

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL



Determinación de áreas de distribución potencial del algarrobo
(*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth) en los
Bosques Estacionalmente Secos del Marañón

PROYECTO DE TESIS
PARA OPTAR TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERÍA
FORESTAL Y AMBIENTAL

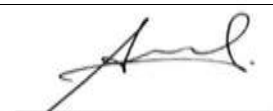
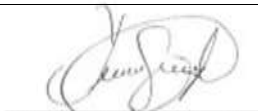
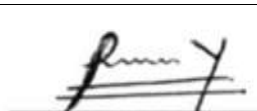
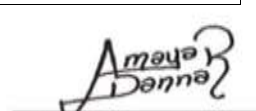
Autoras: Est. Flor Yuliza Saucedo Burga

Est. Danna Zhiomara Amaya Reyes

Asesores: Dr. Alexander Huamán Mera

M.Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen

JAÉN – PERÚ, JULIO 2021


Huamán Mera Alexander
Murillo Domen Yuriko
Saucedo Burga Flor
Amaya Reyes Danna

INDICE

I. GENERALIDADES	3
1.1. Título.....	3
1.2. Personal investigador	3
1.2.1. Estudiantes.....	3
1.2.2. Asesores	3
1.5. Cronograma.....	5
1.6. Presupuesto.....	5
1.6.1. Fuente de financiamiento	7
II. PROYECTO DE TESIS	8
2.1. Problema	8
2.2. Justificación.....	9
2.3. Hipótesis.....	10
2.4.2. Objetivos específicos.....	10
2.5. Marco teórico.....	11
2.5.1. Antecedentes de la investigación	11
2.5.2. Bases teóricas.....	13
2.6. Materiales y métodos	15
2.6.1. Población, Muestra, Muestreo	16
2.6.1.1. Población	16
2.6.1.2. Muestra.....	16
2.6.1.3. Muestreo.....	16
2.7. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos	17
2.8. Análisis de datos	18
2.9. Referencias bibliográficas	19
2.10. Anexos	23



Huamán Mera Alexander



Murillo Domen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

I. GENERALIDADES

1.1. Título

Determinación de áreas de distribución potencial del algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth) en el Bosque Estacionalmente Seco del Marañón.

1.2. Personal investigador

1.2.1. Estudiantes

- Condición: Estudiante
- Nombre y apellidos: Flor Yuliza Saucedo Burga
- Celular: 926006047
- Correo electrónico: flor.saucedo@est.unj.edu.pe
- Condición: Estudiante
- Nombre y apellidos: Danna Zhiomara Amaya Reyes
- Celular: 931206184
- Correo electrónico: danna.amaya@est.unj.edu.pe

1.2.2. Asesores

- Título profesional: Licenciado en Biología-Botánica
- Grado: Doctor en Botánica
- Nombres y apellidos: Alexander Huamán Mera
- Celular: 917505233
- Correo electrónico: alexander_huaman@unj.edu.pe
- Título profesional: Licenciada en Biología-Botánica
- Grado: Magíster en botánica
- Nombres y apellidos: Yuriko Sumiyo Murillo Domen



Huamán Mera Alexander



Murillo Domen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

- Celular: 967283703
- Correo electrónico: yuriko_domen@unj.edu.pe

1.5. Cronograma

Tabla 1.

Cronograma de actividades según las fases de la Investigación

Etapas	Año 2021		
	Meses	Inicio	Termino
Recolección de datos	julio-agosto	16 de julio de 2021	17 de agosto del 2021
Análisis de resultados			19 de septiembre del 2021
	agosto-septiembre	18 de agosto del 2021	
Elaboración del informe	septiembre-noviembre	20 de septiembre del 2021	21 de noviembre del 2021
Total		4 meses	

Nota. Esta tabla muestra el cronograma programado por fechas de acuerdo a las etapas a realizar en el presente proyecto de tesis.

1.6. Presupuesto

Tabla 2.

Presupuesto para la ejecución del trabajo de investigación.

N°	Ítem	Unidad	Cantidad	Costo unitario S/.	Costo total S/.
1	MATERIALES				4108.00
1.1	Materiales de oficina				4020.00


