147
61	Point	-74.6	-8.433333	Shihuahuacc	46	11	256	265	142	192	334	614	78	111	241	525	196	576	37	50	217	1680	255	270	264	147
62	Point	-74.19294	-8.532381	Shihuahuacc	61	12	256	264	141	192	333	595	78	110	242	516	201	610	38	51	228	1697	255	269	264	153
63	Point	-74.80007	-8.438926	Shihuahuacc	51	11	255	266	143	191	334	574	79	114	290	581	245	627	34	65	235	1888	255	268	263	171
64	Point	-73.585904	-8.646552	Shihuahuacc	51	1	250	259	141	185	326	557	77	109	229	454	178	648	44	46	247	1785	250	264	258	264
65	Point	-75.136941	-8.672711	Shihuahuacc	56	5	257	263	145	187	332	478	81	118	464	932	378	983	36	111	346	2899	253	264	260	245
66	Point	-73.589968	-8.643483	Shihuahuacc	51	1	250	259	141	185	326	553	77	109	229	454	178	647	44	46	246	1784	250	264	258	259
67	Point	-75.0008	-8.580229	Shihuahuacc	68	5	255	264	145	189	334	520	80	116	379	641	317	788	34	90	286	2373	254	266	262	201
68	Point	-74.965736	-8.818977	Shihuahuacc	74	5	253	264	144	188	332	486	81	117	375	680	307	851	37	87	312	2448	253	265	260	241
69	Point	-75.416485	-8.806048	Shihuahuacc	57	5	254	258	147	183	330	427	82	121	531	1065	493	1463	38	149	497	4178	249	260	256	309
70	Point	-75.411291	-8.796267	Shihuahuacc	58	5	254	259	146	183	329	443	82	121	526	1344	489	1442	38	148	490	4124	250	261	257	296
71	Point	-75.160429	-8.735954	Shihuahuacc	59	5	257	262	145	187	332	482	82	119	483	808	386	1042	37	112	365	3035	252	263	259	271
72	Point	-74.927415	-8.820111	Shihuahuacc	63	5	253	264	144	188	332	487	80	116	354	653	292	814	37	84	300	2337	253	265	260	251

FID	Shape	Longitud	Latitud	Individuo	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5	bio4	bio3	bio2	bio19	bio18	bio17	bio16	bio15	bio14	bio13	bio12	bio11	bio10	bio1	alt
73	Point	-74.71666	-8.81666	Shihuahuacc	60	9	255	266	143	190	333	530	79	114	277	553	231	675	39	67	256	1931	254	267	263	199
74	Point	-73.538315	-8.943822	Shihuahuacc	49	6	253	262	141	187	328	552	77	109	217	550	169	624	45	45	234	1726	252	266	261	215
75	Point	-75.301562	-8.890241	Shihuahuacc	64	5	256	261	145	186	331	450	82	119	475	990	448	1320	38	127	452	3771	252	263	259	258
76	Point	-73.496367	-8.913755	Shihuahuacc	49	1	253	263	141	187	328	571	77	109	216	441	167	631	45	44	237	1732	252	266	261	215
77	Point	-73.501266	-8.896284	Shihuahuacc	48	1	252	262	140	187	327	561	77	109	216	549	167	632	45	44	238	1734	251	265	260	225
78	Point	-73.565799	-8.887305	Shihuahuacc	56	6	252	261	140	187	327	545	77	109	219	549	171	625	44	45	236	1732	252	265	260	230
79	Point	-75.165927	-8.955432	Shihuahuacc	65	5	257	262	144	187	331	441	81	118	497	1062	384	1116	38	104	397	3165	253	263	259	252
80	Point	-75.157644	-8.942031	Shihuahuacc	58	5	256	262	143	187	330	437	82	118	390	1050	381	1105	38	104	393	3135	252	263	259	263
81	Point	-75.158479	-8.938295	Shihuahuacc	58	5	256	262	143	187	330	437	82	118	390	1050	381	1105	38	104	393	3135	252	263	259	263
82	Point	-75.171185	-8.935422	Shihuahuacc	60	5	257	263	143	188	331	431	82	118	504	1072	388	1128	38	106	400	3203	253	264	260	243
83	Point	-75.175291	-8.942792	Shihuahuacc	60	5	257	263	143	188	331	431	82	118	504	1072	388	1128	38	106	400	3203	253	264	260	243
84	Point	-75.316339	-8.84371	Shihuahuacc	60	5	256	261	144	186	330	429	82	119	482	992	453	1326	38	131	453	3799	252	262	259	248
85	Point	-74.207377	-9.21901	Shihuahuacc	57	12	256	267	141	191	332	512	79	112	230	484	190	605	41	56	235	1697	256	268	264	186
86	Point	-73.400959	-9.123785	Shihuahuacc	61	5	253	261	140	187	327	542	78	110	212	554	163	634	46	45	234	1728	252	266	260	235
87	Point	-74.14	-9.1839	Shihuahuacc	53	12	256	267	140	191	331	490	79	111	228	573	189	597	41	55	230	1691	256	268	263	193
88	Point	-74.14	-9.1839	Shihuahuacc	53	12	256	267	140	191	331	490	79	111	228	573	189	597	41	55	230	1691	256	268	263	193
89	Point	-74.181247	-9.362318	Shihuahuacc	54	12	256	267	141	191	332	501	79	112	232	490	192	622	42	58	241	1713	256	268	264	186
