

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN

**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA FORESTAL Y
AMBIENTAL**



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

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

AUTORES: Bach. Luis Fernando Silva Barboza

Bach. Manuel Jesus Huaman Huayama

ASESORES: Dr. Alexander Huamán Mera

M.Sc. Yuriko Sumiyo Murillo Domen

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Conservación, manejo y aprovechamiento de los recursos naturales

JAÉN – PERÚ, MAYO DEL 2024

NOMBRE DEL TRABAJO

**DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE
ÁRBOLES DE ALGARROBO (Prosopis pall
ida (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Ku**

AUTOR

**Luis Fernando Silva Barboza & Manuel J
esus Huaman Huayama**

RECUENTO DE PALABRAS

11559 Words

RECUENTO DE CARACTERES

60375 Characters

RECUENTO DE PÁGINAS

60 Pages

TAMAÑO DEL ARCHIVO

3.3MB

FECHA DE ENTREGA

May 22, 2024 5:56 PM GMT-5

FECHA DEL INFORME

May 22, 2024 5:57 PM GMT-5

● 17% de similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para cada base de datos.

- 16% Base de datos de Internet
- Base de datos de Crossref
- 5% Base de datos de trabajos entregados
- 1% Base de datos de publicaciones
- Base de datos de contenido publicado de Crossref

● Excluir del Reporte de Similitud

- Material bibliográfico
- Coincidencia baja (menos de 15 palabras)

 UNIVERSIDAD NACIONAL DE JAÉN
Dr. Alexander Huamán Mera
Responsable de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería

ACTA DE SUSTENTACIÓN

El día 5 de junio del año 2024, siendo las 11:00 horas, se reunieron los integrantes del Jurado de manera presencial, en la sala de docentes del pabellón de ingeniería forestal y ambiental

Presidente : M.Sc. HANDRY MARTÍN RODAS PURIZAGA
Secretario : Mg. GUSTAVO ADOLFO MARTÍNEZ SOVERO
Vocal : Dr. JAMES TIRADO LARA , para evaluar la Sustentación del informe final:

- () Trabajo de Investigación
() Tesis
() Trabajo de Suficiencia Profesional

Titulado: **"DETERMINACIÓN DEL PORCENTAJE DE ÁRBOLES DE ALGARROBO (*Prosopis pallida* (Humb. & Bonpl. Ex Willd.) Kunth), QUE CUMPLEN CON LOS CRITERIOS DE SELECCIÓN PARA SU CONSERVACIÓN GENÉTICA EN LOS BOSQUES ESTACIONALMENTE SECOS DEL MARAÑÓN"**, presentado por los Bachilleres Luis Fernando Silva Barboza y Manuel Jesus Huaman Huayama, de la escuela profesional de Ingeniería forestal y ambiental de la Universidad Nacional de Jaén.

Después de la sustentación y defensa, el Jurado acuerda:

- () Aprobar () Desaprobar () Unanimidad () Mayoría

Con la siguiente mención:

- | | | |
|----------------|------------|---|
| a) Excelente | 18, 19, 20 | () |
| b) Muy bueno | 16, 17 | () |
| c) Bueno | 14, 15 | (<input checked="" type="checkbox"/>) |
| d) Regular | 13 | () |
| e) Desaprobado | 12 ó menos | () |

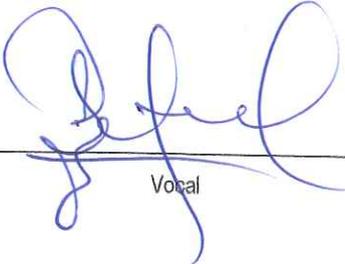
Siendo las 12:10 horas del mismo día, el Jurado concluye el acto de sustentación confirmando su participación con la suscripción de la presente.



Presidente



Secretario



Vocal

INDICE

RESUMEN.....	7
ABSTRACT.....	8
I. INTRODUCCIÓN.....	9
II. MATERIALES Y MÉTODOS	12
2.1. Ubicación del área de estudio	12
2.2. Materiales y equipos	14
2.3. Población.....	14
2.4. Muestra.....	14
2.5. Métodos.....	14
2.6. Procedimientos.....	16
2.6.1. Fase de campo	16
2.6.2. Fase de vivero.....	19
2.7. Análisis de datos	21
2.7.1. Selección de árboles semillero.....	21
2.7.2. Evaluación de germinación.....	22
II. RESULTADOS.....	25
2.1. Evaluación fenotípica y dasométrica para la selección de árboles semilleros	25
2.2. Evaluación de germinación	30
2.3. Georreferenciación y mapa de distribución	33
III. DISCUSIÓN	35
IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	38
4.1. Conclusiones	38

4.2. Recomendaciones.....	39
V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
AGRADECIMIENTO.....	46
DEDICATORIA.....	47
ANEXOS.....	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Instrumento de recolección de datos.....	21
Tabla 2. Características dasométricas de árboles semilleros de <i>Prosopis pallida</i>	26
Tabla 3. Análisis de germinación de <i>Prosopis pallida</i>	31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio en fragmentos de los Bosques Estacionalmente Secos del valle del Marañón	13
Figura 2. Identificación de poblaciones de algarrobo	17
Figura 3. Georreferenciación de un árbol candidato semillero de <i>Prosopis pallida</i>	18
Figura 4. Colecta de semillas de un árbol semillero de algarrobo	19
Figura 5. Características dasométricas de los árboles semilleros de <i>Prosopis pallida</i>	27
Figura 6. Mapa de calor de las características fenotípicas evaluadas	29
Figura 7. Germinación de semillas por población de <i>Prosopis pallida</i> en 15 días de evaluación	32
Figura 8. Vigor germinativo (VG) de los árboles muestreados en las cinco poblaciones de <i>Prosopis pallida</i>	33
Figura 9. Mapa de distribución de árboles semilleros de algarrobo en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón	34

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Identificación de un candidato árbol semillero de <i>Prosopis pallida</i>	48
Anexo 2. Fruto de algarrobo	48
Anexo 3. Codificación y almacenamiento de la semilla de <i>Prosopis pallida</i>	49
Anexo 4. Semillas de <i>Prosopis pallida</i>	49
Anexo 5. Siembra de la semilla de algarrobo de las poblaciones.....	50
Anexo 6. Siembra de semillas de los árboles semilleros colectados	50
Anexo 7. Inicio de la germinación de las semillas de <i>Prosopis pallida</i>	51
Anexo 8. Germinación de las semillas de algarrobo en las 5 poblaciones muestreadas	51
Anexo 9. Coordenadas geográficas de árboles candidatos a semilleros encontrados en el área de estudio.....	52
Anexo 10. Coordenadas geográficas de árboles de <i>Prosopis pallida</i> que no presentaron fructificaron durante el periodo de estudio.....	54
Anexo 11. Coordenadas geográficas de árboles seleccionados como semilleros encontrados en el área de estudio.....	57
Anexo 12. Características fenotípicas de los árboles semilleros de <i>Prosopis pallida</i>	58
Anexo 13. Análisis general de la evaluación de germinación de las semillas de <i>Prosopis pallida</i> en las cinco poblaciones	59

RESUMEN

Los árboles de algarrobo (*Prosopis pallida*) dentro de los bosques estacionalmente secos (BES) del Marañón, cumplen un rol importante para la conservación del suelo contrarrestando la desertificación, debido a su precocidad y resistencia a la sequía. El objetivo de este trabajo fue determinar el porcentaje de árboles con potencial semillero para su posterior conservación genética, teniendo en cuenta los criterios de selección, valoración individual cualitativa y cuantitativa de los árboles candidatos a semilleros y evaluación de germinación. Se identificaron 40 individuos en cinco poblaciones de los BES, ubicados en los departamentos de Cajamarca y Amazonas, de los cuales solo 23 árboles cumplieron con los parámetros establecidos para ser considerados semilleros. Además, mediante la evaluación de germinación en vivero aplicando el índice Czabator se obtuvo un poder germinativo (PG) de 79.6% y un vigor germinativo (VG) promedio de 0.450 donde sólo 18 árboles son considerados semilleros potenciales con VG entre 0.39 y 0.64, los cuales pertenecen a la categoría I, además 3 individuos se encuentran en la categoría II, teniendo un VG entre 0.311 y 0.340. No obstante, existen 2 árboles muestreados (P2A4 y P3A5), que presentaron un VG bajo ≤ 0.169 , estos también están clasificados dentro de la categoría II.

Palabras Clave: árboles semilleros, potencia germinativa, vigor germinativo

ABSTRACT

Currently, mezquites trees (*Prosopis pallida*) within the seasonally dry forests of Marañon play an important role in soil conservation, counteracting desertification, due to their precocity and resistance to drought. However, illegal logging and the decrease in its natural regeneration have categorized it as a threatened species. The objective of this work was to determine the percentage of trees with seed potential for subsequent genetic conservation, taking into account the selection criteria and individual qualitative and quantitative assessment of candidate seed trees. 40 individuals were identified in five populations of the Marañon Seasonally Dry Forests, located in the departments of Cajamarca and Amazonas. Applying the individual assessment criteria, only 23 trees met the established parameters to be considered seedlings. Furthermore, through the evaluation of germination in the nursery applying the Czabator index, a germination power of 79.6% was obtained. and an average germination vigor of 0.450 where only 18 trees are considered potential seedbeds with VG between 0.39 and 0.64, which belong to category I, according to the Czabator index, in addition 3 individuals are in category II, having a VG between 0.311 and 0.340. However, there are 2 sampled trees (P2A4 and P3A5), which presented a low VG < 0.169, these are also classified within category II.

Keywords: *Prosopis pallida*, seed trees, germination power, germination vigor

I. INTRODUCCIÓN

Los Bosques Estacionalmente Secos (BES) representan el 42 % de Bosques Tropicales y Sub tropicales que existen en el mundo, en América del Sur cubren el 22 % de áreas del bosque y en el Perú constituye el 2,4% de su extensión territorial (Saenz y Vilela, 2020). Los BES en el Perú representa un conjunto de ecosistemas clasificados en tres importantes grupos florísticos: bosques costeros (de llanura y de montaña), interandinos (de los valles del Marañón-Mantaro y del Pampas) y orientales (valles del Huallaga, Tambo y Urubamba) (Linares-Palomino et al., 2022).

En el norte del Perú, en los departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad, Amazonas y Cajamarca los BES son un sistema de vital importancia por su biodiversidad de flora, superando las 715 especies y 11 géneros reconocidos como endémicos (Marcelo-Peña et al., 2007). Es por ello, la cuenca del Marañón alberga ecosistemas de bosque seco donde predominan especies de flora adaptadas para aprovechar y almacenar el agua que sólo llega durante algunos meses (Pérez, 2016). Una de las especies leñosas más importantes son las poblaciones de *Prosopis pallida* (algarrobo) ubicadas a lo largo de los valles del Marañón y sus afluentes (los ríos Utcubamba y Chamaya) en los departamentos de Amazonas y Cajamarca (Vásquez et al., 2010).

