

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL



**“DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ÁRBOLES DE
ALGARROBO (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth),
QUE CUMPLEN CON LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA SU
CONSERVACIÓN GENÉTICA EN LOS BOSQUES
ESTACIONALMENTE SECOS DEL MARAÑÓN”**

**PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL
DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL**

Autores: Est. Luis Fernando Silva Barboza

Est. Manuel Jesús Huamán Huayama

Asesores: Dr. Alexander Huamán Mera

M.Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen

JAÉN – PERÚ, JUNIO DEL 2021

Alexander Huamán Mera

Yuriko Sumiyo Murillo Domen

Luis Fernando Silva Barboza

Manuel Jesús Huamán Huayama

ÍNDICE

I. GENERALIDADES.....	1
1.1. Título.....	1
1.2. Personal investigador	1
1.2.1. Tesista.....	1
1.2.2. Asesor	1
1.3. Cronograma de ejecución del proyecto.....	2
1.4. Presupuesto	2
1.4.1. Fuente de financiamiento.....	4
II. PROYECTO DE TESIS.....	4
2.1. Problema	4
2.2. Justificación	4
2.3. Hipótesis	5
2.4. Objetivos.....	5
2.4.1. Objetivo general	5
2.4.2. Objetivos específicos.....	5
2.5. Marco teórico	6
2.5.1. Antecedentes de la investigación.....	6
2.5.2. Bases teóricas	7
2.5.2.1. Taxonomía del algarrobo.....	7
2.5.2.2. Conservación genética.....	10
2.5.2.3. Fuentes semilleras	11
2.5.2.4. Los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón	13
2.6. Materiales y métodos	14
2.6.1. Ubicación y materiales	14



Alexander Huamán Mera



Yuriko Sumiyo Murillo Domen



Luis Fernando Silva Barboza



Manuel Jesús Huamán Huayama

2.6.1.2. Materiales y equipos.....	14
2.6.2. Población, Muestra, Muestreo	14
2.6.2.1. Población	14
2.6.2.2. Muestra.....	15
2.6.2.3. Muestreo.....	15
2.6.3. Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos	15
2.6.3.1. Métodos	15
2.6.3.2. Técnicas.....	15
2.6.3.3. Procedimientos e instrumentos de recolección de datos	15
2.6.4. Análisis de datos.....	17
2.7. Referencias Bibliográficas	18
2.8. Anexos	21



Alexander Huamán Mera



Yuriko Sumiyo Murillo Domen



Luis Fernando Silva Barboza



Manuel Jesús Huamán Huayama

I. GENERALIDADES

1.1. Título

“Determinación del porcentaje de árboles de Algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth), que cumplen con los criterios de selección para su conservación genética en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón”.

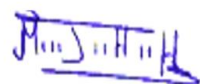
1.2. Personal investigador

1.2.1. Tesista

- Condición: Estudiante
- Nombre y apellidos: Luis Fernando Silva Barboza
- Celular: 970066667
- Correo electrónico: luis.silva@est.unj.edu.pe
- Condición: Estudiante
- Nombre y apellidos: Manuel Jesús Huamán Huayama
- Celular: 984642437
- Correo electrónico: manuel.huaman@est.unj.edu.pe

1.2.2. Asesor

- Título profesional: Título profesional: Licenciado en Biología-Botánica
- Grado (s): Doctor en Botánica
- Nombre 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
- Celular: 967283703
- Correo electrónico: yuriko_domen@unj.edu.pe



1.3. Cronograma de ejecución del proyecto

Tabla 1

Cronograma de actividades según las fases de la investigación

Etapas		Año 2021	
	Meses	Inicio	Termino
Recolección de datos	junio – Julio	1 de junio de 2021	31 de julio de 2021
Análisis de resultados	Agosto- Setiembre	1 de agosto de 2021	30 de setiembre de 2021
Elaboración del informe.	Octubre	1 de octubre del 2021	22 de octubre de 2021
Total		5 meses	

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

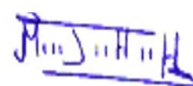
1.4. Presupuesto

Tabla 2

Presupuesto para la ejecución del trabajo de investigación.

