



Universidad Nacional  
**Federico Villarreal**

**VRIN** | VICERRECTORADO  
DE INVESTIGACIÓN

## **FACULTAD DE INGENIERÍA GEOGRÁFICA, AMBIENTAL Y ECOTURISMO**

EVALUACIÓN DE LA DISTRIBUCIÓN ESPACIAL DE TRES ESPECIES DE  
PLANTAS PARA LOS SERVICIOS ECOSISTÉMICOS CULTURALES DE TEJIDOS  
TRADICIONALES A LAS COMUNIDADES INDÍGENAS – LORETO, 2023

Línea de investigación: Procesamiento digital de imágenes y señales

Informe de suficiencia profesional para optar el título profesional de Ingeniero Ambiental

### **Autor:**

Bachiller Cruz Chavez Sabina Celia

### **Asesor:**

Mg. Paricoto Simon María Mercedes

(ORCID: 0000-0002-76757558)

### **Jurados:**

Garcia Vilca, Godilia Teresa

Mendoza Garcia, Jose Tomas

Reyna Mandujano, Samuel Carlos

**Lima - Perú**

2023

### **Dedicatoria**

Le dedico el siguiente informe a mis padres, Olga y Héctor, por su apoyo y amor incondicional, de ellos aprendí que uno es el dueño de su propio destino y que puedo lograr todo lo que me proponga con esfuerzo y dedicación.

## Índice

Resumen.....	7
Summary.....	8
<b>I. Introducción .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1. Trayectoria del autor .....</b>	<b>10</b>
<b>1.2. Descripción de la empresa .....</b>	<b>11</b>
<b>1.3. Organigrama de la empresa .....</b>	<b>13</b>
<b>1.4. Áreas y funciones desempeñadas .....</b>	<b>14</b>
<b>II. Descripción de una actividad específica .....</b>	<b>15</b>
<b>2.1. Introducción.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2. Antecedentes .....</b>	<b>15</b>
<b>2.3. Objetivo .....</b>	<b>16</b>
<i>2.2.1. Objetivo General .....</i>	<i>16</i>
<i>2.2.2. Objetivos Específicos .....</i>	<i>16</i>
<b>2.4. Justificación .....</b>	<b>16</b>
<b>2.5. Bases Teóricas.....</b>	<b>17</b>
<i>2.5.1. Comunidades indígenas de Loreto .....</i>	<i>17</i>
<i>2.5.2. Territorio .....</i>	<i>18</i>
<i>2.5.3. Cambio de cobertura y la biodiversidad .....</i>	<i>18</i>

2.5.4. Modelamiento y análisis de la cobertura .....	19
2.5.5. Teledetección .....	19
2.5.6. Género de <i>Ischnosiphon</i> .....	20
2.5.7. Software <i>Vis Trails SAHM</i> .....	21
<b>2.6. Descripción del proyecto</b> .....	<b>21</b>
2.6.1. Área de estudio .....	21
<b>2.7. Metodología</b> .....	<b>22</b>
2.7.1. Procesos del proyecto .....	22
2.7.2. Recopilación de información: .....	23
2.7.3. El análisis exploratorio de la información.....	28
2.7.4. El modelamiento de distribución potencial.....	33
2.7.5. Elaboración de los mapas en <i>ArcGIS</i> .....	39
<b>2.8. Resultados</b> .....	<b>43</b>
<b>III. Aportes más destacables a la empresa</b> .....	<b>51</b>
<b>IV. Conclusiones</b> .....	<b>52</b>
<b>V. Recomendaciones</b> .....	<b>53</b>
<b>VI. Referencias</b> .....	<b>54</b>
<b>V. Anexos</b> .....	<b>55</b>

## Índice de figuras

Figura 1. Organigrama .....	13
Figura 2. Mapa de ubicación del área de estudio .....	22
Figura 3. Descripción de los procesos de la actividad específica del proyecto .....	23
Figura 4. Ubicación de las variables predictivas y plantilla .....	27
Figura 5. Ubicación de archivo de presencia de especies .....	28
Figura 6. Archivo texto indica la ubicación de cada variable predictiva .....	29
Figura 7. Ubicación de lo InputData .....	30
Figura 8. Selección de la especie a ejecutar .....	30
Figura 9. El programa inicia la ejecución del preprocesamiento .....	31
Figura 10. La ventana de procesos indica la finalización del preprocesamiento .....	32
Figura 11. Obtención de correlaciones entre variables .....	333
Figura 12. Variables sin colinealidad para la especie <i>Ischnosiphon puberulus</i> .....	344
Figura 13. Modelos de la especie <i>Ischnosiphon puberulus</i> .....	355
Figura 14. Variables sin colinealidad para la especie <i>ischnosiphon arouma</i> .....	366
Figura 15. Modelos de la especie <i>ischnosiphon arouma</i> .....	377
Figura 16. Variables sin colinealidad para la especie <i>ischnosiphon obliquus</i> .....	38
Figura 17. Modelado de la especie <i>ischnosiphon obliquus</i> .....	39
Figura 18. Modelo para determinar las áreas y porcentaje de distribución espacial .....	4040
Figura 19. Visualización del modelo en programa ArcGIS .....	41
Figura 20. Modelo para determinar los distritos con alta distribución probabilística .....	42
Figura 21. Visualización de modelo en ArcGIS .....	42

Figura 22. Mapa de distribución espacial de la especie <i>Ischnosiphon puberulus</i> .....	44
Figura 23. Mapa de distribución espacial de la especie <i>Ischnosiphon arouma</i> .....	46
Figura 24. Mapa de distribución espacial de la especie <i>Ischnosiphon obliquus</i> .....	4747
Figura 25. Ubicación de distritos con un nivel alto de probabilidad de distribución <i>Ischnosiphon puberulus</i> .....	488
Figura 26. Ubicación de distritos con un nivel alto de probabilidad de distribución <i>Ischnosiphon arouma</i> . .....	49
Figura 27. Ubicación de distritos con un nivel alto de probabilidad de distribución <i>Ischnosiphon obliquus</i> .....	50

### Índice Tablas

Tabla 1. Variables de suelos .....	24
Tabla 2. Variables de bioclima .....	25
Tabla 3. Variables de topografía.....	26
Tabla 4. Se clasifico en tres valores la alta colinealidad.....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b> 2
Tabla 5. Áreas y porcentaje de distribución espacial de la especie <i>Ischnosiphon puberulus</i> .....	43
Tabla 6. Áreas y porcentaje de distribución espacial de la especie <i>Ischnosiphon arouma</i> .....	44
Tabla 7. Áreas y porcentaje de distribución espacial de la especie <i>Ischnosiphon obliquus</i> .....	44

## Resumen

El presente informe de suficiencia profesional, tiene como finalidad evaluar la de distribución potencial de tres especies de plantas las cuales son; *Ischnosiphon arouma*, *Ischnosiphon puberulus* e *Ischnosiphon obliquus*. Para iniciar el proceso, se obtuvieron datos de entrada, que fueron las variables: bioclimáticas, topográficas y de suelo, en conjunto con los datos de presencia de especies obtenidas en campo, luego se introdujeron las variables al programa Vis Trails, para realizar un preprocesamiento y determinar si tienen alta colinealidad entre ellas, cuando existe una alta colinealidad producen redundancia de información que entorpece el desarrollo del modelo por ello se descartan, una vez realizado el filtro de esta información se ejecuta los tres modelos de predicción, obteniendo como producto el ensamblaje de ellos, representado en dos mapas: el primero; mapa categórico el cual refleja la distribución en cuatro niveles: alto, moderado, bajo y muy bajo, el segundo; mapa probabilístico que refleja la distribución gradual de la presencia de especies, de acuerdo al valor del umbral. Se concluye que el programa Vis Trails es eficiente para determinar zonas de posible distribución espacial de las especies evaluadas, que luego de acuerdo al proyecto se validarán en campo.

*Palabras claves: distribución potencial, cultura, biodiversidad.*

## Summary

The purpose of this professional sufficiency report is to evaluate the potential distribution of three plant species, which are; *Ischnosiphon arouma*, *Ischnosiphon puberulus* and *Ischnosiphon obliquus*. To start the process, input data were obtained, which were the variables: bioclimatic, topographic and soil, together with the data on the presence of species obtained in the field, then the variables were introduced to the Vis Trails program, to carry out a pre-processing. and determine if they have high collinearity between them, when there is a high collinearity they produce redundancy of information that hinders the development of the model, for this reason they are discarded, once the filter of this information is carried out, the three prediction models are executed, obtaining as a product the assembly of them, represented in two maps: the first; categorical map which reflects the distribution in four levels: high, moderate, low and very low, the second; probabilistic map that reflects the gradual distribution of the presence of species, according to the threshold value. It is concluded that the Vis Trails program is efficient to determine areas of possible spatial distribution of the evaluated species, which will then be validated in the field according to the project.

*Keywords: potential distribution, multispectral indices, culture, biodiversity.*



## I. Introducción

En departamento de Loreto alberga ecosistemas con gran biodiversidad. Estos ecosistemas desempeñan un papel esencial al proporcionar servicios ecosistémicos fundamentales para las comunidades nativas que residen en la región. Entre estos servicios se encuentran las múltiples variedades de plantas que brindan recursos vitales para estas comunidades.

Las comunidades han desarrollado técnicas para la elaboración de sus tejidos tradicionales empleando las fibras naturales provenientes de las plantas locales. Estas técnicas ancestrales les permiten confeccionar diversas herramientas y objetos que son esenciales para su vida cotidiana, tales como trampas de pesca, cestas para la recolección de alimentos, canastas, cernidores, prensas y otros utensilios. Estos tejidos no solo cumplen propósitos prácticos, sino que también encarnan la conexión profunda que estas comunidades tienen con la naturaleza y su entorno. Sin embargo, es preocupante observar que estas técnicas tradicionales están en riesgo de desaparecer. En la actualidad, los pobladores están optando cada vez más por objetos manufacturados, los cuales adquieren durante sus visitas a las ciudades o cuando vendedores externos les ofrecen productos. Esta preferencia por productos modernos está impactando negativamente en el interés y la práctica de las técnicas tradicionales transmitidas de generación en generación. (Brañas, 2017).

Esta situación representa un desafío importante para la conservación de los conocimientos y las tradiciones culturales de estas comunidades. La pérdida de estas técnicas no solo afecta su herencia cultural, sino que también limita su resiliencia y su capacidad para adaptarse a su entorno natural de manera sostenible.

Es por ello que, mediante el análisis de variables bioclimáticas, topográficas y de suelo, se procedió a modelar y predecir las áreas donde esta especie tiene distribuido su disponibilidad. El

conocimiento detallado de su distribución es de vital importancia para la toma de decisiones y la planificación de estrategias de conservación.

### **1.1.Trayectoria del autor**

En el año 2017 el autor obtuvo el grado de bachiller de Ingeniería Ambiental de la Universidad Nacional Federico Villarreal.

El autor cuenta con más de seis años de experiencia, principalmente en temas relacionados a los sistemas de información geográfica y teledetección. Se resume su trayectoria en las siguientes líneas:

- Entre el 2016 y el 2017 se desempeñó como practicante en el Programa Nuestras Ciudades en la Unidad de Gestión de Riesgo de Desastres (UGERDES) del Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento, las principales actividades desarrolladas fueron: clasificar, digitalizar y alimentar la base de datos, que sirvieron como insumo para otras áreas, por otro lado, apoyo en el plan de incentivos municipales: actualización de la información para la gestión del riesgo de desastres.
- En el 2017 y el 2018 se desempeñó como consultora de Sistema de Información Geográfica para el Programa nuestras ciudades en la Unidad de Gestión de Riesgo de Desastres (UGERDES), ejecuto el seguimiento de Plan de Incentivos Municipales de gestión de riesgo de desastres, brindando el apoyo técnico, en sistema de información geográfica a las municipalidades, para la elaboración de sus mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo, enfocadas en la problemática de cada lugar, además realizó la digitalización y georreferenciación de mapas de vulnerabilidad ante peligros de inundación y deslizamiento para la base de datos (GeodataBase) del Programa Nuestras Ciudades, también participo

en la organización de talleres regionales de capacitación a gobiernos distritales y provinciales enfocados en la gestión de riesgo de desastres.

- En el año 2019 hasta la actualidad se desempeña como Coordinadora del área de Sistema de Información Geográfica de la empresa ASULGIS CONSULTORES S.A.C, elabora la propuesta del procedimiento para el tratamiento de los datos, realiza el seguimiento y control de las actividades de los equipos de generación de datos y verifica los resultados obtenidos en cada proyecto. El autor participo en el servicio de consultoría de la elaboración de mapas de peligro, vulnerabilidad y riesgo (EVAR) de distintos proyectos asignados en la empresa, además en otros proyectos asignados elaboro la data geoespacial, a partir de aplicación de metodologías y modelos validados en campo o gabinete, para obtención de los servicios solicitados, también realizó el levantamiento de información geográfica a partir de vuelos aéreos no tripulados.

## **1.2. Descripción de la empresa**

ASULGIS CONSULTORES S.A.C es una empresa de sociedad anónima cerrada, tiene el RUC 20603812957, la empresa se dedica al rubro de las actividades de ingeniería enfocándose en servicios de consultoría y capacitación en sistema de información geográfica, comenzó a operar desde el año 2018 en Perú. Es una empresa que está conformada por ingenieros, bachilleres y técnicos especialistas.

Los servicios de consultoría más destacados son: realización de mapas de EVAR (Evaluación del Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales), la empresa aplica la guía metodología de CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres), los análisis en sistema de información geográfica se basan en la

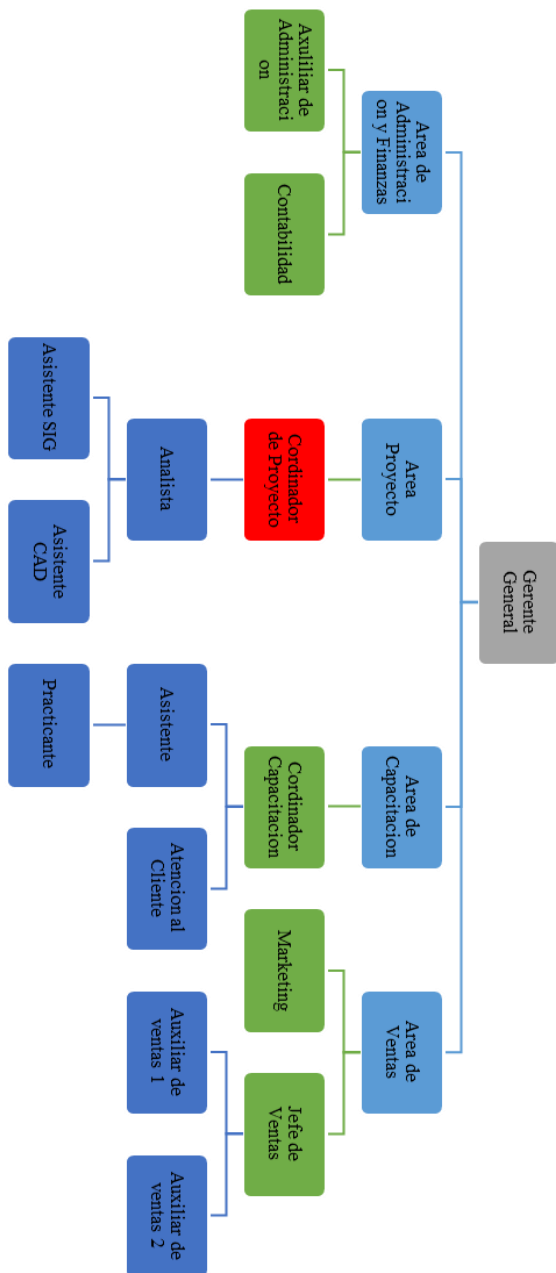
representación gráfica de los peligros identificados, la vulnerabilidad física de estructura y la determinación de los niveles de riesgo, el resultados de este servicio se plasman mapas de peligro, mapa de vulnerabilidad y mapa riesgo; la realización de mapas para los estudios de impacto ambiental, siendo los elementos evaluados información flora, fauna, cuerpos de agua , áreas naturales protegidas y otros aspectos del entorno, basándonos en la recopilación y análisis de datos, también se integra la información de campo para validar información; la realización de análisis de la biodiversidad, donde se utilizan metodologías de acorde al tema del proyecto en coordinación con el cliente, para la mejor obtención de resultados confiables y precisos; para la realización de los servicios de consultoría se emplean imágenes satelitales, levantamiento de información con drones y descarga de información en geoservidores.

El servicio de capacitación se brinda a personas jurídicas y persona natural, está enfocado en los softwares más utilizados en de sistema de información geográfica, los cursos impartidos están enfocados en los siguientes softwares: ArcGIS, QGIS, Google Earth Engine, SASplanet.

### 1.3. Organigrama de la empresa

Figura 1.