Prosopis pallida, pertenece a la familia Fabaceae, subfamilia Mimosoideae y género *Prosopis* (Barros, 2010). Este género a nivel mundial, cuenta con 44 especies reconocidas y 40 de ellas están distribuidas a lo largo del continente americano (Capparelli, 2008). En el Perú, se sabe que existen diez especies de algarrobos distribuidas a largo de los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos (Pérez, 2016).

Prosopis pallida, es un árbol multipropósito denominado como el rey del desierto, por los diversos beneficios directos e indirectos que proporciona (FAO, 1998). Es una extraordinaria especie para controlar las dunas y afrontar la desertificación, principalmente por su resistencia a la sequía (Beltrán, 2014). También es considerado como una especie 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). Los individuos de algarrobo pueden 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; la parte interna de la corteza presenta una textura fibrosa, con una tonalidad de blanco y rojo; sus ramas ocasionalmente con espinas, con una tonalidad pardo-gris-negruzca; hojas bipinnadas verde grisáceas; flores verde amarillentas de 4-6 cm; el fruto, es conocido como “algarroba” de color amarillento; las semillas son cuadrangulares, 6.5 mm de largo y pesan 0.25-0.3 g (Dostert et al., 2013).

Las poblaciones de *Prosopis pallida* están disminuyendo considerablemente por factores físicos-climáticos, biológicos y antrópicos ocasionando un problema social para las comunidades que se benefician de los subproductos (Kometter y Reynel, 2022). A pesar que el estado peruano ha implementado programas y proyectos para recuperar este recurso, no ha obtenido los resultados esperados, ya que continúa la sobreexplotación mediante la tala para obtener campos de cultivo y leña, es por ello que ha disminuido enormemente las poblaciones (Vásquez et al., 2010).

Para la conservación genética de una especie forestal de valiosa importancia económica y ecológica, es crucial determinar el potencial semillero de una población el cual 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 se podrá direccionar mejor estos programas (Vásquez et al., 2010).

Para García (2019) 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. Asimismo, Fontana et al. (2018) mencionan que 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. Además, 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 (Fontana et al. 2018).

En poblaciones naturales de *Prosopis pallida* las características dasométricas como la sanidad de los vecinos es una variable de gran importancia en la selección de árboles plus (Oliva y Rimachi, 2017). Otra variable importante es la cantidad de semillas que producen las especies forestales nativas ya que sirven como referencia para establecer programas de reforestación

(Valladolid et al., 2017). Por otro lado, se eligen un máximo de dos o tres atributos, ya que un mayor número de variables resulta en ganancias genéticas más limitadas. Además, en el proceso de selección de árboles superiores, se identifican características "descalificadoras" que llevan a la eliminación inmediata de un árbol. Estas características incluyen la presencia de plagas, enfermedades y la bifurcación de los árboles (Zobel & Talbert, 1984).

Los tratamientos pregerminativos de semilla de *Prosopis pallida* "inmersión en agua caliente", tiene un efecto significativo para la disminuir la dormancia en las semillas (Vilela, 2016). Con base en la calificación de los árboles mediante las variables de vigor germinativo de las semillas, los individuos se clasifican en dos categorías. La Categoría I, agrupan ejemplares con características fenotípicas y dasométricas sobresalientes, valores altos en calidad de semilla. En la Categoría II se incluyeron árboles con valores menores, respecto a los de la I. Bajo los siguientes criterios: Categoría I: árboles clase 1, con un vigor germinativo o Índice de Czabator ($VG \geq 0.341$ equivalente a $PG \% \geq 75$) por árbol/población. Categoría II: árboles clase 1 o clase 2, con un vigor germinativo bajo o medio (Ortiz et al., 2016).

La presente investigación tuvo por objetivo general, determinar el porcentaje de árboles de *Prosopis pallida*, con potencial semillero que cumplen con los criterios de selección para su conservación genética en los Bosques Estacionalmente Secos del Maraón., y por objetivos específicos: la identificación y colecta de los árboles semilleros de *P. pallida*; elaboración del mapa de distribución y la comparación de los árboles semilleros que cumplen con los criterios de valoración cualitativa y valoración en vivero.

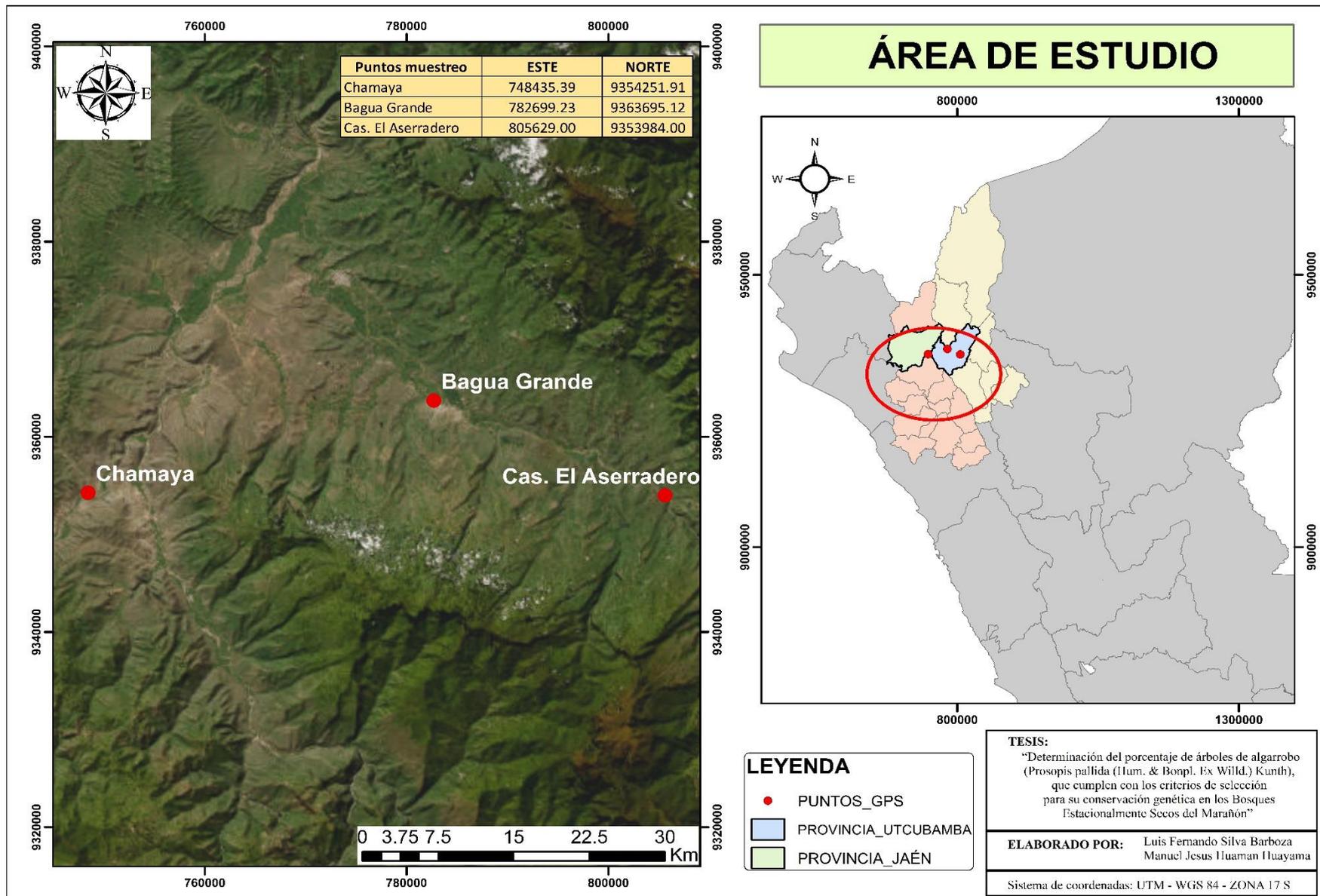
II. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Ubicación del área de estudio

El trabajo de investigación se realizó en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón (BES) de los departamentos de Amazonas y Cajamarca, abarcando una extensión territorial actual de 6,501.2 km². Los BES del Marañón se ubican entre los 600 y 1200 m.s.n.m. El clima es seco presenta temperatura media anual que se encuentra entre los 24 a 26°C, con máximas que alcanzan los 30 °C y mínimas que están alrededor de 20 a 21°C; la temperatura media permanece constante durante todo el año. La cantidad de lluvia anual varía entre 350 mm y 1,000 mm, con un período seco que experimenta menos precipitaciones de mayo a octubre, y un período húmedo con mayores precipitaciones entre octubre y abril (Garayar, 2004). La presente investigación se realizó en el ámbito donde se muestra la Figura 1.

Figura 1

Ubicación del área de estudio en fragmentos de los Bosques Estacionalmente Secos del valle del Marañón



2.2. Materiales y equipos

A. Materiales

- Libreta de campo, sobres de papel Kraft, pilas AA, cinta métrica, tijera telescópica, cinta masking, plumón indeleble, etiquetas de codificación, bolsas de polietileno, sustrato, termómetro y materiales de gabinete.

B. Equipos

- Clinómetro, GPS, cámara fotográfica y equipos de oficina.

2.3. Población

La población estuvo conformada por todos los árboles de *Prosopis pallida* que se encuentran en los bosques estacionalmente secos ubicados por las localidades de Chamaya, Bagua Grande y Aserradero en la región Cajamarca y Amazonas.

2.4. Muestra

Conformada por los 112 árboles que se encuentran distribuidos desde el Caserío El Aserradero del distrito de Jamalca hasta el distrito de San Felipe al margen de la carretera Fernando Belaunde Terry, el muestreo se realizó por conveniencia donde se tomaron individuos con buenas características fenotípicas con y sin presencia de semilla.

2.5. Métodos

El método utilizado fue la valoración individual propuesto por Ipinza (1998), en donde se evalúa cada árbol mediante criterios predefinidos, los cuales se establecieron en base a su heredabilidad (carácter fenotípico) y características dasométricas. Este método se aplica cuando los árboles son de edades distintas y desconocidas o cuando la población está formada por árboles aislados (Corea, 1991). Para aplicar el método fue necesario recorrer previamente los puntos de muestreo en donde se encuentran las poblaciones de *Prosopis pallida* y conocer el ámbito de variabilidad (comportamiento) de la especie y luego determinar el árbol con características sobresalientes (Flores et al, 2005). Se registraron y calificaron las siguientes variables fenotípicas observables:

- **El diámetro de copa**, primero se observa la proyección de la copa del árbol sobre el suelo y se marca con una estaca debajo de los puntos extremos (dirección norte-sur), donde se proyecta la sombra de las ramas más grande, posteriormente se mide con una cinta métrica desde la base del fuste hasta los puntos extremos marcados. Esta se ha valorado en base a copa vigorosa >10 m y pequeña < 5 m.
- **Altura de la primera bifurcación**, desde una distancia de 10 m, con un clinómetro suunto, se midió la base del árbol hasta la primera bifurcación visible del árbol, luego se lee el ángulo de inclinación formado y se calculó la altura de la primera bifurcación. Posteriormente se determina si está ubicada en 1/3 superior, 1/3 medio y 1/3 inferior.
- **El ángulo de inserción de ramas**, se observó la rama y el tronco principal, luego se colocó el centro del trasportador de ángulos, en el punto de inserción donde la rama se une al tronco, y se alinea en el eje longitudinal del árbol. Se clasificaron los árboles en función de su ángulo, abarcando desde 0° hasta 90°.
- **Forma de la copa**, se realizó una evaluación visual minuciosa de la copa del árbol y se describió utilizando las siguientes categorías: círculo completo, círculo irregular, medio círculo, menos de medio círculo y presencia limitada de ramas.
- **La rectitud y la uniformidad del fuste**, se observó cada individuo desde diferentes ángulos para detectar curvaturas, inclinaciones o desviaciones, con el fin de evaluar los árboles que presenten un fuste recto, ligeramente torcido o con más de una torcedura.
- **Dominancia completa en el eje inicial**, se observó cada árbol desde una distancia suficiente para ver toda la estructura del tronco y las ramas, donde se evaluó visualmente si el tronco principal es claramente dominante sobre las ramas laterales, además se identificó si alguna rama lateral compite en tamaño o altura con el tronco principal. Finalmente, se otorgó una calificación a aquellos

árboles que tuvieron dominancia completa en el eje principal y dominancia parcial del eje inicial.