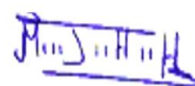
Nº	ITEM	Unidad	Cantidad	Costo	Costo
				Unitario S/.	Total S/.
1	MATERIALES				248.30
1.1	Materiales de oficina				50.50
1.1.1	Memoria USB (16 Gb)	Unidad	1	25.00	25.00
1.1.2	Hojas Bond A4	Ciento	5	3.50	17.50
1.2.3	Lápiz	Unidad	4	1.00	4.00



1.1.2	Lapicero	Unidad	4	1.00	4.00
1.2	Materiales de Campo			124.80	
1.2.1	Libreta de campo	Global	1	5.00	5.00
1.2.2	Sobres de papel kraft	Unidad	50	1.00	50.00
1.2.3	Alcohol 96°	Litro	1	15.00	15.00
1.2.4	Mascarilla	Unidad	10	3.50	35.00
1.2.5	Pilas AA	Unidad	2	5.00	10.00
1.2.6	Cinta métrica	Unidad	1	1.00	1.00
1.2.7	Cinta Masking	Unidad	1	3.80	3.80
1.2.8	Plumón indeleble	Unidad	2	2.50	5.00
1.3	Materiales de vivero			73.00	
1.3.1	Etiquetas de codificación	Unidad	2	2.00	4.00
1.3.2	Regadora pequeña	Unidad	1	20.00	20.00
1.3.3	Bolsas plásticas de polietileno	Ciento	2	2.00	4.00
1.3.4	Sustrato	Lata	3	15.00	45.00
2	EQUIPOS			4,533.00	
2.1	Equipos de Oficina			2,000.00	
2.1.1	Laptop	Unidad	1	2,000.00	2,000.00
2.2	Equipos de campo			2,533.00	
2.2.1	Clinómetro	Unidad	1	312.00	312.00
2.2.2	GPS	Unidad	1	1,621.00	1,621.00
2.2.3	Cámara fotográfica	Unidad	1	600.00	600.00
3	SERVICIOS Y VIÁTICOS			1050.00	
3.1	Servicios			400.00	
3.1	Impresión y fotocopiado	Global	1	75.00	75.00
3.2	Internet	Mes	5	65.00	325.00
3.2	Viáticos			650.00	
3.2.1	Alimentación	Unidad	10	15.00	150.00
3.2.2	Movilidad local	Global	1	500.00	500.00
Subtotal				5,831.30	
Imprevistos 5 %				291.565	
Total				6,122.87	



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 seis mil ciento veintidós y 87/100 soles (S/ 6,122.87).

1.4.1. Fuente de financiamiento

Financiado con el 50 % de los gastos 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 a su vez es financiado por el Fondecyt. Convenio N° 134-2020-Fondecyt.

II. PROYECTO DE TESIS

2.1. Problema

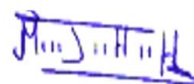
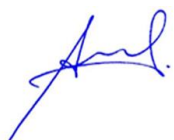
El género *Prosopis* cuenta con más de 40 especies en el continente americano, de las 44 reconocidas a nivel mundial. En el Perú, se sabe que existen diez especies de algarrobos distribuidas a largo de los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (BTES). Principalmente en el norte del país, donde existen poblaciones de algarrobo ubicadas en los valles de los ríos Chamaya, Utcubamba y Marañón (Vásquez et al., 2010).

En el Perú, el algarrobo conforma uno de los recursos forestales principales de los BTES y que viene siendo amenazado. A pesar que el estado peruano ha implementado programas y proyectos para recuperar el recurso algarrobo, no se obtuvo resultados los resultados esperados, ya que continúa la sobreexplotación. La tala para obtener campos de cultivo y para leña ha disminuido enormemente la población. (Vásquez et al., 2010).

Por lo tanto, ante la problemática expuesta, se plantea resolver la siguiente pregunta científica: ¿Cuál es el porcentaje de árboles de algarrobo, con potencial semillero que cumplen con los criterios de selección para su conservación genética en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón?

2.2. Justificación

El algarrobo es un árbol multipropósito, denominado como el rey del desierto, por los diversos beneficios directos e indirectos que proporciona (Food and Agriculture



Organization for United Nations [FAO], 1998). Se sabe que constituye una excelente especie para control de dunas y contrarrestar la desertificación, fundamentalmente por su precocidad y resistencia a la sequía. El algarrobo es la especie más sobresaliente en los ecosistemas áridos, que posee un gran valor económico para las comunidades, por su calidad de madera, frutos y beneficios ecosistémicos como la fijación de nitrógeno en el suelo, en la producción apícola, entre otros (Rivera et al., 2020).

Además, el potencial semillero de una especie forestal de importancia económica y ecológica, nos permite tener fuentes semilleras en donde se va a obtener germoplasma en buena calidad para la conservación de los recursos genéticos en estas áreas y que a lo largo de los años se puedan desarrollar programas de reforestación, forestación o conservación genética, ya que conociendo el potencial semillero del algarrobo se podrá direccionar mejor estos programas.

2.3. Hipótesis

En los Bosques Estacionalmente Secos del Maraón, de los individuos muestreados, el 25 % son árboles con potencial semillero. Teniendo en cuenta, que la distribución geográfica puede provocar diferencias morfológicas en las semillas. Asimismo, influyendo sobre la germinación.