Organigrama



Nota. El organigrama de ASULGIS CONSULTORES S.A.C

#### **1.4. Áreas y funciones desempeñadas**

El autor forma parte de la coordinación y gestión proyectos relacionados con sistemas de información geográfica. Esto implica la planificación, asignación de recursos, seguimiento del progreso y asegurarse que los proyectos se culminen dentro de los plazos establecidos.

- **Elaboración mapas de EVAR (Evaluación del Riesgo de Desastres Originados por Fenómenos Naturales)**

Recibe la información de los parámetros que están implicados en peligro y vulnerabilidad, luego procede a interpretar las matrices, introduce valores y formulas, estipuladas en el manual del ente recto de riesgo de desastres CENEPRED (Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres), todo el proceso es ejecutado por el especialista en un software de sistema de información geográfica y obtiene como resultado el mapa de riesgo del área de estudio.

- **Vuelos aéreos no tripulados**

Levanta información de campo utilizando el vuelo área no tripulado con drones, para la validación de puntos de control de los proyectos, permitiendo la actualización de la data.

- **Desarrollo y generación de bases de datos.**

Se encarga de la adquisición de datos información geográfica, ya sea a través de fuentes externas o mediante técnicas de captura de datos. Además, realiza el procesamiento y la integración de estos datos en el sistema de información geográfica.

## **II. Descripción de una actividad específica**

### **2.1. Introducción**

El servicio de consultoría se ejecutó para IIAP (Instituto de Investigación de la Amazonia Peruana), realizó la evaluación de la posible distribución espacial de tres especies de plantas que brindan los servicios ecosistémicos culturales de tejidos tradicionales a las comunidades indígenas del departamento de Loreto, el proyecto se desarrollado durante el mes de mayo del 2023. Primero procedió a la recopilación de información: bioclimática, topográfica y suelo, toda la información recopilada son denominadas variables predictivas, que serán introducidos a los modelos de distribución espacial en el programa Vis Trails, se aplicó tres modelos de distribución espacial, los cuales son: GLM (Modelo lineal generalizado), MARS (Splines de Regresión Adaptativa Multivariada) y MAXENT (Modelo de Máxima Entropía). Como resultado se obtuvo modelos ensamblados (mapa categórico y mapa probabilístico), el mapa categórico representa la probabilidad de distribución en cuatro niveles alto, moderado, bajo y muy bajo, el mapa probabilístico representa la probabilidad de distribución según el valor del índice del umbral.

### **2.2. Antecedentes**

Según Phillips et al. (2006) realizó una validación del modelo MAXENT (Modelo de Máxima Entropía), efectuó un estudio para determinar la eficacia del modelo en nichos ecológicos y lo comparo con otro modelo de predicción, realizó la determinación de la distribución espacial para dos especies de mamíferos a una escala continental, como resultado obtuvo una mejor discriminación de áreas adecuadas y no adecuadas de la presencia de las especies.

En la investigación de Pachacama (2020) se aplicaron cuatro modelos de predicción, siendo el modelo MARS (Splines de Regresión Adaptativa Multivariada) el más representativo, ejecuto el

análisis de distribución espacial para la especie avispa *polistes versicolor*, sus resultados mostraron que el modelo de predicción MARS abarco más los puntos de presencia de especies en las áreas con una alta distribución.

Para Gil (2017) el modelo GLM (Modelo lineal generalizado) brinda una distribución de las especies que se ajustan a la realidad, para la ejecución de su estudio se necesitó información confiable toma en campo sobre la ubicación en coordenadas de las especies, la especie evaluada fue especie *Speothos venaticus* (zorro vinagre), para el análisis se consideraron las variables de predicción climáticas, obteniendo un área de predicción de 10 millones  $km^2$  a nivel de todo Sudamérica.

### **2.3. Objetivo**

#### ***2.2.1. Objetivo General***

Evaluar la probabilidad de distribución espacial de tres especies de plantas, utilizadas por las comunidades indígenas del departamento de Loreto.

#### ***2.2.2. Objetivos Específicos***

- Recopilar información de las de variables predictivas.
- Filtrar las variables que tienen una alta colinealidad y descartarlas, en coordinación con los especialistas.
- Generar el modelo de distribución espacial de las especies evaluadas.
- Elaborar el mapa de distribución espacial de las especies evaluadas.

### **2.4. Justificación**

El presente informe es de suma importancia, ya que cuenta con información detallada de la



posible ubicación de las especies evaluadas, esto será de gran ayuda para las áreas encargadas de validación en campo del proyecto “Distribución espacial de tres especies de plantas que brindan el servicio ecosistémico culturales de tejidos tradicionales a las comunidades indígenas del departamento de Loreto”.

En la actualidad estas técnicas ancestrales vienen siendo afectadas por el narcotráfico, tala ilegal, por la sustitución de otros productos, entre otros factores, con la ayuda de este informe se pretende revalorizar el uso de estas especies, que brindan el servicio ecosistémico cultural.

## **2.5. Bases Teóricas**

### **2.5.1. Comunidades indígenas de Loreto**

Comunidades, pueblos y naciones indígenas son aquellas que, poseyendo una continuidad histórica con las sociedades pre-invasoras y pre-coloniales que se desarrollaron en sus territorios, se consideran disímiles de otros sectores de las sociedades dominantes en aquellos territorios o parte de los mismos. Ellos componen actualmente sectores no dominantes de la sociedad y están determinados a conservar, desarrollar y transmitir a las generaciones futuras sus territorios ancestrales y su identidad étnica como base para su continuidad como pueblos en conformidad a sus propios patrones culturales, instituciones sociales y sistemas legales. Loreto alberga a treinta y dos pueblos indígenas los cuales son Achuar, Ashainka, Asheninka, Awajún, Bora, Chamicuro, Chapra, Ikitu, Jíbaro, Kakataibo, Kandozi, Kapanawa, Kichwa, Kukama Kukamiria, Maijuna, Matsés, Muniche, Murui-Muinani, Ocaina, Omagua, Resígaro, Secoya, Shawi, Shipibo-Konibo, Shiwilu, Ticuna, Urarina, Vacacocho, Wampis, Yagua y Yine. La población que vive en estas localidades de las comunidades indígenas es de 160 240 personas, representado el 18.1% del total de habitantes de Loreto, según el censo del INEI (2017).

### ***2.5.2. Territorio***

El territorio es un hábitat demarcado por la historia de cada pueblo; es a la vez el resultado de esa historia y un reflejo de su actual situación como pueblo. El territorio es una unidad indivisible en su esencia, un patrimonio indisponible y transgeneracional. El territorio es el espacio vital en el que se desenvuelve la vida de un pueblo a lo largo de las generaciones, incluyendo sus bosques, cuerpos de agua. El disfrute del derecho a la tierra y recursos de origen ancestral es para los pueblos indígenas un derecho fundamental por lo que es obligación de los Estados decretar medidas especiales para su protección. Así lo han planteado los convenios internacionales sobre derechos económicos, sociales y culturales, el Convenio N° 169 de la OIT, diversas sentencias interpretativas de Corte Interamericana de Derechos Humanos y documentos de la Comisión Interamericana de Derechos Humanos, en el entendido de que la tierra es condición para su supervivencia cultural. El Convenio 169 de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), ratificado por el Perú en diciembre de 1993 por Resolución Legislativa 26253 que convierte en ley la obligación del Estado de garantizar la protección de estos territorios y los recursos naturales existentes (MINSa, 2020).

### ***2.5.3. Cambio de cobertura y la biodiversidad***

Según Yongyut et al. (2011) nos menciona que los cambios ocurridos en la cobertura vegetal se han vuelto muy evidentes ya que han sido ocasionado por la alteración del funcionamiento de los ecosistemas, los signos referentes a este cambio es la pérdida de biodiversidad, degradación de agua y el suelo, destrucción de hábitat, entre otros. Existe una relación entre la diversidad y el ecosistema porque están entrelazados entre sí, el cambio de uno da como resultado el cambio de otro. Actualmente el desarrollo de la teledetección en enfocados

en los sensores remotos ha brindado la oportunidad de recopilar información sobre la biodiversidad con respecto al dominio espacio- temporal, los cuales tienen una resolución espacial y escala que permiten la precisión en la determinación de la tasa de cambio de la cobertura y uso de la tierra, permitiendo medidas de conservación (MINSA, 2013).

#### ***2.5.4. Modelamiento y análisis de la cobertura***

Los modelos predictivos espacialmente explícitos se han convertido en una herramienta importante para los modeladores de cambio de cobertura vegetal, permitiendo que los planificadores, gerentes y tomadores de decisiones puedan aplicarlo, sin embargo, esto es posible gracias a la colaboración de varias disciplinas de la ciencia, tales como los desarrolladores en el sector tecnología de la información y que todo se puede procesar a partir de un ordenador de escritorio reduciendo el tiempo de procesamiento para obtención de información con excelente resolución. Pero existe limitaciones como la disponibilidad de datos para la validación de algunos modelos. Los problemas ecológicos han motivado el desarrollo de los modelos predictivos para el cambio cobertura y uso de la tierra, los cuales se construyen a partir de imágenes de satélite, fotografías aéreas y combinaciones de otros datos espacialmente referenciados que describen lo socioeconómico, terreno geográfico y físico variables. Los modelos deben estar asociados con un particular nicho-ecológico espacio – temporal, ya que los módulos ecológicos funcionan en pasos de tiempo preciso, permitiendo representar con mayor precisión cambios ecológicos (Yongyut et al., 2011).

#### ***2.5.5. Teledetección***

La teledetección se basa en la adquisición de datos a partir de la detección remota de imágenes satelitales y ráster, se obtienen en la actualidad a partir de los sensores multiespectrales

montados en plataformas aéreas y satelitales. En los últimos años se utilizó la conversión de sensores basados en películas a sensores digitales y la proliferación de sensores aéreos digitales el cual da como resultado un mayor acceso a conjuntos de datos de detección remota de muy alta resolución en el mundo. El lanzamiento del programa Landsat a principios de la década de 1970 marcó el comienzo de la era de la teledetección por satélite. Hasta finales de la década de 1990, los conjuntos de datos de resolución media fueron la fuente común de imágenes de satélite para la comunidad de teledetección. El lanzamiento del satélite IKONOS a finales de la década de 1990 con una resolución de píxel de 1 m señaló el advenimiento de las imágenes satelitales de alta resolución siguió poco después con SPOT5, IRS, QuickBird, OrbView3 y otros satélites de alta resolución. Está previsto el lanzamiento de hasta quince satélites de alta resolución en los próximos años permitiendo al usuario final múltiples opciones de fuentes de datos, así como diferentes resoluciones (Navulur, 2007).

#### **2.5.6. Género *Ischnosiphon***

El Huaruma es el nombre coloquial asignado por los pobladores de las comunidades nativas del departamento de Loreto y representa a las especies de género de *Ischnosiphon*, tiene una gran variedad de especies, siendo un total de treinta y siete las conocidas, se encuentran presente en toda la amazonia, son de tipo arbustiva, sus tallos son numerosos, tienen forma cilíndrica, son largos y rectos, tienen hojas en forma de abanicos, sus flores tienen sépalos lineales o sub lineales. Los pobladores lo llaman Huaruma coloquialmente. Para el mejor manejo de la fibra natural durante la construcción de los tejidos tradicionales, realizan su recolección cuando alcanza como mínimo de dos metros, sin embargo, el huaruma puede llegar a medir hasta cuatro metros (Brañas et al., 2017).

### ***2.5.7. Software Vis Trails SAHM***

Es un programa que maneja flujos de trabajo para simplificar el análisis ecológicos de hábitat de especies, se denominando al programa como software para el modelado asistido de hábitat (SAHM), este programa tiene un interfaz de usuario sencillo y fácil de interpretar, como primer paso se inserta los datos de entrada, luego se realizar un preprocesamiento que es análisis de las variables predictivas y finaliza con la ejecución de los modelos que son representados como elementos de salida (Jeffrey T. Morisette, 2013).

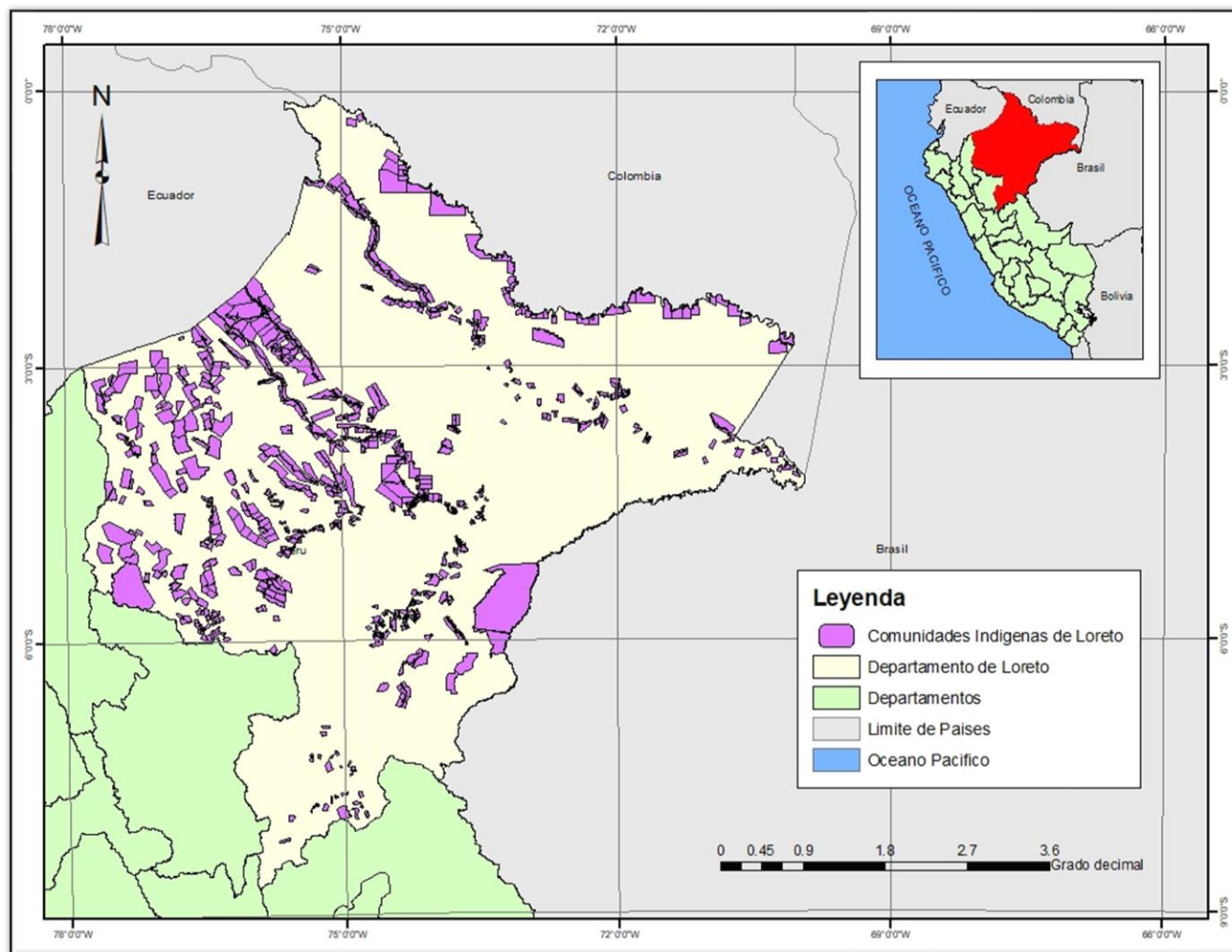
## **2.6. Descripción del proyecto**

### ***2.6.1. Área de estudio***

El presente servicio profesional se realizó en el departamento de Loreto.

**Figura 2.**

*Mapa de ubicación del área de estudio*



*Nota.* La evaluación de la distribución espacial de las especies *Ischnosiphon arouma*, *Ischnosiphon puberulus* e *Ischnosiphon obliquus*, se desarrolló en el departamento de Loreto.