- **Estado fitosanitario**, se inspecciono el árbol desde la base hasta la copa, observando y registrando cualquier signo de anomalía, se observó el color y la densidad del follaje. Luego se examinó la corteza en busca de grietas, exudaciones de savia, manchas, hinchazones, pudriciones o agujeros de insectos y se identifica signos de actividad de plagas (larvas, huevos).

Prueba de germinación, se realizó una prueba de germinación aplicando el tratamiento pregerminativos de inmersión en agua caliente, con el fin de obtener el vigor germinativo de las semillas que serán utilizadas en bancos de germoplasma (Vilela, 2016).

2.6. Procedimientos

2.6.1. Fase de campo

Esta fase se realizó en abril del 2023, época de floración y fructificación de la especie *Prosopis pallida*, se procedió a explorar la zona de estudio y observar las poblaciones de la especie y cualidades fenotípicas y dasométricas de los individuos, finalmente se muestrearon los que presentaban atributos sobresalientes.

Figura 2

Identificación de poblaciones de Prosopis pallida



a. Evaluación de árboles de acuerdo a criterios de selección

- Primero se evaluaron y seleccionaron los árboles candidatos a semilleros en base a los criterios establecidos por Aguirre y Fassbender (2012), como:
 - Fácil acceso
 - Individuos altos en relación a sus vecinos
 - Estado fitosanitario bueno
 - Árboles maduros
 - Árboles en floración y fructificación son importantes para la producción de semilleros.
 - Distancia igual o mayor a 50 m uno del otro, para evitar el efecto de coancestría (Acosta-Hernández et al., 2011).
 - Porcentaje de germinación

- Luego se valoró cada árbol candidato de acuerdo un puntaje según sus características fenotípicas heredables determinadas por Ordóñez et al., (2001), como: forma del fuste recto, diámetro de copa mayor a 10 m, ángulo de inserción de ramas cercano a 90°, forma de copa circular, dominancia completa del eje principal y estado fitosanitario.

b. Mediciones dasométricas y georreferenciación

En los árboles de *Prosopis pallida* que presentaron características deseables para ser considerados como semilleros, se realizó la medición de la altura total de cada árbol utilizando un Clinómetro Sunnto, del diámetro a la altura del pecho (DAP =1.30 m) con una cinta métrica en condiciones propicias considerando un tronco recto, sin deformidades, y ausencia de lianas. Además, cada individuo fue codificado en base a la población identificado y el número de árbol (P1A1) y georreferenciado (Ortiz et al., 2016).

Figura 3

Georreferenciación de un árbol candidato semillero de Prosopis pallida



c. Recolección de semillas

Con una tijera telescópica se realizó la colecta de los frutos maduros de cada individuo muestreado que fueron seleccionados previamente, de acuerdo a sus mejores características dasométricas y fenotípicas. Estas se almacenaron y codificaron en sobres de papel Kraft autoadhesivo. Su almacenamiento fue en envases con cierre hermético en una temperatura fría constante, alrededor de 4°C (Flolliott y Thames, 1983). Luego en gabinete se realizó la obtención de las semillas.

Figura 4

Colecta de semillas de un árbol semillero de algarrobo



2.6.2. Fase de vivero

Esta etapa se realizó en instalaciones del Vivero Municipal de Pomahuaca en la provincia de Jaén, por su relación con el entorno edafoclimático del algarrobo y así no alterar la germinación de la semilla.

a. Preparación del sustrato y desinfestación

El sustrato fue 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 desinfestación del sustrato se utilizó el método de solarización para evitar la aparición de enfermedades y de malezas (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria [INTA], 2008), donde al sustrato humedecido se le cubrió con plástico transparente durante 20 días.

b. Tratamiento pregerminativo

Uno de los tratamientos pregerminativos con mejores resultados para la germinación de semillas de *Prosopis* es la inmersión en agua caliente (Vilela, 2016). La temperatura en la cual la semilla fue remojada estuvo entre los 75 °C a 80 °C, durante 10 minutos (Rivera et al., 2020 y Vilela, 2015).

c. Siembra de las semillas

Una vez realizado el tratamiento pregerminativo, las semillas hinchadas fueron sembradas en bolsas de polietileno de 4 x 7". En cantidades de diez semillas por árbol seleccionado (50 semillas por población), posteriormente se colocó la semilla sobre el sustrato previamente humedecido y se presionó levemente con el dedo. Luego se cubrió 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 registró durante 20 días, después de la fecha de siembra, se hizo la contabilidad desde el primer día en que la semilla empezó a germinar y la plántula emergió. Las variables a registrar fueron: 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.

2.7. Análisis de datos

2.7.1. Selección de árboles semillero

a. Variables dasométricas

- **Altura total (HT):** El valor mínimo es de 6 metros de altura, este método se lo utiliza en bosques naturales (Aguirre y Fassbender, 2013).
- **DAP:** Aunque el DAP se ve influenciado por la edad, este se considera que debe ser mayor a 15 cm, para que los árboles encontrados puedan ser considerados semilleros.
- **Prueba de germinación:** Los árboles también se evaluaron en base al vigor germinativo, mayor o igual al 75% se considera aceptable para ser semillero, y menor del 75% es descartado.

b. Variables fenotípicas

Mediante la matriz de valoración individual (Tabla 1) se determinaron los árboles con mayor puntaje para que sean considerados como semilleros.

Tabla 1

Matriz de valoración individual

Parámetro	Características fenotípicas	Puntaje
FORMA DEL FUSTE	Recto	4
	Ligeramente torcido	3
	Con más de una leve torcedura	2
	Muy torcido	1
ALTURA DE BIFURCACIÓN	No bifurcado	3
	Bifurcado en el 1/3 superior	2
	Bifurcado en el 1/3 inferior	1

DIÁMETRO DE COPA	Copa vigorosa > 10m	3
	Copa promedio entre 5 y 10 m	2
	Copa pequeña < de 5 m	1
FORMA DE LA COPA	Circular	6
	Circular irregular	5
	Medio circulo	4
	Menos de medio circulo	3
	Pocas ramas	2
	Principalmente rebrotes	1
ANGULO DE INSERCIÓN DE LAS RAMAS	Muy cercano o igual a 90 grados (De 60° a 90°)	3
	cercano a 90 grados (De 30° a 60)	2
	Promedio (De 0° a 30°)	1
DOMINANCIA DEL EJE PRINCIPAL	Dominancia completa en el eje inicial	2
	Dominancia parcial del eje inicial sobre las ramas laterales	1
	Dominancia completa sobre las ramas laterales	0
VIGOR/ESTADO FITOSANITARIO	Sano	2
	Enfermo/plagado	1

Fuente. Ordóñez et al. 2001

2.7.2. Evaluación de germinación

Con las variables en vivero se estimaron los siguientes parámetros (Piedratra, 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:

- Potencia germinativa (PG):

$$PG = \left(\frac{Sg}{Ss} \right) \times 100 \% \dots \dots \dots (1)$$

Donde:

Sg = Semillas que germinan

Ss = Número total de semillas sembradas

- Día de inicio de la germinación (IG), corresponde al tiempo transcurrido desde la siembra de las semillas hasta la germinación del 5 % de las semillas sembradas.
- Tiempo medio de germinación (TMG). Mediante este parámetro se busca medir la velocidad y dispersión de la germinación a través de la expresión.

$$TMG = (T_1N_1 + T_2N_2 + \dots T_nN_n)/N \dots \dots \dots (2)$$

Donde:

Tn = número de días transcurridos desde el inicio de la germinación hasta el día n

Nn= número de semillas germinadas en el día n,

N= número total de semillas germinadas.

- Vigor germinativo (VG). Este parámetro se midió a través del valor compuesto de Czabator (1962), el cual refleja en un solo valor los cambios en el pico de germinación, la germinación total y la velocidad de germinación.

$$VG = VM \times GDM \dots \dots \dots (3)$$

Donde:

VM = Es el valor máximo que se presenta entre los resultados derivados de dividir el porcentaje acumulado de germinación por el número de días requeridos para alcanzar dicho porcentaje

GDM = Es el promedio de la germinación diaria, determinada mediante la división del porcentaje final de germinación (PG) entre el número de días necesarios para alcanzar ese valor.

Finalmente, se establecieron 2 categorías (Ortiz et al. 2016), para la selección de árboles aceptables como semilleros, siguiendo los criterios que se detallan a continuación:

- Categoría I: Con un vigor germinativo o Índice de Czabator (≥ 0.341 equivalente a PG % ≥ 75).
- Categoría II: Con un vigor germinativo medio (0.170-0.340) y bajo (≤ 0.169)

II. RESULTADOS

2.1. Evaluación fenotípica y dasométrica para la selección de árboles semilleros

De 112 árboles identificados, 40 árboles de algarrobo pasaron por el filtro de los criterios de selección preestablecidos por Aguirre y Fassbender (2012), y de estos tan sólo 23 individuos candidatos presentaron características morfológicas aceptables para ser considerados como árboles semilleros, estos representan el 57.5 % del total de árboles evaluados, los cuales se encuentran distribuidos en cinco poblaciones. En las cuatro primeras poblaciones evaluadas se han seleccionado cinco individuos de algarrobo y en la quinta población solo tres árboles cumplieron con los criterios de selección.

a. Variables cuantitativas de los árboles semilleros de *Prosopis pallida*

Los 23 árboles semilleros de *Prosopis pallida*, tienen características dasométricas sobresalientes que superan a los árboles candidatos. Su diámetro oscila entre 15.6 cm - 58.8 cm, con un promedio de 37.15 cm y su altura entre 6.5 m - 15.9 m, y con un promedio de 11.2 m (Tabla 2), 11 individuos tienen un DAP promedio de 20.09 cm y solo uno destaca con DAP mayor a 58 cm. Asimismo, la altura máxima de la primera bifurcación se situó a los 4.5 m y las medidas de los diámetros mayores de las copas de los árboles se encuentran desde 5.8 hasta 15.5 m, con un promedio de 11 m. Estas características se ven influenciadas por las condiciones ambientales, por lo tanto, fue necesario evaluar otros parámetros cualitativos.

