

Estado situacional de las poblaciones de los algarrobales (*Neltuma-Fabaceae*) en el Santuario Histórico del Bosque de Pomac

Status of the populations of carob trees (*Neltuma-Fabaceae*) in the Historical Sanctuary of the Pomac Forest

Miguel Luza-Victorio ^{1*} ; Isau Huamantupa-Chuquimaco ^{2,3} ; Sirley Bernabé-Orellano ⁴ ; Jacqueline Ramírez-Chávez ⁵ ; Yaneth Quispe-Mamani ⁶ ; Henry Paolo Villegas-Ogoña ⁷ ; Zoila Magaly Cuba-Córdova ⁸

¹ Universidad Nacional Agraria La Molina, Escuela de Post Grado – Av. La Molina s/n. Lima, Perú.

² Herbario Alwyn Gentry (HAG), Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Av. Jorge Chávez 1160. Puerto Maldonado, Madre de Dios, Perú.

³ Centro Ecológico INKAMAZONIA, Valle de Kosñipata, vía Cusco-Reserva de Biósfera del Manú. Cusco, Perú Maldonado, Madre de Dios, Perú.

⁴ Santuario Histórico Bosque de Pomac, Distrito de Pitipo sector La Curva, providencia de Ferreñafe, Lambayeque, Perú.

⁵ Servicio Nacional de Áreas Naturales Protegidas, calle diecisiete N° 355, Urbanización el Palomar, San Isidro, Lima, Perú.

⁶ Universidad Nacional San Antonio Abad de Cusco, Av. de La Cultura 773. Cusco, Perú.

⁷ Herbario forestal de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, calle Higos Urco N° 342-350-356 - Calle Universitaria N° 304. Chachapoyas, Perú.

⁸ Departamento Académico de Biología, Universidad Nacional de San Luis Gonzaga de Ica, Av. Los Maestros S/N Ciudad Universitaria Km, Ciudad Ica 305. Ica, Perú.

***Autor de correspondencia:** mluzavictorio@gmail.com

Recibido: 15/04/2023 **Aceptado:** 10/06/2023 **Publicado:** 25/07/2023

Resumen: En la costa peruana, los árboles de algarrobo y zapote fueron vitales para el ecosistema y culturas antiguas, pero hoy están gravemente amenazados. Este estudio evaluó las poblaciones de algarrobo y especies asociadas en el Santuario Histórico Bosque de Pomac (SHBP) para conocer el estado de los algarrobales. Se analizaron 21 parcelas (18 temporales y 3 permanentes) de 1 ha, evaluando la estructura y composición poblacional, fenología y estado sanitario. Los resultados muestran que la estructura de los bosques de algarrobo y zapotal mixto es similar, predominando individuos jóvenes y adultos con DAP de 15-25 cm y alturas promedio de 15 m. La especie *Neltuma pallida* es la abundante (>80%). Los algarrobos presentan afectaciones leves a moderadas, con el 50-75% de los individuos presentando afectaciones moderadas (fustes con signos de ataque de patógenos), y más del 90% con ramas secas o muertas; el 40% presenta daños de moderados a severos. La regeneración natural es baja, las plántulas y brinzales en las 21 parcelas representan menos del 5% de la población adulta. Concluimos que las poblaciones de algarrobo y especies asociadas en el SHBP están gravemente afectadas, especialmente por la baja regeneración, lo que indica que la degradación creciente.

Palabras clave: costa peruana; diversidad; zapote

Abstract: In the Peruvian coast, carob and sapote trees were vital for the ecosystem and ancient cultures, but today they are seriously threatened. This study evaluated the populations of carob and associated species in the Santuario Histórico Bosque de Pomac (SHBP) to determine the status of the carob forests. Twenty-one plots (18 temporary and 3 permanent) of 1 ha were analyzed, evaluating the population structure and composition, phenology and health status. The results show that the structure of the mixed carob and sapote forests is similar, with young and adult individuals with DBH of 15-25 cm and average heights of 15 m predominating. The *Neltuma pallida* species is abundant (>80%). The carob trees show mild to moderate damage, with 50-75% of the individuals showing moderate damage (trunks with signs of pathogen attack), and more than 90% with dry or dead branches; 40% show moderate to severe damage. Natural regeneration

is low, seedlings and saplings in the 21 plots represent less than 5% of the adult population. We conclude that populations of carob and associated species in the SHBP are severely affected, especially by low regeneration, indicating that increasing degradation.

Keywords: Peruvian coast; diversity; sapote

1. Introducción

Los algarrobales presentes en el Perú, actualmente se integran dentro del género *Neltuma*, se distribuyen en América de las cuales en su mayoría están presentes en la costa del Pacífico de Centro América, Perú y Chile, así como en los bosques secos de Bolivia, Paraguay y Argentina (Vásquez, 2010; Capparelli & Prates, 2015, Hughes et al. 2022). En la costa norte peruana está representada principalmente por las poblaciones de *Neltuma pallida* (Humb. & Bonpl. ex Willd.).

Al igual que en otros lugares de Sudamérica el algarrobo y el sapote son considerados como especies claves en el desarrollo de las poblaciones ancestrales tales como las culturas Moche y Chimú (Fernandez & Rodriguez, 2007) y los actuales en la costa peruana (Capparelli & Prates, 2015). El manejo y conocimientos de estas especies aún se vienen desarrollando ya que constituyen un medio de subsistencia de las familias que moran en los alrededores del Santuario Histórico Bosque de Pomac (SHBP), principalmente en la zona de amortiguamiento. Sin embargo, en el mismo SHBP se tiene diversas problemáticas latentes sobre las poblaciones de algarrobo y sapote, ya que estas vienen siendo diezgadas debido a la presencia de varios factores como la afectación de una “enfermedad” que lleva al secamiento de los árboles en pie, pero esta se da sin un claro origen; la actividad ganadera de caprinos y vacunos, el aprovechamiento apícola desordenado, entre otras (SERNANP-SHBP, 2018; SERNANP-SHBP, 2017). Al 2027 se indicó que el estado de conservación del Ecosistema de Bosque Seco fue del 43.69%; siendo el efecto negativo de mayor predominancia la pérdida de hábitat, en segundo lugar, el sobre uso de recursos y la ganadería (SERNANP-SHBP, 2017). El aprovechamiento de frutos principalmente hasta la fecha tuvo una inesperada disminución de ambas especies con el fenómeno del niño 2007, donde la producción de los frutos fue negativa debido a las abundantes lluvias y humedad que afectaron la fenología natural, con la cual el proceso de floración fue alterado produciéndose una caída temprana de los frutos y su descomposición.

En la zona de amortiguamiento, aledaños y dentro del SHBP se han identificado desde hace varios años problemáticas comunes siendo las más influyentes: la ganadería asociada al uso del bosque del SHBP, que hasta la fecha viene generando ganancias estimadas en promedio de 350 mil soles para el ganado vacuno en 1 año, esto debido al recurso que ofrece el bosque como la regeneración natural (que no existe en otros lugares aledaños), el refugio adecuado, y el alimento con otras especies diferentes al algarrobo y sapote (vichayo, pastizales, etc.). Las otras problemáticas identificadas son el crecimiento desordenado de las urbes en la zona de amortiguamiento y la ampliación de la frontera agrícola (SERNANP-SHBP, 2018).