Huamán Mera Alexander


Murillo Domen Yuriko


Saucedo Burga Flor


Amaya Reyes Danna

	1.1.1	Memoria USB (16 Gb)	Unid.	1	20.00	20.00
	1.1.2	Laptop	Unid.	2	2000.00	4000.00
1.2		Materiales de campo			88.00	
1.2.1		Libreta de apuntes	Unid.	2	5.00	10.00
1.2.2		Lapiceros	Unid.	2	1.50	3.00
1.2.3		Alcohol de 96°	Unid.	2	15.00	30.00
1.2.4		Mascarillas	Unid.	10	1.50	15.00
1.2.5		Pilas AA	Unid.	6	5.00	30.00
2		EQUIPOS			2650.00	
2.1		Equipos de campo			550.00	
2.1.1		Alquiler de GPS	Unid.	2	25.00	50.00
2.1.2		Cámara fotográfica	Unid.	1	500.00	500.00
3		Servicios			1300.00	
3.1		Impresión y fotocopiado	Foto copiadora	1	400.00	400.00
3.2		Internet	Mes	4	150.00	600.00
3.3.		Licencia del software ArcGIS	Mes	1	300.00	300.00
4		Viáticos			800.00	
4.1		Movilidad local	Global	1	500.00	500.00
4.2		Alimentación	Unid.	10	30.00	300.00
		Subtotal				6758.00
		Imprevistos (5%)				337.90
		Total				7095.90

Nota. La Tabla presenta el presupuesto que se requiere para desarrollar las actividades del Proyecto de Tesis, que contiene los materiales, servicios y viáticos a emplear con un total de siete mil noventa y cinco con 90/100 soles (S/ 7095.90).

1.6.1. Fuente de financiamiento

El presente proyecto de tesis es financiado en un 50% de su total presupuestado, por el Proyecto "Determinación de áreas prioritarias para la conservación genética de las especies de Algarrobos (*Prosopis spp.*), en los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos del Perú", el cual tiene el Contrato N°134-2020-FONDECYT.



Huamán Mera Alexander



Murillo Domen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

II. PROYECTO DE TESIS

2.1. Problema

Las especies de Algarrobos (*Prosopis* spp.) conforman uno de los recursos forestales principales del bosque estacionalmente seco peruano y que vienen siendo amenazadas. A pesar que el estado peruano ha implementado programas y proyectos para recuperar el recurso algarrobo, no se obtuvo resultados promisorios, ya que se continúa sobreexplotándolo (Vásquez et ál., 2010). En los Bosques Estacionalmente Secos se pueden encontrar distribuidas diez especies de Algarrobos, tales como:

Prosopis alba, *Prosopis chilensis*, *Prosopis limensis*, *Prosopis mantaroensis*, , *Prosopis pallida*, *Prosopis peruviana*, *Prosopis piurensis*, *Prosopis purpurea*, *Prosopis reptans*, *Prosopis tupayachensis*, no obstante se tendrían nuevas especies, las cuales presentan diferencias morfológicas y a su vez genéticas, puesto que se encuentran a su vez distribuidas en diferentes departamentos, no siendo clara su ubicación, por ende sus condiciones climáticas varían, siendo estos los factores decisivos para la determinación de los límites que ocupa cada especie (Vásquez et al., 2010). Por otra parte, las poblaciones de algarrobo distribuidas en los valles de los ríos Marañón, las cuales se conocen como *Prosopis pallida* (Humb. & Bompal. Ex Willd.) Kunth, es endémica de la cuenca del Marañón, siendo un componente del bosque seco más amplio que existe en el Perú, y que se encuentra distribuida entre Pucará, Chamaya y Jaén (Cajamarca), y Bagua capital y Bagua Grande (Amazonas), sin embargo, no se precisa su distribución a lo largo del recorrido del Marañón, es decir no se tiene la data de su distribución exacta como especie en las áreas que se desarrolla (Vásquez et ál., 2010).

Los bosques estacionalmente secos se encuentran bajo amenaza en todo el mundo debido al impacto humano, ya que la demanda es mayor en cuanto a la agricultura, por deforestación con fines maderables y por incendios forestales de origen antrópico (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura & Programa de las Naciones Unidas para el Medio, 2020).

Esta especie se establece en áreas donde la falta de agua perjudica el crecimiento de otras especies, y siendo estos los únicos árboles sobrevivientes en estas áreas. No obstante, en épocas de lluvias se regenera debido a la diseminación natural de



Huamán Mera Alexander



Murillo Domen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

semillas, lo que permite la recuperación de extensas áreas antes deforestadas por actividad antrópica (Fontana et al., 2018).

Los bosques estacionalmente secos de algarrobo son ecosistemas naturales y urbanos, es de suma importancia su conservación ya que aporta a la sociedad generando generar pequeños bosques como zonas rentables y productivas (Cuentas, 2017).

Ante la problemática expuesta, se planteó resolver la siguiente pregunta científica: ¿Cuántos Km² cubren las áreas de distribución potencial del algarrobo (*Prosopis pallida*) en el Bosque Estacionalmente Seco del Maraón usando el modelo de nicho climático?