Se evaluaron los individuos de *Prosopis pallida* que presentaban un DAP mayor a 15 cm, puesto que es el uno de los factores importantes para la selección de árboles candidatos, este indica que los individuos no se encuentren ni muy jóvenes ni muy longevos, influyendo en la producción y calidad de semillas.

Tabla 2*Características dasométricas de árboles semilleros de Prosopis pallida*

Código del individuo	CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS		
	DAP (cm)	Altura (m)	Diámetro de copa (m)
P1A1	18.2	6.5	6.7
P1A2	17.1	7.3	8.5
P1A3	21.6	8.2	12.8
P1A4	18.9	12.5	10.5
P1A5	16.8	7.5	8.4
P2A1	28.9	10.1	13.1
P2A2	16.8	8.5	5.8
P2A3	15.6	12.5	7.5
P2A4	21.5	8.2	12.4
P2A5	22.8	9.5	11.4
P3A1	29.7	12.3	13.6
P3A2	26.9	12.1	8.7
P3A3	25.3	13.5	9.2
P3A4	26.9	13.2	11.1
P3A5	28.3	12.6	12.4
P4A1	37.3	10.3	13.5
P4A2	58.8	12.5	15.5
P4A3	22.7	8.1	11.6
P4A4	33.9	10.6	13.5
P4A5	25.7	12.4	12.7
P5A1	32.2	9.1	14.1
P5A2	21.7	7.6	7.9
P5A3	39.3	15.9	13.8

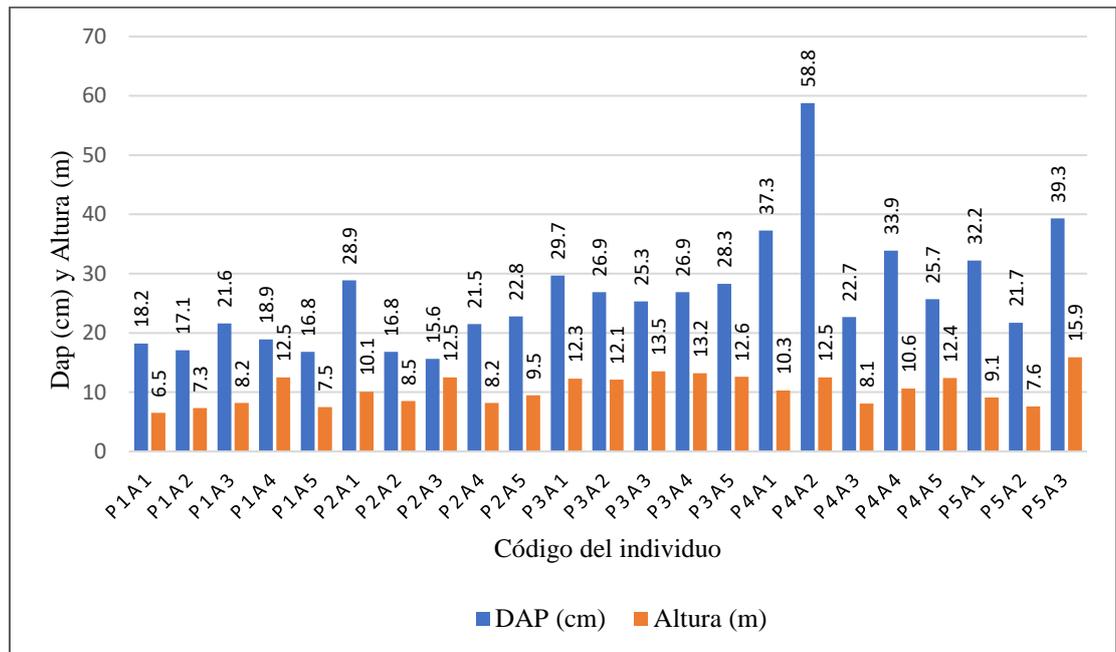
Nota. P1 (Población), A1 (Individuos o árboles)

Los individuos de la población cuatro presentaron mejores características dasométricas en DAP y altura, sobresaliendo del resto de poblaciones (Figura 5). El árbol con código P5A3 presento una altura máxima de 15.9 m, este es el

promedio de altura total que alcanzan los árboles de *Prosopis pallida* en su etapa madura.

Figura 5

Características dasométricas de los árboles semilleros de Prosopis pallida



b. Variables cualitativas de los árboles semilleros de *Prosopis pallida*

La forma del fuste de los individuos seleccionadas se caracterizó por ser ligeramente torcido, esta cualidad es evaluada con una puntuación entre 1 y 4. De los 23 árboles semilleros, 6 presentan fuste recto, 12 tienen tallo ligeramente torcido y 5 presenta un fuste con más de una leve torcedura. En la altura de la bifurcación los árboles semilleros muestran el mejor comportamiento, se encontraron 12 árboles no bifurcados y los restantes con bifurcación en el tercio superior, es decir se bifurcan a más de 2.5 m, lo cual contribuye a la resistencia estructural de los árboles de *Prosopis pallida*.

El diámetro de copa está valorado desde copa promedio entre 5 y 10 m y copa vigorosa >10 m, con valores de 2 y 3 respectivamente. Solo 15 individuos tienen copa vigorosa y 8 presentan copa entre 5 y 10 m. Se analizó la forma de la copa,

la cual es variada desde medio círculo hasta circular, 13 del total de individuos presentan copa en forma de medio círculo, 9 en forma circular irregular y una copa sobresaliente se ha logrado observar en un solo individuo. Estas características indican que los árboles considerados semilleros presentan una copa bien desarrollada con buen potencial de producción de semillas.

El ángulo de inserción de las ramas se determinó mediante la visualización del ángulo que se crea entre las ramas principales y el tronco del árbol evaluado, del total de árboles seleccionados, solo 5 árboles presentan un ángulo de inserción muy cercano o igual a 90° ($60^\circ - 90^\circ$) y un ángulo entre 30° y 60° se presenta en 18 árboles de *Prosopis pallida*.

La dominancia del eje principal se relaciona con la morfología del tallo principal, siendo clasificada como completa en el eje principal con una valoración de 2 o dominancia parcial del eje inicial sobre las ramas laterales con puntaje 1. De los 23 árboles, solo 6 presentaron dominancia parcial sobre ramas laterales, el resto presenta una dominancia completa el eje principal. Por último, al evaluar el estado fitosanitario la mayoría de árboles se encuentran sanos, libre de ataque de plagas y enfermedades, esto se observa en 21 individuos, no obstante, 2 se encuentran enfermos, ya que tienen lesiones leves en el fuste causado por agentes biológicos.

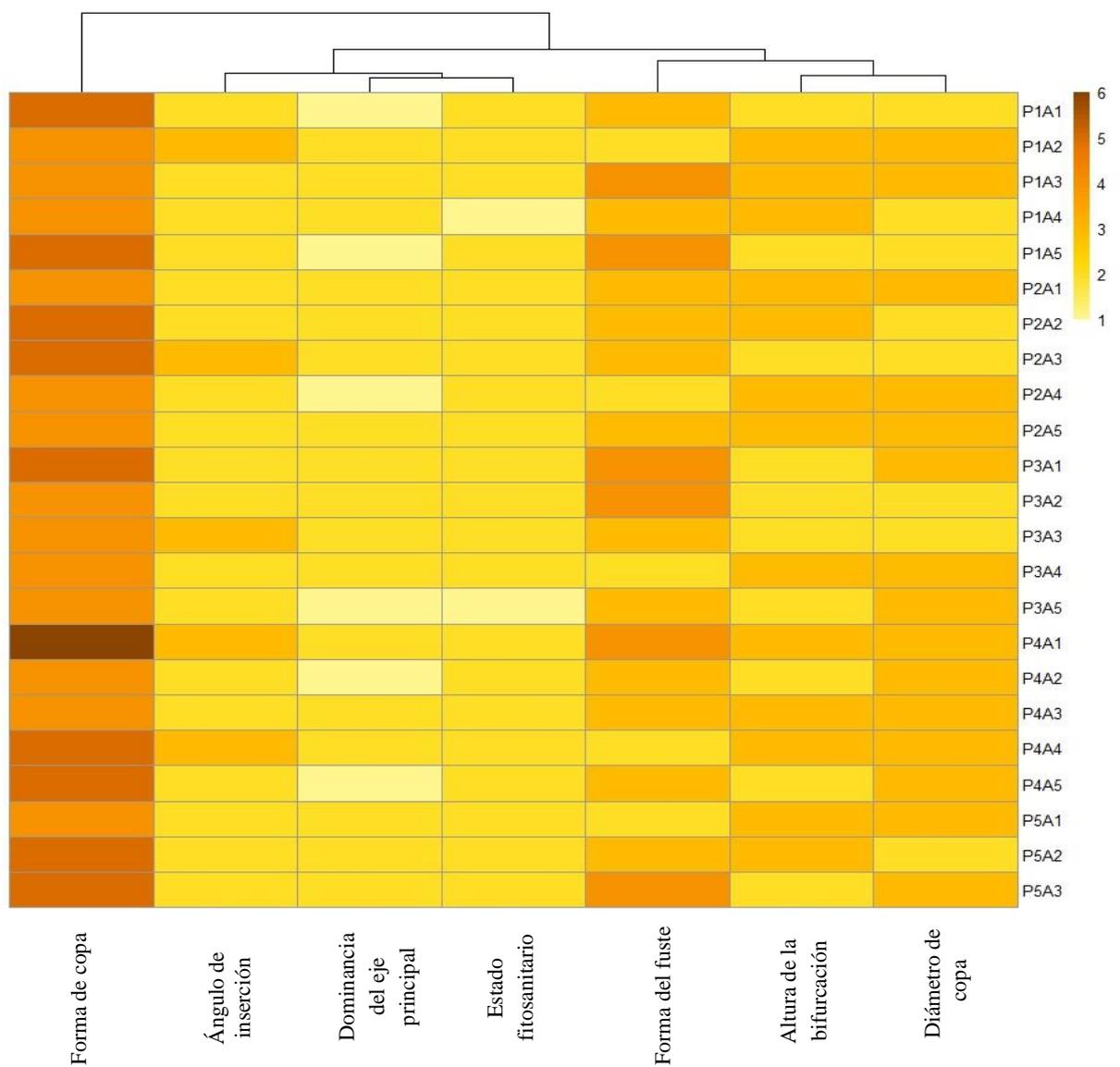
En base a la valoración cualitativa de los parámetros propuestos en la tabla 1, se realizó la sumatoria para obtener el puntaje por árbol y clasificarlo de acuerdo a sus características fenotípicas. El máximo puntaje obtenido fue de 23 y el mínimo de 16 (Anexo 11). De igual forma, en la figura 6, se muestran las similitudes y diferencias de las características evaluadas, el individuo con código P4A1 destaca con su superioridad en la forma de la copa, del fuste y de igual manera en las otras variables es el más resaltante, en contraste, el árbol P3A5 a pesar de presentar una forma de copa sobresaliente, su condición fitosanitaria fue deficiente y existe una dominancia parcial del eje principal.