Para el presente estudio se plantean los siguientes objetivos: conocer la riqueza, estructura y composición de los algarrobales y diagnosticar el estado sanitario de las poblaciones de los algarrobales en el SHBP.

2. Materiales y métodos

2.1. Área de estudio

Comprende todo el ámbito del Santuario Histórico Bosque de Pómac (SHBP), ubicada en la parte baja de la Cuenca del Río La Leche, abarcando el territorio de las Provincias de Ferreñafe y Lambayeque, situados en el Departamento Lambayeque (Figura 1). El área natural protegida tiene una extensión de 5,887.38 hectáreas. El clima es cálido y soleado la mayor parte del año; siendo la temporada más cálida de diciembre a mayo. Las temperaturas máximas se registran en los meses de febrero y marzo con 33.1 °C en promedio, pudiendo llegar a 34.4 °C como máximo. La menor temperatura se registra entre los meses de julio y agosto, con 11.5 °C en promedio (SERNANP-SHBP, 2017). En cuanto a la diversidad vegetal en general predomina el bosque seco de llanura semidensos y denso con las especies arbóreas de *N. pallida* “algarrobo”, *Colicodendron scabridum* (Kunth) Seem. el “sapote” y *Acacia macracantha* Humb. & Bonpl. ex Willd el “faique”, además existen arbustos como *Capparis ovalifolia* Ruiz & Pav. ex DC. el “vichayo”, *Vallesia glabra* (Cav.) el “cuncuno” y *Grabowskia boerhaviifolia* (L. f.) Schltdl. el “canutillo” (Memoria Anual del SHBP, 2018).

2.2. Metodología

Riqueza, composición y estructura

En el ámbito del SHBP, se evaluaron 21 parcelas de 1 hectárea, 3 de estas corresponden a parcelas permanentes de monitoreo de la dinámica natural del bosque y 18 a parcelas permanentes para fines de aprovechamiento (Figura 1). Los protocolos utilizados se basaron en una metodologías combinadas de la propuesta en la “Guía

de inventario de la Flora y vegetación”, elaborada por el Ministerio del Ambiente (MINAM, 2015a) y los protocolos de establecimiento de parcelas permanentes de RAINFOR (Phillips et al., 2016).

Se instalaron tres parcelas permanentes considerando características topográficas, la homogeneidad del bosque, tipo de suelo y acceso adecuado (2 parcelas en zapotal mixto en la zona de uso especial y 1 en Algarrobal). Cada parcela de 1 hectárea, constó de un área de 100 x 100 m, dividido en 25 sub parcelas de 20 x 20 m (400 m²). En las esquinas y en vértices de las subparcelas es colocaron estacas plásticas. Los individuos evaluados fueron árboles, lianas y pequeños árboles con DAP ≥ 10 cm a 1,30 m de POM (Punto óptimo de medida), los cuales se plaquearon y anotaron sus coordenadas; cabe resaltar que se considera como 10 cm de DAP la unidad mínima de monitoreo de árboles definida como la medida mínima para que un árbol sea considerado adulto.

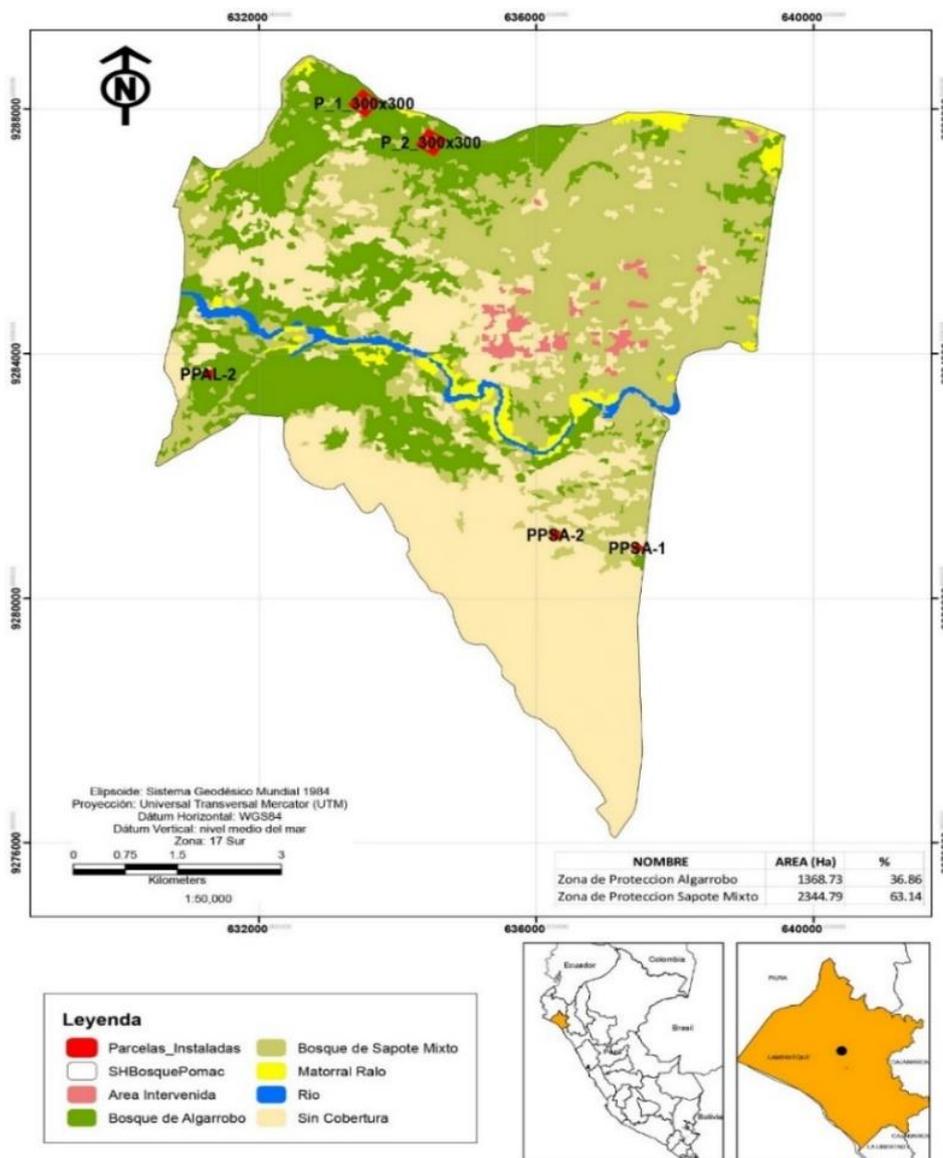


Figura 1. Distribución de las parcelas permanentes de monitoreo (3 ha) y manejo sostenido (18 ha)

Para abarcar una mayor área de estudio y sobre todo evaluar la estructura y principalmente el estado sanitario de las poblaciones de algarrobales se establecieron y evaluaron 2 macro parcelas de 9 ha cada una (300 m x 300 m), estas se basaron en los protocolos establecidos por el MINAM (2015b) y (FAO, 2004). Estas 18 parcelas se sub dividieron en 100 x 100 m, donde se evaluaron a individuos con DAP ≥ 15 cm a 1,30 m de POM (Punto óptimo de medida), esta medida además se ajusta y concuerda con los criterios establecidos en el estudio SERNAP-SHBP (2013) sobre el manejo del algarrobo, donde se considera como adulto que produce frutos aquellas por encima de 15 de DAP. Los parámetros evaluados en ambos tipos de parcelas fueron alturas totales, comercial, fenología, DAP y proyección de la copa. Para las alturas y DAP se categorizó de acuerdo a los tipos de parcelas (Tabla 1).