2.2. Justificación

En los últimos años las poblaciones de la especie Algarrobo han disminuido considerablemente al ser perturbadas por la sobreexplotación, proveniente del accionar del hombre. Debido a ello constituye un cambio en la distribución geográfica de la especie.

No obstante, ha contribuido a ello las condiciones del cambio climático que se ven reflejadas en la evolución de los ecosistemas, además del cambio de uso del suelo, aplicación de tecnologías agrícolas no acordes a la realidad ecológica, presión ganadera, crecimiento demográfico, provocando impactos en el flujo génico y su morfología.

Siendo necesario determinar el área de distribución potencial del Algarrobo en los Bosques Estacionalmente Secos del Maraón, donde la especie se viene desarrollando de acuerdo a sus condiciones climáticas. Debido a ello es indispensable desarrollar el enfoque reciente para fortalecer, resultados en cuanto a distribución geográfica de la especie aspecto temporal. Dicho enfoque de distribución potencial pueden ser una herramienta muy importante para inferir la distribución actual para propósitos de conservación, además de determinar la presencia y ausencia de la especie (López, 2012). Asimismo, contribuye a la realización de actividades de reforestación, forestación y conservación genética. El presente proyecto busca el modelamiento del nicho climático de la especie Algarrobo, lo cual permitirá su conservación.



Huamán Mera Alexander



Murillo Domen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

2.3. Hipótesis

Actualmente los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón considera 30 000 ha de extensión, no obstante, 16 000 ha de estas fueron dadas en concesión por el Estado para el desarrollo de los proyectos hidroenergéticos en el río Marañón, reduciendo el espacio a 13 929 hectáreas, sumado a ello un 95 % de su extensión original ha sido deforestada, así como la especie *Prosopis pallida* (Lo Lau, 2017). Siendo expuesta al aprovechamiento de su madera, el cambio de uso de suelo para cultivos agrícolas y crecimiento demográfico debido ello posiblemente sus áreas de distribución potencial como especie propia del bosque estacionalmente seco del Marañón, no superen más del 50% de este, cuya área es mayor a la distribución potencial.

2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

- Determinar las áreas de distribución potencial del Algarrobo (*Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth) en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón.

2.4.2. Objetivos específicos

- Elaborar una base de datos a partir de puntos georreferenciados de *Prosopis pallida* disponibles en la literatura y proyectados en el Google Earth que aseguren la distribución de la especie.
- Corroborar en campo la información obtenida en la literatura sobre los puntos de ocurrencia de Algarrobo en el Bosque Estacionalmente Seco del Marañón.
- Modelar la distribución potencial del Algarrobo usando los softwares MAXENT y ArcGIS a fin de establecer su área de distribución.
- Elaborar mapas de distribución potencial de *Prosopis pallida* en el Bosque Estacionalmente Seco del Marañón.



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

2.5. Marco teórico

2.5.1. Antecedentes de la investigación

De la Flor y Romero (2015), en su investigación “Biogeografía predictiva: técnicas de modelamiento de distribución de especies y su aplicación en el impacto del cambio climático” presenta la distribución de especies a través del modelamiento por medio de una herramienta analítica en cuanto a la biogeografía y en el caso de estudio del impacto a causa del cambio climático. Realizando revisiones bibliográficas y aplicaciones en cuanto a modelamiento; describió los inicios del máximo de entropía, además de la aplicación del programa MaxEnt. Por último, ilustró con ejemplos dicho modelamiento de dos especies con MaxEnt: *Pycnophyllum spathulatum* (Caryophyllaceae) y *Prosopis pallida* (Fabaceae), tomado como base los datos climáticos disponibles en WorldClim, determinando el impacto potencial de estos en la distribución de las especies modeladas.

Por su parte Fagúndez (2016), en los patrones de distribución en el género *prosopis*. L: Los algarrobos de Uruguay, mencionó la existencia dentro del género de 45 especies de las cuales 2 son las más conocidas en Uruguay *prosopis affinis* y *prosopis nigra*, enfocándose en describir y analizar sus distribuciones, además del cambio que mostraba frente a variaciones climáticas, registrando la ocurrencia en el rango de distribución, para ello uso el programa BIOCLIM ejecutando modelos de nicho con variables bioclimáticas, identificando sectores con alta capacidad ambiental que establece la especie, además del cambio espacial, manifiesta que la especie y el ecosistema son vulnerables a dichas variaciones.