Se registraron diferentes grupos de acuerdo a la figura 6: el primero, conformado por los árboles con código P4A1, PAA4, y P1A2, con caracteres sobresalientes en altura de la bifurcación, diámetro de copa, forma de copa y ángulo de inserción

paralelamente. Asimismo, todos los individuos presentan forma de copa destacable entre circular y circular irregular. En otro grupo, de acuerdo a la forma del fuste los individuos más sobresalientes fueron P1A3, P3A2, P3A1, P5A3, P1A5 y P4A1; en el ángulo de inserción de ramas destacan los árboles P4A1, P4A4, P1A2, P2A3 y P3A3. No obstante, P3A5 y P1A4 fueron los árboles que presentaron un estado fitosanitario malo y los individuos P3A5, P4A2, P4A5, P1A1 y P1A5, mostraron una desventaja en la dominancia del eje principal.

Figura 6

Mapa de calor de las características fenotípicas evaluadas



2.2. Evaluación de germinación

La duración de la prueba de germinación, desde su inicio hasta el conteo final, abarcó un período de 20 días. Las semillas de algarrobo iniciaron su germinación (IG) en el noveno día después de haber sido sembradas y el último día que se registró la germinación es el día 13. Los 23 árboles semilleros aceptables por sus características fenotípicas y dasométricas sobresalientes, presentaron un promedio de potencia germinativa de 79.6%, con valores que oscilaron entre 40% y 100%, con un tiempo medio de la germinación (TMG) de 10.68 días. Del total de árboles de *Prosopis pallida* que se llevaron a la fase de valoración en vivero, solo 4 árboles presentaron semilla con un PG de 100 %, 17 árboles registraron valores que oscilan entre 70 % y 90%. Si embargo, 2 individuos presentaron un poder germinativo (PG) bajo de 40% y 50% respectivamente (Tabla 3).

Otro de los criterios de gran importancia dentro de la evaluación de la germinación está el vigor germinativo (VG), que se obtuvo mediante el producto del valor máximo de germinación (VM) y la germinación diaria media (GDM). El promedio de vigor germinativo para las cinco poblaciones evaluadas fue de 0.45. Se identificaron 18 árboles semilleros potenciales con VG entre 0.39 y 0.64, los cuales pertenecen a la categoría I, según el índice de Czabator, además 3 individuos se encuentran en la categoría II, teniendo un VG entre 0.311 y 0.340. No obstante, existen 2 árboles muestreados (P2A4 y P3A5), que presentaron un VG bajo ≤ 0.169 , estos también están clasificados dentro de la categoría II, pero las semillas no son consideradas para programas de mejoramiento genético y para instalación de plantaciones con fines comerciales.

Tabla 3*Análisis de germinación de Prosopis pallida*

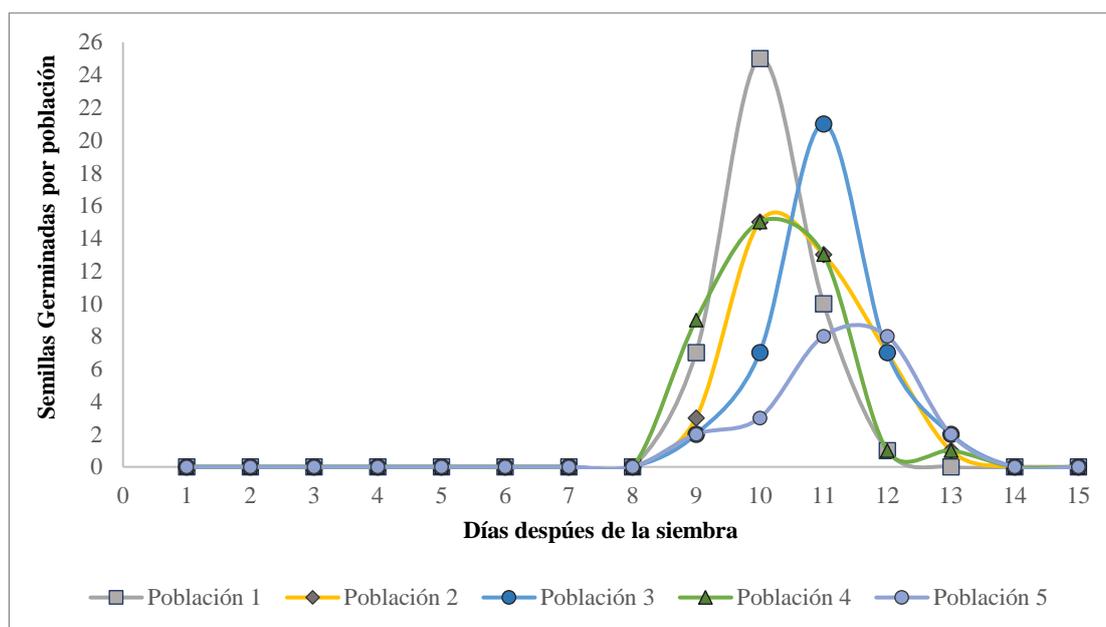
Código de árbol	Población	Evaluación de germinación					
		IG (días)	TMG (días)	VM	GDM	PG%	VG
P1A1	P1	9	9.88	7.00	0.07	80	0.509
P1A2	P1	9	10.10	6.00	0.08	100	0.500
P1A3	P1	10	10.57	6.36	0.06	70	0.405
P1A4	P1	9	10.20	7.00	0.09	100	0.636
P1A5	P1	9	9.88	7.00	0.07	80	0.509
P2A1	P2	10	11.00	7.27	0.08	100	0.559
P2A2	P2	9	9.78	7.00	0.08	90	0.573
P2A3	P2	10	10.88	6.36	0.07	80	0.424
P2A4	P2	10	10.25	3.00	0.04	40	0.109
P2A5	P2	10	11.38	6.67	0.07	80	0.444
P3A1	P3	9	10.63	7.27	0.07	80	0.529
P3A2	P3	10	11.70	7.50	0.08	100	0.577
P3A3	P3	10	10.71	6.36	0.06	70	0.405
P3A4	P3	9	10.78	7.27	0.07	90	0.503
P3A5	P3	10	11.00	3.64	0.04	50	0.152
P4A1	P4	11	11.38	5.45	0.06	80	0.336
P4A2	P4	9	9.29	5.56	0.07	70	0.311
P4A3	P4	9	9.86	7.00	0.07	70	0.490
P4A4	P4	9	11.63	8.18	0.07	80	0.595
P4A5	P4	9	10.00	7.00	0.08	90	0.573
P5A1	P5	10	11.43	5.83	0.06	70	0.340
P5A2	P5	9	10.43	6.36	0.06	70	0.405
P5A3	P5	9	12.89	6.67	0.07	90	0.462
PROMEDIO						79.6%	0.450

Nota: IG (Inicio de la germinación), TMG (Tiempo medio de germinación), VM (Velocidad de germinación), GDM (Germinación diaria media), PG % (Potencia germinativa) y VG (Vigor germinativo) de semillas de algarrobo en la población de algarrobo en las cinco poblaciones.

La figura 7, indica el comportamiento de las semillas germinadas de las 5 poblaciones muestreada en 15 días de evaluación. Se observa que durante los primeros 8 días no germino ninguna semilla de las poblaciones evaluadas. No obstante, los picos más altos de germinación se observaron en los días 10 y 11 con 130 semillas germinadas, en contraste, el día 13 presento un número bajo de semillas germinadas (6 semillas) y a la vez fue el último día de germinación. Por otro lado, la población 1 logro mayor número de semillas germinadas en 10 días (25 semillas) y el promedio de semillas germinadas es de 8 semillas por día.

Figura 7

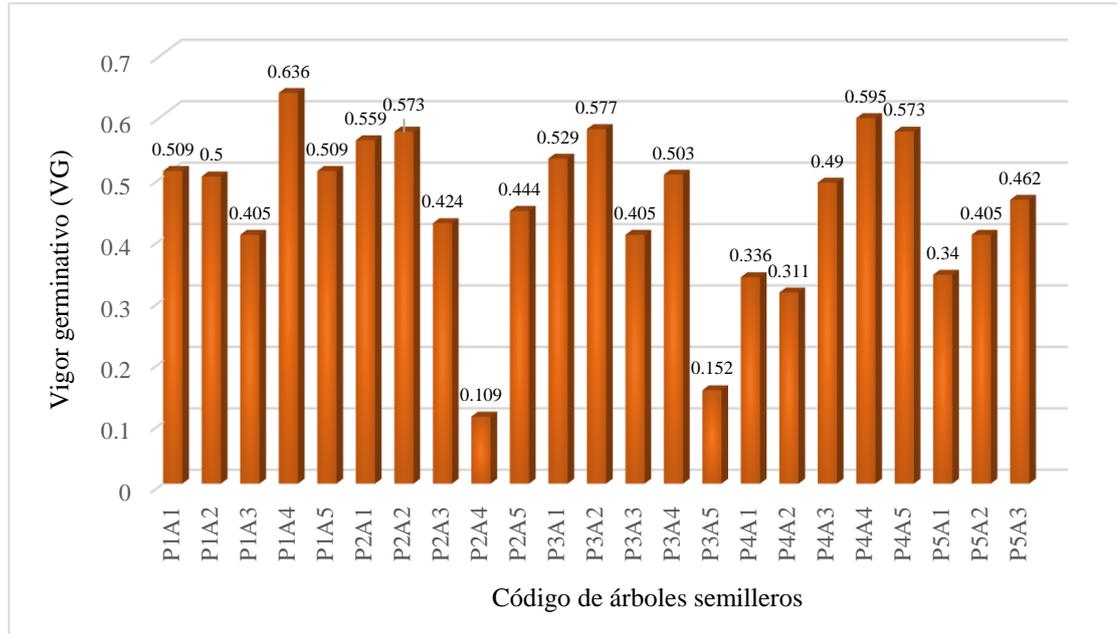
Germinación de semillas por población de Prosopis pallida en 15 días de evaluación



La figura 8, indica los resultados del vigor germinativo de las poblaciones muestreadas, del total de individuos solo uno (P1A4) ha obtenido un vigor elevado de 0.637, mientras que los demás se encuentran en rangos considerables para ser considerados arboles con alto potencial germinativo.