Tabla 1. Categorías de DAP (cm) y Altura (m)

Clases DAP \geq 10	Clases DAP \geq 15	Tipo clase	Clases Alturas	Tipo clase
10-25	15-25	Clase A	3-6	Clase A
25-40	25-40	Clase B	7-10	Clase B
40-60	40-60	Clase C	11-14	Clase C
60-80	60-80	Clase D	15-18	Clase D
80->	80->	Clase E	18->	Clase E

Para la fenología (floración, fructificación y estado vegetativo), se procedió a describir el estado en el que evaluaron durante el mes de junio del presente año; es decir en flores, frutos y sin ninguna de estas conocidas como en estado vegetativo. Para esto se realizó la observación detallada de cada individuo arbóreo en todas las parcelas.

Salud poblacional (estado sanitario)

Para este objetivo hemos considerado evaluar la calidad de fuste, la que se dividió en tres categorías relacionados con un buen aprovechamiento forestal, considerándose como “Bueno” cuando el fuste no presentaba ninguna deformación, uniforme, orificios o signos de ataque por patógenos, “Regular” cuando el individuo presentaba alguno de estos defectos mencionados pero en baja proporción y “Malo” cuando alguno de estos defectos se mostraban en gran proporción exhibiendo notablemente que no puede ser aprovechado (CONAFOR, 2011). Otro componente analizado fue el indicador de ramas secas en este caso, las ramas secas presentes en cada individuo, dado que está relacionado a un problema de sequía en diversos individuos de *N. pallida* de manera masiva en gran parte del SHBP, se consideraron tres categorías: “Bajo”, cuando alrededor del 25% de las ramas de la copa estuvieron con ramas secas y en proceso de pudrición; “Medio”, cuando cerca del 50% de la copa las ramas estuvieran secas y en proceso de pudrición; “Alto”, cuando más del 50% de la copa estaba conformada por ramas secas y podridas. Para conocer el estado poblacional de la regeneración en las 21 hectáreas se evaluaron 5 parcelas de 2 x 5 m (10 m²), totalizando 50 m² y haciendo un total de 1050 m².

Análisis de datos

Para las identificaciones todas las especies y especímenes evaluados se reconocieron en campo, en algunos pocos casos se hicieron colecciones para corroborar alguna identificación dudosa. Los valores de diversidad alfa por parcela fueron calculados contando las especies que fueron encontrados en cada parcela (riqueza de especies), para los parámetros de estructura a nivel de la copa, la variable perímetro de copa se halló a través de la ecuación $P_{\text{copa}} = 2\pi * \sqrt{(a^2 + b^2)/2}$, donde: P_{copa} = Perímetro de la copa, a = semi eje mayor (largo), b = semi eje menor (ancho). Todos estos análisis y gráficos fueron efectuados mediante varios paquetes implementados en el software R.

3. Resultados

3.1. Riqueza, composición y estructura

Los bosques secos del Santuario Histórico Bosque de Pómac están compuestos principalmente por “Algarrobo” *N. pallida* (Figura 2) con una abundancia del 98 %, y el “sapote” *C. scabridum* con una abundancia del 85 %; ambas especies conocidos y utilizados desde tiempos pre-hispánicos principalmente como recurso forestal; a pesar de estar categorizada por las leyes peruanas D.S 046-2006, como Vulnerable (VU) y Crítico (CR), respectivamente; sigue sufriendo deforestación para aprovechar su madera en artesanía (Rodríguez et al., 2007). En menor proporción se encuentran las poblaciones de la especie arbustiva *Capparis avicennifolia* (Vichayo) y *Acacia macracantha* (Faike).



Figura 2. A, B. Estado de floración y fructificación del Sapote (*Colicodendron scabridum*), C. Estado de floración del algarrobo (*Neltuma pallida*)

La distribución de algarrobo en los bosques de Algarrobal se ajusta a un modelo geométrico, lo cual es indicador de la predominancia de 1 o pocas especies, denotando lugares con baja diversidad alfa. Este patrón se observa en las 19 parcelas de algarrobal tanto en el algarrobal denso y semidenso (Figura 2). La presencia de 90 a 121 individuos de algarrobos en 1 ha, en el bosque denso y semidenso hacen denotar una aparente disminución de individuos dado que el SERNANP-SHBP (2013), menciona como resultados de estudios previos la presencia de 184 árboles en el bosque Algarrobal denso y 94 en bosque Algarrobal semidenso, los factores de disminución pueden deberse a la presencia de varios individuos secos en pie que se observaron en algunas zonas de las 19 ha evaluadas. Sin embargo, en zonas más densas en otros sitios como los bosques de algarrobales semidensos y con predominancia de algarrobo, secundados por sapote y *Acacia macracantha* presentan de 76 a 85 individuos de algarrobo en 1 ha (MINAGRI, 2013).

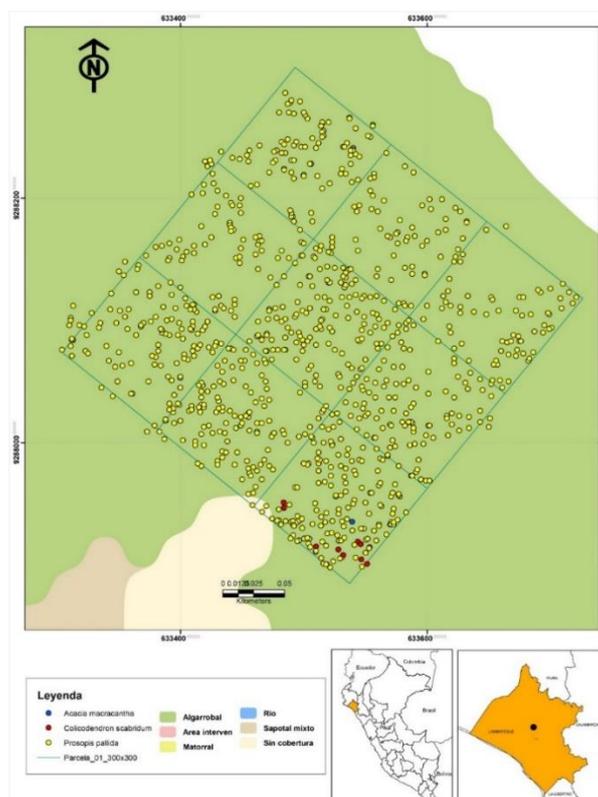


Figura 3. Distribución de los individuos y especies en la parcela 1 de 9 ha (300 x 300 m)

Para el caso del sapote las cifras para el SHBP en el presente estudio muestran similar patrón geométrico de distribución, lo cual también se relaciona a la dominancia de esta especie principalmente en el bosque de zapotal mixto, se halló valores de entre 39 a 58 individuos por hectárea (Figura 4), sin embargo, de acuerdo a los resultados manifestados por el SERNANP-SHBP (2013), en algunas zonas del SHBP pueden registrarse hasta 99 individuos adultos por hectárea.