Cuentas y Salazar (2017), en su investigación “Revalorizando el algarrobo (*Prosopis Pallida*) y el reto de su conservación en Lambayeque y en la costa norte del Perú” nos muestran a la especie Algarrobo la cual es importante en el desarrollo ecológico del bosque seco, además de cómo influye para el desarrollo humano. Es así que a través del método de muestreo por transectos (punto-centro-cuadrado) y el valor obtenido por medio del Índice


Huamán Mera Alexander
Murillo Domen Yuriko
Saucedo Burga Flor
Amaya Reyes Danna

de Valor de Importancia aplicados en el Área de Conservación Regional Huacrupe La Calera (Olmos, Lambayeque), determinaron la importancia de esta especie en el funcionamiento del ecosistema, además del papel que cumple en las comunidades como aportes económicos, cultural. Ello se sobrepone con los impactos que identificaron en los bosques, como estos sobrevivían, ante la deforestación, incendios forestales, vulnerabilidad climática, desertificación y fragmentación de hábitat, de tal modo que tuvo influencia en la población que usaba sus servicios.

Fontana et al. (2018), en su investigación “Características evolutivas en *Prosopis spp.*: citogenética, genética e hibridaciones” mencionó que el *prosopis* es un género que presenta separaciones, en sus áreas de distribución, por ende, pudo determinar que provino de diversos linajes ocurriendo así la especiación parcial. Ello restringe los procesos evolutivos que estuvieron sujetos a la adaptación del medio ambiente o lo cual se conoce como diferenciación específica. Es así que determinó que se trataba de un género diploide, que formó poliploidía, además de consecutivos procesos de hibridación, como también introgresión interespecífica.

Bitencourt (2019), en su investigación “El papel etnoecológico del "Algarrobo" (*Prosopis pallida* H. et Bonpl. Ex Willd.) Y los bosques secos ecuatoriales de Lambayeque: un estudio de caso en el distrito de Mórrope, costa norte peruana”, mencionó que el territorio peruano tiene una larga ocupación humana que data de al menos 13,700 Cal A.P., en el Distrito de Mórrope, fue elegido como el enfoque que interconecta las ciencias sociales y naturales, para ello se usó métodos etnográficos, entrevistas, recorridos, mapeo ecológico participativo, entre otros, con el fin de comprender la etnoecología y las relaciones socioecológicas que surgen entre las poblaciones y los bosques secos ecuatoriales. Se obtuvo resultados donde se denominó el árbol de algarrobo, el eje principal de las relaciones de las poblaciones humanas con el medio ambiente, asimismo las prácticas agrícolas, de pastoreo, los eventos climáticos y sistemas de riego son



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

responsables de dar forma a la estructura de los bosques secos, ya que se encuentran en áreas que conviven con la población.

2.5.2. Bases teóricas

2.5.2.1. Bosques Tropicales Estacionalmente Secos del Maraón

En el Perú los BTES debido a que presentan muchas especies endémicas son considerados biológicamente de mucha importancia, por incluir ecorregiones prioritarias en cuanto a la conservación global de diversas especies que se encuentra categorizadas dentro de críticas en peligro de extinción (Olson & Dinerstein, 2002). Debido a su biodiversidad, a su aislamiento, topografía variable, y presencia del río Maraón, que recorre de sur a norte, formando una cuenca con cauces profundos en distintas direcciones, planicies más o menos extensas, lo cual origina diversos microclimas llegando a albergar variadas especies de flora y fauna endémica (Sagástegui et ál. 1999). El valle del Maraón es muy importante debido a la diversidad florística que presenta muchas familias, géneros y especies, llegando a tener 80 de las 184 especies de listado actual de la flora leñosa (Marcelo et ál., 2010).

2.5.2.2. El Género *Prosopis pallida*

El género pertenece a la familia Fabaceae, subfamilia Mimosoideae (Brako & Zarucchi, 1993). Las especies de *Prosopis* comprenden plantas leñosas, las cuales se encuentran en áreas áridas y desérticas de Sudamérica (Burkart & Simpson, 1977).

Prosopis pallida es un árbol siempre verde de 20 m de altura; espinas estipulares; hojas verde grisáceas en estado seco, bipinadas, finamente pubescentes; inflorescencia 2—3 veces más larga que las hojas, con 200—300 flores; flores pentámeras, actinomorfas, hermafroditas, verde amarillentas; pétalos de 2,5—



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

3 mm de largo; fruto es legumbre indehisciente, relleno de pulpa dulce, recto a ligeramente falcado y contiene hasta 30 semillas; semillas son cuadrangulares (Dostert et ál, 2012).

2.5.2.3. Ecología y distribución geográfica

En los últimos años la especie *Prosopis pallida* originaria de las zonas costeras áridas de Perú, Colombia y Ecuador, ha sido asilvestrada en diversos países, que hoy ya viene siendo cultivada en Bolivia, Puerto Rico, Hawai, Brasil, Sudáfrica, Pakistán, India, Australia y en el Sahara, como especie invasora y a su vez considerada como maleza (Dostert et ál, 2012).