## 2.7. Metodología

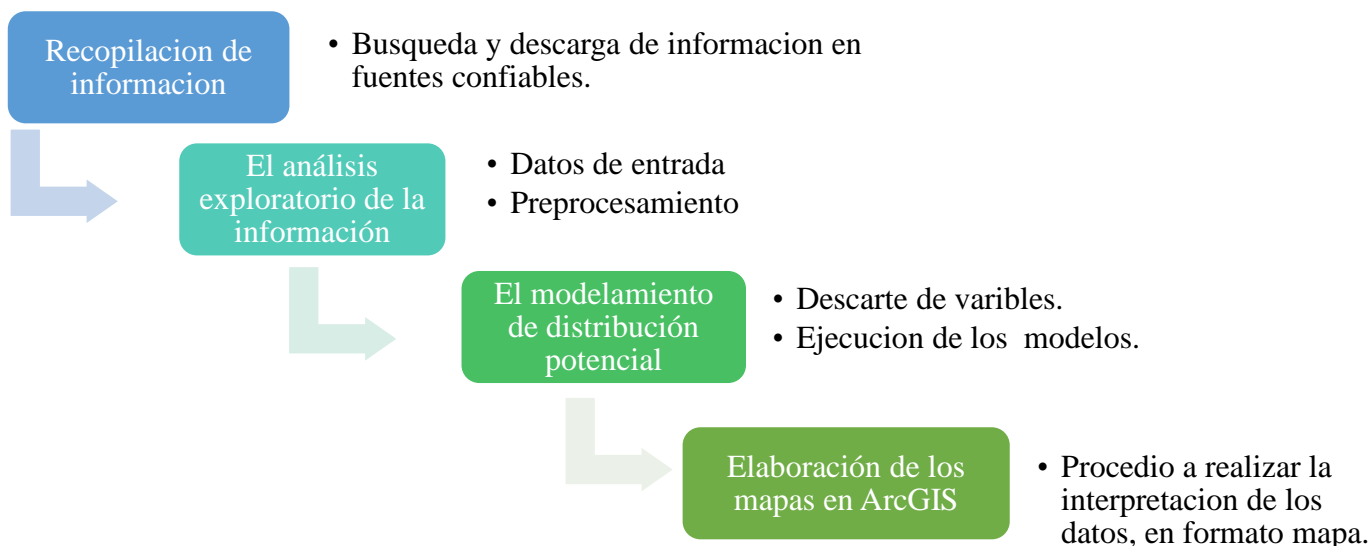
### 2.7.1. Procesos del proyecto

En el siguiente flujo detalla de forma concisa, los cuatro pasos que se realizaron durante la actividad específica. Además, se debe mencionar que el proyecto se llevó a cabo en las

instalaciones del IIAP, durante el mes de mayo del 2023.

**Figura 3.**

*Descripción de los procesos de la actividad específica del proyecto*



*Nota.* Se elaboro este proceso para la ejecución del proyecto.

**2.7.2. Recopilación de información:**

La fuente de recopilación de información para las variables predictivas de suelo fue SoilGrids que es un sistema de mapeo digital global de suelos, brinda información sobre las propiedades del suelo en formato ráster, el total de variables obtenidas son veintidós, en la siguiente tabla se detallan.

**Tabla 1.***Variables de suelos*

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>	<b>Unidades mapeadas</b>	<b>Factor de conversión</b>	<b>Unidades convencionales</b>	<b>Nomenclatura</b>
<b>bdod</b>	Densidad aparente de la fracción tierra fina.	cg/cm <sup>3</sup>	100	kg/dm <sup>3</sup>	Densidad_aparente_0_5
<b>cec</b>	Capacidad de intercambio catiónico del suelo.	mmol(c)/kg	10	cmol(c)/kg	cec_0_5 cec_5_15 cec_15_30
<b>cfvo</b>	Fracción volumétrica de fragmentos gruesos (> 2 mm)	cm <sup>3</sup> /dm <sup>3</sup> (vol%)	10	cm <sup>3</sup> /100cm <sup>3</sup> (% en volumen)	FRAGMENTOS_GRUESOS_0_5 FRAGMENTOS_GRUESOS_5_15 FRAGMENTOS_GRUESOS_15_30
<b>arcilla</b>	Proporción de partículas de arcilla (< 0,002 mm) en la fracción tierra fina	g/kg	10	g/100g (%)	arcilla_0_5
<b>nitrógeno</b>	Nitrógeno total (N)	gramos/kg	100	g/kg	nitrógeno_0_5 nitrógeno_5_5 nitrógeno_15_30
<b>phh2o</b>	pH del suelo	pHx10	10	pH	phh2o_0_5 phh2o_5_15 phh2o_15_30
<b>arena</b>	Proporción de partículas de arena (> 0,05 mm) en la fracción tierra fina	g/kg	10	g/100g (%)	arena_0_5 arena_15_30
<b>limo</b>	Proporción de partículas de limo (≥ 0,002 mm y ≤ 0,05 mm) en la fracción tierra fina	g/kg	10	g/100g (%)	LIMO_0_5 LIMO_5_15 LIMO_15_30
<b>TOC</b>	Densidad de carbono orgánico	hg/m <sup>3</sup>	10	kg/m <sup>3</sup>	CARBONO_ORGANICO_5_15 CARBONO_ORGANICO_15_30
<b>ocs</b>	Reservas de carbono orgánico	t/ha	10	kilogramos/m <sup>2</sup>	RCOS_0_30

*Nota.* Las variables obtenidas de suelo para el departamento de Loreto, fueron en total 22.



La información de bioclimas se descargó desde WorldClim, que es un conjunto de capas climáticas globales, la información descargada se encuentra en formato ráster y tiene una resolución espacial de 1 km<sup>2</sup>, las variables predictivas de bioclima son diecinueve, en la siguiente tabla se detalla.

**Tabla 2.**

*Variables de bioclima*

Nombre/ Nomenclatura	Descripción
BIO1	Temperatura Media Anual
BIO2	Rango medio diario (Media mensual (temperatura máxima - temperatura mínima))
BIO3	Isotermalidad (BIO2/BIO7) ( $\times 100$ )
BIO4	Estacionalidad de la temperatura (desviación estándar $\times 100$ )
BIO5	Temperatura máxima del mes más cálido
BIO6	Temperatura mínima del mes más frío
BIO7	Rango Anual de Temperatura (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 las Precipitaciones (Coeficiente de Variación)
BIO16	Precipitación del trimestre más húmedo

BIO17	Precipitación del Cuarto Más Seco
BIO18	Precipitación del trimestre más cálido
BIO19	Precipitación del Cuarto Más Frío

*Nota.* Las variables obtenidas de bioclima para el departamento de Loreto, fueron en total 19.

La información de topografía se descargó en la plataforma Alaska Satellite Facility, se obtuvo el DEM con una resolución de 12.5 metros, en formato GeoTIFF, el total de variables obtenidas fueron cuatro, en la siguiente tabla se detalla.

**Tabla 3.**

*Variables de topografía*

Nomenclatura	Descripción
wc2.1_30s_elev_Loreto	elevación
wc2.1_30s_pendiente_Loreto	pendiente
wc2.1_30s_reliloc_Loreto	relieve local
wc2.1_30s_twi_Loreto	Índice topográfico del agua

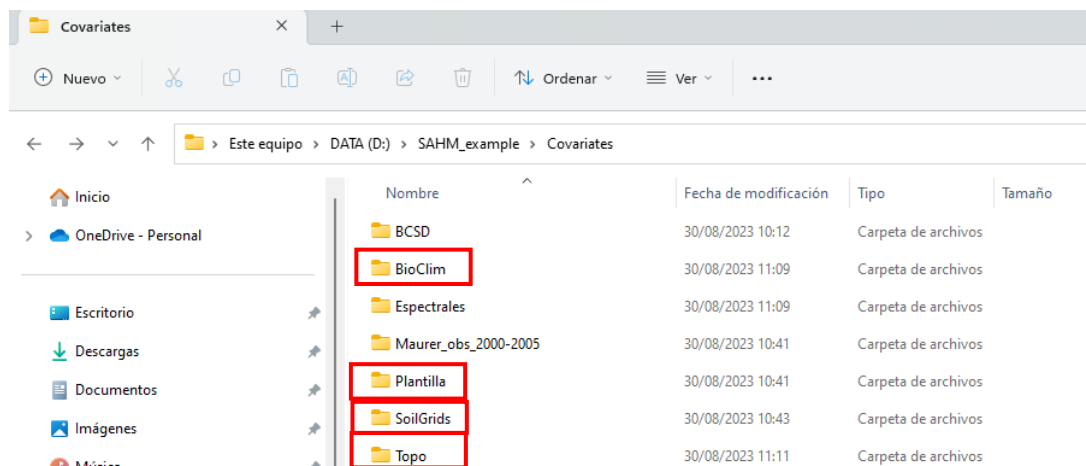
*Nota.* Las variables obtenidas de topografía para el departamento de Loreto, fueron en total 04.

Los archivos recopilados fueron guardados en la carpeta de nombre “Covariates” y dentro ubicamos a las carpetas de nombradas “SoilGrids”; se ubica las variables de suelo, “BioClim”; se ubica las variables de bioclima y “Topo”, se ubica las variables topográficas. Para representar el área de estudio, se utilizó un archivo auxiliar nombrado “Herpefauna.aux”, este formato de archivo

tiene información de coordenadas geográficas y de la delimitación de área de estudio, se localiza en la carpeta nombrada “plantilla”.

#### Figura 4.

##### *Ubicación de las variables predictivas y plantilla*

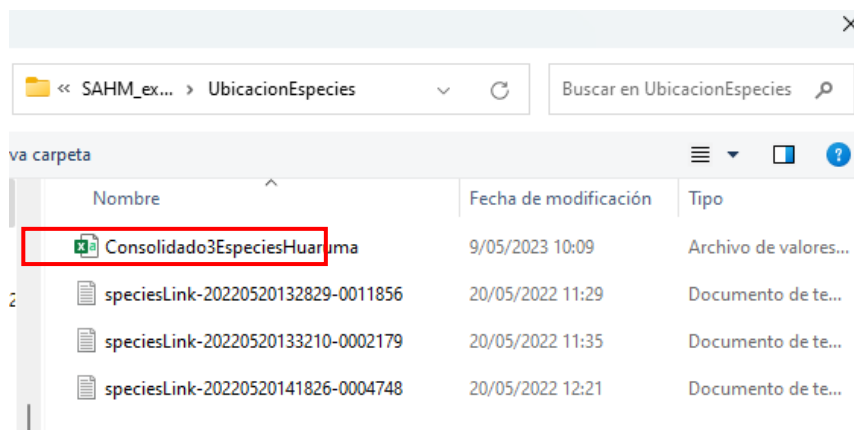


*Nota.* Los datos o variables recopilados se guardaron en carpetas, para tener un orden en el procesamiento de la información.

La información de la ubicación de las especies evaluadas fue realizada por un equipo asignado del área de Sociodiversidad del Instituto de Investigación Amazónica Peruano, los datos fueron recopilados en campo. Los datos se guardaron en un archivo CVS (archivo separado por comas), se detalla la ubicación en coordenadas geográficas de 900 puntos de presencia de especie, donde el valor uno representa presencia y valor de cero representa ausencia. El archivo fue guardado como “Consolidado3EspeciesHuaruma”.

**Figura 5.**

*Ubicación de archivo de presencia de especies*



*Nota.* La información recopilada de presencia de especies, se guardo en un archivo con formato separado por comas.

### 2.7.3. El análisis exploratorio de la información

#### Datos de entrada.

El análisis exploratorio se llevó a cabo en el programa Vis Trails. En un archivo de formato delimitado por comas, nombrado ListaCovariable\_v3, los campos fueron “CovariateFile”, “Categorical”, “Resampling” y “Aggregation”, en el primer campo se colocó las rutas de los archivos que contienen a las variables predictivas, el segundo campo es sobre categoría; el valor asignado es cero para todas las variables, porque las variables solo presentan una valor, el tercer campo es sobre el remuestreo de las variables; se asignó un método bilinear, que permite la interpolación y el ajuste de datos de las variables, finalmente se indicó la utilización de función promedio “mean”.

**Figura 6.**

*Archivo texto indica la ubicación de cada variable predictiva*

	A	B	C
1	CovariateFile,Categorical,Resampling,Aggregation		
2	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_1.tif,0,Bilinear,Mean		
3	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_2.tif,0,Bilinear,Mean		
4	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_3.tif,0,Bilinear,Mean		
5	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_4.tif,0,Bilinear,Mean		
6	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_5.tif,0,Bilinear,Mean		
7	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_6.tif,0,Bilinear,Mean		
8	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_7.tif,0,Bilinear,Mean		
9	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_8.tif,0,Bilinear,Mean		
10	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_9.tif,0,Bilinear,Mean		
11	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_10.tif,0,Bilinear,Mean		
12	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_11.tif,0,Bilinear,Mean		
13	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_12.tif,0,Bilinear,Mean		
14	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_13.tif,0,Bilinear,Mean		
15	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_14.tif,0,Bilinear,Mean		
16	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_15.tif,0,Bilinear,Mean		
17	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_16.tif,0,Bilinear,Mean		
18	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_17.tif,0,Bilinear,Mean		
19	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_18.tif,0,Bilinear,Mean		
20	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\BioClim\bio_19.tif,0,Bilinear,Mean		
21	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\SoilGrids\arcilla_0_5.tif,0,Bilinear,Mean		
22	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\SoilGrids\arena_0_5.tif,0,Bilinear,Mean		
23	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\SoilGrids\arena_15_30.tif,0,Bilinear,Mean		
24	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\SoilGrids\CARBONO_ORGANICO_15_30.tif,0,Bilinear,Mean		
25	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\SoilGrids\CARBONO_ORGANICO_5_15.tif,0,Bilinear,Mean		
26	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\SoilGrids\cec_0_5.tif,0,Bilinear,Mean		
27	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\SoilGrids\cec_15_30.tif,0,Bilinear,Mean		
28	C:\VisTrails_SAHM\examples\SAHM_example\Covariates\SoilGrids\cec_5_15.tif,0,Bilinear,Mean		

*Nota.* El programa Vis Trails ubica las variables, a partir de indicarle la dirección de las carpetas en el ordenador.

El programa solicitó los tres datos de entrada, como se detalló anteriormente se encuentran ubicados en los archivos “ListaCovariable\_v3.cvs”, “Herpefauna.aux” y “Consolidado3EspeciesHuaruma.cvs”, asignados respectivamente PredictorListFile, TemplateLayer y FieldData, luego se indicó al programa la ejecución de proceso para cada especie por separado.

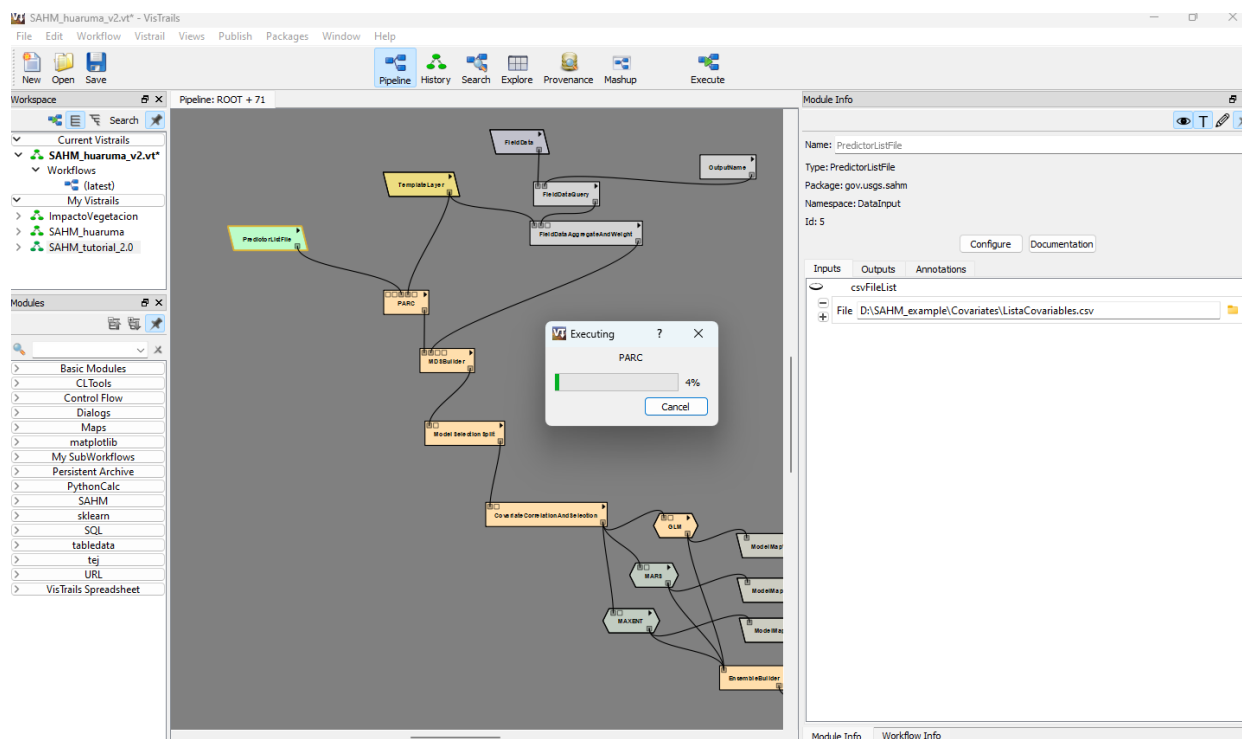


## Preprocesamiento.

En este proceso el programa generó 3000 puntos aleatorios de posible presencia de especie, también brindo un gráfico que represento la existencia de una alta colinealidad entre las variables, esta información brindada es de suma importancia para evitar la redundancia de información y problemas en la interpretación de los resultados, se debe seleccionar la variable más importe y descartar la menos relevante, esta acción se realiza en coordinación con los especialistas, considerando los valores de colinealidad superiores a 0.7 para el análisis de descarte.