90	Point	-74.182645	-9.363977	Shihuahuacc	54	12	256	267	141	191	332	501	79	112	232	490	192	622	42	58	241	1713	256	268	264	186
91	Point	-74.247977	-9.273652	Shihuahuacc	54	12	257	268	139	193	332	480	80	112	232	590	193	612	41	58	239	1703	257	269	265	170
92	Point	-74.253216	-9.271782	Shihuahuacc	54	12	257	268	139	193	332	484	80	112	232	592	193	614	41	58	240	1704	257	269	264	174
93	Point	-74.254334	-9.268691	Shihuahuacc	54	12	257	268	139	193	332	484	80	112	232	592	193	614	41	58	240	1704	257	269	264	174
94	Point	-74.262154	-9.273157	Shihuahuacc	65	12	257	268	139	193	332	486	80	112	232	592	193	614	41	58	240	1704	257	269	264	173
95	Point	-74.25721	-9.277506	Shihuahuacc	53	12	257	268	139	193	332	484	80	112	232	592	193	614	41	58	240	1704	257	269	264	174
96	Point	-75	-9.36666	Shihuahuacc	26	5	257	265	138	192	330	379	83	115	253	635	253	778	41	65	312	2098	257	266	263	191
97	Point	-74.118128	-9.421016	Shihuahuacc	47	12	257	268	141	191	332	489	79	112	231	489	191	628	42	58	241	1719	257	269	264	177
98	Point	-75.532878	-9.38116	Shihuahuacc	56	5	242	248	140	176	316	290	87	122	390	1107	390	1201	40	107	420	3361	242	250	247	549
99	Point	-74.422274	-9.52505	Shihuahuacc	55	12	255	266	140	190	330	463	80	113	200	518	200	655	42	59	258	1750	255	266	262	222
100	Point	-74.93333	-9.61666	Shihuahuacc	59	5	255	265	137	191	328	427	83	114	226	704	226	716	42	60	291	1902	255	265	262	229
101	Point	-72.925461	-9.718908	Shihuahuacc	51	5	250	261	144	181	325	566	77	112	217	481	167	702	48	48	249	1893	249	263	257	318
102	Point	-72.925313	-9.729618	Shihuahuacc	49	5	249	261	143	181	324	535	78	112	217	481	167	702	48	48	248	1891	249	262	257	328
103	Point	-72.898892	-9.739535	Shihuahuacc	48	5	251	262	143	182	325	518	78	112	216	481	166	703	48	48	249	1894	250	263	258	298
104	Point	-72.872849	-9.722778	Shihuahuacc	53	5	251	262	143	183	326	534	78	112	215	480	165	705	48	47	251	1900	251	264	259	286
105	Point	-73.939437	-9.709449	Shihuahuacc	47	12	256	265	140	190	330	459	80	112	235	496	193	662	43	60	246	1771	256	267	263	202
106	Point	-73.9397	-9.707116	Shihuahuacc	47	12	256	265	140	190	330	459	80	112	235	496	193	662	43	60	246	1771	256	267	263	202
107	Point	-75.03333	-9.66666	Shihuahuacc	51	5	253	262	138	189	327	408	83	115	241	615	241	762	42	64	301	2034	253	263	260	256
108	Point	-75.033333	-9.683333	Shihuahuacc	53	5	254	262	138	189	327	366	83	115	241	615	241	762	42	65	301	2035	254	263	260	266
109	Point	-73.886908	-9.843725	Shihuahuacc	50	12	255	265	140	190	330	466	80	112	196	500	196	675	43	61	248	1791	255	267	262	210
110	Point	-73.893338	-9.840554	Shihuahuacc	58	12	256	266	140	190	330	468	80	112	237	500	196	675	43	61	248	1791	256	267	263	208
111	Point	-73.770075	-9.848719	Shihuahuacc	47	6	254	263	141	187	328	480	80	113	235	499	192	675	44	60	247	1793	253	265	261	256
112	Point	-73.857107	-9.947167	Shihuahuacc	51	12	256	266	139	190	329	479	80	112	239	503	198	682	43	61	249	1799	255	267	263	206
113	Point	-73.950618	-10.419647	Shihuahuacc	46	6	255	264	138	189	327	462	81	113	236	493	201	684	44	61	241	1773	255	266	262	208
114	Point	-73.958641	-10.424285	Shihuahuacc	44	6	255	265	138	189	327	467	81	113	236	492	202	684	44	62	240	1775	255	266	262	205
115	Point	-73.957951	-10.425856	Shihuahuacc	44	6	255	265	138	189	327	467	81	113	236	492	202	684	44	62	240	1775	255	266	262	205
116	Point	-73.957689	-10.427782	Shihuahuacc	50	6	255	265	138	189	327	467	81	113	235	492	202	683	44	62	240	1770	255	266	262	205
117	Point	-73.962943	-10.410807	Shihuahuacc	44	6	255	264	137	189	326	465	82	113	238	493	204	686	44	62	241	1780	255	266	262	208
118	Point	-73.961777	-10.409791	Shihuahuacc	46	6	255	264	137	189	326	470	82	113	238	495	204	688	44	62	241	1784	255	266	262	209