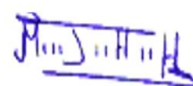
2.4. Objetivos

2.4.1. Objetivo general

- Determinar el porcentaje de árboles de algarrobo, con potencial semillero que cumplen con los criterios de selección para su conservación genética en los Bosques Estacionalmente Secos del Maraón.

2.4.2. Objetivos específicos

- Colecta e identificación de árboles semilleros de algarrobo en los Bosques Estacionalmente Secos del Maraón.
- Elaborar el mapa de distribución de los árboles de algarrobo con potencial semillero.



- Contrastar los árboles semilleros que cumplen con los criterios de valoración cualitativa y de valoración en vivero.

2.5. Marco teórico

2.5.1. Antecedentes de la investigación

Según García (2019), menciona que para la selección de árboles semilleros mediante el método de valoración individual a través de los criterios de selección para árboles semilleros, es importante considerar las características fenotípicas y las medidas de variables dasométricas de los individuos.

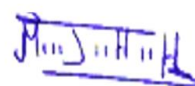
Según Fontana et al. (2018), mencionan la caracterización de los árboles requiere de atributos morfológicos cuantitativos para caracterizar la aptitud de una planta. Donde las variables largo, ancho y peso de las semillas varían de acuerdo a su procedencia. Asimismo, comentan que la alta variabilidad intraespecífica del género *Prosopis* le permite una ventaja ecológica, pero se vuelve una dificultad cuando se requiere de semillas uniformes y de buena calidad para ser destinadas a plantaciones comerciales.

Según Oliva y Rimachi (2017), mencionan que las características dasométricas, la sanidad de sus vecinos son variables de gran importancia en la selección de árboles plus en poblaciones naturales.

Según Valladolid et al. (2017), hacen mención que la cantidad de semillas que producen las especies forestales nativas sirven como referencia para establecer programas de reforestación.

Según Verga (2014), para poder conocer la variación genética de origen específico en una población de algarrobos, se debe tener en cuenta dos métodos de análisis; primero, a partir de muestras de hojas y el segundo, es el análisis isoenzimático de semillas mediante la enzima Alcohol Deshidrogenasa (ADH). Mediante el análisis morfológico, se puede identificar aquellos individuos de la población que pertenecen a otras especies o que pueden ser de origen híbrido. Por otro lado, el análisis de ADH permite determinar, a partir de una muestra de semilla de un



rodal, qué proporción proviene de cruzamientos interespecíficos entre los grupos de algarrobos de la misma especie.

2.5.2. Bases teóricas

2.5.2.1. Taxonomía del algarrobo.

A. Descripción botánica

Altura: Es un árbol que puede llegar a medir de 8 a 20 metros, presentando un fuste es irregular, nudoso y torcido, alcanzando un diámetro de 0.8 a 2 metros (Perú Ecológico, 2009). El árbol forma espinas estipulares axilares de hasta 4 cm de largo (a veces también sin espinas) (Dostert et al., 2012).

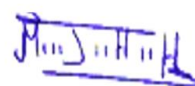
Copa: generalmente tiene forma de sombrilla con un diámetro en ocasiones mayor a 15 m, sus ramas son caprichosas y con bastante follaje verdoso (Perú Ecológico, 2009).

Corteza: La parte interna presenta una textura fibrosa, con una tonalidad de blanco y rojo. La parte externa su textura es fisurada, leñosa y ocasionalmente con espinas, con una tonalidad pardo-gris-negruzca (Perú Ecológico, 2009).

Hojas: su color es verde grisáceas en estado seco, bipinnadas, finamente pubescentes y ciliadas (Dostert et al., 2012). Presentan un peciolo muy corto, foliolos elípticos, nervadura central en el envés y de borde entero (Perú Ecológico, 2009).

Flores: Las flores son pentámeras, actinomorfas, hermafroditas (a veces estériles), verde amarillentas y 4-6 mm de largo (Dostert et al., 2012).

Frutos: El fruto es conocido como “algarroba” es una legumbre indehiscente, lleno de una pulpa dulce, de color amarillo paja en la madurez, en contiene hasta 30 semillas (Dostert et al., 2012).



Semillas: Las semillas son cuadrangulares, 6,5 mm de largo y pesan 0,25-0,3 g (Dostert et al., 2012).

Raíces: Tiene generalmente una o dos raíces pivotantes que llegan hasta 60 m de profundidad, que le permiten obtener agua a distintas profundidades. Las raíces laterales se expanden hasta los 60 m sobre superficie a una profundidad de 15 a 25 cm (Perú Ecológico, 2009).

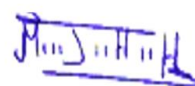
B. Taxonomía

Según Barros (2010), menciona que las especies del género *Prosopis* pertenecen a la familia Leguminosae o Fabaceae y subfamilia Mimosoideae, distribuyéndose en zonas áridas y semiáridas de África, América y Asia, donde se han clasificado en este género 44 especies, agrupadas en cinco series. Asimismo, menciona que solo tres especies son endémicas o nativas de Asia y una de África, por lo que los 40 restantes se distribuyen en Norteamérica, Centroamérica y mayoritariamente, Sudamérica.