### Figura 9.

*El programa inicia la ejecución del preprocesamiento*



*Nota.* El programa inicia el preprocesamiento y posteriormente nos brindara un cuadro estadístico de las variables.

**Figura 10.**

*La ventana de procesos indica la finalización del preprocesamiento*

```

VisTrails
Extracting raster values for c:/users/gabriel/appdata/local/temp/SAHM_session_dir_0mcche/PARC_Herpetofauna/wc2.1_30s_elev_Loreto.tif
10... 20... 30... 40... 50... 60... 70... 80... 90... 100... Done
Extracting raster values for c:/users/gabriel/appdata/local/temp/SAHM_session_dir_0mcche/PARC_Herpetofauna/wc2.1_30s_pendiente_Loreto.tif
10... 20... 30... 40... 50... 60... 70... 80... 90... 100... Done
Extracting raster values for c:/users/gabriel/appdata/local/temp/SAHM_session_dir_0mcche/PARC_Herpetofauna/wc2.1_30s_relliloc_Loreto.tif
10... 20... 30... 40... 50... 60... 70... 80... 90... 100... Done
Extracting raster values for c:/users/gabriel/appdata/local/temp/SAHM_session_dir_0mcche/PARC_Herpetofauna/wc2.1_30s_twi_Loreto.tif
10... 20... 30... 40... 50... 60... 70... 80... 90... 100... Done
Finished running MDSBuilder
The process took 7.8 seconds

Generating Model Selection split
seed used for Split = 1234

Starting processing of TestTrainSplit.r
Finished processing of TestTrainSplit.r
Finished Model Selection split

Opening Select Predictors Layers widget
seed used for subsampling = 1234

Starting processing of PairsExplore.r
Finished processing of PairsExplore.r

```

*Nota.* Durante la ejecución del preprocesamiento, el programa nos brinda esta ventana que nos indica el inicio y final del preprocesamiento.

El descarte de las variables predictoras, se enfocaron en las que tienen una alta colinealidad, el resultado obtenido se visualiza en la Figura 10. En la siguiente tabla se ha colocado los valores y colores que representan una alta colinealidad.

**Tabla 4.**

*Se clasifico en tres valores la alta colinealidad*

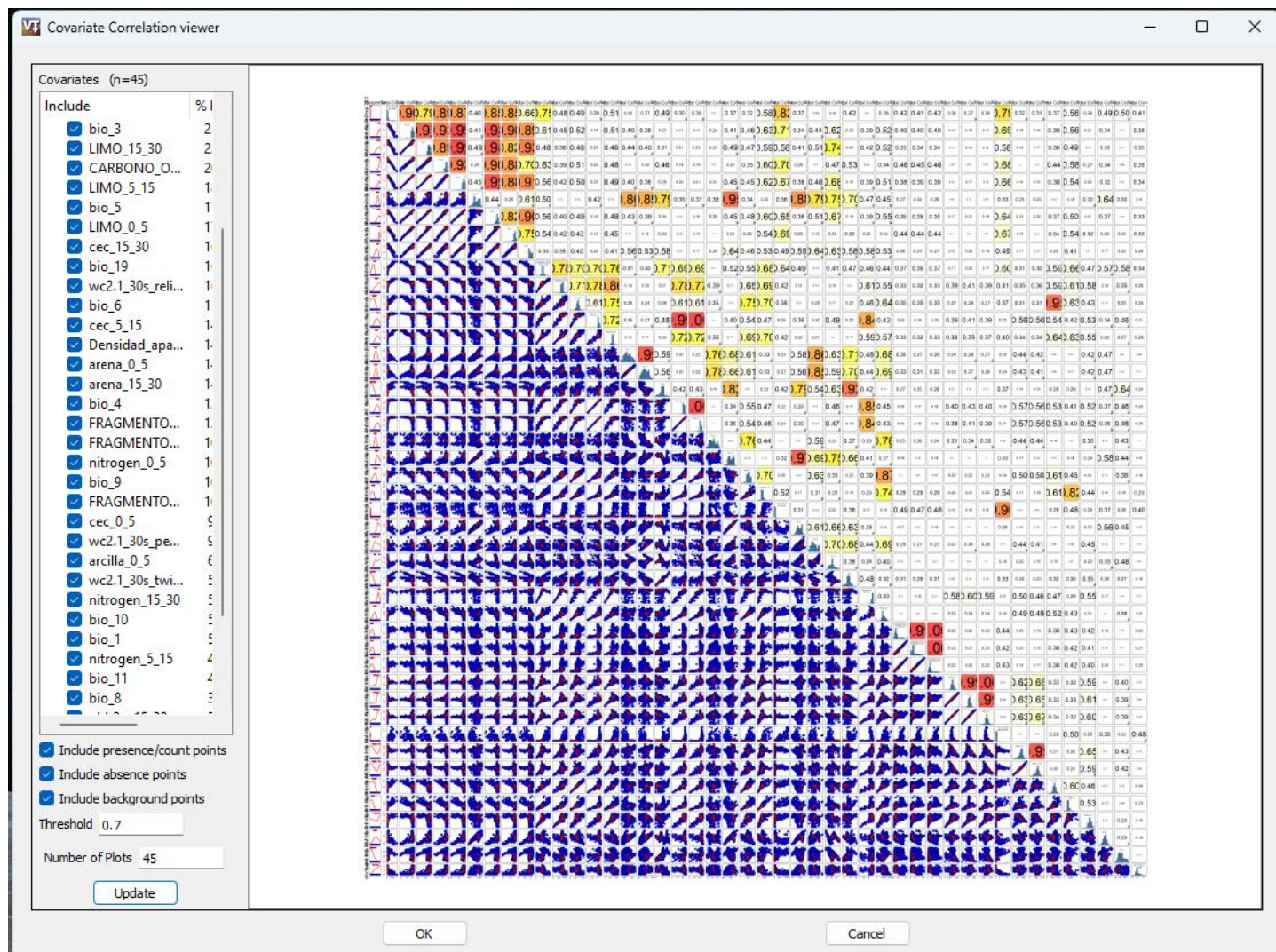
0.90 – 1.00	
0.80 – 0.89	
0.70 – 0.79	

*Nota.* Para el descarte de las variables se debe considerar los valores que encuentra en el rango 0.7 a 1, iniciar con el descarte de las variables con los valores altos que represente el color rojo, después el color anaranjado y por último amarillo.



**Figura 11.**

*Obtención de correlaciones entre variables*



*Nota.* El resultado del preprocesamiento nos brinda una gráfica de estadística que indica la colinealidad que existe entre las variables predictivas

#### 2.7.4. El modelamiento de distribución potencial

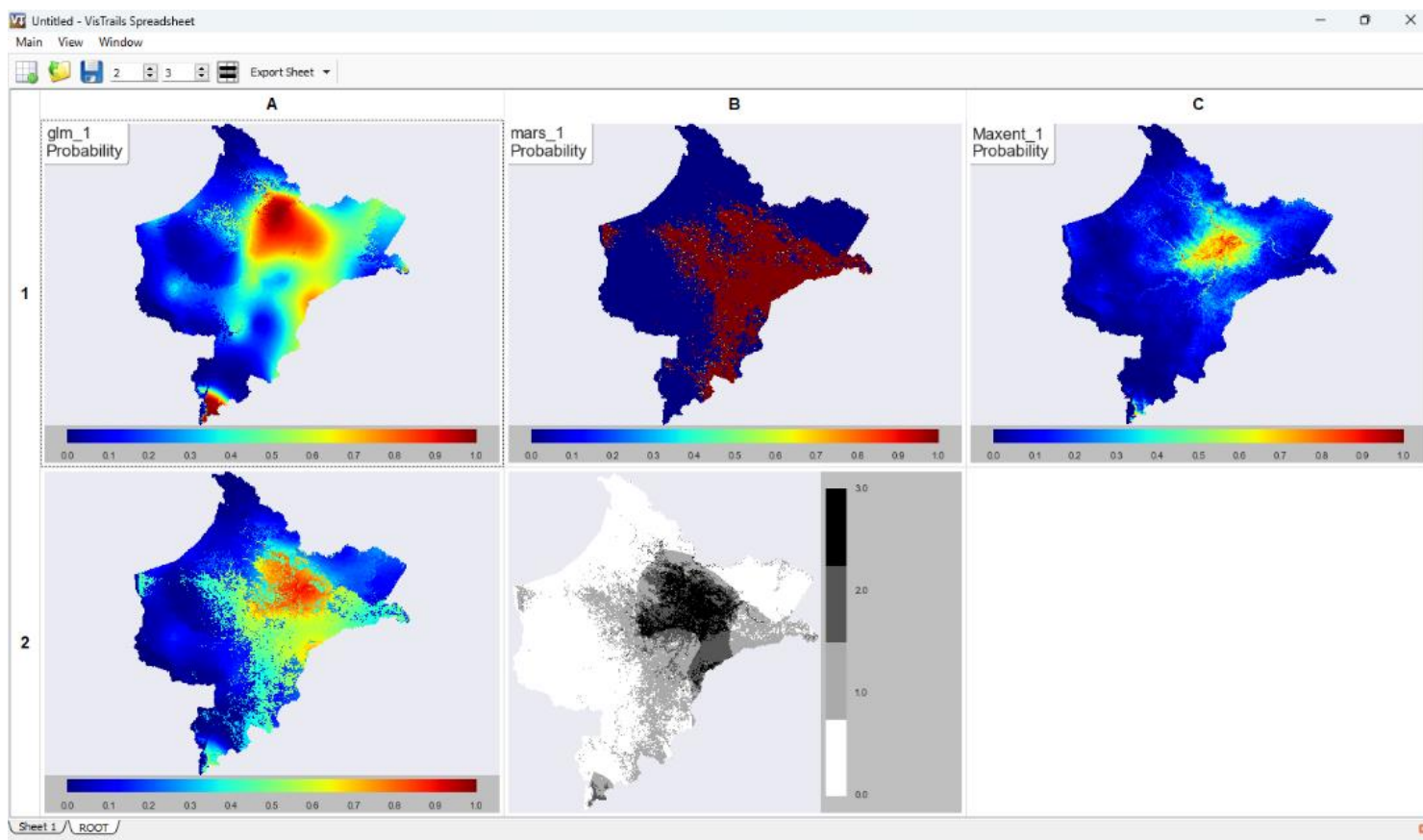
Luego del descarte de las variables predictivas se continuó con la ejecución del modelo para cada especie.

Se generó los modelos GLM, MARS y MAXENT para cada especie evaluada; luego el



**Figura 13.**

*Modelos de la especie Ischnosiphon puberulus*

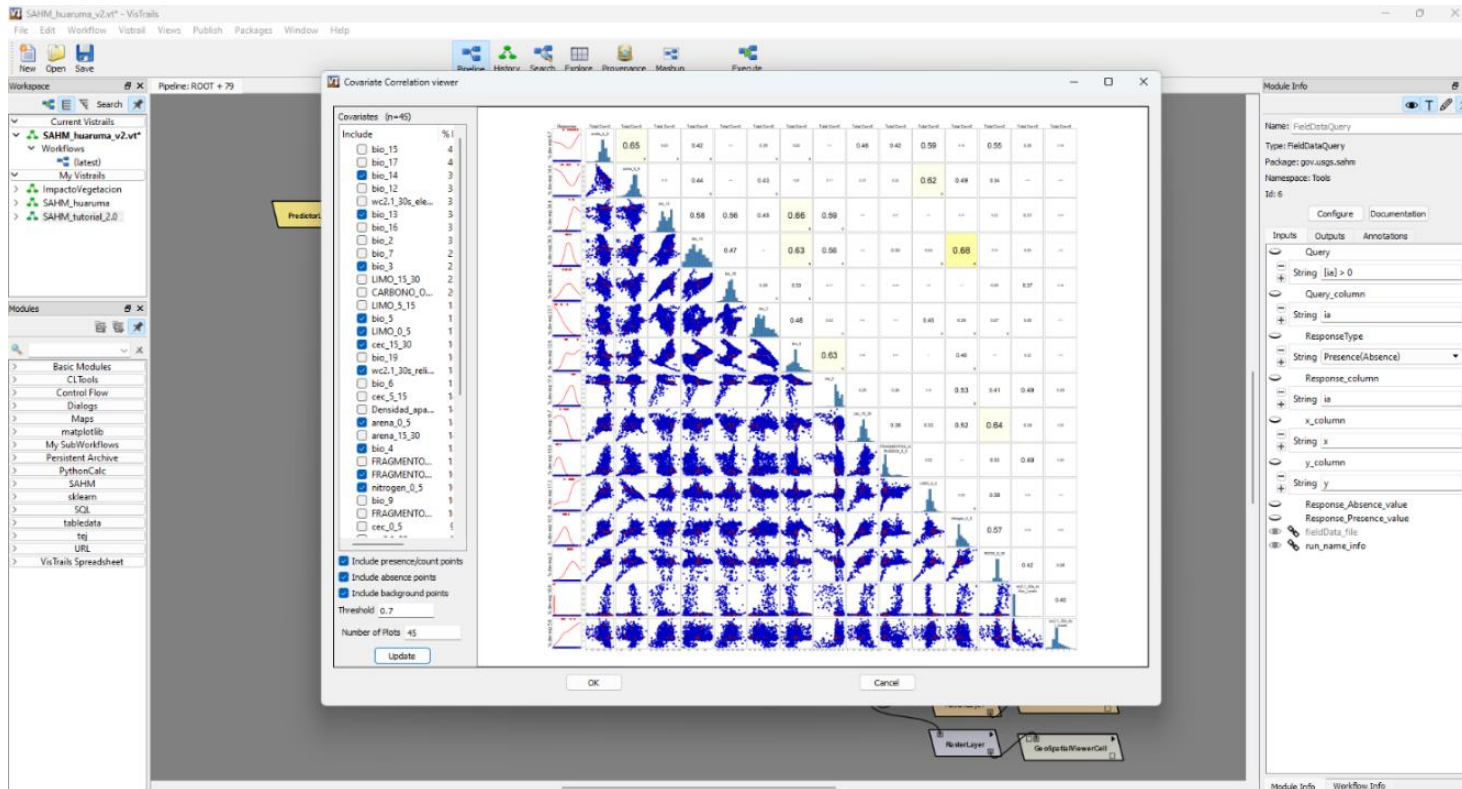


*Nota.* El programa ejecutó los tres modelos de predicción y luego los ensamblo brindando como resultados la distribución probabilística en dos tipos de simbología: mapa probabilístico rango de umbral y mapa categórico de niveles. Resultado de la especie *Ischnosiphon puberulus*.

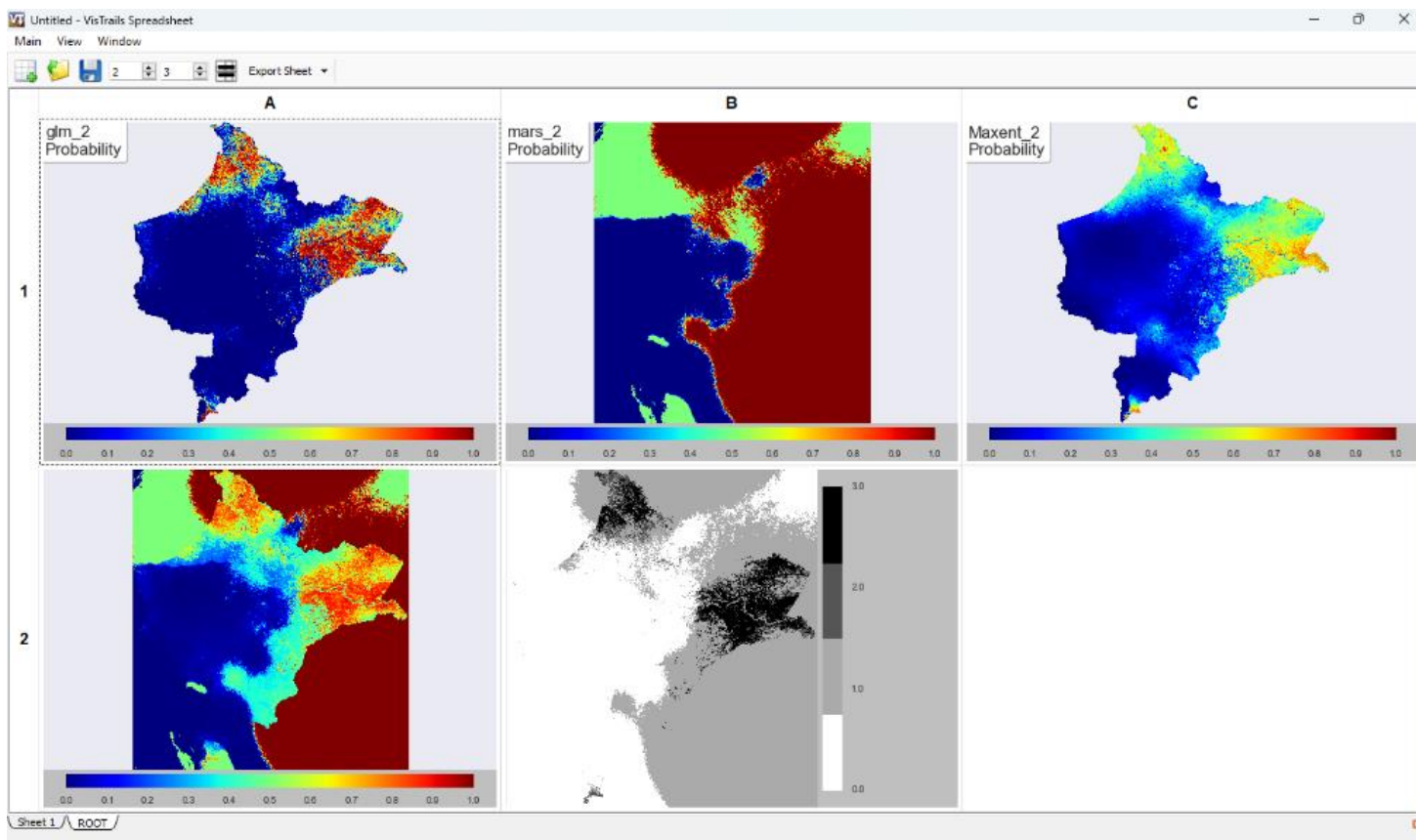


Figura 14.