FID	Shape	Longitud	Latitud	Individuo	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5	bio4	bio3	bio2	bio19	bio18	bio17	bio16	bio15	bio14	bio13	bio12	bio11	bio10	bio1	alt
119	Point	-73.854899	-10.62133	Shihuahuacc	54	9	254	263	138	188	326	473	81	113	221	474	191	649	44	58	231	1680	254	265	261	225
120	Point	-73.148732	-10.691511	Shihuahuacc	52	5	252	261	146	182	328	489	79	116	228	528	193	670	44	58	259	1761	251	263	258	320
121	Point	-73.495502	-10.60279	Shihuahuacc	53	6	252	260	143	183	326	486	80	115	235	519	199	660	43	57	259	1721	251	263	258	324
122	Point	-73.497894	-10.601346	Shihuahuacc	52	6	252	261	143	183	326	489	80	115	236	519	199	661	43	57	259	1726	251	263	258	329
123	Point	-73.490739	-10.599467	Shihuahuacc	53	6	252	261	142	184	326	473	80	115	235	519	198	659	43	56	259	1720	251	263	258	311
124	Point	-73.678918	-10.773665	Shihuahuacc	60	9	253	263	139	187	326	485	82	114	188	473	188	625	43	56	232	1624	253	265	261	231
125	Point	-73.704446	-10.921157	Shihuahuacc	63	9	252	262	141	185	326	499	81	115	202	452	180	604	44	56	217	1575	252	263	259	269
126	Point	-73.705124	-10.929523	Shihuahuacc	62	9	252	262	141	185	326	503	81	115	200	451	179	603	44	56	217	1571	252	263	259	271
127	Point	-73.705231	-10.932318	Shihuahuacc	62	9	252	262	141	185	326	503	81	115	200	451	179	603	44	56	217	1571	252	263	259	271
128	Point	-73.805231	-10.835213	Shihuahuacc	39	23	235	244	151	162	313	481	82	124	215	491	194	681	44	63	233	1789	235	246	241	746
129	Point	-73.713824	-10.927634	Shihuahuacc	66	9	252	261	141	185	326	498	81	115	200	450	179	602	44	56	216	1569	252	263	259	269
130	Point	-73.180658	-10.932864	Shihuahuacc	55	9	254	262	144	185	329	495	79	115	217	511	190	650	43	59	247	1713	253	264	260	271
131	Point	-73.188465	-10.932205	Shihuahuacc	54	9	253	262	145	184	329	531	80	116	217	511	190	650	43	59	247	1713	252	265	260	280
132	Point	-73.188252	-10.932493	Shihuahuacc	54	9	253	262	145	184	329	531	80	116	217	511	190	650	43	59	247	1713	252	265	260	280
133	Point	-73.18772	-10.935744	Shihuahuacc	59	9	253	262	145	184	329	531	80	116	217	511	190	650	43	59	247	1713	252	265	260	280
134	Point	-69.909568	-11.03459	Shihuahuacc	54	4	232	251	161	156	317	854	71	115	100	617	100	710	56	25	242	1764	232	253	245	316
135	Point	-69.915025	-11.052741	Shihuahuacc	53	4	231	250	162	155	317	894	70	115	102	620	102	714	56	25	244	1777	231	253	245	336
136	Point	-69.88821	-11.049022	Shihuahuacc	55	4	231	250	163	155	318	885	70	115	100	615	100	708	57	25	242	1761	231	252	245	327
137	Point	-69.848653	-11.083689	Shihuahuacc	53	4	233	252	163	156	319	871	70	115	100	608	100	700	56	24	240	1745	233	254	246	294
138	Point	-69.856375	-11.097684	Shihuahuacc	57	4	231	251	163	155	318	883	70	115	103	612	103	706	56	25	242	1759	231	253	245	319
139	Point	-69.89774	-11.097392	Shihuahuacc	57	4	231	252	163	155	318	931	70	115	106	617	106	712	56	26	244	1776	231	254	246	310
140	Point	-69.576773	-11.02752	Shihuahuacc	62	1	232	251	163	155	318	884	69	114	77	584	77	667	59	18	228	1644	232	253	246	288
141	Point	-69.608332	-11.007445	Shihuahuacc	56	1	234	252	162	157	319	819	70	114	75	584	75	666	59	18	228	1639	234	254	247	262
142	Point	-69.608326	-11.009001	Shihuahuacc	56	1	234	252	162	157	319	819	70	114	75	584	75	666	59	18	228	1639	234	254	247	262
143	Point	-69.583266	-11.09367	Shihuahuacc	59	1	230	251	166	153	319	945	68	114	87	586	87	672	58	20	231	1666	230	253	245	313
144	Point	-69.570731	-10.979799	Shihuahuacc	61	1	235	252	161	158	319	818	70	114	71	585	71	664	60	17	226	1631	235	255	247	258
145	Point	-69.701668	-11.083705	Shihuahuacc	57	4	230	251	165	153	318	937	69	115	90	594	90	681	58	21	234	1691	230	253	245	309
146	Point	-69.528785	-11.179911	Shihuahuacc	59	1	229	252	168	152	320	1011	67	114	96	581	96	673	56	21	232	1676	229	254	245	306
147	Point	-69.827898	-11.103389	Shihuahuacc	57	4	232	252	164	155	319	912	70	115	102	607	102	700	56	24	240	1745	232	253	246	305