Estos mismos patrones se observaron en otras zonas del norte peruano principalmente en los bosques de sabana de colina baja y bosque seco ribereño (MINAGRI, 2013), al igual que en la zona sur de Ecuador en los bosques secos Rodríguez et al. (2007).

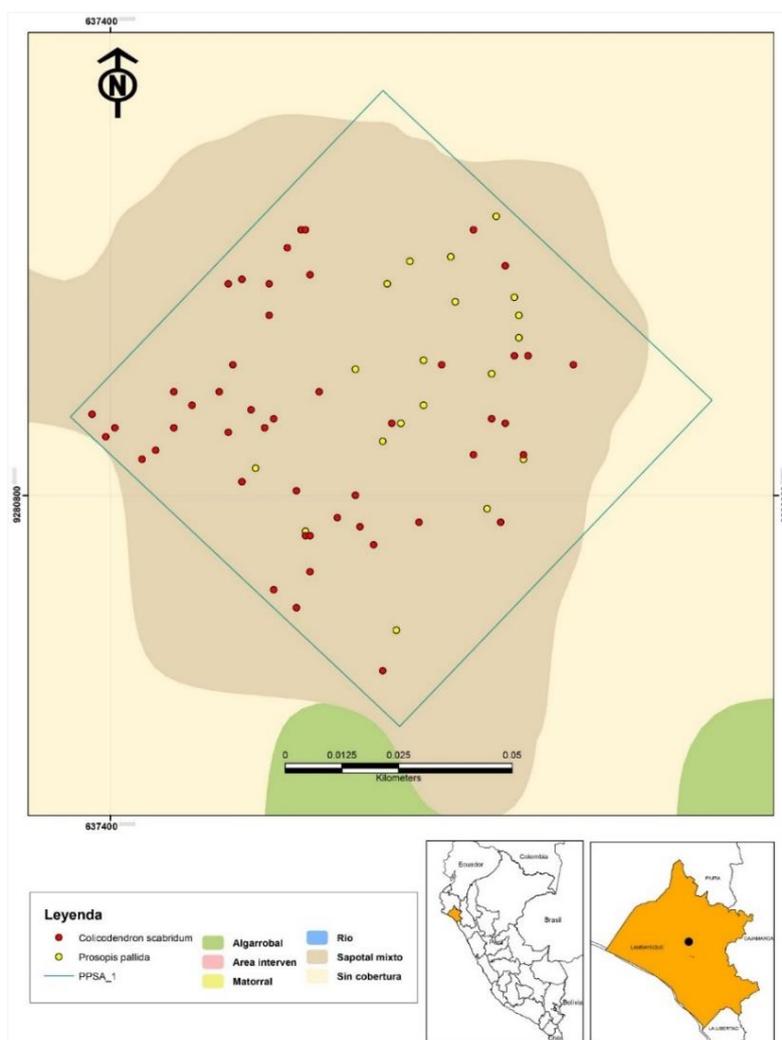


Figura 4. Distribución de los individuos y especies en la parcela de 1 ha de zapotal

Estructura

De acuerdo a las evaluaciones en campo en las 21 ha, 3 parcelas permanentes de 1 ha y las dos de 300 x 300 m (18 ha), en los bosques del algarrobal, zapotal y algarrobal mixto las clases diamétricas predominantes son las de 10-25 y 25-40 cm, que en conjunto superan más del 70% del total de individuos. En cuanto a las clases de altura de la misma manera las clases entre los 7-10 m y 11-14 m. Esto nos indica que existe una predominancia de individuos juveniles y la poca presencia de individuos con DAP y alturas de mayores medidas (>80 y > 15 m), los que están representados en baja proporción. En principio los datos obtenidos son similares a otros estudios previos realizados en el SHBP como se reporta en la memoria anual del SHBP (AGCG, 2017), donde se menciona que las clases diamétricas por encima de los 15 de DAP predominan en más del 50% en los bosques de algarrobales y otras asociadas a esta. Estos datos obtenidos son similares a otros estudios previos realizados en el SHBP como se reporta en la memoria reporte del SHBP (AGCG, 2017), donde se menciona que las clases diamétricas por encima de los 15 de DAP predominan en más del 50% de los bosques de algarrobales y otras asociadas a esta. Por tanto, estos parámetros sugieren que los individuos que estén dentro de este rango por su abundancia son los que prioritariamente deben ser aprovechados por las poblaciones.

Estos patrones de lugares donde predomina la especie *N. pallida* como los reporta Cuentas, et al., (2017) en el ACR Huacrupe la Calera en Lambayeque, identifica a *N. pallida* como la especie dominante y abundante con valores por encima del 50% relativo; similar patrón sucede en la Reserva de Biosfera de Noroeste - Perú, donde se evaluaron 16 parcelas de 1 Ha, resultando que la mayor parte de los individuos está dentro de la clase diamétrica de 10-15 cm. (Leal-Pinedo, J.M & Linares-Palomino, 2005).

Estos resultados corroboran que en toda la costa norte peruana las poblaciones de los bosques de algarrobo y otros mixtos como las de zapotal-algarrobal esta compuestas en su mayoría por clases diamétricas de estado juvenil y adultos menores, sin embargo, las poblaciones más longevas con diámetros mayores a 50 DAP y alturas por encima de los 12 m son escasos, que pueda esta ocasionado por otros factores relacionados al impacto antrópico.

Bosque algarrobal. - De las 21 parcelas, en 18 de parcelas muestreadas en la unidad de algarrobal la especie *C. scabridum* estuvo representada en poco menos del 2% del total. De estas los patrones de estructura y composición muestran que las clases diamétricas de 10-25 DAP son las únicas presentes, y las alturas están entre los 4 y 10 m. En comparación a los algarrobos, los sapotes presentan entre regular a bueno la calidad de los fustes y hay una casi ausencia de ramas muertas, pero si al igual que algarrobo la presencia de regeneración natural son muy escaso con la presencia de 16 individuos en la totalidad de las 18 plántulas. De las 3 parcelas de monitoreo de dinámica, dos fueron las que estuvieron dominadas por sapote el PPSA-1 y PPSA2, donde agrupan a más del 60% de individuos de sapotes que a diferencia de los algarrobales que son más densos los algarrobales, los sapotes están más dispersos (Figura 5).



Figura 5. Bosque de algarrobal en el sector cercano a la Curva, SHBP

Zapotal mixto. - Las poblaciones de sapote en el SHBP en el bosque de zapotal mixto están bien representados ya que constituyen el 66.5% del total, incluyendo el área de uso especial y de recuperación, pero es en la zona de recuperación donde se conserva más del 60%, a pesar de la escasa regeneración los datos fenológicos y la escasa afectación del fuste y copa muestran que sus poblaciones no están tan afectadas. Al igual que en otros estudios los parámetros poblacionales son similares a los de otros bosques de la costa norte peruana como son en la zona norte (Nor-occidente y Nor-oriental). En la parte Noroccidental en los Departamentos de Tumbes, Piura, Lambayeque, La Libertad y Ancash (Weberbauer, 1945) y más al norte en Ecuador se encuentra presente en el Centro y Sur-occidente, en las Provincias de Manabi, Guayas, El Oro y Loja, entre 0-500 m y 1,000-2,000 m (Rodríguez et al. 2007).