*Variables sin colinealidad para la especie ischnosiphon arouma*



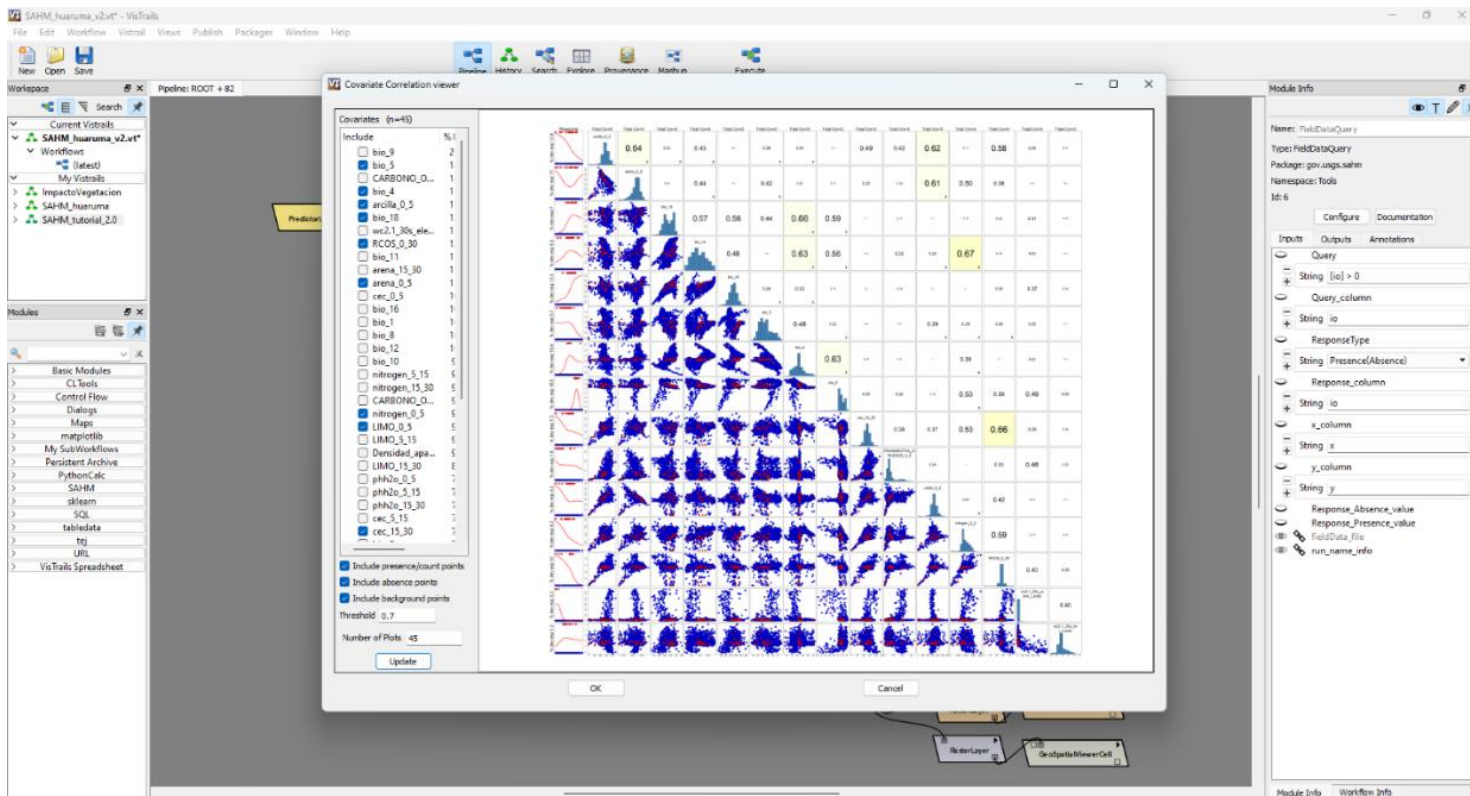
*Nota.* En el grafico estadístico de colinealidad entre variables, se ha descartado las variables con una alta colinealidad, luego se procedió a ejecutar para la especie *Ischnosiphon arouma*.

**Figura 15.***Modelos de la especie ischnosiphon arouma*

*Nota.* El programa ejecutado los tres modelos de predicción y luego los ensamble brindando como resultados la distribución probabilística en dos tipos de simbología: mapa probabilístico rango de umbral y mapa categórico de niveles. Resultado de la especie *Ischnosiphon arouma*.

Figura 16.

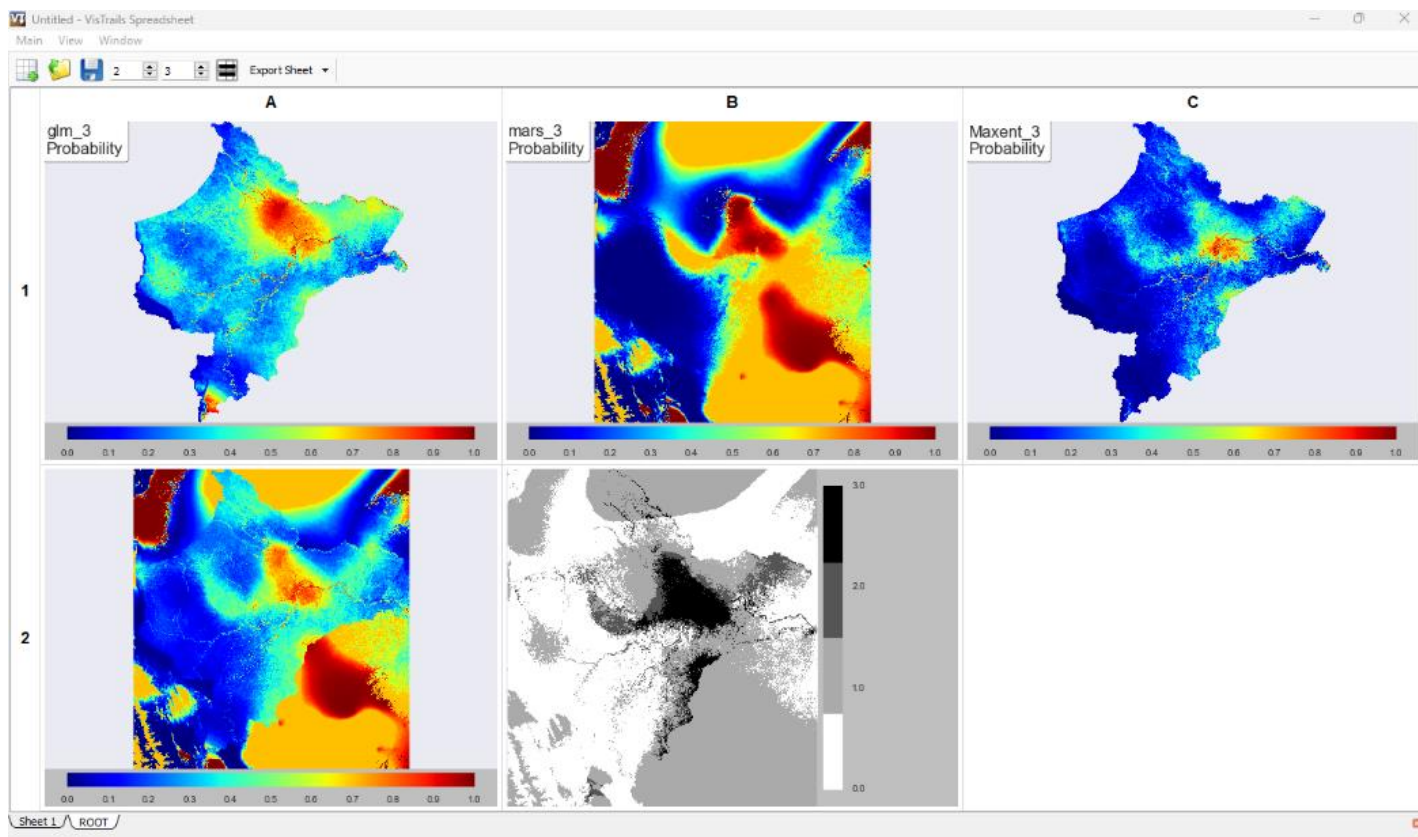
*Variables sin colinealidad para la especie ischnosiphon obliquus*



*Nota.* En el grafico estadístico de colinealidad entre variables, se ha descartado las variables con una alta colinealidad, luego se procedió a ejecutar para la especie *Ischnosiphon obliquus*.

**Figura 17.**

*Modelado de la especie ischnosiphon obliquus*



*Nota.* El programa ejecutó los tres modelos de predicción y luego los ensambló brindando como resultados la distribución probabilística en dos tipos de simbología: mapa probabilístico rango de umbral y mapa categórico de niveles. Resultado de la especie *Ischnosiphon obliquus*.

### 2.7.5. *Elaboración de los mapas en ArcGIS*

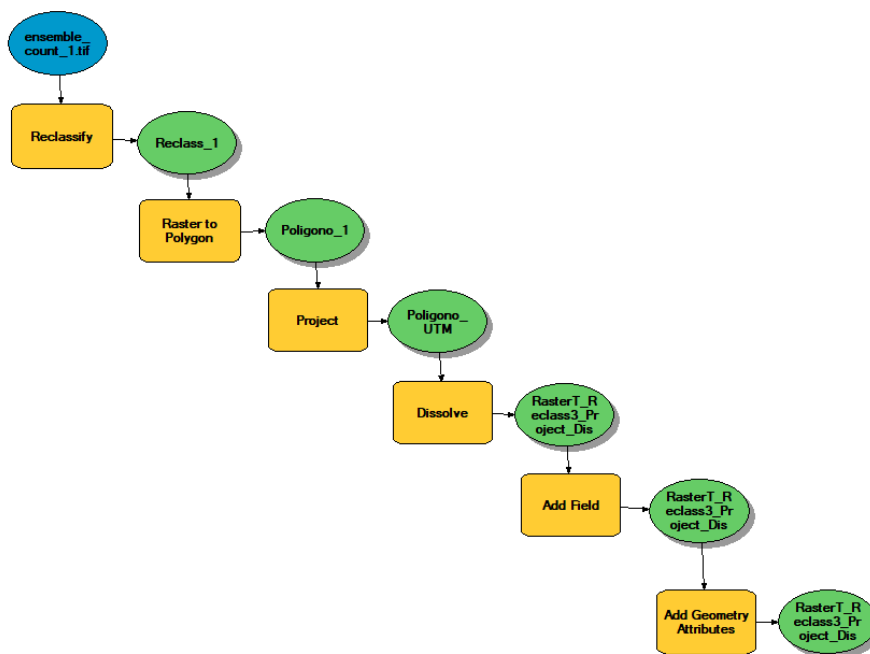
Luego de obtener los mapas probabilístico y categórico, se procedió a determinar las áreas y porcentajes con respecto a los niveles alto, moderado, bajo y muy bajo, para cada especie evaluada.

Se aplicó la herramienta Reclassify para poder reclasificar los valores del ráster (mapa de distribución categórico), se prosiguió a convertir el ráster a polígono utilizando la herramienta

Raster to Polygon, se efectuó el cambio de la proyección a coordenadas UTM con la herramienta Project, se continuó con la aplicación de la herramienta Dissolve para poder agrupar los datos del campo que representa los niveles, luego se añadió un nuevo campo de nombre Area\_ha y porcentaje, en estos campos creados se visualiza la áreas por niveles y el porcentaje que representan, con respecto al área total, este proceso se efectuó para cada especie evaluada.

**Figura 18.**

*Modelo para determinar las áreas y porcentaje de distribución espacial*

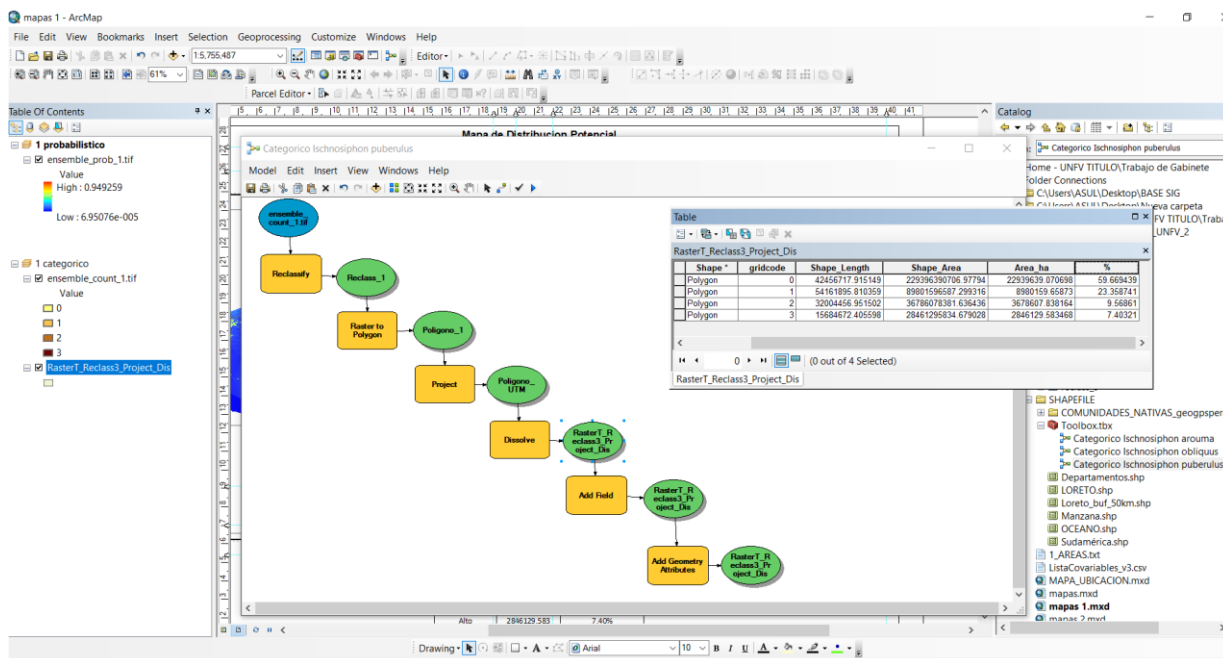


*Nota.* Se elaboro un flujo en el model builder, determinar las áreas en hectáreas de cada nivel de distribución espacial.