Prosopis pallida se encuentra distribuida en la costa del Perú, a lo largo de 13 departamentos, desde Tacna hasta Tumbes, en las zonas costeras, con una altitud de 0—1500 msnm; no obstante, se encuentra limitada en la región centro norte del país desde Áncash hasta Tumbes, incluido Amazonas. Sin embargo, Vásquez et ál. (2010) discrepa sobre su distribución y la circunscribe a la cuenta del Marañón, siendo otra la especie que se distribuye en la costa del Perú.

2.5.2.4. Nicho ecológico

El nicho ecológico es el área multidimensional donde los organismos se interrelacionan con otros, esto incluye los factores bióticos y abióticos presentes en el ecosistema. El nicho ecológico incluye a todos los factores del medio ambiente que alberga a la especie (MacKenzie et ál., 1997). Según distintas revisiones bibliográficas, señalan que el concepto de nicho ecológico viene siendo utilizado para explicar patrones de biodiversidad y la interrelación de las especies (Pocheville, 2015). Dicho concepto se originó a principios del siglo XX, definiéndose como hábitat, que es lugar donde cada especie tiene su propio perfil fisiológico,



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

morfológico y de conducta, lo cual hace que ocupe espacios importantes brindados por la naturaleza” (Grinnell, 1916). Finalmente se define al nicho como la suma de todos los factores ambientales que interactúan sobre el organismo (Hutchinson, 1944).

2.5.2.5. Modelamiento de nicho Ecológico

El modelamiento espacial de nichos ecológicos es un conjunto de herramientas que reúnen observaciones de concurrencia de especies con respecto a estimaciones ambientales (Elith & Leathwick, 2009). Los diversos métodos tienden a generar un realismo y robustez, considerando la escala, relación de datos ambientales, geográficos (Sánchez et ál., 2020). Este a la misma vez evalúa la incidencia de especies en lugares donde no pueden encontrarlas o no se tendría algún reporte de avistamiento, ello se puede encontrar a partir de puntos geográficos que se obtienen en campo y se combinada con un conjunto de factores bioclimáticas de acuerdo se puede determinar la presencia o ausencia de las especies en un espacio geográfico (Phillips et ál., 2006).

2.6. Materiales y métodos

a. Materiales

Cuaderno de apuntes, lapicero, tabla de madera, memoria USB de 16 Gb, alcohol de 96°, mascarillas, pilas AA, Programas (MaxEnt, ArcGIS versión 10.3.1).

b. Equipos

Sistema de Posicionamiento Global (GPS), cámara fotográfica, laptop.



Huamán Mera Alexander



Murillo Domen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

2.6.1. Población, Muestra, Muestreo

2.6.1.1. Población

La población se constituirá por los ejemplares de la especie *Prosopis pallida* “algarrobo”, que se encuentren a lo largo del recorrido de los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón.

2.6.1.2. Muestra

Para la muestra se usará la publicación de Vásquez et al., (2010), el cual manifiesta en su investigación que la especie *Prosopis pallida* es endémica de la cuenca del Marañón, componente del bosque estacionalmente seco más amplio que existe en el Perú, ubicado entre Jaén (Cajamarca) y Bagua (Amazonas), es por ello que con la finalidad de determinar la distribución de la especie, la muestra estará constituida por los puntos de georreferenciación que se tomen, para el presente proyecto de tesis se tomarán en cuenta, entre cinco (05) a 10 individuos de Algarrobos de al menos cinco (05) poblaciones. Puesto que al tomar de cinco (05) a 10 puntos mínimos se considerarán suficientes para realizar el modelamiento de manera idónea (Hernández et ál., 2006).

2.6.1.3. Muestreo

El muestreo se llevará a cabo considerando que las poblaciones que servirán como muestra deberán estar separadas por lo menos 40 Km. una de otra, con el fin de garantizar la variabilidad entre las poblaciones, incluso de nicho climático, es decir que como mínimo se utilizará de 25 a 50 puntos para el análisis.


Huamán Mera Alexander
Murillo Domen Yuriko
Saucedo Burga Flor
Amaya Reyes Danna

2.7. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos

a. Base de datos con puntos geográficos

Se recolectarán datos de puntos geográficos a partir de información de publicaciones, bibliografía, bases de datos de Herbarios y la recolección de datos en campo.