Figura 6. Poblaciones de sapote en el bosque de Zapotal mixto

A diferencia del algarrobo el sapote tiene una distribución un poco más restringida al noreste peruano (Rodríguez et al. 2007). A pesar que en el SHBP existen poblaciones aún conservadas, estas constituyen las pocas que aún se tienen en esta región ya que en todo su ámbito están incluidas en escasas áreas protegidas debido a las problemáticas que se vienen suscitando desde hace miles de años siendo la extracción por el hombre por sus diversos usos como el de su madera para fabricación de utensilios, construcción y otros lo cual hace vulnerable a esta especie (Rodríguez et al. 2007), por tanto consideramos que estas poblaciones del SHBP necesitan de mayor cuidado y medidas de recuperación de la regeneración natural lo cual es bastante grave pues en los próximos años no se tendría un renuevo natural.

3.2. Estado sanitario

Bosque algarrobal

Calidad de Fuste. - En general en las 19 ha (algarrobal), estuvo representada por el tipo Regular en más del 75% del total ya que presentaron alguna deformación en el fuste (irregular, fenestrado o signos de ataque de patógenos). El tipo de fuste Malo es la que sigue en proporción en todas las categorías diamétricas lo que indica que notablemente una buena parte de la población de los fustes viene siendo afectada. En cuanto al tipo Bueno son pocos individuos que la presentan en todas las categorías de DAP. El número de individuos con fustes regulares duplica tanto a los individuos con fustes malos y buenos, principalmente en los estadios juveniles y juveniles-adultos ya que en los adultos pocos son los que llegan a DAP de gran tamaño (Figura 7, 8).

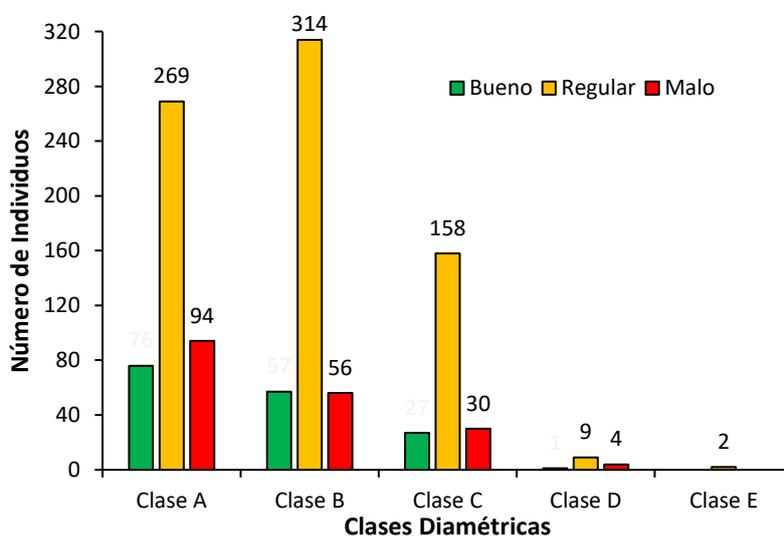


Figura 7. Distribución de los individuos con los diferentes tipos de fustes según las clases diamétricas

Estos datos de calidad de fuste nos indica la afectación directa de la corteza y madera de los troncos, lo cual está relacionada con el desarrollo del ciclo biológico de los algarrobos y sapotes. De acuerdo a nuestros resultados el 75% ha sido encontrado con afectación lo que demuestra que los individuos no vienen desarrollándose adecuadamente ya que las afectaciones son generalmente originadas por patógenos, como hongos, ataque de insectos como las hormigas y virus, los que evitan el normal flujo de la savia, minerales, recortan las fenofases de floración y fructificación, la desecación y caída de hojas y ramas, hasta llevar a la muerte en muchos casos. Por tanto, el estado sanitario indicado por los fustes en el aprovechamiento esta indirectamente relacionado al aprovechamiento dado que las especies con afectaciones fuertes (nivel malo), no son óptimos para el aprovechamiento de sus frutos y flores para la actividad melífera. Para nuestro caso donde los fustes tienen gran proporción como afectaciones regulares, el aprovechamiento aún se puede dar ya que el desarrollo del ciclo biológico de los algarrobos y sapotes al parecer no son bastante afectados y siguen produciendo flores y frutos de manera regular.

Estos datos de afectación de troncos y ramas de la copa fueron reportados por SENASA (2015), para las localidades de Sullana, Tambo Grande y Tavera en el norte peruano en la cual registran insectos y otros patógenos asociados al ataque a diversas partes de la planta como los tallos o troncos, los que estuvieron relacionados con la muerte de varios individuos. Del mismo modo Cuba-Cordova et al. (2023) en un estudio de las poblaciones de huarangos (*Neltuma chilensis* y *N. limensis*) en el valle de Ica hace mención que se encuentran con afecciones causadas en gran medida por la mosca roja principalmente en las hojas, consumiéndolas y dejando los huevos para su desarrollo.

Ramas Secas. - En las 19 parcelas de algarrobal la categoría mejor representada es la presencia en proporción baja de ramas secas en las copas de los algarrobos, es decir que hasta un 25% de la copa está conformada por ramas secas y en proceso de pudrición, luego aproximadamente entre un 15 a 40% está representada por la categoría de tipo “Media”, donde hasta el 50% de la copa está conformada por ramas secas. La categoría de tipo “Alta” que se traduce en mayor al 50% de ramas secas es en menor proporción sin embargo si se suman en todas las categorías podemos confirmar que un poco más del 4% presentan ramas secas en la mayor parte de la copa.

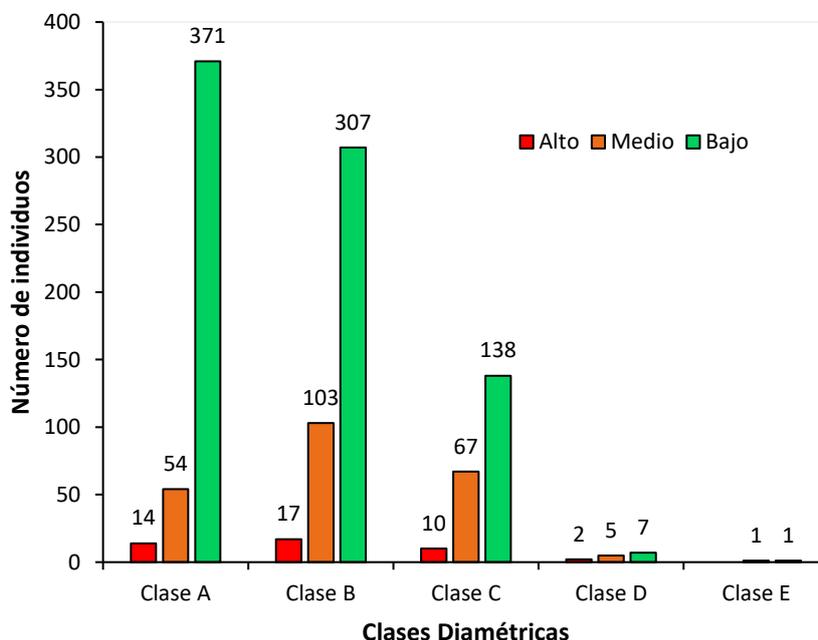


Figura 8. Distribución de los individuos según las proporciones de presencia de ramas secas presentes en las copas

Regeneración. - En las 19 ha de algarrobales evaluados, solamente se registró un total de 43 individuos entre juveniles y plántulas, la razón principal por la que no existe regeneración natural, podría explicarse por la presencia de ganado caprino y ganado vacuno dentro del área, dado que se comen directamente las plántulas, limitando la regeneración natural del bosque seco.