Por su tamaño, distribución y productos, la más importante en Asia, *P. cineraria*; en África, *P. africana*, en Norteamérica, *P. glandulosa*, *P. velutina* y *P. laevigata*; en Centroamérica, *P. juliflora* y en Sudamérica, *Prosopis juliflora*, *P. pallida*, *P. nigra*, *P. alba*, *P. flexuosa*, *P. chilensis*, *P. tamarugo* y *P. caldenia* (Barros, 2010).

Las especies de *Prosopis* son un sistema complejo de especies entrelazadas taxonómicamente entre sí, y con ello resulta un sinnúmero de formas que ocupan diversos nichos en más de medio territorio argentino, extendiéndose también hacia Paraguay, Bolivia, Chile y Perú (Verga et al., 2009).

El *Prosopis pallida* puede ser confundida con otras especies de *Prosopis* sect. Algarobia, especialmente con *P. juliflora*. Ambas especies han sido designadas como el complejo *P. pallida*-*P.*



juliflora, debido a su similitud morfológica e hibridación (Dostert et al., 2012).

C. Ecología.

Según Dostert et al. (2012), el hábitat natural del algarrobo son las zonas áridas y semiáridas. Estas poblaciones se encuentran a bajas elevaciones, en la zona costera, pero en altitudes medias en el norte de Perú y Ecuador.

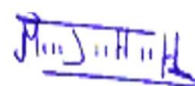
Según la FAO (1998), menciona que esta especie no tolera los cambios bruscos de temperatura, necesitando un clima templado con tendencia al calor. Cuando las temperaturas son menores a 5 °C, la circulación de la savia en el árbol se paraliza, congelándose y ocasionando la muerte.

El algarrobo, crece en suelos arenosos, calcáreos, arcillosos, pedregosos incluso en aquellos superficiales y salinos. La gran capacidad de su sistema radicular le permite la absorción del agua, hasta en zonas con grandes profundidades de napa freática (FAO, 1998).

D. Distribución.

El algarrobo es una especie endémica del norte de Perú, Ecuador y Colombia, ha sido introducida en la isla Molokai (Hawái) y Puerto Rico. Asimismo, es cultivada en Australia, el India y el nordeste de Brasil (FAO, 2000).

En el Perú, se distribuyen en los BTES, desde la costa norte peruana, en Tumbes, hasta el sur en Tacna. Además, está confinada a la cuenca media del río Marañón, con una parte de valles de sus afluentes, los ríos Chamaya, Chinchipe, Utcubamba (Vásquez et al., 2010).



E. Importancia ecológica y usos

Es importante por sus beneficios directos e indirectos el algarrobo es considerado el rey del desierto ya que constituye una excelente especie para control de dunas y contrarrestar la desertificación, notablemente por su precocidad y resistencia a las sequías. Asimismo, influye en la recuperación de la fertilidad de los suelos, reduce la erosión, evitando degradación de los suelos y la sedimentación; así como por su capacidad de fijación del nitrógeno del aire y la adición de materia orgánica, a partir de las hojas (FAO, 1998).

Uno de los usos del algarrobo es la madera como fuente de energía (principalmente en la producción de carbón); sus hojas, ramas y frutos sirve como forraje del ganado; y la extracción de la de algarrobina, el principal producto que se exporta proveniente de sus legumbres (Dostert et al., 2012).

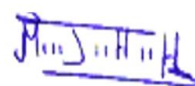
2.5.2.2. Conservación genética

A. Importancia de identificar arboles semilleros

Es importante porque permite conocer el origen una fuente permanente de producción de semillas, garantiza en gran medida que las buenas características de los progenitores seleccionados sean transmitidas a sus descendientes, representa una alternativa económica de producir semilla de mejor calidad a muy corto plazo, para comercialización y/o establecimiento de plantaciones forestales, Representa el punto de partida para todo programa de mejoramiento genético forestal orientado al establecimiento de huertos semilleros y conservación del germoplasma(Aguirre y Fassbender, 2012).

B. Métodos

a. Método de árboles por comparación.



Este método es empleado para plantaciones forestales, consiste en comparar dentro de una población, las características de un árbol plus, con los cinco mejores árboles vecinos ubicados dentro de un radio de 10 a 20 m, teniendo central al árbol candidato (Aguirre y Fassbender, 2012).

b. Método de valoración individual.