148	Point	-69.860322	-11.104301	Shihuahuacc	55	4	231	251	162	155	317	914	70	115	103	613	103	706	56	25	242	1760	231	253	245	314
149	Point	-69.890004	-11.103419	Shihuahuacc	52	4	231	251	162	155	317	908	70	115	106	617	106	712	56	26	244	1777	231	253	245	318
150	Point	-69.90768	-11.102354	Shihuahuacc	54	4	231	251	163	155	318	912	70	115	107	620	107	716	56	26	245	1787	231	253	245	330
151	Point	-69.891789	-11.232538	Shihuahuacc	58	4	229	251	165	153	318	981	69	115	121	625	121	727	54	29	250	1826	229	253	244	332
152	Point	-70.294055	-11.139125	Shihuahuacc	48	4	233	250	157	159	316	840	73	115	139	669	139	780	53	37	264	1965	233	253	246	350
153	Point	-70.256468	-11.134565	Shihuahuacc	52	4	233	251	158	159	317	831	72	115	135	664	135	773	53	36	262	1947	233	254	246	337
154	Point	-69.583353	-11.210973	Shihuahuacc	63	1	227	251	168	150	318	1064	68	115	104	588	104	681	55	23	235	1704	227	253	244	335
155	Point	-69.576091	-11.212081	Shihuahuacc	61	1	228	251	169	150	319	1061	68	115	103	586	103	680	56	22	235	1700	228	253	244	330
156	Point	-70.22106	-11.14708	Shihuahuacc	59	4	233	251	160	157	317	855	71	115	134	663	134	773	54	35	262	1942	233	253	246	348
157	Point	-70.129351	-11.171908	Shihuahuacc	58	4	231	250	161	156	317	905	71	115	131	654	131	763	54	34	260	1917	231	253	245	354
158	Point	-70.141016	-11.171629	Shihuahuacc	52	4	231	250	161	156	317	895	71	115	132	657	132	765	54	34	260	1923	231	253	245	360

FID	Shape	Longitud	Latitud	Individuo	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5	bio4	bio3	bio2	bio19	bio18	bio17	bio16	bio15	bio14	bio13	bio12	bio11	bio10	bio1	alt
159	Point	-70.117239	-11.127429	Shihuahuacc	55	4	231	251	160	157	317	893	71	115	125	647	125	752	54	32	256	1887	231	253	245	336
160	Point	-70.112607	-11.125141	Shihuahuacc	56	4	233	251	161	157	318	888	71	115	124	647	124	751	55	32	256	1883	233	254	246	327
161	Point	-70.09252	-11.128117	Shihuahuacc	57	4	232	251	160	157	317	875	71	115	122	644	122	748	54	31	255	1875	232	253	246	331
162	Point	-74.22867	-11.110014	Shihuahuacc	51	23	237	245	146	167	313	509	82	121	167	372	160	623	49	48	212	1499	237	249	244	589
163	Point	-69.403468	-11.362697	Shihuahuacc	60	1	227	252	169	151	320	1124	67	114	116	595	116	702	55	25	241	1751	227	253	244	333
164	Point	-69.458758	-11.360925	Shihuahuacc	63	1	228	253	169	152	321	1101	67	114	118	589	118	693	54	25	239	1738	228	255	245	304
165	Point	-69.468997	-11.300308	Shihuahuacc	64	1	228	253	169	152	321	1107	67	114	111	584	111	683	55	24	236	1712	228	254	245	306
166	Point	-69.454782	-11.298322	Shihuahuacc	65	1	229	253	170	151	321	1087	67	114	110	583	110	683	55	23	236	1710	229	255	246	300
167	Point	-69.847719	-11.26665	Shihuahuacc	52	4	229	252	166	153	319	1024	69	115	123	618	123	722	54	29	249	1815	229	254	245	315
168	Point	-69.878204	-11.265431	Shihuahuacc	58	4	229	252	166	153	319	1010	69	115	126	625	126	729	54	30	251	1835	229	253	245	326
169	Point	-69.856099	-11.265821	Shihuahuacc	56	4	229	251	165	153	318	1002	69	115	123	623	123	727	54	29	250	1826	229	253	244	338
170	Point	-69.857957	-11.261936	Shihuahuacc	56	4	229	251	165	153	318	1002	69	115	123	623	123	727	54	29	250	1826	229	253	244	338
171	Point	-69.884592	-11.248294	Shihuahuacc	56	4	229	252	165	153	318	1003	69	115	123	624	123	727	54	29	250	1826	229	253	245	329
172	Point	-69.509707	-11.33116	Shihuahuacc	60	1	227	253	171	150	321	1149	66	114	117	585	117	687	54	25	238	1725	227	255	245	307
173	Point	-69.45403	-11.327064	Shihuahuacc	66	1	229	254	171	151	322	1117	66	114	114	585	114	687	54	24	237	1720	229	255	246	295
174	Point	-69.534908	-11.350613	Shihuahuacc	55	1	227	252	171	150	321	1137	67	115	120	591	120	693	54	26	240	1743	227	254	244	328
175	Point	-69.433386	-11.328542	Shihuahuacc	62	1	228	253	169	152	321	1105	67	114	113	588	113	691	54	24	238	1728	228	254	245	310