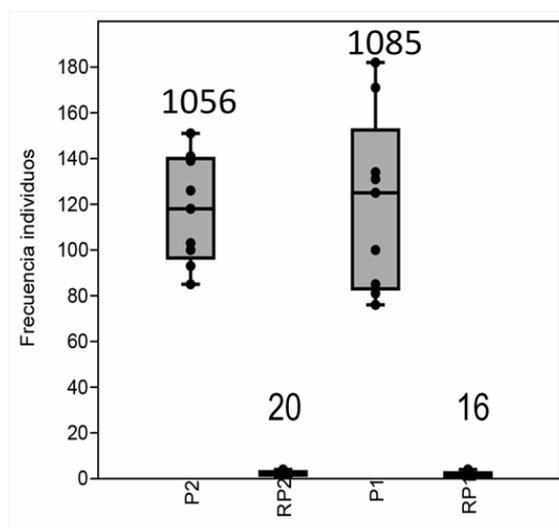
Tabla 2. Especies muestreadas en estadio de plántulas y juveniles (DAP_X=DAP promedio y HT_X=Altura promedio), en la parcela 2 de (300 x 330 m)

Parcela	Familia	Especie Dominante	Individuos	DAP_X	HT_X	Observaciones
1	Fabaceae	<i>Neltuma pallida</i>	2	1.2	52	Ramoneada por cabras y vacas
1	Fabaceae	<i>Neltuma pallida</i>	1	0.8	30	Ramoneada por cabras y vacas
2	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	1	1.9	60	Ramoneada por cabras y vacas
3	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	2	0.35	50	Ramoneada por cabras y vacas
3	Fabaceae	<i>Neltuma pallida</i>	3	1	40	Ramoneada por cabras y vacas
4	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	3	1.3	60	Ramoneada por cabras y vacas
5	Fabaceae	<i>Neltuma pallida</i>	2	2.1	48	Ramoneada por cabras y vacas
6	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	2	1.6	50	Ramoneada por cabras y vacas
7	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	3	1.6	50	Ramoneada por cabras y vacas
8	Fabaceae	<i>Neltuma pallida</i>	1	2.3	75	Ramoneada por cabras y vacas
8	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	1	1	30	Ramoneada por cabras y vacas
8	Fabaceae	<i>Neltuma pallida</i>	1	1	0	Ramoneada por cabras y vacas

Cabe resaltar que estos datos de regeneración fueron poco observados y anotados en estudios previos. Al igual que en las parcelas evaluadas, en las otras zonas recorridas no se observaron individuos menores ni plántulas naturalmente. Esto hace denotar que aparentemente en todos los bosques del SHBP la regeneración natural es muy escasa y a esto se suma además que el crecimiento de la madera es muy lento.

El estado sanitario de las poblaciones de algarrobales y poblaciones mixtas de algarrobo y sapote se encuentran con afectaciones en proporción Regular que al parecer están infectadas por hormigas y hongos principalmente. Si bien es cierto las ramas secas están en baja proporción en algunos lugares fuera de las evaluadas existen muchos individuos que tienen por encima del 50% de ramas secas. Estos datos de muerte y secamiento de los individuos de algarrobo vienen siendo documentada en el SHBP desde el 2007 hasta la fecha, pero no se ha llegado a conclusiones concretas dado que algunos trabajos refieren al ataque de insectos principalmente (SENASA, 2015). Según el reporte de SENASA en el 2015, los resultados en el SHBP muestran que se registraron hasta el 50% de poblaciones muertas en algunos sectores, los patógenos y plagas asociadas fueron: insectos de los grupos *Coccus sp.* (Hemiptera: Coccidae), *Empoasca sp.* (Homoptera: Cicadellidae), *Hemiberlesia rapax* (Hemiptera: Diaprididae), *Heteropsylla sp.* (Hemiptera: Psyllidae), *Incisitermes immigrans* (Isoptera: Kalotermitidae), *Oregmopyga peruviana* (Coccoidea, Eriococcidae), *Eccopsis sp.* (Lepidoptera: Tortricidae), los otros organismo corresponden a hongos patógenos de los géneros *Colletotrichum* y *Sphaeropsis*. En el presente estudio se evaluó además poblaciones de hormigas negras infestando intensamente a muchos individuos de algarrobos (Figura 9), estas están directamente relacionados a la pudrición de las ramas y troncos.

Se aplicó una prueba estadística de Wilcoxon, comparando las medias de los valores de individuos maduros y plántulas presentes en cada parcela de las 9 ha, donde se muestran que difieren significativamente ($p < 0.05$) en la presencia de adultos frente a las plántulas, lo cual hace notar que la presencia de regeneración en bajas densidades es muy preocupante en el SHBP.

**Figura 9.** Comparación de la cantidad de individuos adultos y plántulas de Algarrobo en las parcelas de aprovechamiento

Árboles muertos

Para las dos parcelas de aprovechamiento se pudo registrar datos de árboles muertos secos que en su mayoría estaban como tocones caídos y secos en pie (ambos naturalmente). En estas se registraron de 12 1 20 individuos de árboles muertos por parcela (1ha), lo cual se traduce en un promedio del 9% de individuos muertos y 91 de vivos por parcela (Figura 10).

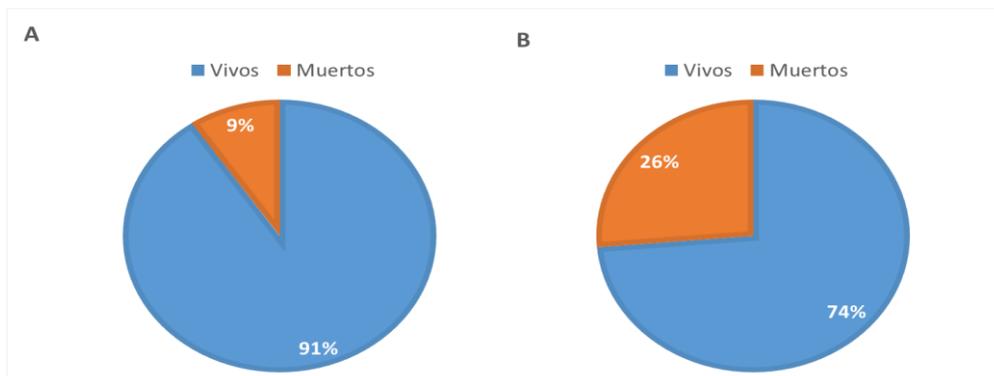


Figura 10. Proporción de árboles muertos y vivos en las parcelas de aprovechamiento y monitoreo

Para el caso de las parcelas de monitoreo se registraron entre 20 a 45 individuos muertos por ha, lo cual equivale a un promedio de 26% de árboles muertos.