Este método se aplica en bosques heterogéneos naturales, de diferentes edades y donde los árboles comúnmente se encuentran aislados o dispersos. Para aplicar el método, es necesario hacer un recorrido previo de la población y conocer el ámbito de variabilidad (comportamiento) de la especie, para luego determinar cuál es un árbol superior (Aguirre y Fassbender, 2012).

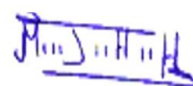
C. Criterios de selección

Para Aguirre y Fassbender (2012), los principales criterios que deben presentar los árboles plus o semilleros son:

- Las características de árbol plus deben presentar importancia económica y/o ecológica, según los objetivos de uso final.
- Los árboles plus deben ubicarse en un área que presente alguna forma de acceso.
- Que el área no haya sido sometida a intenso aprovechamiento selectivo y se encuentre libre de alguna plaga y/o enfermedad.
- Los individuos demuestren la edad y la capacidad para la producción de semilla. No se debe elegir individuos muy jóvenes o longevos.

2.5.2.3. Fuentes semilleras

Según Cuellar et al. (2016), los programas de plantaciones tienen un papel decisivo al momento de la selección de fuentes semilleras



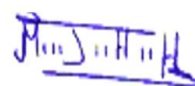
adecuadas ya sea para tener éxito, mediocridad o fracaso para dichos programas. Las semillas de especies forestales pueden ser extraídas del bosque natural, de un rodal semillero, de un área semillera o de huerto semillero.

A. Huerto semillero genéticamente comprobado: estas plantaciones han sido seleccionadas intensivamente en donde mantienen clones o progenies en base a características de importancia económica, aisladas o manejadas con la finalidad de reducir la contaminación de polen de árboles inferiores y manejada intensivamente para aumentar la producción de semilla y facilitar su recolección (Cuellar et al., 2016).

B. Huerto semillero genéticamente no comprobado: es una plantación que no ha sido sometido a aclareos genéticos ya sea por falta de ensayos genéticos (Cuellar et al., 2016).

C. Rodales semilleros: pueden ser plantados o naturales, manejados o aislados para reducir la contaminación de polen. Estos han sido sometidos a aclareos intensivos de mejoramiento para dejar de 75 a 200 árboles por hectárea en donde se buscan las características fenotípicas deseadas. El rodal semillero debe tener un área mínima de una hectárea. La principal diferencia entre rodal semillero y un huerto semillero, es la intensidad de selección (Cuellar et al., 2016).

D. Fuentes seleccionadas: no cumplen con los requisitos establecidos para ser consideradas como rodales semilleros, estas presentan problemas de aislamiento, porque tienen menos de 75 árboles aceptables por hectárea o también porque no han sido sometidos a los aclareos de depuración (contienen más de 200 árboles por hectárea). Las áreas que se encuentran en esta categoría por problemas de aislamiento o porque aún no han recibido los aclareos necesarios (pero cumplen con el requisito de número mínimo de árboles aceptables por hectárea), pueden pasar a la categoría de rodal semillero si se llevan a cabo las acciones correspondientes (Cuellar et al., 2016).

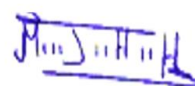


E. Fuentes identificadas: conjunto de árboles de baja densidad, ocupan poca área o no contienen el número suficiente de árboles con características deseables por hectárea. Las parcelas experimentales son fuentes identificadas, representadas por un número limitado de individuos, ensayos genéticos o silviculturales de poca extensión, pequeños bloques de plantación, especies del bosque natural que por su naturaleza o debido a la eliminación de bosques (Cuellar et al., 2016).

2.5.2.4. Los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón

Esta cuenca es parte del Bosque Tropical Estacionalmente Seco del Marañón, en el que las plantas están adaptadas para aprovechar y almacenar el agua que sólo llega durante algunos meses (Pérez, 2016).

Según Sagastegui et al. (1999) citado por Marcelo-Peña et al. (2007), mencionan que los Bosques Tropicales Secos del Marañón, son un sistema de vital importancia por su biodiversidad y sus grandes valores en endemismos. Así mismo, manifiestan que en el norte del Perú (incluyendo los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Amazonas y Cajamarca) los niveles de endemismo son enormemente elevados, superando las 715 especies y 11 géneros reconocidos como endémicos.



2.6. Materiales y métodos

2.6.1. Ubicación y materiales

2.6.1.1. Ubicación

Los Bosques Secos del Marañón se ubican entre los 600 y 1200 m.s.n.m. el trabajo de investigación se realizará en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón que se encuentran entre los departamentos de Amazonas y Cajamarca.

2.6.1.2. Materiales y equipos

A. Materiales

- Libreta de campo, sobres de papel Kraft, pilas, cinta métrica, cinta Masking, plumón indeleble, etiquetas de codificación, bolsas de polietileno, papel, sustrato y materiales de gabinete.