1. Para poder realizar una base de datos a partir de puntos georreferenciados de *Prosopis pallida* se realizará la revisión en la literatura, ingresando en la página www.tropicos.org, colocar búsqueda en la página y seguido nos localizamos en especímenes, luego se importa a formato KML, de no ser posible se hace una combinación manual entre puntos, proyectándolo posteriormente en el aplicativo Google Earth con la finalidad de conocer la distribución de la especie que se tiene hasta el momento para el Perú.
2. La corroboración en campo de la información obtenida en la literatura sobre los puntos de ocurrencia de Algarrobo en el Bosque Estacionalmente Seco del Marañón, se llevarán a cabo mediante el recorrido que se hará por los bosques estacionalmente secos del Marañón identificando de dicho modo a los individuos de algarrobo, siguiendo lo plasmado en la muestra al momento de georreferenciar los puntos que se tomen de dicha especie.

b. Modelamiento de Nicho Ecológico

Para el modelamiento de Nicho Ecológico se efectuarán un modelo para periodos actuales (0 kyr Pre-industrial). Es por ello que se usarán datos ambientales de variables bioclimáticas estandarizadas (Hijmans et ál., 2005). Los datos serán tomados a partir de data de simuladas obtenidas a partir de los modelos de clima Global (GCMs) basado en la Fase del Proyecto de Intercomparación Modelo Acoplado (CMIP5) (Taylor et ál., 2012). Las capas climáticas tendrán una resolución de 30 m (1 km de resolución espacial) y se cortaran a la delimitación del territorio peruano, evitando la sobreparametrización del modelo debido a redundancia de las variables climáticas (Dormann et ál., 2013), se efectuará una correlación entre las variables y aquellas con presunta relevancia biológica reducida serán



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

eliminadas en función a $r > 0.9$ (Bueno et ál., 2017). Usando el software MaxEnt, los datos serán corrido con una repetición de 10 veces y será promediado para obtener el resultado final.

1. Se utilizará el programa de modelaje MaxEnt para el modelamiento de la distribución potencial del algarrobo. Hernández (2006), menciona que en estudios comparativos previos demostraron que se desempeña bien incluso con muestras de tamaños pequeños, asimismo estima la probabilidad de distribución desconocida de una especie, dicho modelo de distribución agrupa ciertos rasgos (capas ambientales) de datos empíricos (datos de entrenamiento) y elige la condición de probabilidad que satisface estas limitantes que son lo más uniforme posibles, los datos obtenidos en campo a través de la georreferenciación a lo largo de los bosques estacionalmente secos del Marañón, que se ubican en Jaén (Cajamarca), Bagua (Amazonas), serán formateados para que MaxEnt lea los archivos de las coordenadas geográficas en WGS-84, así pudiendo llegar a obtener los mapas de distribución.
2. El modelo de distribución potencial estará basado en datos de presencia de la especie y en los datos de las condiciones ambientales prevalecientes en los bosques estacionalmente secos del Marañón, posteriormente diagramado en ArcGIS versión 10.3.1, así como también serán promediadas las imágenes raster para generar una sola área de alta estabilidad ecológica.

c. Mapas de distribución potencial de Algarrobos

El modelo producido será diagramado en ArcGIS versión 10.3.1, así como también serán promediadas las imágenes raster para generar una sola área de alta estabilidad ecológica. La combinación de estas áreas constituirá refugios potenciales para ser considerados áreas de conservación genética.

2.8. Análisis de datos

a. Modelamiento de Nicho Ecológico

Para efectuar el modelamiento de nicho ecológico se utilizará el software MAXENT v.3.4.1 (Phillips & Dudík, 2008). Así mismo será usado el software



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

ArcGIS v.10.3.1 (ESRI, 2015) para efectuar las delimitaciones tanto de las capas climáticas como la transformación en formatos legibles por los softwares de análisis de modelamiento de nicho ecológico.

2.9. Referencias bibliográficas

Brako, L. y Zarucchi, J. L. (1993). Catálogo de las Angiospermas y Gimnospermas del Perú. *Revista Peruana de Biología* (Vol. 45, pp. 856-860).

Bitencourt, D. (2019). O papel etnoecológico do "Algarrobo" (*Prosopis pallida* H. et Bonpl. ex Willd.) e dos bosques secos equatoriais de Lambayeque: um estudo de caso no distrito de Mórrope, costa norte peruana. Catálogo USP. <https://doi.org/10.11606/D.41.2020.tde-29102019-095734>

Bueno, M.L., Pennington, R.T., Dexter, K.G., Kamino, L.H.Y., Pontara, V., Neves, D.M. y de Oliveira-Filho, A.T. (2017). Effects of Quaternary climatic fluctuations on the distribution of Neotropical savanna tree species. *Ecography*, 40(3), 403-414. <https://doi.org/10.1111/ecog.01860>

Burkart, A. y Simpson, B. (1977). The genus *Prosopis*: an annotated key to the species of the world. *Mesquite: its biology in two desert scrub ecosystems*, 201-235.