176	Point	-69.592298	-11.347764	Shihuahuacc	59	1	227	253	170	151	321	1117	67	115	122	591	122	693	54	26	241	1747	227	254	245	314
177	Point	-69.497894	-11.319614	Shihuahuacc	58	1	228	253	170	151	321	1124	67	114	115	584	115	684	54	24	237	1720	228	255	245	303
178	Point	-69.599859	-11.347667	Shihuahuacc	62	1	227	253	170	151	321	1117	67	115	122	591	122	694	54	26	241	1749	227	254	245	315
179	Point	-69.393299	-11.365424	Shihuahuacc	65	1	229	253	170	152	322	1109	66	113	116	450	116	698	54	25	240	1742	229	254	246	307
180	Point	-69.696175	-11.325137	Shihuahuacc	57	1	228	252	168	151	319	1063	68	115	123	602	123	704	54	27	244	1774	228	253	245	323
181	Point	-69.287161	-11.451388	Shihuahuacc	51	1	231	256	168	156	324	1119	66	112	147	597	120	713	54	27	243	1770	231	257	248	258
182	Point	-69.343415	-11.443026	Shihuahuacc	57	1	230	257	169	155	324	1154	66	113	122	596	122	710	54	27	243	1768	230	257	248	265
183	Point	-69.404382	-11.477539	Shihuahuacc	53	1	230	255	169	154	323	1140	66	113	154	600	128	716	53	28	246	1789	230	256	247	273
184	Point	-69.661214	-11.466698	Shihuahuacc	59	1	227	254	170	151	321	1156	67	115	140	616	140	730	52	31	253	1843	227	254	245	319
185	Point	-69.661607	-11.458586	Shihuahuacc	57	1	227	253	170	151	321	1157	67	115	139	614	139	727	52	31	252	1838	227	255	245	313
186	Point	-69.658547	-11.443228	Shihuahuacc	56	1	227	254	170	151	321	1156	67	115	139	611	139	724	52	31	251	1829	227	254	245	315
187	Point	-69.320015	-11.431097	Shihuahuacc	57	1	229	254	169	154	323	1144	66	113	147	456	120	712	54	27	243	1771	229	256	246	294
188	Point	-69.320142	-11.430708	Shihuahuacc	57	1	229	254	169	154	323	1144	66	113	147	456	120	712	54	27	243	1771	229	256	246	294
189	Point	-69.320182	-11.433746	Shihuahuacc	57	1	229	254	169	154	323	1144	66	113	147	456	120	712	54	27	243	1771	229	256	246	294
190	Point	-69.338074	-11.423416	Shihuahuacc	60	1	229	254	168	154	322	1136	67	113	119	599	119	711	54	26	243	1770	229	256	246	305
191	Point	-69.352692	-11.383354	Shihuahuacc	60	1	229	254	170	152	322	1135	66	113	115	594	115	704	55	25	241	1751	229	255	246	305
192	Point	-69.319422	-11.434507	Shihuahuacc	63	1	229	254	169	154	323	1141	66	113	120	456	120	712	54	27	243	1771	229	256	247	292
193	Point	-69.425257	-11.445369	Shihuahuacc	47	1	229	255	170	153	323	1157	66	113	151	595	126	707	54	27	243	1771	229	256	247	271
194	Point	-69.399576	-11.424144	Shihuahuacc	61	1	229	255	170	153	323	1141	67	114	122	595	122	705	54	27	242	1762	229	256	247	282
195	Point	-69.38887	-11.437995	Shihuahuacc	58	1	229	255	170	153	323	1141	67	114	124	597	124	709	54	27	243	1772	229	256	247	285
196	Point	-69.390656	-11.43707	Shihuahuacc	58	1	229	255	170	153	323	1141	67	114	124	597	124	709	54	27	243	1772	229	256	247	285
197	Point	-69.406021	-11.469027	Shihuahuacc	50	1	230	256	169	154	323	1136	66	113	128	599	128	714	54	28	245	1785	230	256	247	269
198	Point	-69.383776	-11.406259	Shihuahuacc	59	1	228	254	170	152	322	1148	67	114	119	596	119	706	54	26	242	1761	228	255	246	306

FID	Shape	Longitud	Latitud	Individuo	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5	bio4	bio3	bio2	bio19	bio18	bio17	bio16	bio15	bio14	bio13	bio12	bio11	bio10	bio1	alt
199	Point	-69.37501	-11.375703	Shihuahuaco	58	1	228	253	169	152	321	1094	67	114	115	595	115	703	54	25	241	1752	228	254	245	321
200	Point	-69.402191	-11.477425	Shihuahuaco	52	1	230	255	169	154	323	1135	66	113	128	600	128	716	53	28	246	1788	230	256	247	271
201	Point	-69.274249	-11.447801	Shihuahuaco	51	1	231	256	168	155	323	1115	66	112	146	600	119	717	54	27	244	1777	230	257	247	275
202	Point	-69.916876	-11.395728	Shihuahuaco	58	4	228	251	165	153	318	1036	69	115	145	648	145	765	52	35	263	1930	228	253	245	344
203	Point	-69.909842	-11.39745	Shihuahuaco	56	4	229	252	165	154	319	1044	69	115	145	646	145	761	52	35	262	1923	229	254	245	330