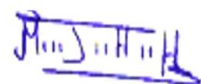
B. Equipos

- Clinómetro, GPS, Cámara fotográfica y equipos de Oficina.

2.6.2. Población, Muestra, Muestreo

2.6.2.1. Población

Trabajaremos con los árboles de algarrobo accesibles en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón en los departamentos de Cajamarca y Amazonas.



2.6.2.2. **Muestra**

Para la muestra nos regiremos de la publicación de Acosta-Hernández et al. (2011) citado por Ortiz et al. (2016), en la cual establece que en la población se debe evaluar 20 árboles.

2.6.2.3. **Muestreo**

El tipo de muestreo será “no probabilístico intencional o por conveniencia”. Esto nos permite seleccionar aquellos casos accesibles que acepten ser incluidos. Esto, fundamentado en la conveniente accesibilidad y proximidad de los individuos para el investigador. (Otzen y Manterola, 2017).

2.6.3. **Métodos, técnicas, procedimientos e instrumentos de recolección de datos**

2.6.3.1. **Métodos**

El trabajo pertenece a la línea de Investigación de Recursos Naturales. Es descriptiva (porque mediante, cualidades fenológicas vamos a seleccionar individuos semilleros) y cuantitativa. La investigación de este proyecto es de tipo descriptiva debido a que se van a estimar el porcentaje de árboles semilleros del algarrobo.

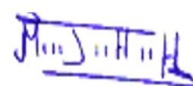
2.6.3.2. **Técnicas**

La técnica que se va a utilizar es conservativa, y aplicativa al realizar diferentes evaluaciones para obtener datos para los futuros análisis.

2.6.3.3. **Procedimientos e instrumentos de recolección de datos**

A. Fase de campo.

Esta fase se realizará en los Bosques Estacionalmente Secos del Maraón ubicados entre Utcubamba y Bagua para Amazonas, y Jaén para Cajamarca.



a. Evaluación de árboles de acuerdo a criterios de selección.

Los criterios de selección son:

- Árboles maduros y en fructificación
- Distancia igual o mayor a 50 m uno del otro, para evitar el efecto de coancestría (Acosta-Hernández et al., 2011).

Asimismo, para determinar los árboles con las mejores condiciones físicas como; diámetro de tronco, altura, forma del árbol, copa, follaje y frutos, denominados “Plus”, considerados semilleros. También se evaluará el porcentaje de germinación de las semillas.

b. Mediciones dasométricas y georreferenciación.

En los árboles de algarrobo el cual presenten características deseables para ser considerado como semillero, se realizarán la medición de la altura total del árbol utilizando un hipsómetro Sunnto y el diámetro a la altura del pecho (DAP =1.30 m) con una cinta métrica. Además, cada individuo será codificado y georreferenciado.

c. Recolección de semillas

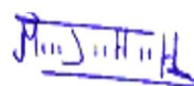
Se colectarán de los árboles que hayan sido seleccionados previamente, serán transportados en sobres de papel kraft autoadhesivo. Su almacenamiento será en envases con cierre hermético en una temperatura fría constante, alrededor de 0°C (Ffolliott y Thames, 1983).

B. Fase de vivero

Esta fase se realizará en instalaciones adecuadas externas a las de Universidad Nacional de Jaén.

a. Preparación del sustrato y desafección

El sustrato será una mezcla formada por tres partes de tierra del algarrobal y una parte de arena. La porción de tierra debe tener al menos 1% de materia orgánica. Para la desinfección del sustrato se



utilizará formol en proporción de (1 litro/.0.15 m³ de sustrato) (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2008).

b. Tratamiento pregerminativo

Remojar las semillas en agua caliente de 75 °C a 80 °C. durante 10 minutos, es uno de los tratamientos pregerminativo con mejores resultados para la germinación de semillas de algarrobo (Rivera et al., 2020).

c. Siembra de las semillas.

Una vez realizado el tratamiento pregerminativo, las semillas hinchadas son sembradas de a una por bolsa de polietileno de 4 x 7". En cantidades de 10 semillas por árbol seleccionado. Se coloca la semilla sobre el sustrato previamente humedecido y se la presiona levemente con el dedo. Luego se cubre la superficie del sustrato con una capa delgada de arena fina lavada, de aproximadamente 1 cm de espesor (INTA, 2008).

d. Tiempo de germinación.

La germinación se registrará durante 10 días, después de la fecha de siembra. Las variables a registrar son: fecha de siembra, inicio de la germinación, fecha de emergencia de plántula y número de semillas germinadas por árbol, ésta última de forma diaria, a partir de la primera semilla germinada.

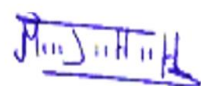
2.6.4. Análisis de datos

A. Fase de campo

a. Identificación de árboles candidatos

Para Aguirre y Fassbender (2012), las características que deben presentar los árboles semilleros son:

-Individuos altos en relación a sus vecinos.