Cuentas, M. (2017). Revalorizando el algarrobo (*prosopis pallida*) y el reto de su conservación en Lambayeque y en la costa Norte del Perú. *Revistas PUCP*, 129-159. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201702.006>

De la Flor, M. T., y Romero, M.A.C. (2015). Biogeografía predictiva: técnicas de modelamiento de distribución de especies y su aplicación en el impacto del cambio climático. *Espacio y Desarrollo*, (27), 159-179.

Dormann, C. F., Elith, J., Bacher, S., Buchmann, C., Carl, G., Carré, G. y Lautenbach, S. (2013). Colinealidad: revisión de métodos para afrontarla y estudio de simulación evaluando su desempeño. *Ecografía*, 36 (1), 27-46. <https://doi.org/10.1016/j.ecograf.2012.09.001>



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

doi/full/10.1111/j.16000587.2012.07348.x.

Elith, J., y Leathwick, J. R. (2009). Species distribution models: ecological explanation and prediction across space and time. *Annual review of ecology, evolution, and systematics*, 40, 677-697. <https://doi/abs/10.1146/annurev.ecolsys.110308.120159>.

ESRI. (2015). ArcGIS Desktop (Versión 10.3.1) [Computer software]. Redlands, CA: Environmental Systems Research Institute.

Fagundéz, C. (2015). *Patrones de distribución en el género Prosopis L. (Leguminosae): los Algarrobos de Uruguay*. (Tesis de maestría, Universidad de la República Uruguay). Repositorio UDELAR. <https://www.colibri.udelar.edu.uy>.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura & Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (2020). El estado de los bosques del mundo 2020. Los bosques, la biodiversidad y las personas. Roma. <https://doi.org/10.4060/ca8642es>

Fontana, M.L., Pérez, V.R., y Luna, C.V. (2018). Características evolutivas en *Prosopis* spp.: citogenética, genética e hibridaciones. *Rodriguésia*, 69(2), 409-421. https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S217578602018000200409&script=sci_abstract&tlng=es

Grinnell, J. (1924). Geografía y evolución. *Ecología*, 5 (3), 225-229. <https://doi/abs/10.2307/1929447>

Hernandez, P.A., Graham, C.H., Master, L.L., Albert, D.L. (2006). The effect of sample size and species characteristics on performance of different species distribution modeling methods. *Ecography* 29: 773–785.



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

Hijmans, R., Phillips, S., Leathwick, J. y Elith, J. (2017). Dismo: Species Distribution Modeling. R package version 1.1-4. R package version 1.1-4. CRAN. <https://cran.r-project.org/web/packages/dismo/index.html>

Hutchinson, G.E. (1957). Concluding remarks cold spring harbor symposia on quantitative biology 22 (0): 415-427. *Biological sciences*. <https://doi.org/10.1098/rspb.1967.0046>

López, J.M. (2012). *Distribución potencial de especies de la familia Araliaceae de la región Madidi* (Tesis de grado). Universidad Mayor de San Andrés, La Paz, Bolivia.

Lo Lau, J. (2017). Marañón: Urgencia de proteger un bosque seco en el Perú. *Mongabay*. <https://es.mongabay.com/2017/10/maranon-laurgenciaproteger-bosque-seco-peru/>

MacKenzie, A., Begon, M., Harper, J.L. & Townsend, C.R. (1997). Ecology: Individuals, Populations and Communities. *The Journal of Applied Ecology* 34 (1): 261

Marcelo Peña, J.L., Pennington, R.T., Reynel, C. y Zevallos, P. (2010). Guía ilustrada de la flora leñosa de los bosques estacionalmente secos de Jaén, Perú.

Olson, D.M. & Dinerstein, E. (2002). The global 200: Priority ecoregions for global conservation, Ann. Missouri Bot. Gard. 89. 125 pp.

Phillips, S. J., Anderson, R. P., & Schapire, R. E. (2006). Maximum entropy modeling of species geographic distributions. *Ecological Modelling*, 190, 231–259.

Phillips, S. y Dudík, M. (2008). Modelización de distribuciones de especies con Maxent: nuevas ampliaciones y evaluación integral. *Ecography*, 31 (2): 161-175. <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2008.5203.x>



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

- Pocheville, Arnaud (2015). The Ecological Niche: History and Recent Controversies. *Handbook of Evolutionary Thinking in the Sciences*. Dordrecht: Springer. pp. 547-586.
- Sánchez-Tapia, A., Mortara S.R., Rocha, D. S. B., Barros, F. S. M., Gall, G., Siqueira, M. F. (2020). modleR: a modular workflow to perform ecological niche modeling in R. BioRxiv,
- Sagástegui A., Dillon, M. O., Sánchez, I., Leiva, S., & Lezama, P. (1999). Diversidad Florística del Norte del Perú. Tomo I. WWF & Fondo Editorial Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.
- Taylor, K. E., Stouffer, R. J., y Meehl, G. A. (2012). An overview of CMIP5 and the experiment design. *Bulletin of the American meteorological Society*, 93(4), 485-498.
- Vásquez Núñez, L., Escurra Puicón, J. y Huamán Mera, A. (2010). Los Algarrobos del Perú. INCAGRO-Escuela de Postgrado UNPRG. 126 p. <http://leovanu.blogspot.com>.