**Figura 19.**

*Visualización del modelo en programa ArcGIS*

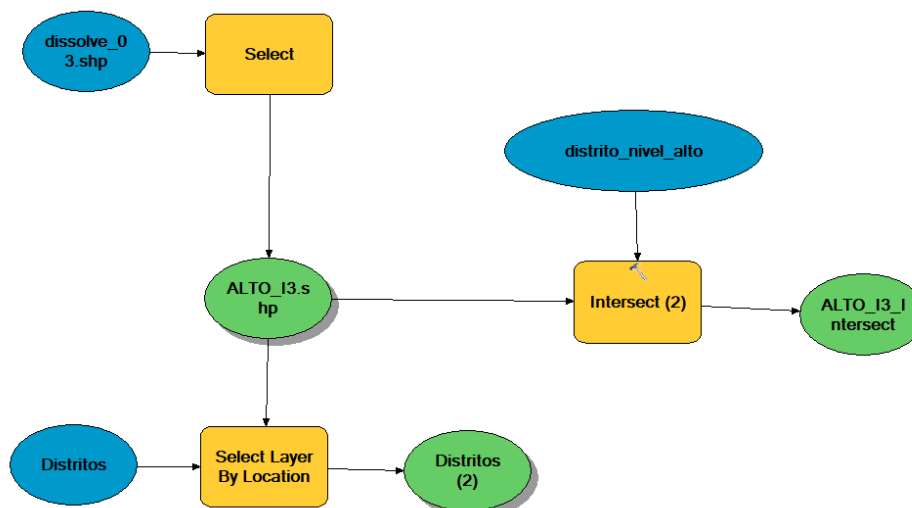


*Nota.* Se obtuvo el campo que contiene los valores de las áreas en hectáreas para cada nivel alto, moderado, bajo y muy bajo. Este procedimiento se ejecutó para cada especie.

Para la determinación de los distritos que abarcan más áreas de probabilidad de distribución, se analizó el mapa categórico, los pasos efectuados fueron: el shapefile que contiene los niveles, se extrajo solo el nivel alto, para este fin se utilizó la herramienta Select, luego se aplicó la herramienta Select Layer By Location, para seleccionar los distritos que tienen áreas de nivel alto y descartar a los otros, para ello se procedió a exportar un shapefile de nombre distritos\_nivel\_alto, este archivo se aplicó la herramienta Intersect con respecto al archivo que contenía el nivel alto, se pudo obtener las áreas para los distritos, que tiene el nivel alto de distribución, este paso se realizó para cada especie evaluada.

**Figura 20.**

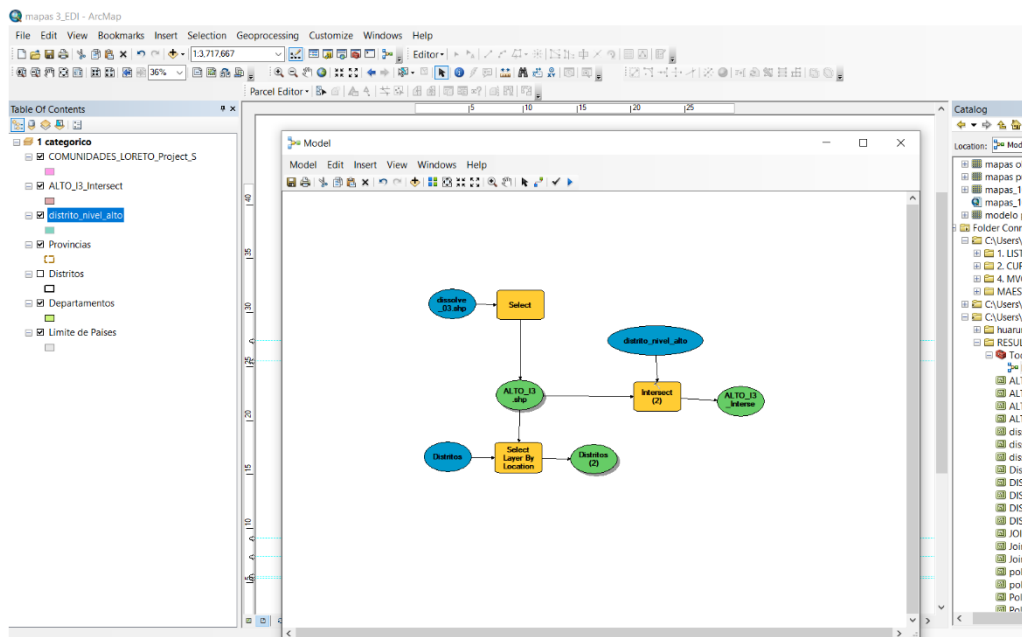
*Modelo para determinar los distritos con alta distribución probabilística*



*Nota.* Se elaboro un flujo en el model builder, para determinar los distritos con el nivel alto.

**Figura 21.**

*Visualización de modelo en ArcGIS*



*Nota.* Visualización del modelo en el programa ArcGIS

## 2.8. Resultados

Los resultados se reflejan en áreas y porcentajes, también se interpretó los resultados obtenidos en base a la distribución espacial en los distritos de Loreto.

Se determinó lo siguiente, en base al mapa categorico: el modelo de *Ischnosiphon arouma* tiene mayor porcentaje de distribución probabilística 11.65%, el siguiente es el *Ischnosiphon obliquus* 9.47% y de menor es el *Ischnosiphon puberulus* 7.40%, con respecto al área total del departamento de Loreto.

**Tabla 5.**

*Áreas y porcentaje de distribución espacial de la especie Ischnosiphon puberulus*

Clasificación	Área (ha)	Porcentaje (%)
Muy bajo	22939639.07	59.67%
Bajo	8980159.659	23.36%
Moderado	3678607.838	9.57%
Alto	2846129.583	7.40%

*Nota.* El nivel alto de la especie *Ischnosiphon puberulus*, tiene el porcentaje con menor distribución con respecto a las otras especies

**Tabla 6.**

*Áreas y porcentaje de distribución espacial de la especie Ischnosiphon arouma*

<b>Clasificación</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Muy bajo	23045591.01	59.95%
Bajo	8596596.736	22.36%
Moderado	2322625.896	6.04%
Alto	4477997.625	11.65%

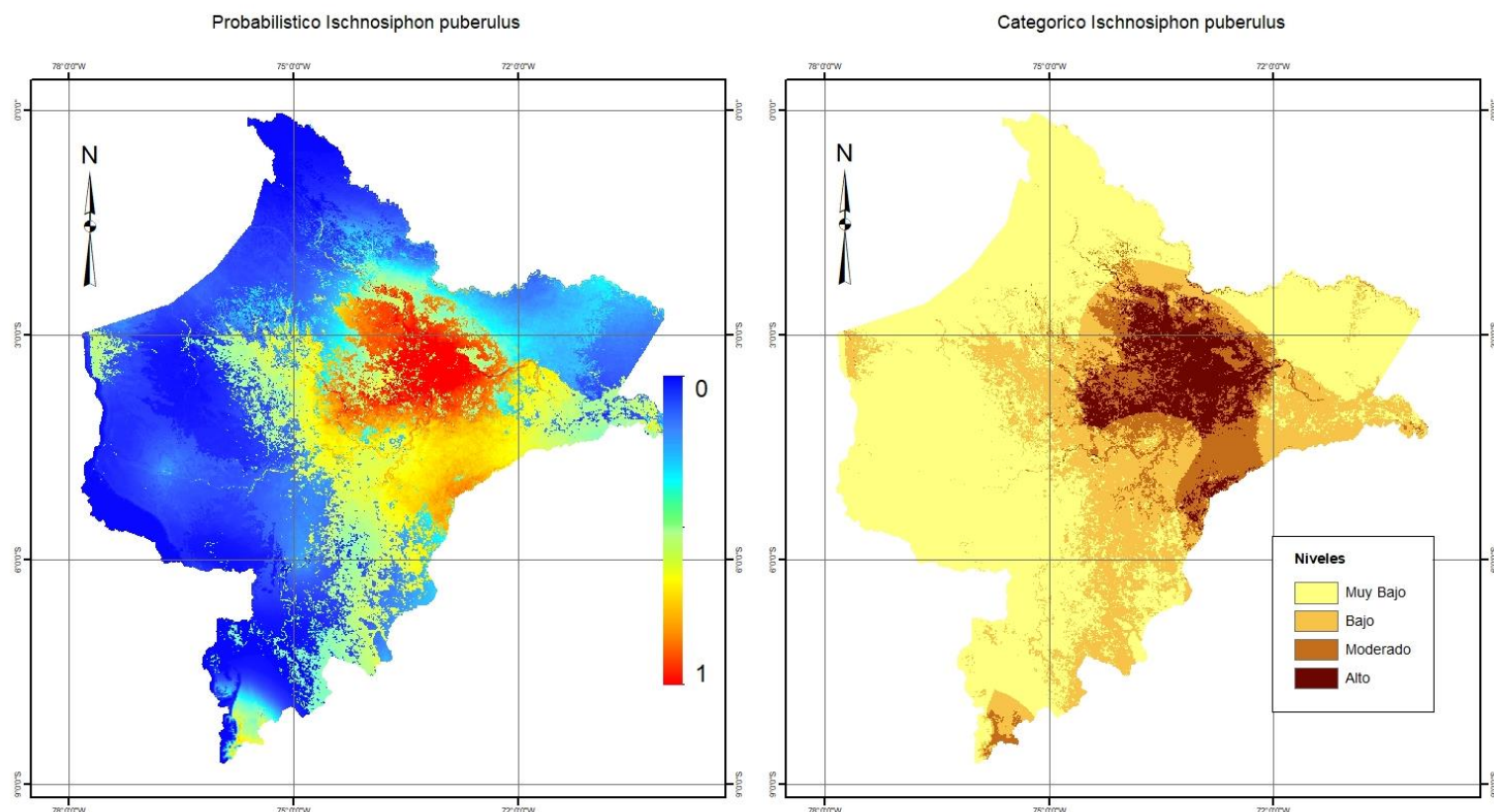
*Nota.* El nivel alto de la especie *Ischnosiphon arouma*, tiene el porcentaje con mayor distribución con respecto a las otras especies

**Tabla 7.**

*Áreas y porcentaje de distribución espacial de la especie Ischnosiphon obliquus*

<b>Clasificación</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>Porcentaje (%)</b>
Muy bajo	18697357.06	48.63%
Bajo	11903943.22	30.96%
Moderado	4197784.872	10.92%
Alto	3642559.224	9.47%

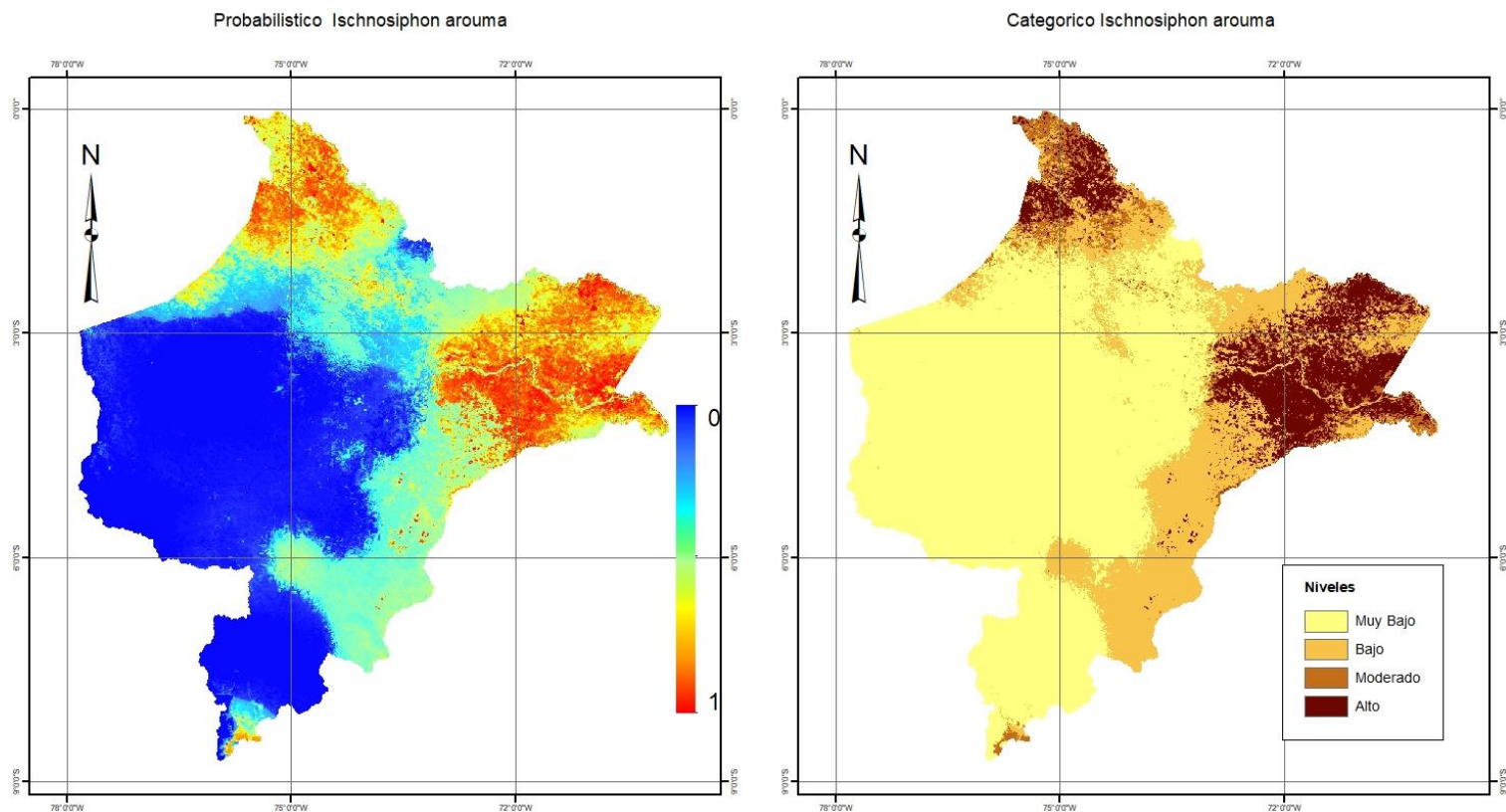
*Nota.* El nivel alto de la especie *Ischnosiphon obliquus*, es el que ocupa el segundo lugar con respecto a la distribución espacial de las especies evaluadas.

**Figura 22.***Mapa de distribución espacial de la especie Ischnosiphon puberulus*

*Nota.* El programa nos brinda los resultados como mapa de distribución potencial, representado en valores umbrales y un mapa categorico representado en niveles. Resultado para la especie *Ischnosiphon puberulus*.

**Figura 23.**

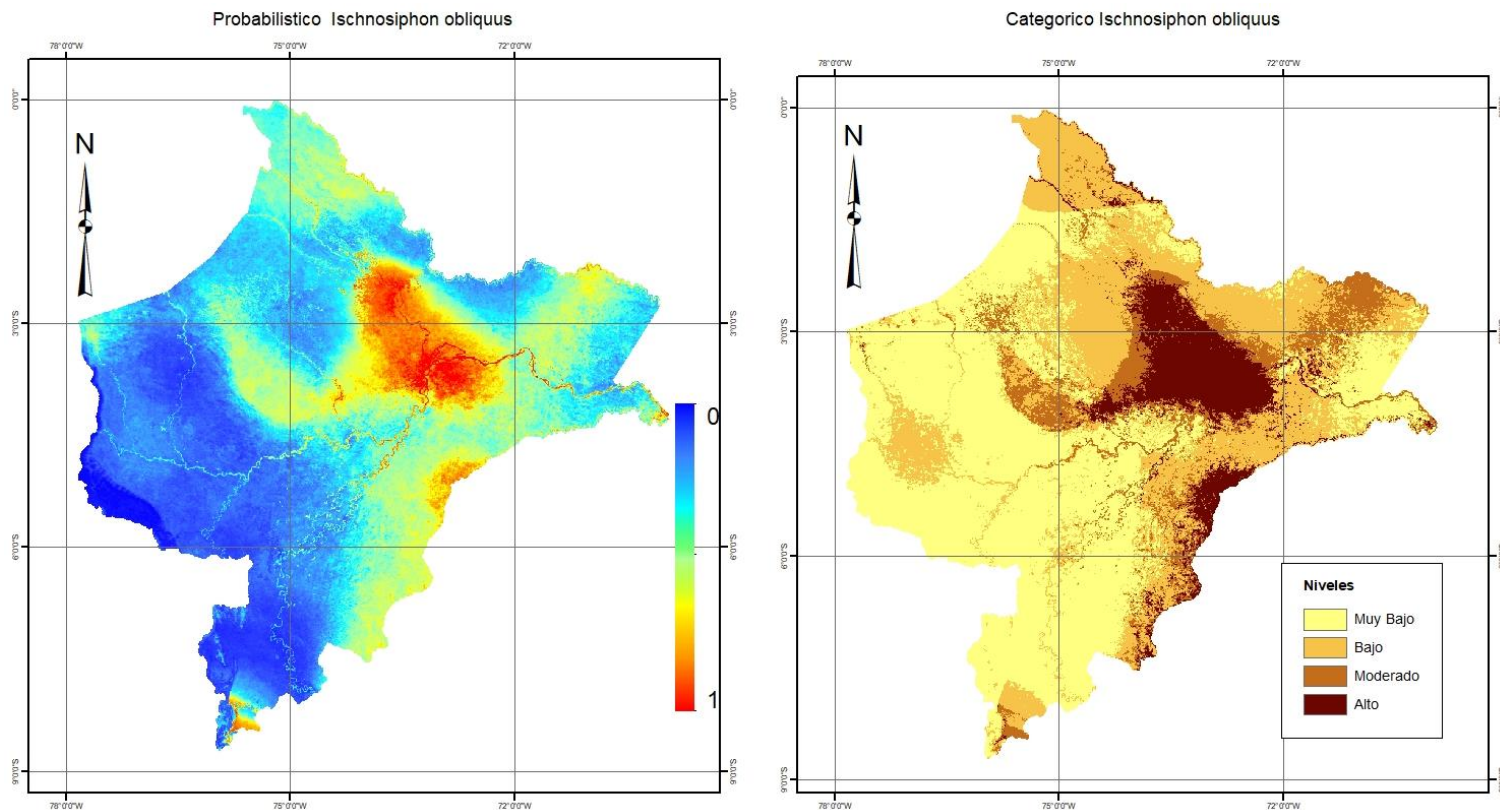
*Mapa de distribución espacial de la especie Ischnosiphon arouma*



*Nota.* El programa nos brinda los resultados como mapa de distribución potencial, representado en valores umbrales y un mapa categorico representado en niveles. Resultado para la especie *Ischnosiphon arouma*.