- Tronco lo más recto posible.
- Libre de bifurcaciones en la base.
- Estado fitosanitario bueno.

b. Mediciones dasométricas y georreferenciación

En los árboles candidatos a semilleros de algarrobo medidas las siguientes variables dasométricas: DAP en cm empleándose una cinta métrica, altura total (HT) en metros, además, cada árbol será georreferenciado con sus coordenadas (García, 2019).

B. Fase de vivero

a. Evaluación de germinación

Con las variables en vivero se estimarán los siguientes parámetros (Piedratria, 1998), potencia germinativa (PG %), germinación diaria media (GDM), inicio de la germinación (IG), tiempo medio de germinación (TMG) y vigor germinativo o Índice de Czabator (VG), mediante la expresión:

$$VG = VM \times GDM$$

Donde:

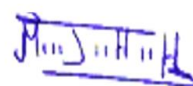
VM = Corresponde al cociente máximo que se obtiene al dividir cada una de las germinaciones diarias acumuladas por el correspondiente número de días para alcanzarla.

Para fines del presente trabajo, la calidad de las semillas se definirá con base en los intervalos de vigor germinativo (Índice de Czabator) como baja (<0.169), media ($0.170-0.340$) y alta (≥ 0.341); y a la potencia germinativa (PG %).

2.7. Referencias Bibliográficas

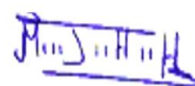
(INTA), (2008). *El cultivo del algarrobo*. Chaco-Argentina: Proyecto Nacional de INTA N° 520403 “Conservación, mejoramiento genético y silvicultura del algarrobo en el Chaco Árido argentino”. <https://redaf.org.ar/wp-content/uploads/2008/02/El-Cultivo-del-Algarrobo.pdf>



- Acosta-Hernández, C., Luna-Rodríguez, M., Noa-Carrazana, J., Galindo-González, J., Vázquez-Torres, S., Morales-Romero, Z., y Iglesias-Andreu, L. (2011). Caracterización morfológica y dasométrica de la especie amenazada *Juglans pyriformis* Liebm. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 17(1), 59-67.
- Aguirre, A., y Fassbender, D. (2012). *Arboles Semilleros Arboles Plus*. Lima, Perú: Boletín de Difusión Técnica. Universidad Nacional Agraria La Molina. <https://docplayer.es/74070347-Arboles-semilleros-arboles-plus.html>
- Barros, S. (2010). El género *Prosopis*, valioso recurso forestal de las zonas áridas y semiáridas de América, Asia y África. *Ciencia e Investigación Forestal*, 16(1), 91-121.
- Cuellar, J., Ugarte, J., y Vilcapoma, E. (2016). *Las Semillas Forestales en el Perú: Desafíos y Oportunidades*. Lima Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria. Obtenido de *Las Semillas Forestales en el Perú; Desafíos y Oportunidades*. Lima Perú: Instituto Nacional de Innovación Agraria INIA.
- Dostert, N., Roque, J., Cano, A., La Torre, M., y Weigend, M. (2012). *Hoja botánica: Algarrobo*. Lima: Giacomotti Comunicación Gráfica S.A.C.
- FAO. (2000). *Las especies del género Prosopis (Algarrobos) de América Latina con especial énfasis en aquellas de interés económico*. Córdoba - Argentina: Talleres Gráficos de Graziani Gráfica. <http://www.fao.org/3/ad314s/AD314S00.htm#TOC>
- Ffolliott, P. F., y Thames, J. L. (1983). *Recolección, manipuleo, almacenaje y pre-tratamiento de las semillas de Prosopis en América Latina*. Tucson, Arizona: FAO. <http://www.fao.org/3/Q2180S/Q2180S00.htm#TOC>
- Fontana, M., Pérez, V., y Luna, C. (2018). Efecto del origen geográfico en la calidad morfológica de plantas de *Prosopis alba* (Fabaceae). *Revista de Biología Tropical*, 66(2), 593-604.
- Food and Agriculture Organization for United Nations [FAO]. (1998). *Red Latinoamericana de Cooperación Técnica en Sistemas Agroforestales*.



http://www.fao.org/tempref/GI/Reserved/FTP_FaoRlc/old/redes/sisag/arboles/Per-p-pa.htm

García, D. (2019). *Identificación y selección de árboles semilleros de Cinchona Officinalis L. (Quina) en el distrito de Querocoto, Chota – Cajamarca*. [Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional de Cajamarca]. http://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/3467/T016_71252975.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Marcelo-Peña, J. L., Reynel-Rodríguez, C. ,.-P., Bulnes-Soriano, F., y Pérez-Ojeda del Arco, A. (2007). Diversidad, composición florística y endemismos en los Bosques Estacionalmente Secos alterados del distrito de Jaén, Perú. *Ecología Aplicada*, 6(1,2), 9-22.