Sin embargo, existen otras áreas donde se registran mayor número de árboles llegando hasta en 50% de árboles, estos fueron estimados por el SENASA (2015).

Bosque Zapotal mixto

Calidad del Fuste. - La calidad del fuste en las dos parcelas de zapotal mixto estuvo representada con más del 80% con fustes de categoría bueno, seguida de regular y de categoría malo, solo se registró a 2 individuos con la copa en su totalidad seca (Figura 11).

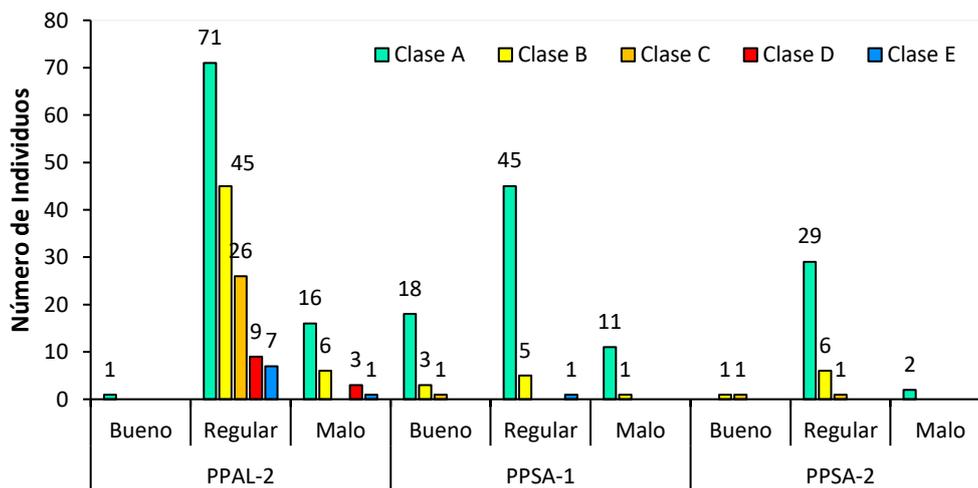


Figura 11. Distribución de los individuos con los diferentes tipos de fustes según las clases diamétricas

Ramas Secas. - La parcela de zapotal 1 y 2 con 67 y 26 que representan más del 60% de sus totales, son de categoría Baja con la presencia de mínimas afecciones en cuanto a las ramas de las copas. La parcela de algarrobal en las categorías de Medio y Bajo con 87 y 76 individuos representan más del 70% del total (Figura 12).

Notablemente se observa que las parcelas de zapotal las 2 la mayoría de individuos están comprendidos en la categoría de Bajo es decir con algún daño o afectación, pero en menor medida. En cambio, la parcela de

algarrobobal agrupa más individuos con afecciones siendo en similares proporciones las categorías de Bajo y Medio, en la de Alto también en los diámetros menores presenta 15 individuos.

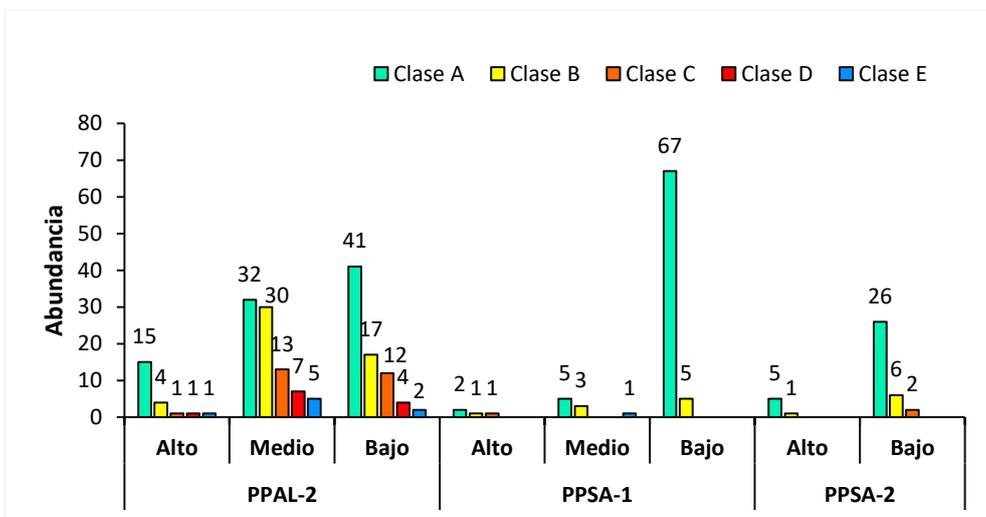


Figura 12. Distribución de los individuos con las escalas de ramas secas presentes en las copas en las parcelas de Zapotal mixto

Regeneración. Para las dos parcelas de Zapotal mixto, registramos un total de 35 individuos entre juveniles y plántulas, al igual que la parcela 1 la principal afectación aparentemente es el consumo de estas por las vacas y cabras. En las 3 parcelas notablemente la cantidad de juveniles y menores a 2.5 cm de DAP son pocos, de estas la especie que menos regeneración presenta es el algarrobo. Las otras especies como el vichayo (*Capparis avicennifolia*) aparentemente presentan poblaciones de regeneración saludable y poco afectada (Tabla 3).

Tabla 3. Especies muestreadas en estadio de plántulas y juveniles en las parcelas de Zapotal mixto

Parcela	Familia	Especie	Individuos	DAP_X	HT_X	Observaciones
PPSA-2	Capparaceae	<i>Capparis avicennifolia</i>	12	2.6	200	Ramoneada por cabras y vacas
PPSA-2	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	2	1.6	30	Ramoneada por cabras y vacas
PPSA-2	Fabaceae	<i>Acacia macrantha</i>	1	1.2	30	
PPSA-1	Capparaceae	<i>Capparis avicennifolia</i>	7	1.5	70	
PPSA-1	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	9	3.1	120	Ramoneada por cabras y vacas
PPAL-2	Capparaceae	<i>Colicodendron scabridum</i>	4	1.9	100	Ramoneada por cabras y vacas

El estado sanitario del sapote de acuerdo con nuestras evaluaciones no estuvo tan afectada a comparación del algarrobo, sin embargo, las poblaciones de regeneración aparentemente muestran un patrón de disminución. Otra afección observada en campo en algunos individuos es la presencia de *Luffa operculata* (L.) Cogn. sobre las copas y tallos, pero esta especie colonizadora actualmente está presente con ramas y tallos secos los cuales aparentemente años atrás han causado mayor perjuicio sobre el sapote.

Estos resultados corroboran en gran medida de otros estudios previos como el de Rodríguez et al. (2007) quién hace referencia que las semillas de esta especie tienen buena viabilidad principalmente porque son consumidos por mamíferos como el zorro y otros que escarifican efectivamente.

Una de las problemáticas que puede ir en incremento para el sapote es aún la demanda que existe por su madera para la fabricación de utensilios y otros que son expendidos en los mercados de manera ilegal, de ahí que el control y vigilancia en el SHBP será importante.