204	Point	-69.899211	-11.374324	Shihuahuaco	57	4	229	253	166	154	320	1043	69	115	140	638	140	751	52	33	259	1896	229	254	246	312
205	Point	-70.325867	-11.445261	Shihuahuaco	63	1	229	248	158	156	314	887	72	115	181	720	181	859	50	49	291	2179	229	250	243	432
206	Point	-70.343554	-11.444774	Shihuahuaco	62	1	229	249	158	156	314	886	72	115	181	723	181	861	50	49	292	2185	229	250	243	427
207	Point	-69.279103	-11.554557	Shihuahuaco	58	1	229	254	167	155	322	1123	67	112	155	616	130	742	54	30	252	1836	229	256	246	310
208	Point	-69.293029	-11.549144	Shihuahuaco	62	1	229	255	168	155	323	1145	67	113	155	613	130	738	54	30	251	1829	229	256	247	303
209	Point	-69.290371	-11.550575	Shihuahuaco	62	1	229	255	168	155	323	1145	67	113	155	613	130	738	54	30	251	1829	229	256	247	303
210	Point	-69.284151	-11.51221	Shihuahuaco	62	1	230	255	168	155	323	1142	67	113	126	609	126	730	54	29	248	1810	230	257	247	291
211	Point	-69.285187	-11.512263	Shihuahuaco	62	1	230	255	168	155	323	1142	67	113	126	609	126	730	54	29	248	1810	230	257	247	291
212	Point	-69.618141	-11.504123	Shihuahuaco	56	1	228	254	169	152	321	1147	68	115	142	620	142	738	52	32	255	1859	228	255	245	321
213	Point	-69.598812	-11.508341	Shihuahuaco	55	1	228	254	169	152	321	1132	68	115	142	618	142	737	52	32	255	1855	228	255	245	323
214	Point	-69.274364	-11.585029	Shihuahuaco	69	1	228	253	167	154	321	1133	67	113	157	623	132	752	54	31	255	1858	228	255	245	337
215	Point	-69.273619	-11.58332	Shihuahuaco	56	1	228	253	167	154	321	1133	67	113	157	622	131	750	54	31	254	1853	228	255	245	338
216	Point	-69.295302	-11.522165	Shihuahuaco	62	1	230	255	168	155	323	1128	67	113	127	609	127	731	54	29	249	1812	230	256	247	289
217	Point	-69.307639	-11.516355	Shihuahuaco	57	1	230	256	168	155	323	1131	67	113	127	607	127	728	54	29	248	1807	230	257	247	280
218	Point	-69.312743	-11.520889	Shihuahuaco	54	1	230	255	168	155	323	1132	67	113	128	608	128	730	54	29	249	1813	230	256	247	284
219	Point	-69.221918	-11.575026	Shihuahuaco	55	1	229	254	167	156	323	1134	67	112	154	470	128	745	54	30	252	1837	229	256	246	309
220	Point	-69.222441	-11.576211	Shihuahuaco	55	1	229	254	167	156	323	1134	67	112	154	470	128	745	54	30	252	1837	229	256	246	309
221	Point	-69.223588	-11.576535	Shihuahuaco	53	1	230	255	167	156	323	1133	67	112	154	617	128	746	54	30	253	1839	230	256	247	302
222	Point	-69.279774	-11.620384	Shihuahuaco	51	1	229	254	167	155	322	1133	67	113	161	624	136	756	54	32	256	1869	229	256	246	316
223	Point	-69.202883	-11.609108	Shihuahuaco	57	1	230	255	167	156	323	1141	67	112	155	620	130	752	54	31	255	1849	230	257	247	303
224	Point	-69.212213	-11.610693	Shihuahuaco	57	1	230	254	166	156	322	1104	67	112	157	623	131	755	54	31	256	1859	229	256	246	317
225	Point	-69.163182	-11.609648	Shihuahuaco	51	1	231	256	167	157	324	1132	67	112	154	470	129	751	54	31	256	1843	231	257	248	288
226	Point	-69.548595	-11.538988	Shihuahuaco	57	1	227	253	169	152	321	1150	67	114	142	621	142	743	52	32	256	1866	227	254	245	327
227	Point	-69.22356	-11.598864	Shihuahuaco	58	1	228	253	166	155	321	1118	67	112	157	623	131	755	54	31	256	1859	228	255	245	338
228	Point	-69.859026	-11.664626	Shihuahuaco	54	1	228	251	164	154	318	1068	69	114	179	693	179	840	50	45	288	2113	228	253	244	364
229	Point	-69.183373	-11.73621	Shihuahuaco	52	1	230	255	166	157	323	1123	67	112	164	483	140	781	54	35	268	1911	230	256	247	323
230	Point	-69.115228	-11.706438	Shihuahuaco	54	1	233	256	164	161	325	1109	68	112	158	475	133	767	54	33	264	1872	232	259	249	273
231	Point	-69.216288	-11.661008	Shihuahuaco	54	1	231	255	167	157	324	1136	67	112	160	476	135	762	54	33	260	1873	230	257	248	290
232	Point	-69.204674	-11.724375	Shihuahuaco	55	1	230	254	165	157	322	1096	68	113	140	636	140	779	54	35	267	1911	230	256	246	329