Oliva, M., y Rimachi, Y. (2017). Selección fenotípica de árboles plus de tres especies forestales maderables en poblaciones naturales en el Distrito de Molinopampa (Amazonas). *Rev. de investig. agroproducción sustentable.*, 1(2), 36-43.

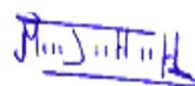
Ortiz, E., Acosta, C., Linares, P., Romero, Z., y Rebolledo, V. (2016). Selección de árboles semilleros de *Juglans pyriformis* Liebm. en poblaciones naturales de Coatepec y Coacoatzintla, en poblaciones naturales de Coatepec y Coacoatzintla, Veracruz. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 7(38), 43-58.

Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *Int. J. Morphol*, 35(1), 227-232.

Pérez, D. (2016). *Marañón evaluación de servicios ecosistémicos*. http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/wwf_factsheet01_web.pdf

Perú Ecológico. (2009). Obtenido de Algarrobo (*Prosopis pallida*): Generando vida en el desierto: https://www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm

Piedratra, É. (1998). Aumento del vigor en semillas de *Pinus patula* (Schlecht. y Cham.) por el efecto de osmoacondicionamiento. *Crónica forestal y del Medio Ambiente*, 13(1), 1-20.



Rivera, J., Pintado, R., y Bulnes, F. (2020). Micropropagación de *Prosopis pallida* (Humb & Bonpl. Ex Willd.) Kunth a partir de yemas apicales. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 22(1), 8-26.

Valladolid, J., León, Á., y Paredes, J. D. (2017). Selección de Árboles Semilleros en Plantaciones Forestales de la Península de Santa Elena. Ecuador. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 4(2), 105-110.

Vásquez-Núñez, L., Ecurra-Puicón, J., y Huamán-Mera, A. (2010). *Los Algarrobos del Perú*. INCAGRO/Escuela de Postgrado UNPRG. <http://leovanu.blogspot.com>

Verga, A. (2014). Rodales semilleros de *Prosopis* a partir del bosque nativo. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales*, 19(1,2), 125-138.

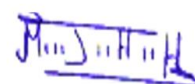
Verga, A., López Lauenstein, D., López, C., Navall, M., Joseau, J., Gómez, C., . . y Marcó, M. (2009). Caracterización morfológica de los algarrobos (*Prosopis* sp.) en las regiones fitogeográficas Chaqueña y Espinal norte de Argentina. *Quebracho - Revista de Ciencias Forestales*, 17(1,2), 31-40.

2.8. Anexos

Anexo 1: *Formato de registro de variantes dasométricas y otros datos de campo*

Número de árbol	Código	Variantes dasométricas			GEOREFENCIACIÓN			Observación (puntaje)
		DAP (cm)	HC (m)	HT (m)	E	N	Cota	



COMPROMISO DE ASESOR

Quien suscribe, **Alexander Huamán Mera** con Grado de Doctor y Profesión de Biólogo Botánico 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 Silva Barboza Luis Fernando y Huamán Huayama Manuel Jesús 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 del porcentaje de árboles de Algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth), que cumplen con los criterios de selección para su conservación genética en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón”

Jaén, 29 de junio del 2021

Dr. Alexander Huamán Mera
ASESOR

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 Silva Barboza Luis Fernando y Huamán Huayama Manuel Jesús 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 del porcentaje de árboles de Algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth), que cumplen con los criterios de selección para su conservación genética en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón”.

Jaén, 29 de junio del 2021

M.Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen
ASESORA

Alexander Huamán Mera

Yuriko Sumiyo Murillo Domen

Luis Fernando Silva Barboza

Manuel Jesús Huamán Huayama

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Silva Barboza Luis Fernando**, identificado con DNI N° 73477879, estudiante de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que: Soy autor del Proyecto de Tesis, titulado: “Determinación del porcentaje de árboles de Algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth), que cumplen con los criterios de selección para su conservación genética en los Bosques 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 junio del 2021



DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

24



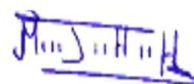
Alexander Huamán Mera



Yuriko Sumiyo Murillo Domen



Luis Fernando Silva Barboza



Manuel Jesús Huamán Huayama

Yo, **Huamán Huayama Manuel Jesús**, identificado con DNI N° 74715771, estudiante de la Carrera Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental de la Universidad Nacional de Jaén; declaro bajo juramento que: Soy autor del Proyecto de Tesis, titulado: “Determinación del porcentaje de árboles de Algarrobo (*Prosopis pallida* (Hum. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth), que cumplen con los criterios de selección para su conservación genética en los Bosques 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 junio del 2021