Figura 8

Vigor germinativo (VG) de los árboles muestreados en las cinco poblaciones de Prosopis pallida



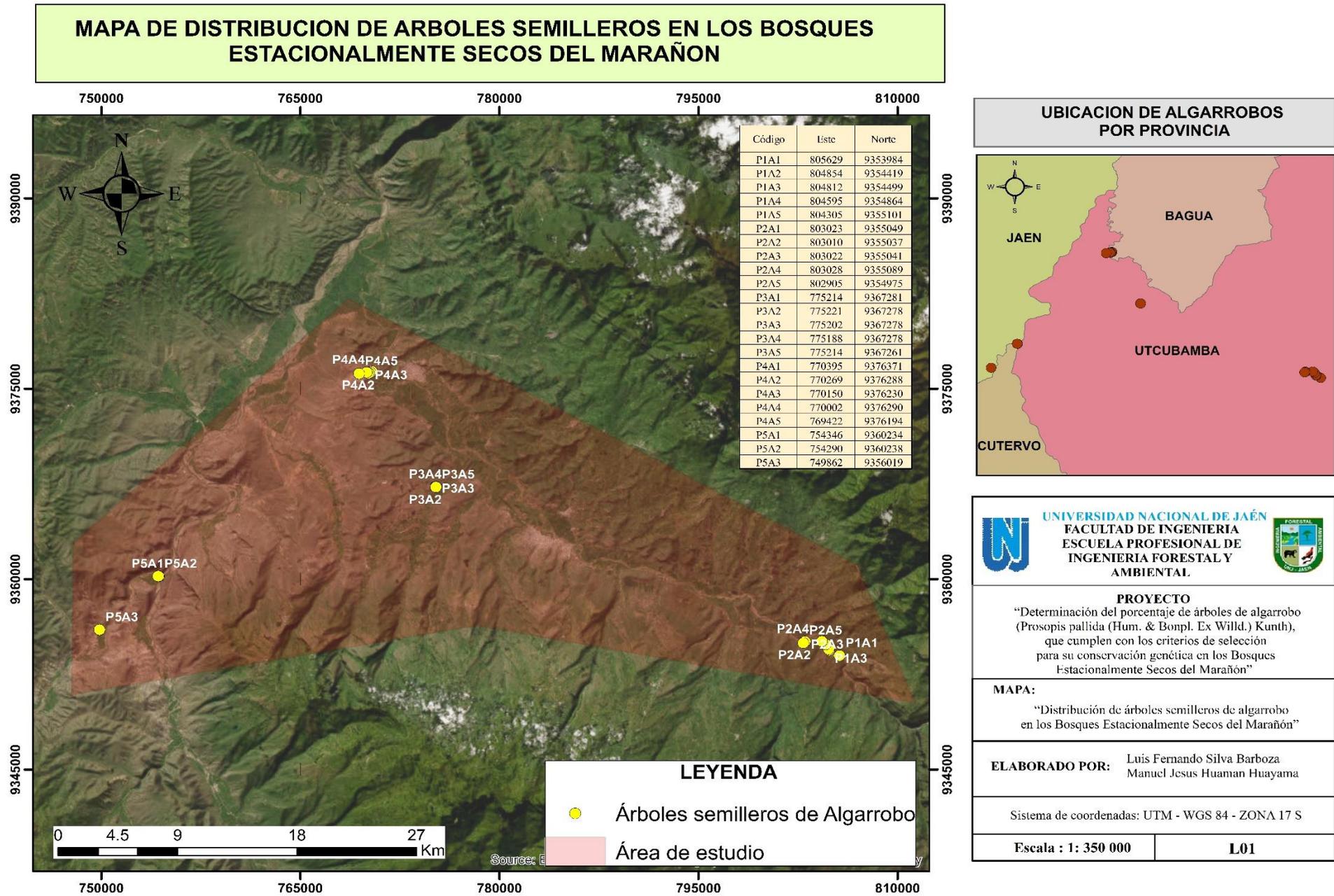
2.3. Georreferenciación y mapa de distribución

Después de haber realizado la valoración cualitativa y cuantitativa teniendo en cuenta las características aceptables para que los árboles identificados sean considerados semilleros. Una vez seleccionados los 23 árboles con potencial semillero, se elaboró el mapa de distribución (figura 9) con las coordenadas geográficas UTM donde se encuentra cada individuo de acuerdo a la distribución de sus poblaciones, las cuales se localizan a una distancia igual o mayor a 50 m una de otra, esto con el fin de evitar el efecto de coancestría.

Las poblaciones muestreadas de árboles de *Prosopis pallida* se encuentran dispersas desde el CP. Chamaya del Distrito de Jaén hasta el Cas. El Aserradero al margen de la carretera Fernando Belaunde Terry con la carretera a Bagua capital desde el Cas. El Reposo hasta el límite de las provincias Utcubamba y Bagua en la Región Amazonas. Esto facilitará su ubicación *in situ* para posibles colectas de germoplasma y futuras investigaciones.

Figura 9

Mapa de distribución de árboles semilleros de algarrobo en los Bosques Estacionalmente Secos del Marañón



III. DISCUSIÓN

Evaluación fenotípica y dasométrica para la selección de árboles semilleros

En este estudio, se evaluaron las poblaciones de *Prosopis pallida* analizando sus mejores características, como la forma del tronco, la forma y el diámetro de la copa, la altura de la primera bifurcación, la dominancia del eje principal, el ángulo de inserción de las ramas y el estado fitosanitario. Se examinaron estos criterios siguiendo las tablas establecidas por Heredia & Hofstede (1999), donde asignan una puntuación a cada atributo de los árboles identificados. Esto coincide con Zobel B., y Talbert J. (1984) quienes indican que rectitud del fuste, altura de la primera bifurcación y ángulo de inserción de ramas son características cualitativas que suelen mostrar una heredabilidad más elevada y están menos influenciadas por factores ambientales y no presentan modificaciones con el tiempo, a diferencia de las características cualitativas como DAP y altura del fuste, que tienen baja heredabilidad; ya que están sumamente afectadas por condiciones ambientales, por lo tanto, no se consideran variables confiables para selección de árboles semilleros. Esto lo confirma Aletá et al. (2003), en su estudio del comportamiento de 12 genotipos de *J. regia*, señalan que el ángulo de inserción de ramas, la ramificación y la rectitud presentan una heredabilidad elevada.

En los resultados obtenidos observamos que el fuste es ligeramente torcido, en contraste con lo obtenido en el estudio de Alcántara (2023), los mejores árboles de algarrobo seleccionados como plus, presentaban un fuste con más de una leve torcedura, esto se debe a las condiciones ambientales que se producen, como fuertes vientos o suelos poco profundos o alta variabilidad morfológica de *Prosopis pallida* según explica Dostert et al (2013). Esto confirma lo expuesto por Aletá et al. (2003), quienes concluyen que la variación en la altura y el diámetro está vinculada a las diferencias dentro de la familia, en términos genéticos como ambientales.

Los resultados de la medida de variables dasométricas obtenidos coinciden con Alcántara (2023), quien en su estudio señala que la altura de los individuos de *Prosopis pallida*, se encuentran entre 4.4 m y 15.7 m y un diámetro entre 10.4 cm y 46 cm. Asimismo, se indica que la presión humana y la fragmentación de hábitats, han afectado a la población estudiada durante un extenso periodo, la especie experimentó

una selección genética en los individuos más destacados, lo que ha llevado a que no se encuentre una densidad significativa de individuos con características fenotípicas superiores.

La metodología utilizada en este estudio fue la valoración individual la cual permitió lograr una ganancia genética de individuos con mejores características fenotípicas (forma de fuste y de la copa, ángulo de inserción, bifurcación del fuste y estado fitosanitario). No obstante, según los estudios realizados por Vallejos et al. (2010), los árboles seleccionados clasificados en puntajes fenotípicos, restan importancia a los verdaderos valores de selección. Indican que para la selección de árboles semilleros es fundamental la comparación de los árboles candidatos con sus vecinos en un radio inmediato de 10 a 15 m, para establecer un puntaje estándar. Este método minimiza el efecto de las diferencias de sitio y aumenta la ganancia genética. Sin embargo, solo se emplea cuando se conoce la edad de los árboles.

Evaluación de la germinación de los árboles semilleros

En el trabajo de Ortiz et al., (2016), muestran que para la evaluación del porcentaje de germinación y vigor germinativo de las semillas es un factor indispensable para poder determinarse como árboles semilleros. El potencial germinativo obtenido en la germinación de semillas de algarrobo de las 5 poblaciones fue de 79.6% esto indica que el tratamiento pregerminativo ayudo a la rápida germinación de semilleras, acorde con Rivera et al. (2020) y Vilela (2015), mencionan que uno de los tratamientos pregerminativos de semilla de algarrobo “inmersión en agua caliente”, tiene un efecto significativo para disminuir la dormancia en las semillas, teniendo un 72 % de germinación en las semillas.

Los dos individuos (P2A4 y P3A5) que obtuvieron un vigor de germinativo bajo a pesar de presentar características sobresalientes, presentaban una condición fitosanitaria desfavorable, lo que pudo haber provocado que las semillas no logran germinar en el tiempo de evaluación o también pudo deberse a que sufrieron ahogamiento por el sustrato o su etapa de latencia es mayor. Sin embargo, estas semillas pueden ser utilizadas para programas de conservación y protección de suelos. Esto confirma Sanjuanbenito y Ramírez (2007) quienes indican que las

semillas recolectadas de árboles destacados pueden ser destinadas a diversas finalidades como el establecimiento de plantaciones comerciales, mejoramiento genético, así como programas de conservación y reforestación.

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- De 40 árboles candidatos a semilleros, sólo 23 individuos que representa el 57.5% del total, presentaron mejores características dasométricas y fenotípicas para ser considerados como semilleros.
- De los 23 árboles seleccionados como semilleros, más del 60 % presentan un fuste ligeramente torcido, con una altura de bifurcación en 1/3 superior, copa circular irregular entre 5 y 10 m, con un ángulo de inserción de ramas entre 30° a 60° y tienen dominancia completa en el eje principal.
- Se realizó el mapa de distribución de los 23 árboles semilleros, donde muestra la ubicación in situ de cada individuo se encuentra georreferenciado mediante coordenadas UTM Datum WGS84.
- Se determinó que el poder germinativo de las cinco poblaciones de *Prosopis pallida* es de 79.6%, es decir, hubo un alto número de semillas germinadas en los 20 días de evaluación.
- Los resultados obtenidos indican que las semillas germinadas de las 5 poblaciones alcanzaron un vigor germinativo promedio de 0.450 el cual es considerado alto de acuerdo al índice Czabator, esto permite determinar los fines para cuales se utilizaría la semilla.
- De los 23 árboles semilleros, 18 se encuentran clasificados en la categoría I, estos pueden ser utilizados en la instalación de plantaciones forestales con fines comerciales, programas de mejoramiento genético, conservación y reforestación y solo 5 árboles de *Prosopis pallida* en la categoría II, los cuales se destinarían solo para programas de conservación y protección del ecosistema y suelos.