**Figura 24.**

*Mapa de distribución espacial de la especie Ischnosiphon obliquus*



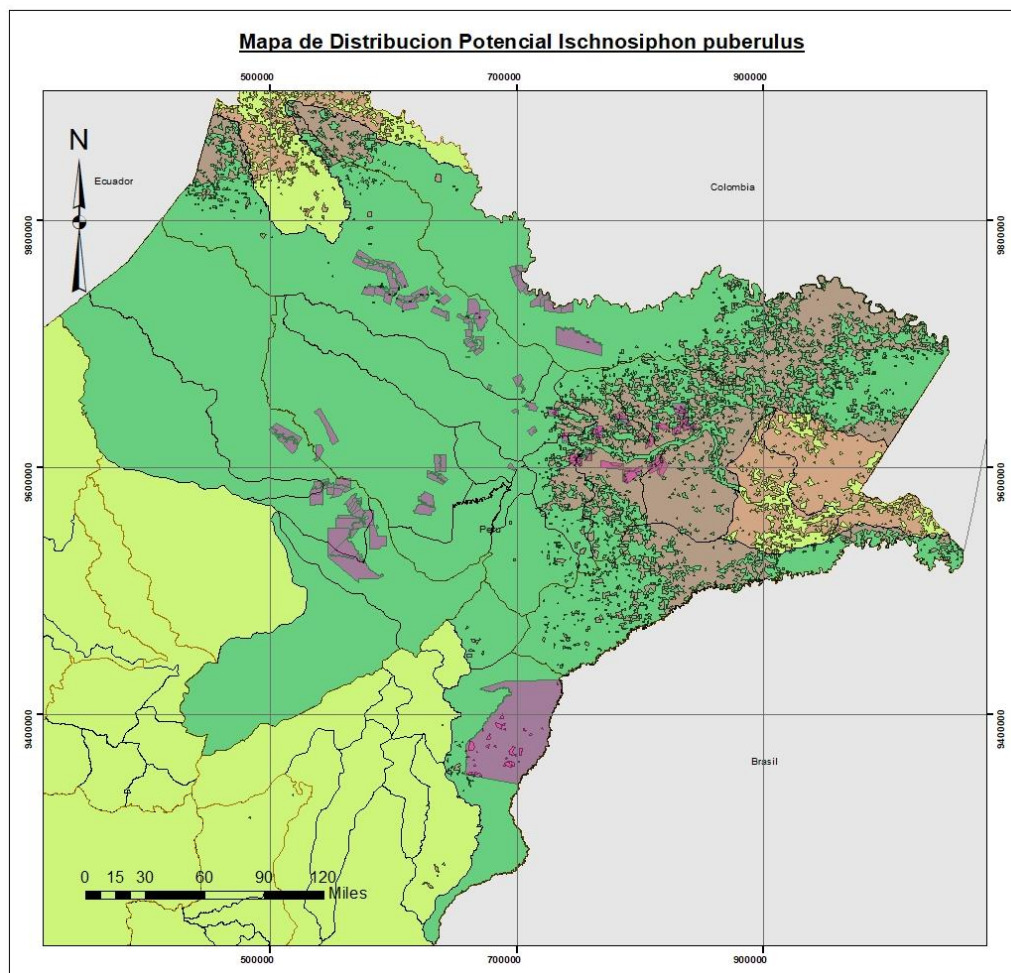
*Nota.* El programa nos brindó los resultados como mapa de distribución potencial, representado en valores umbrales y un mapa categorico representado en niveles. Resultado para la especie *Ischnosiphon obliquus*.

A continuación, se determinó que los distritos que tienen una alta distribución espacial de las especies evaluadas, este resultado permitió la identificación de las zonas que visitaran los encargados de validar la información en campo. Se determinó los distritos que tienen una alta probabilidad de distribución espacial, para la especie *Ischnosiphon puberulus*, se han determinado dieciseis distritos, para la especie *Ischnosiphon arouma* doce distritos y para especie *Ischnosiphon obliquus* veinticuatro, seguidamente se mencionaran a los tres distritos con mas areas, para cada especie evaluada.



Figura 25.

Ubicación de distritos con un nivel alto de probabilidad de distribución *Ischnosiphon puberulus*



Capital	UBIGEO	Distrito	Provincia	Area en hectarias
MAZAN	160106	MAZAN	MAYNAS	538028.9908
FRANCISCO DE ORELLANA	160105	LAS AMAZONAS	MAYNAS	439660.7893
SANTA CLOTILDE	160107	NAPO	MAYNAS	363222.4878
SANTA MARIA DE NANAY	160102	ALTO NANAY	MAYNAS	313083.0376
INDIANA	160104	INDIANA	MAYNAS	274293.1423
INTUTO	160303	TIGRE	LORETO	140393.3688
TAMSHYACU	160103	FERNANDO LORES	MAYNAS	134780.9498
PUNCHANA	160108	PUNCHANA	MAYNAS	126389.851
PEBAS	160402	PEBAS	MARISCAL RAMON CASTILLA	97232.49134
ISLANDIA	160403	YAVARI	MARISCAL RAMON CASTILLA	73818.81498
SAN JUAN	160113	SAN JUAN BAUTISTA	MAYNAS	71459.01207
SAN ANTONIO DEL ESTRECHO	160801	PUTUMAYO	PUTUMAYO	68617.23404
BELEN	160112	BELEN	MAYNAS	59410.97425
COLONIA ANGAMOS	160511	YAQUERANA	REQUENA	49534.41863
NAUTA	160301	NAUTA	LORETO	48951.46034
IQUITOS	160101	IQUITOS	MAYNAS	33782.81043
PARINARI	160302	PARINARI	LORETO	1277.488059
VILLA TROMPETEROS	160304	TROMPETEROS	LORETO	302.490112
BAGAZAN	160507	SAQUENA	REQUENA	58.325801

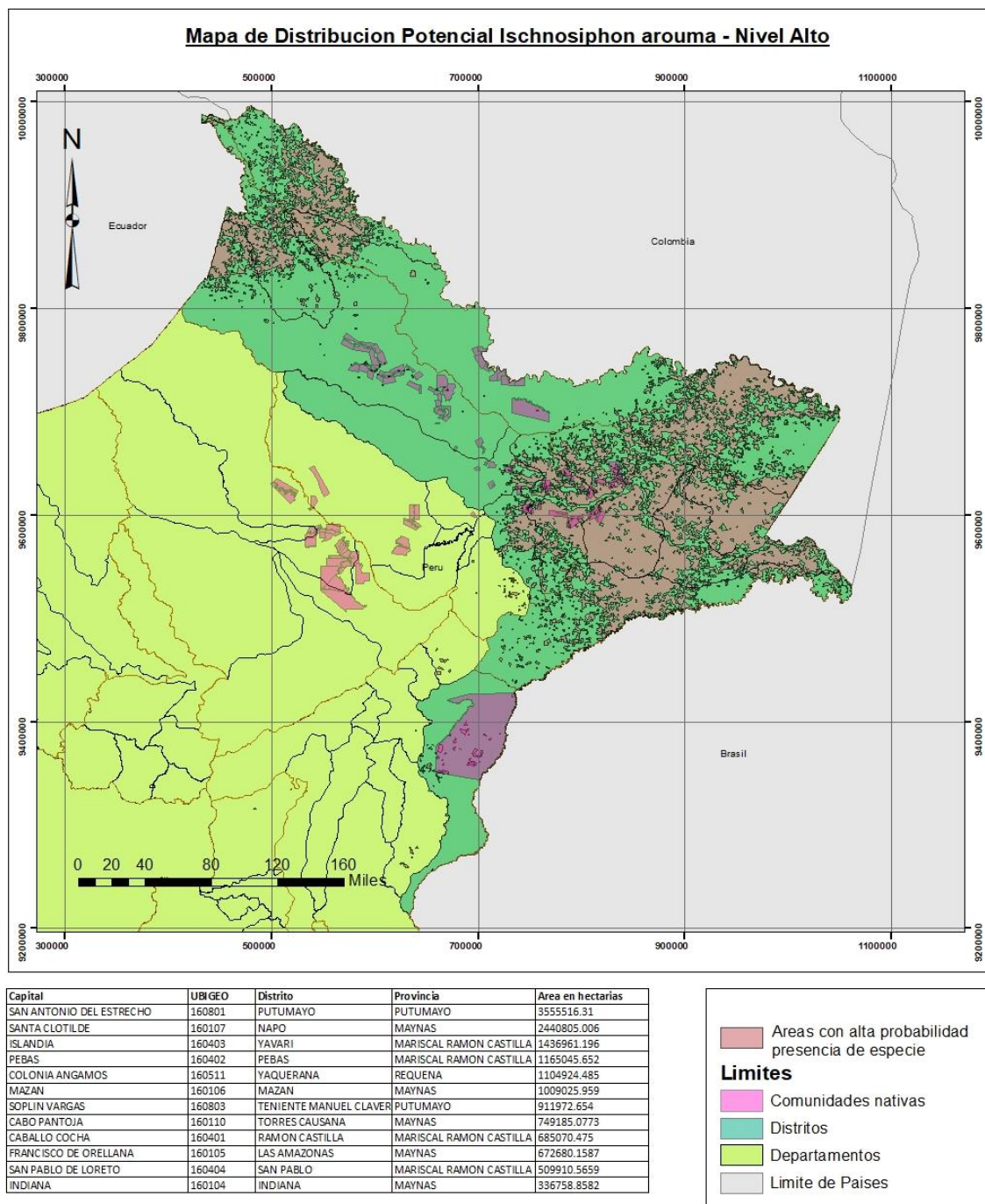


*Nota.* En el mapa categórico del modelo de distribución espacial de la especie *Ischnosiphon puberulus*, determinó que los distritos que tienen mas distribución son: Mazan, Las Amazonas y Napo. En la tabla esta representada valores desendente con respecto al area de distritos.



Figura 26.

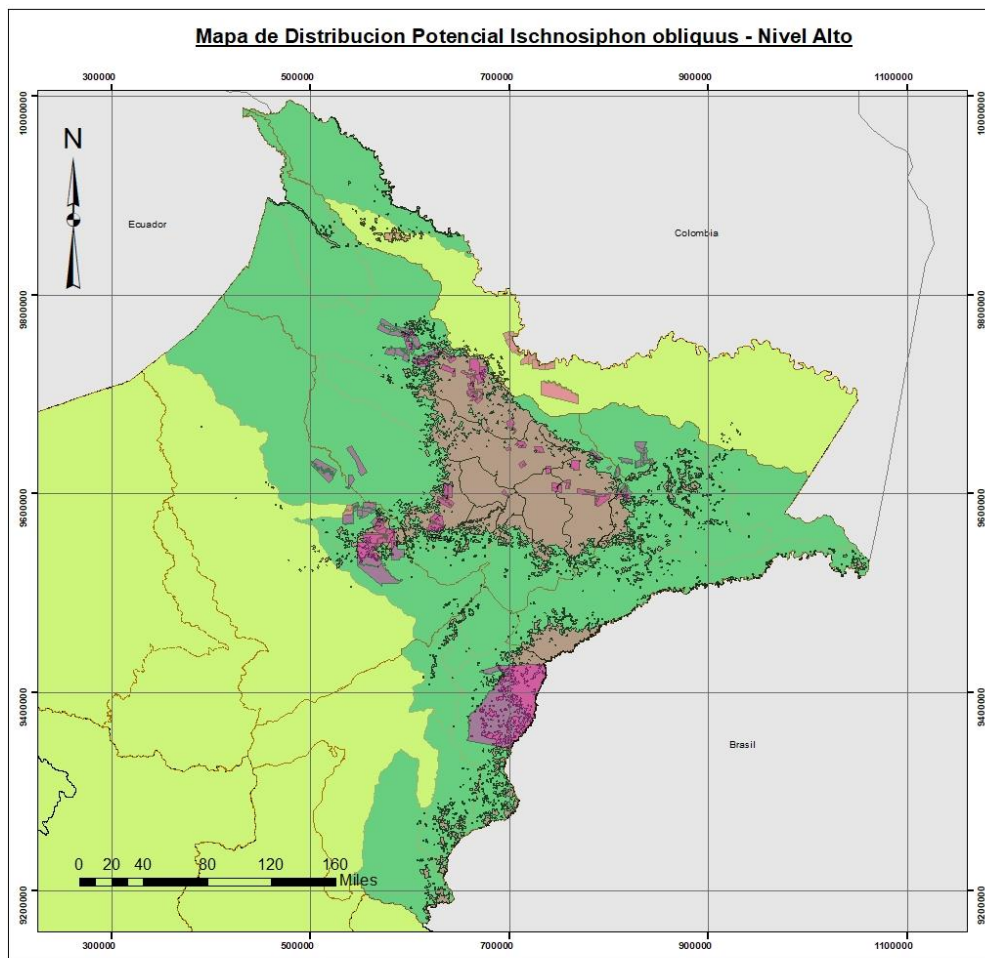
Ubicación de distritos con un nivel alto de probabilidad de distribución *Ischnosiphon arouma*.



*Nota.* En el mapa categórico del modelo de distribución espacial de la especie *Ischnosiphon arouma*, determinó que los distritos que tienen más distribución son: Putumayo, Napo y Yavari. En la tabla esta representada valores desendente con respecto al area de distritos.

Figura 27.

Ubicación de distritos con un nivel alto de probabilidad de distribución *Ischnosiphon obliquus*.



Capital	UBIGEO	Distrito	Provincia	Area en hectáreas
SANTA CLOTILDE	160107	NAUPO	MAYNAS	2440805,006
INTUTO	160903	TIGRE	LORETO	2011379,296
SANTA MARIA DE NANAY	160102	ALTO NANAY	MAYNAS	1455428,929
ISLANDIA	160403	YAVARI	MARISCAL RAMON CASTILLA	1436961,196
PEBAS	160402	PEBAS	MARISCAL RAMON CASTILLA	1165045,852
COLONIA ANGAMOS	160511	YAQUERANA	REQUENA	1104924,485
MAZAN	160106	MAZAN	MAYNAS	1009025,959
SOFLIN VARGAS	160803	TENIENTE MANUEL CLAVER	PUTUMAYO	911972,654
SANTA ELENA	160502	ALTO TAPICHE	REQUENA	906212,3762
CABO PANTOJA	160110	TORRES CAUSANA	MAYNAS	749185,0773
CABALLO COCHA	160401	RAMON CASTILLA	MARISCAL RAMON CASTILLA	685070,475
NAUTA	160301	NAUTA	LORETO	675816,2548
FRANCISCO DE ORELLANA	160105	LAS AMAZONAS	MAYNAS	672680,1597
SAN PABLO DE LORETO	160404	SAN PABLO	MARISCAL RAMON CASTILLA	509910,5859
CURINGA	160508	SOPUN	REQUENA	469634,7256
TAMSHIYACU	160103	FERNANDO LORES	MAYNAS	458923,8406
INDIANA	160104	INDIANA	MAYNAS	336758,8582
SAN JUAN	160113	SAN JUAN BAUTISTA	MAYNAS	319990,4967
REQUENA	160501	REQUENA	REQUENA	307298,1749
BAGAZAN	160507	SAQUENA	REQUENA	259548,535
PUNCHANA	160108	PUNCHANA	MAYNAS	160284,5844
JENARO HERRERA	160510	JENARO HERRERA	REQUENA	116008,1786
BELEN	160112	BELEN	MAYNAS	65343,08116
IQUITOS	160101	IQUITOS	MAYNAS	36650,85036



Nota. En el mapa categórico del modelo de distribución espacial de la especie *Ischnosiphon obliquus*, determinó que los distritos que tienen más distribución son: Napo, Tigre y Alto Nanay. En la tabla esta representada valores descendente con respecto al área de distritos.