4. Conclusiones

De las evaluaciones en campo en las 21 hectáreas, la estructura de los bosques de algarrobales y sapotal mixto muestran patrones de distribución diamétrica, de copas y de alturas similares en todas las parcelas evaluadas, donde predominan las clases correspondientes a individuos jóvenes y regularmente adultos, el registro de individuos con DAP mayores a los 40 cm y alturas por encima de los 15 m son escasos. Parámetros de abundancia muestran que la especie dominante es el algarrobo con más del 80% del total en casi todas las

parcelas evaluadas, solamente en el bosque mixto se hallaron poblaciones de sapote con cerca al 50% de abundancia. Los patrones fenológicos muestran que, en las tres semanas del mes de junio evaluados, las poblaciones de algarrobo están representadas en un 5% con flores las demás en estado vegetativo, para el sapote está representada alrededor del 50% en floración y botones florales.

La salud poblacional de los individuos de algarrobo y sapote están en calidad de bajo y regular estado de afectación, de estas la variable de calidad de fuste muestra que entre el 50 al 75 % corresponden a fustes regulares es decir que presentan en grado de afectación (fuste irregular, fuste fenestrado y signos de ataque de patógenos). La proporción de ramas secas-muertas están representadas con un 40-70% de categoría Baja es decir que hasta un 25% la copa está compuesta de ramas secas. En cuanto a la regeneración natural de brinzales y plántulas en los bosques de algarrobales y zapotales mixtos, no llegan ni al 5% del total de individuos adultos presentes en cada parcela, lo cual es alarmante. Las poblaciones de algarrobo muestreadas, evaluadas y marcadas en las parcelas de 9 ha, pueden ser manejadas para un aprovechamiento sostenido, principalmente en el aprovechamiento de los frutos dado que éstas quizá sean las poblaciones mejor conservadas de todo el ámbito del SHBP. Con respecto a las tres parcelas de 1 ha cada una consideramos que no deben de utilizarse para aprovechamiento más bien para su monitoreo constante de los procesos ecológicos y otros con los que se pueda apoyar a entender mejor las afectaciones que vienen dándose actualmente.

Agradecimientos

Agradecemos a los pobladores locales aledaños al SHBP, por su apoyo en la facilitación de la información sobre sus saberes, conocimientos. A los asistentes y administrativos del SERNANP SHBP, por el apoyo logístico durante el desarrollo del proyecto en campo.

Financiamiento

El presente trabajo no tuvo financiamiento alguno.

Conflicto de intereses

El autor declara no tener conflictos de ninguna índole durante el desarrollo del estudio y su publicación.

Contribución de autores

M. Luza, I. Huamantupa-Chuquimaco, S. Bernabé, J. Ramírez, Y. Quispe, P. Villegas y M. Cuba participaron en la conceptualización, metodología, investigación y análisis de datos. Además, M. Luza, I. Huamantupa-Chuquimaco y M. Cuba realizaron el análisis formal, la escritura (preparación del borrador final) y la redacción (revisión y edición). M. Luza e I. Huamantupa-Chuquimaco se encargaron de las fotografías y el diseño gráfico.

Referencias bibliográficas

- AGCG. (2017). Memoria Anual, Santuario Histórico Bosque de Pómac.
- Capparelli, A., & Prates, L. (2015). Explotación de frutos de algarrobo (*Prosopis* spp.) por grupos cazadores recolectores del noreste de Patagonia. *Chungará (Arica)*. <https://doi.org/10.4067/s0717-73562015005000030>
- CONAFOR. (2011). Manual y procedimientos para el muestreo de campo re-muestreo 2011. Inventario Nacional Forestal y de Suelos. Inventario Nacional Forestal y de Suelos.
- Cuentas, R. M., Salazar, T., & Ítalo, A. (2017). De la especie al ecosistema; del ecosistema a la sociedad: Revalorizando el algarrobo (*Neltuma pallida*) y el reto de su conservación en Lambayeque y en la costa norte del Perú. *Espacio y Desarrollo*. <https://doi.org/10.18800/espacioydesarrollo.201702.006>
- Cuba-Córdova, Z., Loayza-Vargas, D., & Huamantupa-Chuquimaco, I. (2023). Diversidad, estructura y estado sanitario de las poblaciones de los bosques de huarangales en el valle de Ica, sur peruano.

- Revista Gentryana, 2(1), 46–61. <https://revistas.unamad.edu.pe/index.php/>
- FAO. (2004). Inventario Forestal Nacional, Manual de Campo Modelo. Informe. Programa de Evaluación de los Recursos Forestales, 89.
- Fernández, A., & Rodríguez, E. (2007). Etnobotánica del Perú prehispánico.
- Leal-Pinedo, J. M., & Linares-Palomino, R. (2005). Los bosques secos de la Reserva de Biósfera del Noroeste (Perú): Diversidad arbórea y estado de conservación. *Caldasia*, 27(2), 195–211.
- MINAGRI. (2013). Proyecto Inventario Nacional Forestal y Manejo Forestal Sostenible del Perú ante el Cambio Climático: Datos de campo del muestreo forestal en las ecozonas hidromórfica y de tierra firme (Loreto) y en zona costera (Piura y Lambayeque). Lima: MINAM.
- MINAM. (2015a). Guía de inventario de la flora y vegetación.
- MINAM. (2015b). Mapa nacional de cobertura vegetal: Memoria descriptiva.
- Phillips, O., Baker, T., Feldpausch, T., & Brienen, R. (2016). Manual de campo para el establecimiento y la remediación de parcelas.
- Rodríguez, E. F. R., Bussmann, R. W., & Alfaro, S. J. A. (2007). *Capparis scabrida* (Capparaceae): Una especie del Perú y Ecuador en urgente necesidad de planes de conservación. *América*.
- SENASA. (2015). Situación fitosanitaria del algarrobo (*Neltuma pallida*) en la costa norte del Perú.
- SERNANP-SHBP. (2013). Plan de manejo de recursos naturales renovables: Recurso forestal *Neltuma pallida* "Algarrobo" en la Zona de Uso Especial.
- SERNANP-SHBP. (2015). Estrategia para el aprovechamiento de recursos naturales renovables en el SHBP. Lambayeque, Perú.
- SERNANP-SHBP. (2016). Informe anual de aprovechamiento del recurso fruto seco de sapote (*Capparis scabrida*) en la Zona de Uso Especial del Santuario Histórico Bosque de Pómac - 2016.
- SERNANP-SHBP. (2017). Plan maestro del Centro Histórico de Lima (al 2029 con visión al 2035). Publicado en Internet <https://aplicativos.munlima.gob.pe/extranet/plan-maestro/>
- SERNANP-SHBP. (2018). Memoria Anual 2017.
- Vásquez, L., Escurra, J., & Huamán, A. (2010). Los algarrobos del Perú. Chiclayo.
- Weberbauer, A. (1945). El mundo vegetal de los Andes peruanos (E. E. A. de L. M. Ministerio de Agricultura, Dirección de Agricultura, Ed.). Lima, Perú.

5. Anexos

Tabla 4. Coordenadas de ubicación de las parcelas permanentes de monitoreo

Zona	Formación	Plots	Este	Norte
Zona de Uso Especial	Sapotal mixto	PPSA-1	632673.21	9283750.6
Zona de Recuperación	Sapotal mixto	PPSA-2	635866.21	9285413.7
Zona de Recuperación	Algarrobal	PPAL-2	631023.86	9283765.4