4.2. Recomendaciones

- Se recomienda a la Universidad Nacional de Jaén a través de la Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental realizar investigaciones científicas, que busquen de conservar y preservar los recursos naturales y ecosistemas de los Bosques estacionalmente secos del valle del Marañón.
- A los Gobiernos locales y regionales promover programas y proyectos que busquen la conservación de las poblaciones de *Prosopis* que se encuentran en los Bosques estacionalmente secos, mediante la reforestación y forestación, ya que es un árbol de importancia económica y ecológica. y proyectos a favor de la conservación
- Los resultados obtenidos destacan la importancia de emplear criterios de selección enfocados en características fenotípicas con alta heredabilidad para la selección de árboles semilleros con características sobresalientes, por tanto, se respalda la importancia de implementar programas o proyectos de mejoramiento genético.
- Se propone continuar con la selección de árboles semilleros para formación de las poblaciones de *Prosopis pallida* con características fenotípicas superiores, esto permitirá lograr la conservación de la especie e implementar estrategias a corto y mediano plazo para el mejoramiento genético.
- Para la selección de árboles semilleros en bosques heterogéneos, se recomienda aplicar la metodología propuesta de valoración individual, puesto que es aplicable cuando los árboles se encuentran dispersos o se desconoce la edad. Asimismo, se puede adaptar este método al estudio de otras poblaciones para mejorar la metodología y consolidarla.
- Continuar con la investigación poniendo especial atención en la temporada de producción de flores y frutos, el análisis de germinación y la viabilidad técnica de las semillas generadas por los árboles seleccionados. Esto se realiza con el propósito de establecer un banco de germoplasma que beneficie a los programas de reforestación.

- Para posteriores estudios, se debe utilizar el nombre *Neltuma* en lugar de *Prosopis* debido a que, los análisis filogenómicos realizados por Hughes et al., (2022), proponen la desintegración del género *Prosopis*.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, C., Luna, M., Noa, J., Galindo, J., Vázquez, S., Morales, Z., y Iglesias, 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.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=62917370006>
- Aguirre, A., y Fassbender, D. (2012). *Arboles Semilleros Arboles Plus*. Lima, Perú: Boletín de Divulgación Técnica. Universidad Nacional Agraria La Molina.
<https://docplayer.es/74070347-Arboles-semilleros-arboles-plus.html>
- Garayar, C. (2015). *Atlas regional del Perú: Cajamarca. Imagen geográfica, estadística, histórica y cultural*. Ediciones PEISA 2003. Perú.
- Aletá, N., Ninot, A., & Voltas, J. (2003). Caracterización del comportamiento agroforestal de doce genotipos de *Juglans sp* en dos localidades de Cataluña. *Investigación Agraria: Sistemas y recursos forestales*, 12(1), 39-50.
<http://hdl.handle.net/10459.1/44648>
- Alcántara, P. (2023). *Posicionamiento y caracterización de Prosopis spp. “algarrobo” árbol plus, en el bosque relicto estacionalmente seco de Túcume, Lambayeque – Perú*. [Universidad Ricardo Palma].
<https://hdl.handle.net/20.500.14138/6665>
- 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. <https://bibliotecadigital.infor.cl/handle/20.500.12220/18582>
- Beltrán, R. (2014). Citología de la semilla de algarroba de *Prosopis pallida* (Humb & Bonpl. ex Willd.) “algarrobo pálido”. *Conocimiento para el desarrollo*. 5(1), 121-128.
<https://revista.usanpedro.edu.pe/index.php/CPD/article/view/148>
- Capparelli, A. (2008). Caracterización cuantitativa de productos intermedios y residuos derivados de alimentos del algarrobo (*Prosopis flexuosa* y *P. chilensis*, Fabaceae): aproximación experimental aplicada a restos

arqueobotánicos desecados. *Darwiniana*. 46(2): 175-201.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=66912207001>

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.

Corea, E. (1991). Selección de árboles plus. Manual sobre MGF con referencia especial a America Central. Turrialba. C..R. *CATIE*. p. 81-89

Dostert, N., Cano, A., Torre, M. I. La, Weigend, M., Flores, D., Giz, C., & Perubiodiverso, P. (2013). Siete especies de plantas vasculares de importancia económica en el Perú : Fichas botánicas Seven vascular plants species used in Peru : *Factsheet botanical*. *Arnaldoa*, 20(2), 359–432.
https://www.researchgate.net/publication/274712864_Seven_vascular_plants_species_used_in_Peru_Factsheet_botanical

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>

Flolliott, P. F., y Thames, J. L. (1983). *Recolección, manipuleo, almacenaje y pretratamiento de las semillas de Prosopis en América Latina*. Tucson, Arizona.
<http://www.fao.org/3/Q2180S/Q2180S00.htm#TOC>

Figuerola, J., Stucchi, M. y Rojas-VeraPinto, R. (2013). *El oso andino (Tremarctos ornatus) como especie clave para la conservación del bosque seco del Marañón (Cajamarca-Amazonas, Perú)*. Lima, Perú: Cooperación Técnica Alemana, Asociación para la Investigación y Conservación de la Biodiversidad.

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://hdl.handle.net/20.500.14074/3467>
- Hughes, C. E., Ringelberg, J. J., Lewis, G. P., & Catalano, S. A. (2022). Disintegration of the genus *Prosopis* L. (Leguminosae, Caesalpinioideae, mimosoid clade). *PhytoKeys*, 205, 147.
- Instituto Nacional de Tecnología Agraria (2008). *El cultivo del algarrobo: Obtención de semilla, vivero y plantación del algarrobo con especial referencia al Chaco Árido argentino*. Proyecto Nacional de INTA N° 520403 “Conservación, mejoramiento genético y silvicultura del algarrobo en el Chaco Árido argentino”. <https://redaf.org.ar/wpcontent/uploads/2008/02/El-Cultivo-del-Algarrobo.pdf>
- Ipinza, R. (1998). Mejoramiento Genético Forestal. Serie Técnica No. 42. Santafé de Bogotá, Agosto de 1998. Programa CONIF - Miniagricultura. 162 p.
- Kometter, R., y Reynel, C. (2022). Los Bosques de “Algarrobo” (*Prosopis* spp) Están Muriendo en la Costa Norte del Perú ¿Qué Hacer?. *Bio Modus Tropical*. 1-21. https://www.researchgate.net/publication/366204932_Los_Bosques_de_Algarrobo_Prosopis_spp_Estan_Muriendo_en_la_Costa_Norte_del_Peru_Que_Hacer
- Linares, R., Huamantupa, I., Marcelo, J., Padrón, E., La Torre, M., Roncal, M., Choquecota, N., Collazos, L., Elejalde, R., y Vergara, N. (2022). Los bosques estacionalmente secos del Perú: un re-análisis de sus patrones de diversidad y relaciones florísticas. *Revista peruana de biología* 29(4): e21613. <http://dx.doi.org/10.15381/rpb.v29i4.21613>
- Marcelo, J., Reynel, C., Bulnes, F., y Pérez, 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. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S172622162007000100002&script=sci_abstract.
- 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. <http://revistas.untrm.edu.pe/index.php/INDESDOS/article/view/372>
- 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. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/3>
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio *Int. J. Morphol.*, 35(1), 227-232. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S071795022017000100037
- Ordóñez, L., Aguirre, N., Hofstede, R. (2001). *Sitios de recolección de semillas forestales andinas del Ecuador*. https://digitalrepository.unm.edu/abya_yala/317
- Pérez, D. (2016). *Marañón evaluación de servicios ecosistémicos*. http://d2ouvy59p0dg6k.cloudfront.net/downloads/wwf_factsheet01_web.pdf
- Piedratria, É. (1998). Aumento del vigor en semillas de *Pinus patula* (Schlecht. y Cham.) por el efecto de osmocondicionamiento. *Crónica forestal y del Medio Ambiente*, 13(1), 1-20. <https://www.redalyc.org/pdf/113/11313101.pdf>.
- 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.
- Sanjuanbenito, G., y Ramírez, M.. (2007). *Fuentes semilleras de la comunidad de Madrid*. Serie técnica de medio natural Núm 2. Madrid, España. 194 p.

- Saenz, C., y Vilela, J. (2020). Densidad y cobertura del algarrobo "*Prosopis pallida*" en el desierto de Sechura. *Agroindustrial Science* 10(3): 225 – 228. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2020.03.01>
- Valladolid, J., León, Á., y Paredes, 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. <https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/7494/1/UPSE-RTC-2017-Vol.4-No.2-014.pdf>.
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F y Murrillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía Costarricense*, 34(1), 105-119. <https://doi.org/10.15517/rac.v34i1.6704>
- Vásquez, L., Ecurra, J., y Huamán, 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. <http://www.scielo.org.ar/pdf/quebra/v22n2/v22n2a07.pdf>
- Verga, A., López, D., López, C., Navall, M., Joseau, J., Gómez, C., Royo, O., Degani, W., 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. <https://redaf.org.ar/wp-content/uploads/2008/02/Distribucion-geografica-Prosopis.pdf>
- Vilela, J. (2015). Comparativo de tratamientos pre-germinativos en la semilla del algarrobo (*Prosopis pallida* H.B. Wild), en el Valle del Medio Piura" [Tesis para optar el título profesional, Universidad Nacional de Piura]. <http://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/361>
- Zobel, B., Talbert, J. (1984). *Applied Forest Tree Improvement*. John Wiley & Sons. USA. 510 p

AGRADECIMIENTO

Este trabajo fue financiado por PROCENCIA - CONCYTEC en el marco de la convocatoria Proyecto Investigación Básica, 2020-01-Fase II [Contrato N°134-2020-FONDECYT]. Proyecto titulado "Determinación de áreas prioritarias para la conservación genética de las especies de Algarrobos (*Prosopis* spp.), en los Bosques Tropicales Estacionalmente Secos del Perú".

Agradecemos nuestros padres, por el incondicional apoyo en todo momento, por la confianza depositada en nosotros para lograr nuestros objetivos. A nuestros hermanos, quienes constantemente estaban pendientes de motivarnos ayudarnos en afrontar los retos que se presentaron durante este lapso.

Agradecemos infinitamente a nuestra casa superior de estudios "Universidad Nacional de Jaén" por permitirnos formarnos profesionalmente, por los buenos docentes que nos instruyeron con cada uno de sus lucidos conocimientos incondicionalmente y de quienes hemos aprendido a fortalecer nuestros valores.

Agradecemos a Universidades Nacionales y Privadas, instituciones; que durante el estado de emergencia COVID-19, sus publicaciones en la web desempeñaron un papel fundamental en la consulta de información de calidad para la elaboración y ejecución de la presente investigación.

DEDICATORIA

A Dios por darnos vida y la oportunidad de estar aquí, darnos un objetivo en la vida, por guiarnos en nuestro camino.

A nuestra familia por estar siempre a nuestro lado, brindarnos la confianza y su apoyo incondicional para seguir adelante en nuestra persecución de nuestras metas.

A nuestros respetados docentes de la prestigiosa Universidad Nacional de Jaén, quienes nos ilustraron con sus conocimientos y fueron un factor clave en lo que aprendí y quiero seguir aprendiendo; a mis amigos, compañeros de aula con los que compartimos grandiosos momentos y experiencias hasta el día que concluimos el sueño que iniciamos una vez.

Gracias a todos los que contribuyeron e incrementaron el deseo de superación y éxito en nuestras vidas. ¡Muchas Gracias!