233	Point	-69.221148	-11.680095	Shihuahuaco	54	1	231	255	165	158	323	1090	67	112	137	629	137	767	54	33	262	1887	231	257	247	301
234	Point	-69.24004	-11.691448	Shihuahuaco	52	1	231	256	166	158	324	1135	67	112	163	479	138	767	54	34	262	1888	231	258	248	284
235	Point	-69.206435	-11.747987	Shihuahuaco	54	1	230	255	166	157	323	1135	67	112	166	485	141	784	54	35	269	1920	230	257	247	315
236	Point	-69.181916	-11.641362	Shihuahuaco	50	1	232	256	165	159	324	1119	67	112	157	472	132	754	54	32	257	1854	232	258	249	273
237	Point	-69.181016	-11.640485	Shihuahuaco	50	1	232	256	165	159	324	1119	67	112	157	472	132	754	54	32	257	1854	232	258	249	273
238	Point	-69.194594	-11.654376	Shihuahuaco	55	1	231	256	166	158	324	1132	67	112	159	474	134	759	54	32	259	1866	231	258	248	284

FID	Shape	Longitud	Latitud	Individuo	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5	bio4	bio3	bio2	bio19	bio18	bio17	bio16	bio15	bio14	bio13	bio12	bio11	bio10	bio1	alt
239	Point	-69.785377	-11.658615	Shihuahuaco	54	1	228	253	165	154	319	1103	69	114	172	678	172	820	51	42	281	2063	228	254	245	352
240	Point	-69.161005	-11.684033	Shihuahuaco	56	1	230	254	166	157	323	1129	67	112	159	477	134	768	54	33	263	1880	230	257	247	316
241	Point	-69.08685	-11.809725	Shihuahuaco	49	1	233	257	163	161	324	1089	68	112	165	635	140	787	54	36	273	1914	232	258	249	291
242	Point	-69.069165	-11.78874	Shihuahuaco	52	1	233	256	164	161	325	1081	68	112	162	479	137	782	54	35	271	1900	232	258	249	291
243	Point	-69.094918	-11.780584	Shihuahuaco	49	1	232	255	164	160	324	1098	68	112	163	481	138	784	54	35	271	1908	232	258	249	305
244	Point	-69.181249	-11.773389	Shihuahuaco	50	1	231	255	164	159	323	1108	68	112	167	640	142	788	54	36	271	1926	231	257	247	316
245	Point	-69.105187	-11.895659	Shihuahuaco	50	1	234	258	163	163	326	1105	68	112	170	642	146	802	54	38	280	1946	234	260	251	256
246	Point	-69.126559	-11.843668	Shihuahuaco	55	1	233	258	163	162	325	1133	68	112	168	638	143	794	54	37	276	1930	233	260	250	261
247	Point	-69.074751	-11.842086	Shihuahuaco	50	1	233	258	164	162	326	1140	68	112	165	635	140	788	54	36	274	1914	233	260	250	258
248	Point	-69.039173	-11.893379	Shihuahuaco	51	1	235	258	162	164	326	1091	69	112	168	638	143	797	55	38	279	1928	234	260	251	249
249	Point	-69.119534	-11.860981	Shihuahuaco	50	1	232	257	164	161	325	1134	68	112	168	642	143	799	54	37	278	1939	232	259	250	275
250	Point	-69.111215	-11.859085	Shihuahuaco	49	1	234	258	163	163	326	1131	68	112	168	638	143	793	54	37	276	1928	233	260	250	256
251	Point	-69.150253	-11.839225	Shihuahuaco	56	1	232	256	164	160	324	1101	68	112	170	644	145	799	54	37	277	1946	231	258	248	306
252	Point	-70.263288	-11.794363	Shihuahuaco	52	4	233	255	154	164	318	951	72	111	231	777	231	953	48	63	327	2423	233	256	248	297
253	Point	-71.36666	-11.86666	Shihuahuaco	50	9	242	254	143	175	318	685	78	112	273	776	261	945	45	78	330	2469	241	257	251	353
254	Point	-71.407778	-11.888055	Shihuahuaco	46	9	243	255	143	176	319	677	78	112	272	773	261	942	45	78	329	2462	242	258	252	346
255	Point	-71.4075	-11.887778	Shihuahuaco	46	9	243	255	143	176	319	677	78	112	272	773	261	942	45	78	329	2462	242	258	252	346
256	Point	-69.068063	-11.972548	Shihuahuaco	52	1	233	257	162	163	325	1089	69	112	173	650	148	817	54	40	287	1971	233	259	250	291
257	Point	-69.126295	-11.90785	Shihuahuaco	50	1	234	258	162	163	325	1117	69	112	172	645	147	805	54	39	281	1954	233	260	250	264
258	Point	-69.145347	-11.938235	Shihuahuaco	54	1	234	259	163	163	326	1135	68	112	176	650	151	813	54	40	284	1974	234	260	251	254
259	Point	-69.256299	-11.985516	Shihuahuaco	52	1	233	257	162	163	325	1116	69	112	161	669	161	839	53	43	293	2041	233	260	250	264
260	Point	-69.255205	-11.985074	Shihuahuaco	52	1	233	257	162	163	325	1116	69	112	161	669	161	839	53	43	293	2041	233	260	250	264