### **III. Aportes más destacables a la empresa**

Para el servicio de consultoría se logró siguientes aportes:

- Realice la planificación y formulación de los procesos del proyecto, determine costos y presupuesto de acorde a los requerimientos solicitados por el cliente, esto permitió a la empresa adjudicarse el proyecto,
- Promoví el uso del software libre Vis Trails, que permitió la reducción de costos operativos, como, por ejemplo: tiempo de trabajo en obtención y procesamiento de información y costos de licencia de otros softwares, esto generó un ahorro de dinero para la empresa.
- Es importante destacar que los procedimientos que se detallaron en este informe también se aplicaron en otros servicios de consultoría, generándole una reducción de costos a la empresa y brindando servicio de calidad a nuestros clientes.
- Mi experiencia en el campo laboral en sistema de información geográfica, permite la aplicación de procesos de acorde a los temas de los servicios de consultoría, proponiendo flujos de procesos adecuados, para la obtención de resultados precisos y confiables, generando una gestión más efectiva y eficiente de los recursos de la empresa.

#### IV. Conclusiones

- El siguiente informe concluye que la evaluación es eficaz, gracias a los resultados se determinó, los tres distritos con mayor probabilidad de distribución espaciales de las especies evaluadas son: para especie *Ischnosiphon puberulus*; Mazan, Las Amazonas y Napo, para especie *Ischnosiphon arouma*; Putumayo, Napo y Yavari, para la especie *Ischnosiphon obliquus*; Napo, Tigre y Alto Nanay.
- La información de las variables obtenidas de suelo fueron veintidós, para bioclima fueron diecinueve y topográficas fueron cuatro, sumando en total cuarenta y cinco variables, sin embargo, durante la coordinación con los especialistas se realizó un descarte de variables con alta colinealidad, valor superior 0.7, es por ello que solo fueron consideradas quince variables, cómo se sabe la existencia de una alta colinealidad impedirá la predicción correcta de la variables con respecto a la distribución espacial de las especies evaluadas.
- Se generó los modelos de distribución especial para cada especie, permitiendo identificar las áreas de distribución, siendo representadas en niveles alto, moderado, bajo y muy bajo, en base al valor del umbral.
- La obtención del diseño de los mapas de distribución espacial de las especies evaluadas, permite la determinación de zonas con probable presencia de especie, reduciendo costos operativos, y tiempo viaje a los puntos de validación, que es la etapa posterior del proyecto, luego de obtener las zonas de presencia de especie validadas, procederán a aplicar programas de preservación, que ayudan a revalorizar los servicios ecosistémicos culturales.

## V. Recomendaciones

- La información generada será utilizada como línea base, para el proyecto de “Distribución espacial de tres especies de plantas que brindan el servicio ecosistémico culturales de tejidos tradicionales a las comunidades indígenas del departamento de Loreto”, se deberá realizar una validación en campo con los resultados obtenidos para cada especie.
- Se debe incluir más variables, como el NDVI (Índice de vegetación normalizado) y el NDWI (Índice de agua de diferencia normalizada), para una mejor precisión de la predicción de la distribución de especies.
- Visitar las comunidades que se encuentran en las zonas de menor distribución espacial, para determinar las causas que afectan el correcto manejo y gestión de las especies evaluadas.
- Fomentar la comercialización de los tejidos tradicionales, brindando a los turistas una concientización sobre su verdadero valor, ya que involucra una tradición cultura transmitida de generación en generación.

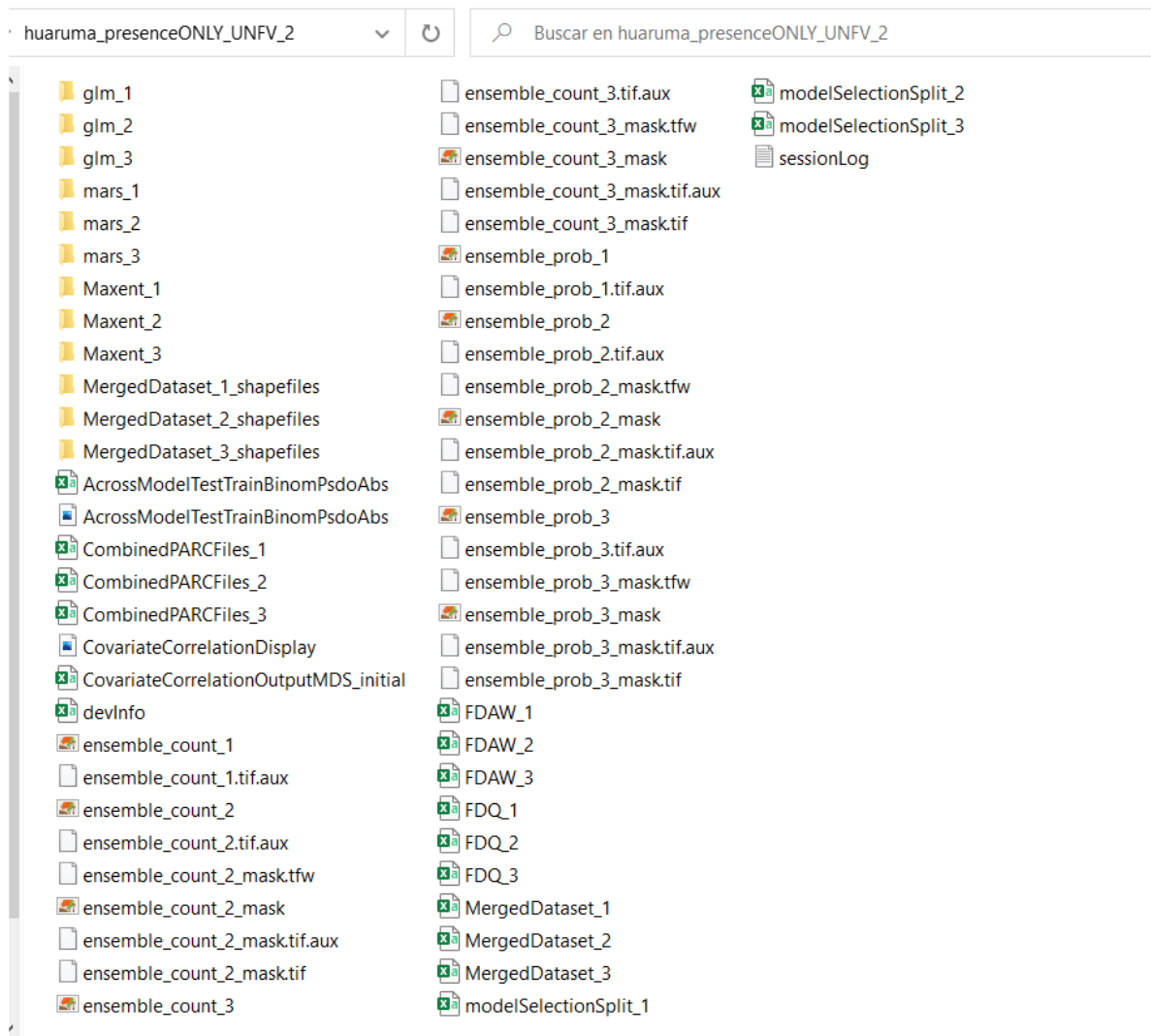
## VI. Referencias

- Gil y Carbó, G. E. (2017). Modelos de distribución y su aplicación en la conservación de mamíferos terrestres sudamericanos.
- INEI. (2017). *Censo Nacional de Poblacion y Vivienda 2017*.
- Jeffrey T. Morisette, C. S. (2013). *Wiley Online Library*. Obtenido de <https://doi.org/10.1111/j.1600-0587.2012.07815.x>
- Manuel Martin Brañas, C. d. (2017). EL HUARUMÁ TICUNA Biología y uso tradicional de tres especies del género *Ischnosiphon*. Iquitos.
- MINSA. (2013). Comunidades Indígenas: Caracterización de su Población, situación de salud y Factores determinantes de la Salud. Lima.
- MINSA. (2020). Análisis de Situación de Salud de los Pueblos Indígenas de la Amazonía viviendo en el ámbito de las Cuatro Cuencas y el Río Chambira. Lima: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades.
- Navulur, K. (2007). *Multispectral Image Analysis Using the Object-Oriented Paradigm*. EEUU: Taylor & Francis Group.
- Pachacama Vallejo, K. R. (2020). Generación de un modelo de distribución de la especie invasora *polistes versicolor* en la isla Santa Cruz, Galápagos, mediante el uso de herramientas geoinformáticas. Ecuador.
- Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapired, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *ScienceDirect*, 253-259.  
doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolmodel.2005.03.026>
- Yongyut , T., Rajendra , P., & Rob , A. (2011). *Land Use, Climate Change and Biodiversity Modeling: Perspectives and Applications*. EEUU: Information Science Reference.

## **V. Anexos**

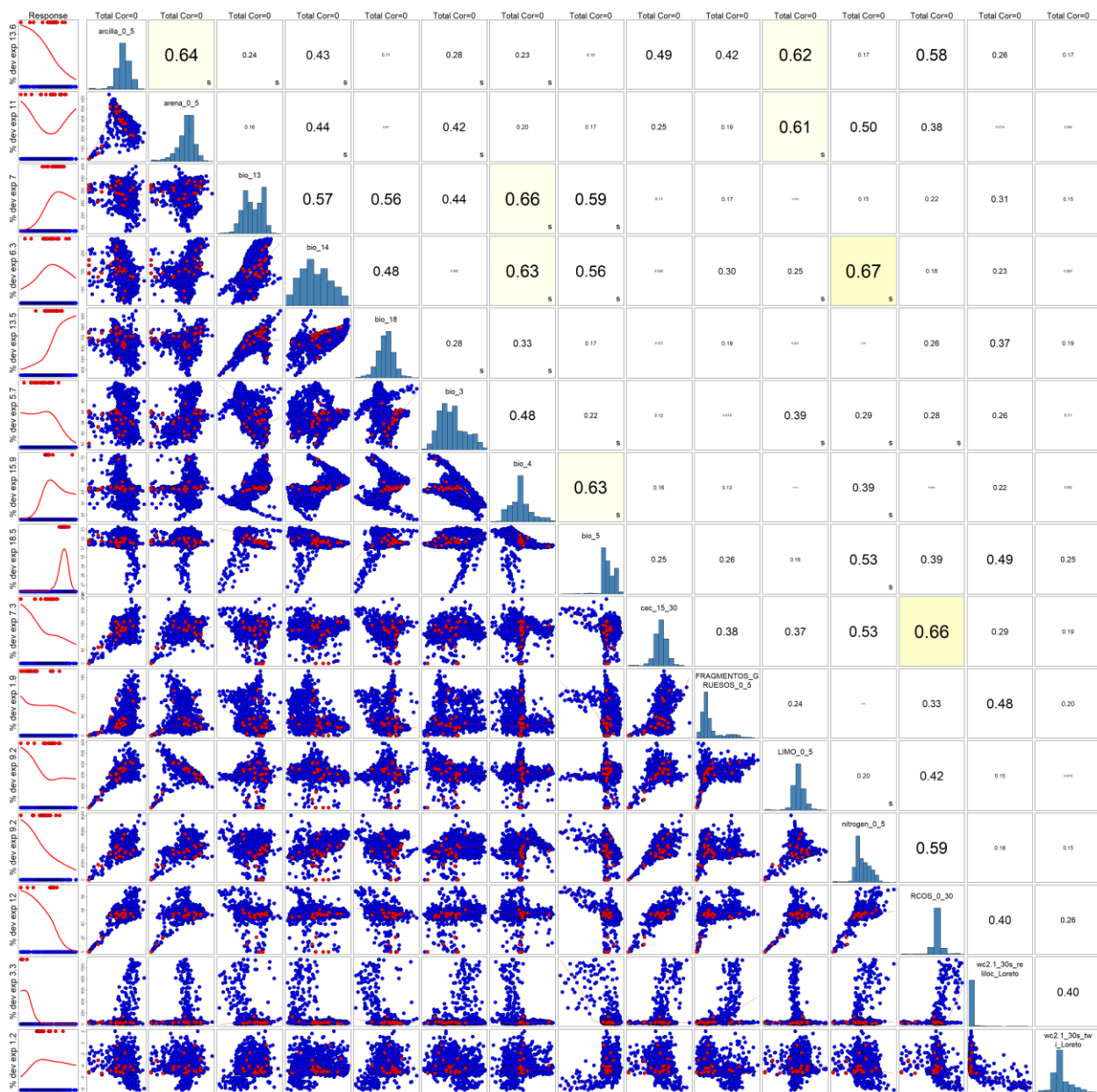
- Anexo A: Carpeta de resultados ejecutados por el programa Vis Trails.
- Anexo B: Resultado del preprocesamiento, variables con baja colinealidad valor inferior a 0.7.
- Anexo C: Foto de trabajo de gabinete en las oficinas del IIAP.
- Anexo D: Constancia de trabajo

## Anexo A

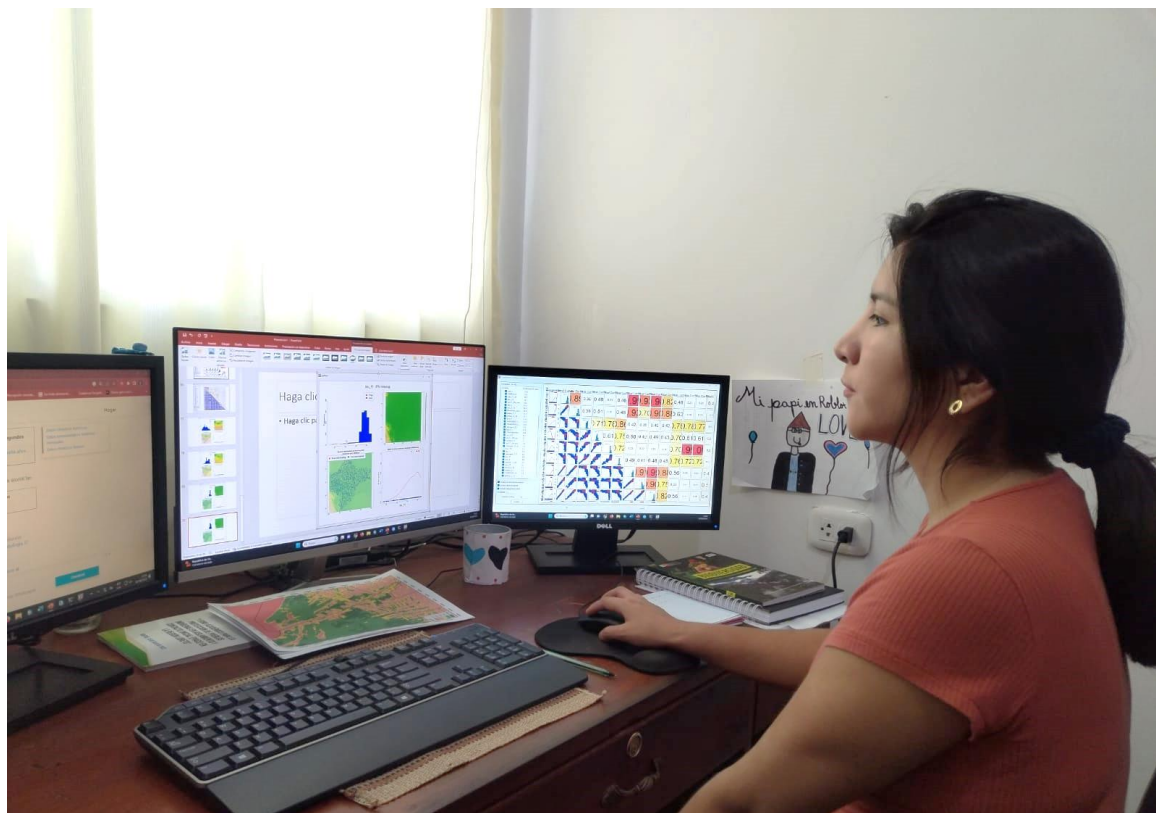




## Anexo B



Anexo C



## Anexo D



Jiron Bolognesi 125 - Miraflores- Lima  
contacto@asulgis.com

**CONSTANCIA DE TRABAJO**

El que suscribe, en representación de ASULGIS CONSULTORES S.A.C con RUC N° 20603812957

**CONSTA:**

Que, la Sra. SABINA CELIA CRUZ CHAVEZ identificado con DNI 46825681 es trabajadora de la empresa, desde enero del 2019 hasta la fecha, ocupa el cargo Coordinadora del área de Sistema de Información Geográfica, de los proyectos de consultoría que ejecuta dentro de la empresa.

Ha demostrado durante su permanencia responsabilidad, honestidad y dedicación en las labores que le fueron encomendadas.

Se expide la presente a solicitud del interesado, para los fines que crea conveniente.

Lima, 26 de Junio del 2023

Hector Cruz Limay  
Jefe de proyectos