ANEXOS

Anexo 1

Identificación de un candidato árbol semillero de algarrobo



Anexo 2

Fruto de algarrobo



Anexo 3

Codificación y almacenamiento de la semilla de algarrobo



Anexo 4

Semillas de algarrobo



Anexo 5

Siembra de la semilla de algarrobo de las poblaciones



Anexo 6

Siembra de semillas de los árboles semilleros colectados



Anexo 7

Inicio de la germinación de las semillas de algarrobo



Anexo 8

Germinación de las semillas de algarrobo en las 5 poblaciones muestreadas



Anexo 9

Coordenadas geográficas de árboles candidatos a semilleros encontrados en el área de estudio

N°	Código	Este	Norte	Población
1	P1A1	805629	9353984	Población 01
2	P1ANS1	805566	9354070	
3	P1ANS2	805428	9354074	
4	P1ANS3	805358	9354036	
5	P1A2	804854	9354419	
6	P1A3	804812	9354499	
7	P1A4	804595	9354864	
8	P1A5	804305	9355101	
9	P2A1	803023	9355049	Población 02
10	P2A2	803010	9355037	
11	P2A3	803022	9355041	
12	P2A4	803028	9355089	
13	P2ANS1	802994	9354988	
14	P2ANS2	802935	9354998	
15	P2A5	802905	9354975	
16	P2ANS3	802835	9354896	
17	P3A1	775214	9367281	Población 03
18	P3ANS1	775173	9367295	
19	P3A2	775221	9367278	
20	P3ANS2	775207	9367261	
21	P3A3	775202	9367278	
22	P3A4	775188	9367278	
23	P3ANS3	775169	9367258	
24	P3ANS4	775262	9367267	
25	P3A5	775214	9367261	
26	P4A1	770395	9376371	Población 04
27	P4A2	770269	9376288	
28	P4A3	770150	9376230	

29	P4ANS1	770175	9376161	
30	P4A4	770002	9376290	
31	P4ANS2	768900	9376093	
32	P4ANS3	768618	9375864	
33	P4A5	769422	9376194	
<hr/>				
34	P5A1	754346	9360234	
35	P5A2	754290	9360238	
36	P5ANS1	749837	9356023	
37	P5ANS2	749306	9354931	Población 05
38	P5ANS3	749839	9355626	
39	P5ANS4	749622	9355544	
40	P5A3	749862	9356019	
<hr/>				

Nota: P1ANS = Individuos que no cumplen con los criterios de selección

Anexo 10

Coordenadas geográficas de árboles de Prosopis pallida que no presentaron fructificaron durante el periodo de estudio

N°	Código	Este	Norte
1	P4ANS4	758980	9364470
2	P4ANS5	755810	9363580
3	P4ANS6	755802	9363590
4	P4ANS7	755730	9363546
5	P4ANS8	755716	9363538
6	P4ANS9	755704	9363525
7	P4ANS10	755703	9363523
8	P4ANS11	755696	9363515
9	P4ANS12	755708	9363506
10	P4ANS13	755729	9363486
11	P4ANS14	754291	9360223
12	P4ANS15	754287	9360227
13	P4ANS16	754297	9360239
14	P4ANS17	754343	9360230
15	P4ANS18	754354	9360230
16	P5ANS5	747336	9353693
17	P5ANS6	744599	9350268
18	P5ANS7	739026	9344929
19	P5ANS8	739063	9344920
20	P5ANS9	739066	9344921
21	P5ANS10	739027	9344915
22	P5ANS11	739109	9345162
23	P5ANS12	739155	9345392
24	P5ANS13	739240	9346310
25	P5ANS14	739224	9346514
26	P5ANS15	739213	9346928
27	P5ANS16	740682	9349274
28	P5ANS17	741164	9349552

29	P5ANS18	742440	9349746
30	P5ANS19	742478	9349760
31	P5ANS20	742644	9349732
32	P5ANS21	743041	9350137
33	P5ANS22	743008	9350082
34	P5ANS23	743170	9350198
35	P5ANS24	743190	9350181
36	P5ANS25	743197	9350183
37	P5ANS26	743248	9350182
38	P5ANS27	743674	9350088
39	P5ANS28	743913	9350038
40	P5ANS29	744088	9350088
41	P5ANS30	744176	9350113
42	P5ANS31	744230	9350135
43	P5ANS32	744311	9350161
44	P5ANS33	744360	9350177
45	P5ANS34	744420	9350202
46	P5ANS35	744505	9350232
47	P5ANS36	744763	9350315
48	P5ANS37	744812	9350331
49	P5ANS38	745013	9350399
50	P5ANS40	745059	9350412
51	P5ANS41	745071	9350422
52	P5ANS42	744995	9350516
53	P5ANS43	744947	9350571
54	P5ANS44	744903	9350611
55	P5ANS45	745022	9350558
56	P5ANS46	745159	9350464
57	P5ANS47	745312	9350613
58	P5ANS48	745001	9350736
59	P5ANS49	745438	9350771
60	P5ANS50	745492	9350843
61	P5ANS51	745556	9350910

62	P5ANS52	745783	9351195
63	P5ANS53	745885	9351278
64	P5ANS54	745924	9351358
65	P5ANS55	747226	9353439
66	P5ANS56	685151	9346813
67	P5ANS57	686714	9345104
68	P5ANS58	678159	9360232
69	P5ANS59	678522	9359431
70	P5ANS60	679957	9358726
71	P5ANS61	680581	9354965
72	P5ANS62	682936	9352240

Nota: P4ANS = Individuos que no cumplen con los criterios de selección

Anexo 11

Coordenadas geográficas de árboles seleccionados como semilleros encontrados en el área de estudio

N°	Código	Árbol	Población	Este	Norte	Altitud (m s.n.m.)
1	P1A1	A1	P1	805629	9353984	576
2	P1A2	A2	P1	804854	9354419	568
3	P1A3	A3	P1	804812	9354499	571
4	P1A4	A4	P1	804595	9354864	562
5	P1A5	A5	P1	804305	9355101	556
6	P2A1	A1	P2	803023	9355049	555
7	P2A2	A2	P2	803010	9355037	552
8	P2A3	A3	P2	803022	9355041	556
9	P2A4	A4	P2	803028	9355089	552
10	P2A5	A5	P2	802905	9354975	553
11	P3A1	A1	P3	775214	9367281	470
12	P3A2	A2	P3	775221	9367278	471
13	P3A3	A3	P3	775202	9367278	472
14	P3A4	A4	P3	775188	9367278	472
15	P3A5	A5	P3	775214	9367261	472
16	P4A1	A1	P4	770395	9376371	407
17	P4A2	A2	P4	770269	9376288	377
18	P4A3	A3	P4	770150	9376230	403
19	P4A4	A4	P4	770002	9376290	395
20	P4A5	A5	P4	769422	9376194	438
21	P5A1	A1	P5	754346	9360234	412
22	P5A2	A2	P5	754290	9360238	413
23	P5A3	A3	P5	749862	9356019	460

Anexo 12

Características fenotípicas de los árboles semilleros de Prosopis pallida

Código del individuo	CARACTERÍSTICAS FENOTÍPICAS							PUNTAJE TOTAL
	Forma del Fuste	Altura de bifurcación	Diámetro de copa	Forma de la copa	Ángulo de inserción	Dominancia del eje principal	Vigor/Estado fitosanitario	
P1A1	3	2	2	5	2	1	2	17
P1A2	2	3	3	4	3	2	2	19
P1A3	4	3	3	4	2	2	2	20
P1A4	3	3	2	4	2	2	1	17
P1A5	4	2	2	5	2	1	2	18
P2A1	3	3	3	4	2	2	2	19
P2A2	3	3	2	5	2	2	2	19
P2A3	3	2	2	5	3	2	2	19
P2A4	2	3	3	4	2	1	2	17
P2A5	3	3	3	4	2	2	2	19
P3A1	4	2	3	5	2	2	2	20
P3A2	4	2	2	4	2	2	2	18
P3A3	3	2	2	4	3	2	2	18
P3A4	2	3	3	4	2	2	2	18
P3A5	3	2	3	4	2	1	1	16
P4A1	4	3	3	6	3	2	2	23
P4A2	3	2	3	4	2	1	2	17
P4A3	3	3	3	4	2	2	2	19
P4A4	2	3	3	5	3	2	2	20
P4A5	3	2	3	5	2	1	2	18
P5A1	2	3	3	4	2	2	2	18
P5A2	3	3	2	5	2	2	2	19
P5A3	4	2	3	5	2	2	2	20

Anexo 13

Análisis general de la evaluación de germinación de las semillas de Prosopis pallida en las cinco poblaciones.

Código	Días de evaluación de la germinación															Semillas germinadas	Inicio de germinación	Ultimo día de germinación	Pico máximo	PG% pico máximo	TMG	VM	GDM	PG%	VG	
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19											20
P1A1	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	11	10	70	9.88	7.00	0.07	80	0.509
P1A2	0	0	0	0	2	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10	9	12	10	60	10.10	6.00	0.08	100	0.500
P1A3	0	0	0	0	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10	11	11	70	10.57	6.36	0.06	70	0.405
P1A4	0	0	0	0	1	6	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	9	11	10	70	10.20	7.00	0.09	100	0.636
P1A5	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	11	10	70	9.88	7.00	0.07	80	0.509
P2A1	0	0	0	0	0	3	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	10	10	13	11	80	11.00	7.27	0.08	100	0.559
P2A2	0	0	0	0	3	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	11	10	70	9.78	7.00	0.08	90	0.573
P2A3	0	0	0	0	0	2	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	12	11	70	10.88	6.36	0.07	80	0.424
P2A4	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	11	10	30	10.25	3.00	0.04	40	0.109
P2A5	0	0	0	0	0	2	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	8	10	12	12	80	11.38	6.67	0.07	80	0.444
P3A1	0	0	0	0	1	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	11	11	80	10.63	7.27	0.07	80	0.529
P3A2	0	0	0	0	0	1	2	6	1	0	0	0	0	0	0	0	10	10	13	12	90	11.70	7.50	0.08	100	0.577
P3A3	0	0	0	0	0	2	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10	11	11	70	10.71	6.36	0.06	70	0.405
P3A4	0	0	0	0	1	2	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	9	9	13	11	80	10.78	7.27	0.07	90	0.503
P3A5	0	0	0	0	0	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	10	12	11	40	11.00	3.64	0.04	50	0.152
P4A1	0	0	0	0	0	0	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	8	11	13	11	60	11.38	5.45	0.06	80	0.336
P4A2	0	0	0	0	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	10	9	40	9.43	4.44	0.07	70	0.311
P4A3	0	0	0	0	1	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	10	10	70	9.86	7.00	0.07	70	0.490
P4A4	0	0	0	0	2	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	11	11	90	11.63	8.18	0.07	80	0.595
P4A5	0	0	0	0	2	5	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	9	11	10	70	10.00	7.00	0.08	90	0.573
P5A1	0	0	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	7	10	12	12	70	11.43	5.83	0.06	70	0.340
P5A2	0	0	0	0	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	11	11	70	10.43	6.36	0.06	70	0.405
P5A3	0	0	0	0	1	0	2	4	2	0	0	0	0	0	0	0	9	9	13	12	80	12.89	6.67	0.07	90	0.462
						Promedio						10.68	6.38	0.07	79.6	0.450										