261	Point	-70.25	-12	Shihuahuaco	52	4	230	251	152	162	314	961	73	111	274	844	274	1054	47	77	367	2674	230	253	245	377
262	Point	-70.25	-12	Shihuahuaco	52	4	230	251	152	162	314	961	73	111	274	844	274	1054	47	77	367	2674	230	253	245	377
263	Point	-70.25	-12	Shihuahuaco	52	4	230	251	152	162	314	961	73	111	274	844	274	1054	47	77	367	2674	230	253	245	377
264	Point	-70.25	-12	Shihuahuaco	52	4	230	251	152	162	314	961	73	111	274	844	274	1054	47	77	367	2674	230	253	245	377
265	Point	-69.104312	-12.149117	Shihuahuaco	51	1	234	258	159	166	325	1088	70	112	160	670	160	854	54	45	303	2049	234	260	251	273
266	Point	-69.254005	-12.154211	Shihuahuaco	53	1	233	257	159	165	324	1088	71	113	198	823	173	882	53	49	312	2133	233	258	249	291
267	Point	-69.248628	-12.035207	Shihuahuaco	51	1	233	257	161	163	324	1066	70	113	165	678	165	853	53	45	299	2070	233	258	249	284
268	Point	-69.202914	-12.340253	Shihuahuaco	50	1	234	258	158	167	325	1080	71	113	177	847	177	909	54	52	326	2174	234	260	251	280
269	Point	-70.597035	-12.438897	Shihuahuaco	51	9	236	255	136	176	312	887	76	104	397	989	397	1275	43	117	455	3275	236	257	249	276
270	Point	-70.0817	-12.518	Shihuahuaco	57	29	232	254	143	171	314	1006	74	106	369	986	369	1286	46	109	461	3212	232	256	248	310
271	Point	-69.05	-12.48333	Shihuahuaco	38	9	239	262	154	174	328	1049	72	112	170	680	170	891	55	51	323	2108	239	264	255	198
272	Point	-69.151002	-12.627404	Shihuahuaco	46	13	239	262	153	175	328	1064	73	112	184	708	184	936	55	55	341	2210	239	265	255	193
273	Point	-70.1	-12.57	Shihuahuaco	28	9	233	256	141	174	315	1000	74	105	381	1001	381	1310	46	113	471	3273	233	257	249	278
274	Point	-70.1	-12.57	Shihuahuaco	28	9	233	256	141	174	315	1000	74	105	381	1001	381	1310	46	113	471	3273	233	257	249	278
275	Point	-69.08333	-12.58333	Shihuahuaco	43	9	239	262	153	175	328	1036	73	112	177	693	177	914	55	53	333	2157	239	264	255	202
276	Point	-69.691788	-12.792332	Shihuahuaco	50	13	234	258	143	175	318	1057	74	106	330	1124	330	1237	48	100	448	3015	234	259	250	258
277	Point	-69.28333	-12.83333	Shihuahuaco	40	13	237	261	148	176	324	1066	73	109	234	781	234	1041	52	72	380	2478	237	263	254	208
278	Point	-69.28	-12.83	Shihuahuaco	40	13	237	261	148	176	324	1066	73	109	234	781	234	1041	52	72	380	2478	237	263	254	208

FID	Shape	Longitud	Latitud	Individuo	ndvi	suelo	bio9	bio8	bio7	bio6	bio5	bio4	bio3	bio2	bio19	bio18	bio17	bio16	bio15	bio14	bio13	bio12	bio11	bio10	bio1	alt
279	Point	-69.28	-12.83	Shihuahuaco	40	13	237	261	148	176	324	1066	73	109	234	781	234	1041	52	72	380	2478	237	263	254	208
280	Point	-69.71666	-12.81666	Shihuahuaco	47	13	233	257	142	174	316	1069	74	106	341	1144	341	1261	48	103	457	3076	233	259	250	261
281	Point	-69.3	-12.816667	Shihuahuaco	45	13	238	262	147	177	324	1086	74	109	234	956	234	1040	52	72	379	2478	238	264	254	191
282	Point	-69.28333	-12.81666	Shihuahuaco	33	13	237	261	148	176	324	1068	74	110	231	955	231	1038	53	71	379	2470	237	263	253	219
283	Point	-69.28333	-12.81666	Shihuahuaco	33	13	237	261	148	176	324	1068	74	110	231	955	231	1038	53	71	379	2470	237	263	253	219
284	Point	-70.176793	-12.878538	Shihuahuaco	52	13	233	255	134	177	311	980	75	101	477	1346	477	1501	44	143	545	3750	233	256	248	277
285	Point	-70.220317	-12.84033	Shihuahuaco	56	13	233	255	133	177	310	976	75	101	477	1341	477	1496	44	143	542	3749	233	256	248	281
286	Point	-70.2336	-12.984317	Shihuahuaco	52	21	229	252	132	175	307	1008	75	100	535	1448	535	1623	43	162	591	4056	229	253	245	347
287	Point	-70.174769	-12.969925	Shihuahuaco	62	13	232	254	133	177	310	1002	75	100	502	1157	502	1550	44	151	563	3868	232	256	247	284
288	Point	-70.130726	-12.985128	Shihuahuaco	56	13	232	255	133	177	310	1023	75	100	495	1376	495	1539	44	149	559	3832	232	256	247	279
289	Point	-69.66666	-13.35	Shihuahuaco	57	21	232	257	133	179	312	1058	75	100	409	1219	409	1360	46	125	495	3311	232	258	249	267