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

2.10. Anexos

Anexo 1: Tabla de Recolección de datos de ejemplares de *Prosopis pallida*

ESPECIE: <i>Prosopis Pallida</i>				
N° DE ARBOL	CÓDIGO	COORDENADA		OBSERVACIONES
		ESTE	NORTE	
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				


Huamán Mera Alexander


Murillo Domen Yuriko


Saucedo Burga Flor


Amaya Reyes Danna

COMPROMISO DE ASESOR

Quien suscribe, **Alexander Huamán Mera** con Grado de Doctor y Profesión de BiólogoBotánico con DNI N° 42094361 con conocimiento del Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, me comprometo y dejo constancia de las orientaciones a los estudiantes Saucedo Burga Flor Yuliza y Amaya Reyes Danna Zhiomara de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, en la formulación del Proyecto de Tesis.

Por lo indicado, doy testimonio y visto bueno que los Asesorados han formulado el Proyecto de Tesis: “Determinación de áreas de distribución potencial del algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth) en el Bosque Estacionalmente Seco del Maraón”.

Jaén, 05 de abril del 2021

Dr. Alexander Huamán Mera
ASESOR

Huamán Mera Alexander

Murillo Dómen Yuriko

Saucedo Burga Flor

Amaya Reyes Danna

COMPROMISO DE ASESOR

Quien suscribe, **Yuriko Sumiyo Murillo Domen** con Grado de Magister y Profesión de Biólogo-Botánico con DNI N° 47587873 con conocimiento del Reglamento General de Grado Académico y Título Profesional de la Universidad Nacional de Jaén, me comprometo y dejo constancia de las orientaciones a los estudiantes Saucedo Burga Flor Yuliza y Amaya Reyes Danna Zhiomara de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental, en la formulación del Proyecto de Tesis.

Por lo indicado, doy testimonio y visto bueno que los Asesorados han formulado el Proyecto de Tesis: “Determinación de áreas de distribución potencial del algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth) en el Bosque Estacionalmente Seco del Marañón”.

Jaén, 05 de abril del 2021

M.Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen
ASESOR

Huamán Mera Alexander

Murillo Domen Yuriko

Saucedo Burga Flor

Amaya Reyes Danna

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Saucedo Burga Flor Yuliza**, identificado con DNI N°75749014, estudiante de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que: Soy autora del Proyecto de Tesis, titulado:

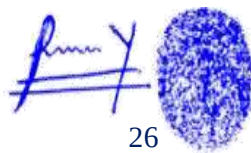
“Determinación de áreas de distribución actual y potencial del algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth) en el Bosque Estacionalmente Seco del Marañón”

- **El mismo que presento para optar el Título Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental.**
- **El Proyecto de Tesis, no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.**
- **El Proyecto de Tesis presentado, no atenta contra derechos de terceros.**
- **El Proyecto de Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.**
- **Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.**

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Proyecto de Tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Proyecto de Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el Proyecto de Tesis haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 29 de marzo del 2021



26



Huamán Mera Alexander



Murillo Dómen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Amaya Reyes Danna Zhiomara**, identificado con DNI N° 75584825, estudiante de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que: Soy autora del Proyecto de Tesis, titulado: “Determinación de áreas de distribución potencial del algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth) en el Bosque Estacionalmente Secos del Marañón”

- **El mismo que presento para optar el Título Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental.**
- **El Proyecto de Tesis, no ha sido plagiado ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.**
- **El Proyecto de Tesis presentado, no atenta contra derechos de terceros.**
- **El Proyecto de Tesis no ha sido publicado ni presentado anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.**
- **Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.**

Por lo expuesto, mediante la presente asumo toda responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido del Proyecto de Tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. Asimismo, por la presente me comprometo a asumir además todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse para la UNJ en favor de terceros por motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontraren causa en el contenido del Proyecto de Tesis.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el Proyecto de Tesis haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones civiles y penales que de mi acción se deriven.

Jaén, 29 de marzo del 2021



Huamán Mera Alexander



Murillo Domen Yuriko



Saucedo Burga Flor



Amaya Reyes Danna